



vzgoja izobraževanje



Kaj ima kognitivna znanost povedati učiteljem

Um, možgani in izobraževanje (UMI): postavljanje znanstvenih temeljev za učenje in poučevanje

Zakaj znanost UMI plemeniti 'novo' izobraževanje ...

UMI: vpliv nevroznanosti na vede o izobraževanju

Izvršilna funkcija v učilnici: nevrološke posledice za poseg v razredu

Najstniški možgani in tehnologija

Razblinjamo »nevromite«





vzgoja in izobraževanje

ISSN 0350-5065
VZGOJA IN IZOBRAŽEVANJE
letnik XLIV, številka 6, 2013

Izdajatelj in založnik
Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Predstavniki
mag. Gregor Mohorčič

Uredniški odbor
dr. Zora Rutar Ilc, dr. Jana Kalin, ddr. Barica
Marentič Požarnik, Urška Margan, dr. Alenka
Polak, dr. Marjan Šimenc, dr. Justina Erčulj,
mag. Mirko Zorman, Andreja Nagode

Odgovorna urednica
dr. Zora Rutar Ilc

Urednica založbe
Andreja Nagode

Jezikovni pregled
Tine Logar

Oblikovanje
Kofein dizajn, d. o. o.

Priprava in tisk
Present, d. o. o.

Naklada
800 izvodov

Naslov uredništva
Zavod RS za šolstvo, Poljanska c. 28,
1000 Ljubljana
zora.rutar-ilc@zrss.si,
vzgoja.izobrazevanje@zrss.si
www.zrss.si

Naročanje
Zavod RS za šolstvo, Poljanska c. 28,
1000 Ljubljana
e-pošta: zalozba@zrss.si; faks: 01 / 3005-199
letna naročnina (6 številke): 50,08 € za pravne
osebe, 32,55 € za posameznike, 22,95 € za
študente; 65,00 € za tujino
Cena posameznega izvoda 6/2013 je 10,43 €.
V cenah je vključen DDV.

Revija Vzgoja in izobraževanje je pod
zaporedno številko 577 vpisana v razvid
medijev, ki ga vodi Ministrstvo za
izobraževanje, znanost in šport RS.

© Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2013
Vse pravice pridržane. Brez založnikovega pisnega do-
voljenja ni dovoljeno nobenega dela revije na kakršen
koli način reproducirati, kopirati ali kako drugače raz-
širjati. Ta prepoved se nanaša tako na mehanske (foto-
kopiranje) kot na elektronske (snemanje ali prepisovanje
na kakršen koli pomnilniški medij) oblike reprodukcije.

UVODNIK

Dr. Zora Rutar Ilc
Kaj ima kognitivna znanost povedati učiteljem? #2

RAZPRAVE

Dr. Kurt W. Fischer
Um, možgani in izobraževanje: postavljanje znanstvenih temeljev za učenje in poučevanje 1 #11

Dr. Tracey Tokuhama-Espinosa
Zakaj znanost um, možgani in izobraževanje plemeniti 'novo' izobraževanje, temelječe na poznavanju možganov, z znanostjo? #23

ZA PRAKSO

Dr. David A. Sousa
UMI – um, možgani in izobraževanje: vpliv nevroznanosti na vede o izobraževanju #29

Dr. Harriet Greenstone
Izvršilna funkcija v učilnici: nevrološke posledice za poseg v razredu #33

Dr. Sheryl Feinstein
Najstniški možgani in tehnologija #40

POLEMIČNO

OECD
Razblinjamo »nevromite« #47

OCENE IN INFORMACIJE

Saša Premk
Novosti iz knjižnice #59

PRILOGA

Bibliografsko kazalo revije Vzgoja in izobraževanje v letu 2013 #61

EDITORIAL

What Can Cognitive Science Tell to the Teachers? #2

PAPERS

Mind, Brain, and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching1 #11

Mind, Brain and Education: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching #23

FOR PRACTICE

Mind, Brain, and Education: The Impact of Educational Neuroscience on the Science of Teaching #29

Executive Function in the Classroom: Neurological Implications for Classroom Intervention #33

The Teenage Brain and Technology #40

POLEMICALLY

Dispelling »Neuromyths« #47

REVIEWS AND INFORMATION

New Editions in the Library #59

APPENDIX

Bibliographic table of contents of the journal Vzgoja in izobraževanje in 2013 #61

KAJ IMA KOGNITIVNA ZNANOST POVEDATI UČITELJEM?

»Razumevanje, kako se najbolj učinkovito učimo, je postalo tako pomembno kot to, kar se učimo (Sprenger, 1999).« (Radin, 2009: 40)

IZHODIŠČE: KAKO SE UČENCI UČIJO IN KAKO JIH UČITELJI LAHKO PRI TEM PODPREJO?

Zadnjega pol stoletja je bila ena od znanosti, ki je prispevala največ spoznanj o tem, kako se ljudje učimo in kakšno poučevanje najbolj podpira učinkovito učenje, psihologija (znotraj nje pa zlasti kognitivna, razvojna in pedagoška psihologija).

Od začetnih teorij učenja kot **odzivanja na dražljaje in preslikavanja** je psihološko pojasnjevanje poteka učenja napredovalo prek **konceptij procesiranja informacij** (ki učenje razumejo kot organiziranje znanja na miselnem planu s pomočjo kognitivnih operacij) do **aktivnih konceptij učenja** (ki poudarjajo pomen konstruiranja znanja in reorganizacije lastnih mentalnih struktur, učenje pa razumejo kot samorazlago in ustvarjanje pomenov) (De Corte, 2013).

Da bi bolje osvetlili procese učenja, ki vodijo do vzpostavljanja učinkovitih mentalnih struktur oz. reprezentacij, –tj. do razumevanja, smo lansko prevodno številko naše revije posvetili poučevanju za razumevanje in učenju z razumevanjem (kar je v znanosti o izobraževanju ustaljena besedna zveza, ki označuje vrsto raziskovalno-teoretskih prizadevanj, v praksi pa že pravo edukacijsko gibanje).

Tako smo opredelili učenje kot konstrukcijo znanja, ki poteka, ko učenec na temelju svoje učne izkušnje oblikuje kognitivno reprezentacijo (notranjo mentalno predstavo) tega, kar je pridobil z učno izkušnjo (Meyer, 2013). O učinkovitem učenju zato govorimo, ko učenec svoje učne izkušnje z aktivnim procesiranjem organizira v dobro povezano mentalno reprezentacijo. Ta mora biti prepletena tudi s predznanjem in hkrati dovolj prožna, da omogoča »restrukturiranje« pod vplivom novih informacij in v novih okoliščinah, kar predpostavlja »uporabo znanja«.

Pojmovanje učenja kot dolgotrajne spremembe v učenčevem znanju, ki je posledica kakovostnih učnih izkušenj in njihovega učinkovitega (mentalnega) organiziranja, učitelja postavlja v zelo odgovoren položaj. Učitelj ima namreč ključno vlogo pri pripravi učnih izkušenj za učence in pri podpiranju organiziranja le-teh. Meyer zato poučevanje nazorno poimenuje »manipuliranje« učnega okolja z

namenom spodbujanja učenja. Z drugimi besedami: poučevanje je podpiranje učencev pri usvajanju bogatih, uravnoteženih in dobro organiziranih struktur znanja s takimi učnimi situacijami, ki čim bolj pomagajo »pri urejanju informacij v glavi« (prav tam). To pa predpostavlja premišljeno vključevanje učnih podpor/opor, ki pomagajo učencem pospešiti učenje z razumevanjem (Bransford in drugi).¹

Kot pravita Schneider in Stern (2013: 70), bi si učitelji »morali zapomniti, da so iste vsebine lahko na pogled močno povezane in dobro organizirane ZANJE, toda obenem povsem razdrobljene in kaotične za učence. Glavni cilj poučevanja je zato prav pomoč učencem, da po korakih usvajajo perspektive strokovnjakov in povezujejo koščke znanja v svojih možganih /.../«

Meyer (prav tam) zato poudarja pomen odmerjenega in sistematičnega podpiranja učenčevega aktivnega kognitivnega procesiranja med učenjem še posebej v povezavi s poučevanjem s pomočjo tehnologije. Učitelj učencem lahko pomaga:

- aktivirati in povezovati predznanje z novopridobljenim znanjem,
- uravnnavati stopnjo obremenjevanja kognitivnih zmožnosti (npr. zmanjševanje nebitvenega, obvladovanje bistvenega, ločevanje med obojim),
- povezati strukture znanja – po korakih iz delčkov sestaviti celoto oz. sistem,
- reševati probleme z razstavljanjem na manjše, obvladljive probleme ali korake,
- smiselno in kritično povezovati koncepte s postopki,
- iskati globinske strukture (npr. s strategijo stopnjevanega primerjanja primerov, z uporabo analogij, z rabo grafičnih podpor itd.) (Schneider in Stern, 2013),
- preizkušati in uporabljati pridobljeno znanje z reševanjem življenjskih problemskih situacij,
- spodbujati t. i. generativno procesiranje (tj. zmožnost proizvajanja idej in rešitev),
- predvsem pa organizirati informacije v učinkovite miselne reprezentacije oz. sheme.

Prav slednje – domišljena organizacija učnih izkušenj in informacij – odločilno vpliva na učinkovito organiziranje znanja v umu. Tako npr. hierarhično urejanje množice informacij v visokoorganizirane enote omogoča manjšo obremenitev delovnega spomina in boljši pregled celote,

¹ V kognitivni psihologiji obstaja (angleški) izraz »scaffolding« (pri nas ga nekoliko okorno delovno prevajamo v »odranje«), ki pomeni takšno poučevanje, pri katerem učitelj učencem do usvajanja novih konceptov pomaga z oporami (vprašanji, s pomočjo katerih učenci napredujejo, grafičnimi organizatorji oz. shemami, z modeli, nazornimi primeri ipd.) Nekateri ga imenujejo tudi kognitivno podpiranje.

hitrejši priklic, povezovanje s problemskimi situacijami in proizvajanje integrativnih (povezujočih) idej. Priložnosti za to, da učitelji učence pri tem čim bolj ustrezno podprejo, so pri pouku na vsakem koraku. K temu prispevajo (več o tem prav tam):

- pregledna urejenost informacij,
- kompleksno, a razumljivo predstavljeni koncepti in modeli (npr. s pomočjo naprednih grafičnih organizatorjev in modelov),
- kreiranje mrež(e) povezav in t. i. »velike slike«,
- jasna navodila za reševanje problemov (kadar gre za strukturirane problemske izzive),
- delovni listi, ki učence podpirajo po korakih in s premišljenimi vprašanji, ki omogočajo izgrajevanje znanja,
- nazorni primeri v podporo usvajanju konceptov,
- primerno zahtevni problemi v podporo uporabi znanja,
- strukturiranje razprave,
- časovna organiziranost zaporedja učnih korakov in doziranje informacij itd.

To vse pripomore k temu, da učenci ključne koncepte organizirajo v takšne miselne reprezentacije oz. sheme, ki kar najbolj pomagajo pri gibkem priklicu primerne znanja in pri razumevanju dogodkov in pojavov na nove, prej neopažene načine (Bransford idr., 2000, 1987).

Učitelji lahko učence tako pomembno podprejo tudi pri shranjevanju informacij v dolgoročni spomin. »Če prikazujejo informacije v zaporedju, ki ta proces podpira, se učenci lažje učijo (Sousa, 2006).« (Schiller in Willis, 2008).

Pri kognitivnem procesiranju, kakršnega smo izpostavili do zdaj, so izjemno pomembni tudi emocionalni in socialni vidiki spodbudnega učnega okolja, kot bomo pokazali v nadaljevanju.

Kot pravi v tu objavljenem besedilu Tokuhama-Espinosa, je danes pozornost na to, kako se učenci učijo, še veliko pomembnejša kot kadar koli prej, pri čemer pa nam to ne sme predstavljati bremena, ampak izziv: »Učenci imajo mnogo širši obseg sposobnosti kot njihovi predhodniki, v šolskih klopeh je tudi več otrok kot kadar koli doslej, terjajo pa pozornost in vodenje, da bi lahko uresničili svoje potencialne. To bogastvo razlik ustvarja dinamiko, kakršni doslej v zgodovini izobraževanja še nismo bili priča, obenem pa obljublja bogatejšo učno izkušnjo, če bomo le ugotovili, kako

izkoristiti tako stanje, namesto da jadikujemo nad izzivi.«

In na te izzive v sodobnosti v vse večji meri odgovarja transdisciplinarno gibanje UMI – um, možgani in izobraževanje, ki za zgoraj opisana priporočila pospešeno pridobiva znanstvene dokaze o njihovih učinkih in ugotovitve nevrofizioloških raziskav, ki pojasnjujejo in dokumentirajo, kaj v možganih omogoča pozitivne učinke zgoraj omenjenih praks.

KAJ JE GIBANJE UMI – »UM, MOŽGANI IN IZOBRAŽEVANJE« – IN KAKO JE NASTAJALO?

Psihologija je začela s preučevanjem zgoraj nakazanih procesov učenja z nepovezanimi laboratorijskimi eksperimenti, pozneje pa se je raziskovanje vse bolj osredotočalo na »realistično« učenje v učilnici, s čimer je v očeh učiteljev – uporabnikov raziskovalnih ugotovitev – pridobilo na vrednosti. Toda, kot pravi Radin (2009), čeprav si je pedagoška psihologija (v nasprotju z biologijo ali nevrologijo) vsaj malo utrla pot v programe usposabljanja učiteljev, pa je gradila predvsem na posrednih informacijah o tem, kako se učenci učijo. Ves čas pa je manjkalo ključno: vpogled v »glave«, v »um na delu«. Ali kot pravi v našem uvodnem članku Fischer: »Nevroznanost in genetika pomagata analizirati 'črno škatlo', v kateri potekajo biološki procesi, za katere vemo, da podpirajo učenje.« Kaj predstavlja fiziološko, nevrološko podlago procesov učenja, pod kakšnimi pogoji potekajo bolj, pod kakšnimi pa manj učinkovito, kaj jih podpira, kaj pa zavira? Kako se razvija razumevanje? Kako nastajajo in se organizirajo mentalne reprezentacije (o katerih smo govorili v prejšnjem poglavju)? Kako se to »kaže« v možganih in kako lahko spoznanja o tem pomagajo v šolski praksi?

Kot povzema Fischer (v tu objavljenem članku) Hubela in Wiesela iz 1970. leta, je bilo že takrat znano, da ko aktivno nadzorujemo lastne izkušnje, si te utirajo nove poti v možganih, spreminjajo nevrone, sinapse in možgansko aktivnost. Kako natančno se to dogaja, pa so lahko dokumentirali šele s pojavom neinvazivnih nevroloških preiskav, kot je npr. MRI. Dodaten napor je zahtevala aktualizacija tega na področje izobraževanja.

Vse to je predmet raziskovanja in delovanja nove discipline, znanstvenega polja oz. še bolj natančno rečeno transdiscipline »edukacijske oz. pedagoške nevroznanosti«. To je nevroznanost, aplicirana na področje šolstva,²

² Zavedamo se, da prevodi teh, v slovenskem prostoru dokaj novih in v šolskem polju za zdaj še redko uporabljenih izrazov niso nujno najboljši, zato smo odprti za morebitne nadaljnje ideje. Med drugim smo nihali pri prevodu termina *neuroscience*, ki ga nekateri v prvem približku slovenijo kar kot *nevrologija*. Vendar smo glede na kontekst, v katerem se izraz pojavlja v naših besedilih, tj. povezava »Um, možgani in izobraževanje«, presodili, da je izraz nevroznanost vendarle širši kot izraz nevrologija (ki jo najpogosteje razumemo kot medicinsko specialno vedo, seveda z vsem znanstvenim aparatom vred), saj že v izhodišču zadeva več ved, vključno s psihologijo. Pri pridevniku »educational« pa so se ponujale najmanj naslednje tri možnosti: izobraževalna, pedagoška in edukacijska. Izraz izobraževalna bi se sicer utegnil zdeti primeren, sploh ker tudi Education v sintagmi MBE prevajamo kot izobraževanje. A kot pridevnik pridobi nekoliko drugačno, ožjo konotacijo, zato smo ostali pri »pedagoška«, izjemoma tudi pri nekoliko bolj okornem prevodu »edukacijska« (ki pa z izhodiščno besedo edukacija prinaša večjo širino). Pri tem ne merimo na ožji pomen besede, torej na pedagogiko kot vedo, ampak na to, da oznaka pedagoška v pričujočem kontekstu služi bolj kot oznaka za šolsko področje in vse vede, ki ga uporabljajo. V nekaterih besedilih se pojavlja tudi izraz pedagoška nevro psihologija (angl. educational neuropsychology), ki razjasnjevanje pojmov še zaplete, vendarle pa je vedenje o tem koristno, saj izpostavi pomembno in obogatitveno vlogo te veje psihologije v genealogiji tega novega področja, ki psihološko pozornost od učenja in možganov razširi še na poučevanje (Butler-Kisber, 2011).

kar je širše poimenovano kot MBE (angl. Mind, Brain and Education) oz. v slovenskem prevodu UMI (um, možgani in izobraževanje). Kot pravi Tokuhama-Espinosa v tu objavljenem besedilu, UMI izhaja iz transdisciplinarnega razvojnega procesa, ki zajema nevroznanost in biologijo, kognitivno znanost s kognitivno in razvojno psihologijo ter pedagogiko, kar je v njenem besedilu nazorno grafično predstavljeno s kompleksnim prepletom vseh omenjenih disciplin (več o tem tudi v Fischer idr., 2007).

Kot pravita Hinton in Fischer (2013), imajo omenjene discipline vsaka svojo disciplinarno kulturo in do nedava niso veliko sodelovale ali pa so se biološka znanstvena spoznanja v pedagoško prakso prenašala poenostavljeno ali celo zavajajoče in za komercialne namene. S tem v zvezi govorimo o t. i. »nevromitih«, ki jih osvetljuje poglavje Razblinjamo »nevromite«, povzeto iz izvrstne OECD-jeve publikacije Understanding the Brain – The Birth of a Learning Science (2007), ki na dostopen način predstavlja temelje delovanja možganov in implikacije za poučevanje. Kot zapišejo avtorji, je poglavje »zelo pomembno za vse, ki jih zanima učenje, posebej še za tiste, ki bi se radi izognili modnim rešitvam brez znanstvene podlage«. Nevromiti se sklicujejo na znanstvena odkritja, zato jih je toliko težje prepoznati in ovreči. V resnici pa gre za to, da so rezultati, na katerih temeljijo, »napačno razumljeni, nepopolni, pretirani oziroma so le sodbe /.../«.

Tako med drugim demistificirajo stereotip, da se vse pomembno za možgane zgodi do tretjega leta, pa mit o tem, da uporabljamo samo 10 % možganov, mit o specializiranosti desne in leve hemisfere, o spolnih razlikah na področju zgradbe in delovanja možganov, o spominu in o učenju med spanjem in druge. Poglavje o nevromitih v naš »zbornik« prinaša distinkcijo med tem, katera spoznanja nevroznanosti imajo za šolsko prakso vrednost, katera pa jim celo škodijo.

Tokuhama pa opozori tudi na zagate, ki izvirajo iz tega, da so discipline, ki tvorijo UMI, pravzaprav bolj hibridne kot čiste discipline, z ne prav dolgo lastno zgodovino (psihologija in edukacijske vede dobrih 100 let, nevroznanost pa komaj četrto stoletja).

Gibanje za povezovanje biologije, kognitivne znanosti in izobraževanja se je tako začelo šele ob koncu devetdesetih let. Seveda se ni začelo iz nič, navezovalo se je na znamenite predhodnike Halla, Piageta, Vigotskega, svoj polni zamah pa je doživelo v zadnjih letih in se prek različnih pobud in projektov razširilo v več državah (v ZDA, npr. na Harvardu in Univerzi Johns Hopkins, v Veliki Britaniji, npr. na Cambridgeu, pa na Japonskem

in v okviru OECD-ja, kot piše Fischer, razvito pa je tudi v Avstraliji in Kanadi – od koder smo povzeli kar tri od tu pričujočih člankov).³ Med drugim je rezultat združevanja moči številnih strokovnjakov, pa tudi praktikov, mednarodno združenje in revija UMI.

Kratko zgodovino razvoja UMI obeležuje tudi kar nekaj dvomov. Tako so nekateri avtorji menili, da je »most med biologijo in izobraževanjem predolg«, da bi lahko pedagoška znanost oz. znanost o vzgoji in izobraževanju relevantno uporabljala spoznanja nevroznanosti. Vendar pa Fischer v objavljenem članku opozori na znamenita in ilustrativna primera dveh učencev, »ki sta bila kljub izgubi možganske poloble uspešna tako v šoli kot doma in sta razvila skoraj povprečne sposobnosti za izobraževanje, pridobila pa sta tudi spretnosti in veščine, za katere je klasična nevroznanost trdila, da jih ne moreta razviti. Razumevanje bioloških značilnosti posegov v možgane je pospešilo njuno učenje doma in v šoli, obenem pa je pomagalo staršem in učiteljem, da so ju pri tem učinkovito spodbujali.«

Spoznanja nevroznanosti je torej moč pod določenimi pogoji neposredno uporabiti za pouk. Z njimi je moč razložiti tudi razlike med učnimi potmi pri različnih učencih. Kot posebej iluminativen omeni Fischer nevroznanstveni model razvoja vizualnega sistema. Ta pomaga pojasniti, kako razvijejo nekateri ljudje z disleksijo poseben vzorec vidnega zaznavanja, pri katerem je določena vrsta sposobnosti (npr. fokusiranja, ki pride prav zlasti pri branju) manj razvita na račun odličnih sposobnosti povezovanja vidnih informacij z vsega vidnega polja, ki pa so za šolsko delo veliko manj relevantne.

Za prakso poučevanja imajo dramatične implikacije tudi ugotovitve, da gre do ljudi v obdobju do tridesetega leta skozi kakih deset izrazitih kognitivnih prelomov. Za vsako spretnost in za vsako raven se možgani na novo organizirajo ter tvorijo nove nevronske mreže, ki jih podpirajo. Z ustrezno podporo je moč razvoj pospešiti.

Ni torej presenetljivo, da Fischer sklene, da gibanje UMI potrebuje nove institucije, ki bodo podpirale trajnostno sodelovanje med raziskovalci in učitelji, in v ta namen poziva k ustanavljanju t. i. raziskovalnih šol in usposabljanju novega razreda učiteljev, ki se bodo specializirali za prevajanje raziskovalnih spoznanj v prakso, predlaga pa tudi nov profil, edukacijske inženirje oz. nevrozobrazovalce, ki bi pomagali pri načrtovanju učnih gradiv in dejavnosti, temelječih na raziskovalnem delu in znanstvenih spoznanjih.

³ Sevier (2013) tako navaja, da si tako na Centru za nevroznanost v izobraževanju Univerze Cambridge npr. prizadevajo ugotoviti osnovne parametre razvoja možganov pri pridobivanju kognitivnih veščin, ključnih za izobraževanje. S pomočjo raznovrstnih tehnik, vključno z ERP (angl. event-related potentials) merijo spremembe v električni aktivnosti možganov pri različnih načinih razmišljanja in procesiranja informacij. Na Univerzi Stanford na Centru za interdisciplinarne raziskave na področju znanosti o možganih (Brain Science Research) raziskujejo vzroke disleksije in drugih učnih primanjkljajev in iščejo intervence, zasnovane na možganski aktivnosti, ki bi pomagale preseči npr. težave pri branju. Na Univerzi Vanderbilt pa raziskovalci s področja izobraževanja v sodelovanju s pediatri in sodelavci Vanderbilt inštituta za predstavnost znanosti raziskujejo, kako se možgani otrok reorganizirajo, ko se učijo brati. O tem, kaj na teh univerzah na temelju tako pridobljenih raziskovalnih spoznanj nudijo učiteljem, pa pišemo v zadnjem poglavju tega predgovora.

KAKO SI LAHKO S SPOZNAVANJE PEDAGOŠKE NEVROZNANOSTI POMAGAMO PRI ORGANIZACIJI POUKA?

Kot poudarja Sousa v tu objavljenem besedilu, prizadevanja pedagoške nevroznosti ne predstavljajo niti »programa« niti »najnovejših strategij«, ki bi učitelje dodatno obremenile, ampak nasprotno – nevroznost poskrbi »za to, da učitelji delajo pametneje in ne še bolj marljivo«. Odlika tega pristopa je, da je njegova narava interdisciplinarna, da temelji na znanstvenem raziskovanju in da se skrbno pretehta, katere od raziskav so za pedagoško prakso pomembne in kako jih primerno približati učiteljem. Ali kot doda Sousa: »Izobraževalci bi morali biti navdušeni nad tem, da raziskave nenehno ponujajo globlje razumevanje delovanja človeških možganov, a previdni pri uporabi teh odkritij v praksi.« Pri tem zaupa njihovi modri presoji: »Izobraževalcev (raziskave) ne bi smele odvrniti od tega, da bi se naučili, kar morajo vedeti, da bi se znali odločati, ali odkritja raziskav lahko uporabijo v svoji praksi.«

V svojem prispevku je zato Sousa zelo konkreten in učiteljem kaže priložnosti za uporabo spoznanj pedagoške nevroznosti z jasnimi in preprostimi priporočili.

Tako npr. poudarja pomen plastičnosti možganov in njihove zmožnosti za regeneracijo, kar napeljuje na pomen bogatih zgodnjih intelektualnih spodbud ob hkratnih premišljeno odmerjenih premorih za regeneracijo.

Upoštevanja vredno je tudi demistificiranje t. i. »hkratnega opravljanja več nalog«, ki v resnici predpostavlja izmenično opravljanje nalog in nenehno preusmerjanje pozornosti in izgubljanje informacij v delovnem spominu predhodne naloge, kar ima zagotovo implikacije za tradicionalni pouk, zasnovan na 45-minutnih urah, po 6, 7 različnih predmetov na dan.

Spoznanja edukacijske nevroznosti pritrjujejo zgodnjemu učenju tujih jezikov, s tem da so metode, ki se jih priporoča za zgodnje obdobje, korenito drugačne od tistih za najstniško ali starejše obdobje.

Edukacijska nevroznost je izrecno prispevala tudi k poučevanju branja oz. razvijanju bralnih strategij (čemur smo letos že posvetili pozornost v tematskih številkah o bralni pismenosti in učenju učenja, prim. zlasti članke Sonje Pečjak).

Že skoraj zlizano pa zvenijo opozorila o omejenih zmogljivostih delovnega spomina, ki potrjujejo, da je informacijsko preobremenjevanje možganov kontraproduktivno in da je resnično treba učne načrte zrahljati in prihranjeni čas uporabiti za »bolj poglobljeno proučevanje tem, ki imajo večji pomen«.

Schiller in Willis (2008) tem priporočilom dodajata še pomen razdeljevanja poučevanja na manjše enote (in vpeljevanje zahtevnih konceptov po obvladljivih korakih), da učenci lažje procesirajo znanje oz. da se lažje osredotočajo na bistveno, ko niso zasuti s preveč informacijami naenkrat. Po drugi strani pa je zelo pomembno tudi povezovanje

znanja v večje enote in umeščanje v veliko sliko, ko so posamezne enote dovolj utrjene. Schiller in Willis opozarjata tudi na to, kako pomemben je čas, namenjen reflektiranju učenja in pridobljenega znanja.

Sousa poudarja tudi pomen vključevanja čustev pri pouku. Spodbudna učna klima, v kateri so učenci »spoštovani in v kateri čutijo, da jim učitelji resnično želijo pomagati uspeti«, zagotavlja tako ugodnejše čustvene odzive kot boljše učne učinke oz. kognitivne dosežke. (Prim. tudi tematsko številko o vodenju razreda, št. 5, letnik 2010.) Kot v tukajšnjem prispevku zapiše Feinstein, predstavlja (nevro)fiziološko osnovo t. i. notranje motivacije za pouk dopamin: »Ko se sprosti dopamin, pozitivna energija eksplodira v možgane ter upravlja in navdihuje vedenje (Willis, 2011).« Dopamin pa se sprošča prav v okoliščinah, ki so za učence stimulativne in prijetne. Učenci se raje in lažje učijo, če jih snov zanima, če jim je predstavljena privlačno in se navezuje na njihove izkušnje, potrebe ali interese (kadar je to seveda mogoče).

Za organiziranje pouka so izjemnega pomena tudi preostala priporočila, ki izvirajo iz raziskav pedagoške nevroznosti, kot so npr. priporočila o upoštevanju socialnih potreb, o potrebi po zadostnem gibanju in spanju oz. počitku, o škodljivosti stresa in strahu (vključno s slabo samopodobo in občutki neadekvatnosti, več o tem prim. tudi v Boekaerts, 2013) ter o vplivu umetnosti na razvijanje pozornosti, prostorskih veščin in ustvarjalnosti.

Morda ključna za boljše razumevanje in sprejemanje srednješolcev je za njihove učitelje in starše ugotovitev, da znatna razlika v zrelosti možganskih režnjev (racionalnega in emocionalnega dela možganov) marsikdaj lahko pojasni nepredvidljivo vedenje adolescentov. O slednjem Feinstein v tu pričujočem članku zapiše: »Učitelji lahko opazimo dramatično razliko glede čustvenega nadzora med 14- in 18-letnim učencem, ki je posledica njunega napredka v dozorevanju možganov. Dokaz, ki izhaja iz nevrologije, je nesporen: najstniški možgani so možgani v tranziciji. /.../ se še vedno oblikujejo, se glede procesiranja čustev opirajo na amigdalo. To pa je ravno nasprotno od odraslih možganov, ki so se razvili ter naučili opirati na čelne režnje, kar je povezano z mišljenjem višjega reda. Zato so odrasli sposobni sprejemati refleksivne odločitve, logično analizirati informacije in krotiti iracionalno amigdalo. Mladostniški možgani pa po drugi strani šele začinjajo prehod, ki vodi iz opiranja na amigdalo na opiranje na prednje režnje.« Ali z drugimi besedami: možgani najstnikov so »možgani v tranziciji«.

Ni presenetljivo, da Sousa svoj »seznam« priporočil sklene s spodbudnim, a za učitelje, starše in šolsko politiko zavezujočim spoznanjem, »da sta inteligenca in ustvarjalnost dve različni sposobnosti, ki nista genetsko določeni, okolje in šolanje lahko obe spremenita. /.../ Učenci se učijo biti bolj ustvarjalni z udejstvovanjem in z avtentično uporabo pridobljenega znanja ob problemih realnega sveta.«

KAKO SI LAHKO S SPOZNANJI NEVROZNANOSTI POMAGAMO PRI »VEDENJSKO MOTEČIH« UČENCIH?

K Sousovemu izčrpnemu seznamu priporočil za »nego možganov« smo v naš tokratni izbor člankov dodali besedilo Harriet Greenstone, ki predstavlja v šolah pogosto spregledane, a zelo pomembne veščine t. i. izvršilne funkcije, ki so odločilne za ciljno usmerjeno in socialno vedenje ter čustveno zdravje, s tem pa posledično tudi za uspeh v razredu ali celo v življenju.

Greenstone v svojem besedilu predstavlja nazoren model, ki evidentira naslednja področja izvršilne funkcije: inhibicijo, fleksibilnost, nadzor čustev, začenjanje, delovni spomin, načrtovanje in organizacijo ter spremljanje, za katera je v nadaljevanju podrobno opisano, kako se njihov primanjkljaj kaže v razredu.

Učenci s pomanjkljivo izvršilno funkcijo na enem ali več področjih lahko motijo pouk, stopajo iz vrste, začenjajo z delom, preden so k temu pozvani, ali pa ne znajo začeti, ne morejo odnehati, imajo čustvene izbruhe, se ne znajo zorganizirati, pozabljajo, ne morejo dolgo vztrajati pri aktivnosti, izgubljajo rdečo nit, ne razumejo navodil in nimajo reda itd. Tudi ti učenci bi največkrat želeli biti zbrani, z lahkoto sodelovati in slediti, biti uspešni in pohvaljeni, z občutkom lastne kompetentnosti, pa tega preprosto ne zmorejo, če se jih pri tem ustrezno ne podpre.

Ozaveščanje učiteljev za pomen izvršilne funkcije in za težave, ki so jim izpostavljeni učenci s tovrstnim primanjkljajem, je zato izjemno pomembno. Ti učenci se namreč zaradi impulzivnosti, nerodnosti, togosti, šibkejše koncentracije ... »po krivici« pogosto izpostavljeni disciplinskim ukrepom, ne da bi vedeli in razumeli, zakaj; začarani krog (karanja, kazni, omalovaževanja, podcenjevanja, kritike ob pomanjkanju spodbud, dosežkov in pohvale), ki se pri tem vzpostavlja, stanje samo še poslabšuje. Na razpolago je kar nekaj testov za izvršilno funkcijo in vprašalnikov za presojo vedenja, ki skupaj s temeljitim opazovanjem učiteljem pomagajo presoditi, ali gre za primanjkljaj ali le za vzgojno problematiko in slabe delovne navade.

Ključno pri tem je, pravi Greenstone, da so ti primanjkljaji največkrat res nevrološkega izvora, ne pa značajska poteza (ali posledica slabe vzgoje). Hkrati avtorica staršev in učiteljev ne pušča nemočnih, saj nakaže izhode, ki omogočajo popraviljanje obstoječih in izgradnjo nadomestnih vedenj.

V članku predstavlja več različnih strategij, ki naj bodo vključene v pouk eksplicitno in sistematično. Greenstone priporoča tudi informiranje učencev o dinamični moči možganov oz. o tem, kako je možgane z vadbo mogoče vaditi in okrepiti, in da lahko s tem izboljšajo vedenje, samozaupanje, učni uspeh ter nasploh pridobijo več vpliva nad svojim življenjem.⁴ Priporočila spremljajo tudi dragoceni primeri iz prakse.

KAJ SE DOGAJA V MOŽGANIH PRI UČENJU?

Prej omenjeni Sousev »seznam« priporočil, zasnovan na implikacijah nevroznanstvenih raziskav za pedagoško prakso, se nanaša predvsem na to, kako lahko učitelji učence podprejo z različnimi vsakdanjimi praksami (npr. omogočajo spodbudno učno klimo s pravim ravnovesjem med aktivacijo in premori, spodbujajo aktiviranje čustev pri učenju, podprejo učence s primernimi strategijami itd.). Nanašajo se torej na »zunanje« ureditve, ki posredno podpirajo »notranje« procesiranje.

Korak naprej pa se začne prav pri »notranjem« procesiranju – Sousa zapiše, da naj bi učenci bolj poglobljeno preučevali pomembne teme in ključne koncepte. Kaj pomeni »bolj poglobljeno preučevanje«? Kako potekajo t. i. višji miselni procesi? Kaj lahko o naravi tovrstnega procesiranja povedo nevroznanstvene raziskave?

To vprašanje postane izrazito aktualno v luči tega, kar v svojem prispevku v nadaljevanju zapiše o obstoju jasnih povezav med učenjem in količino nevronske povezave Feinstein: »Posledica za izobraževanje je ta, da učenci, ki se veliko učijo na nekem predmetnem področju, proizvajajo več nevronske povezave. Zanimanje nekega področja pa prav nasprotno zavira nevronske povezave.«

Ključno pri tem je, kakšne so te učne izkušnje. Še pomembnejša od količine učnih izkušenj je namreč kakovost. Pedagoška nevroznanost je namreč potrdila, kako pomembno je kompleksno učenje (globlje, konceptualno razumevanje, vključevanje višjih miselnih procesov) za razvoj možganov. Prav pri kompleksnih miselnih procesih se vzpostavljajo kompleksnejše povezave oz. nevronske mreže. (Več o tem prim. tudi v Bransford in drugi, 2000.)

Hinton in Fischer tako citirata raziskave, v katerih ugotavljajo, kako se pod vplivom učenja in vaje aktivirajo nevronske povezave in vzvratno vplivajo na učinkovitejšo učenje. Omenjata raziskave violinistov, ki potrjujejo, da je pri njih kortikalno področje, ki vpliva na delovanje prstov leve roke, večje kot pri drugih glasbenikih. »Sčasoma se možganska omrežja postopoma reorganizirajo, da odražijo učne izkušnje, in ta reorganizacija vpliva na prihodnje učenje.« (Hinton in Fischer, 2013: 108)

Poenostavljeno rečeno: možgani omogočajo učenje, učenje vpliva na možgane in možgani postanejo še bolj »učljivi«. To avtorja vidita kot »dobro vest«, saj dobre izobraževalne izkušnje lahko očitno dramatično izboljšajo razvoj možganov, kar pa pred družbo predstavlja tudi izjemno odgovornost, saj v nasprotnem primeru »slaba izobraževalna izkušnja lahko ogrozi fizično integriteto možganov otrok in mladostnikov« (prav tam).

Ali kot v tu objavljenem članku pojasnjuje Fischer, poteka učinkovito učenje kot (aktivno) konstruiranje znanja, kar vpliva na možgane: »Ko živali in ljudje nekaj delajo v svetovih, v katerih živijo, spreminjajo lastno vedenje.

⁴ Kar nekaj strategij, omenjenih v članku, je podrobno razloženih tudi v lanski (VIZ, l. 43, št. 6, 2012) tematski številki, posvečeni učenju učenja.

Raziskovanje možganov nam je že postreglo s spoznanjem, da podobno dobesedno spreminjajo tudi anatomijo in fiziologijo možganov (in teles). Ko aktivno nadzorujemo lastne izkušnje, te utirajo nove poti v možganih, spreminjajo nevrone, sinapse in možgansko aktivnost (Hubel in Wiesel, 1970; Singer, 1995). Ko smo samo izpostavljeni dogodkom in informacijam (v nasprotju s tem, da z njimi nekaj naredimo), ti ne vplivajo močno niti na možgane niti na telo.« Zato dodaja še, da je metafora o »prenašanju« znanja (metafora »kanalov«) pogojno uporabna, denimo, ko se učimo posameznih informacij. Ko pa »uporabljamo znanje, ki je veliko več kot samo recitiranje informacij, moramo to metaforo nadomestiti z modelom *aktivno konstruiranega znanja*, kot ga predlagata kognitivna znanost in nevroznanost. Ljudje namreč gradijo znanje tako, da ga aktivno uporabljajo /.../»

Fischer nato opiše prehajanje skozi razvojne ravni na temelju dejanj oz. miselnih aktivnosti, »ki postajajo skozi serije ravni vse kompleksnejši, dokler ne ustvarijo reprezentacij. Te postajajo kompleksnejše in na koncu ustvarijo abstrakcije, ki prav tako postajajo vse bolj kompleksne, dokler v zgodnjem odraslem obdobju ne ustvarijo principov, s katerimi ljudje organizirajo abstrakcije.«

V skladu s tem predlaga, da se linearno zasnovan razvojni model učenja kot »plezanja po lestvi« nadomesti z modelom razvoja kot dinamične mreže, stkane iz številnih niti, ki predstavljajo razvoj celote veččin in oblikovanja konceptov. Kot pravi Fischer, ima to odločilne implikacije za to, kako načrtujemo in podpiramo učne poti.

Tudi Hardiman povzema številne raziskave s področja kognitivne znanosti in nevroznanosti, ki opozarjajo na to, da je dolgoročno učenje najbolj učinkovito, ko učenci uporabljajo vsebine, veščine in procese pri nalogah, ki terjajo višje spoznavne procese, oz. razširjajo svoje razmišljanje z globljim in bolj analitičnim preizkušanjem konceptov. »To hkrati sili možgane k aktiviranju številnih kompleksnih sistemov za priklic podatkov in njihovo povezovanje. Raziskovalci možganov so za opisovanje različnih funkcij možganskih predelov razvili koncept modularnosti. Ko rešujemo kompleksne naloge, se moduli z enega dela možganov povezujejo z drugimi moduli.« (Hardiman, 2012: 71)

Sklicevanje na višje miselne procese in konceptualni pristop pa ne pomeni samo izpostavljanja učencev zahtevnim problemom ali vsebinam (konceptom), ampak pomeni najzahtevnejši izziv za učitelje: kako pomagati aktivirati miselne procese in analitično presojo na ustrezen odmerjen način, tako torej, da bo v vsakem trenutku ustrezno podprto procesiranje učencev, ne da bi bili ti preveč ali pa na drugi strani premalo obremenjeni. Kot smo že omenili, s tem v zvezi govorimo o »odranju« – umetnosti

pretehtanega postavljanja in odmikanja učnih opor pri usvajanju konceptov oz. pri »vzpostavljanju kognitivnih shem oz. mentalnih reprezentacij« (če se navežemo na prvo poglavje tega predgovora). To hkrati predpostavlja tudi jasno predstavo učiteljev o tem, kako se gradijo spoznanja oz. kako poteka miselni proces pri usvajanju ključnih konceptov njihovega strokovnega področja.⁵

V teh ugotovitvah nevroznanosti torej lahko najdemo odgovor na vprašanja, ki smo si jih zastavili na začetku: kako poteka učinkovito učenje, kaj ga omogoča in pospešuje, kaj se pri tem dogaja v možganih, gledano z nevroznanstvenega vidika, in seveda ključno: kakšna je vloga poučevanja pri tem. Hkrati pa predstavljajo tudi utemeljitev in znanstveno podlago za priporočila za pouk, opisana v prvem poglavju tega predgovora, o katerih smo sicer veliko pisali v lanski prevodni številki (Vzgoja in izobraževanje, 5/2012), posvečeni poučevanju za razumevanje in učenju z razumevanjem.

KAKO RAČUNALNIK VPLIVA NA NAJSTNIKOVE MOŽGANE?

Ker je vse več pouka podprtega s tehnologijo in ker učenci vse več časa doma in v šoli preživijo za računalnikom, se izobraževalcem in staršem upravičeno zastavlja tudi vprašanje, kaj lahko nevroznanost pove o vplivu uporabe računalnika na možgane, ki se še oblikujejo. Učitelji in starši se pogosto sprašujemo, kdaj je uporaba računalnika še koristna, kdaj pa že škoduje. Koliko ur lahko otroci presedijo pred računalnikom, kdaj pa naj jih začnemo od njega odganjati? Katere računalniške aktivnosti koristijo, katere so časovna potrata, katere pa celo škodijo? In ključno vprašanje: Kako ure procesiranja ob računalniku in z njim vplivajo na najstnikov možgane?

Jasno je, da je vstop računalnikov in druge tehnologije v šole odločilno vplival na to, kako se poučuje in kako se uči. Kakšen pa je dejanski vpliv vsega tega na učence? Da bi odgovorili na ta vprašanja, smo v tokratni izbor člankov uvrstili tudi članek Feinsteinske, ki se ukvarja s tem področjem.

Feinstein, raziskovalka, ki se ukvarja s preučevanjem učinkov uporabe tehnologije pri pouku, uvodoma izpostavi neizprosno načelo, ki »vlada« možganom in se imenuje »uporabi ali izgubi«. »Obrezovanje odpravlja nepotrebne in neuporabljene dendrite in sinaptične povezave. Informacije, ki se vedno znova ne uporabljajo, so odstranjene.«

Zato ni presenetljivo, da na temelju številnih raziskav avtorica izpelje sicer sklep, ki bi marsikaterega učitelja ali roditelja začudil: nevrologi potrjujejo pozitiven vpliv interneta na možgane pod določenimi pogoji! »Posamezniki,

⁵ O tem smo v preteklih letih na Zavodu RS za šolstvo veliko pisali in izobraževali učitelje na seminarjih v zvezi z uporabo taksonomij znanja in miselnih procesov v podporo izgrajevanju znanja. V ta namen smo izdelali tudi tabele glagolov, ki učiteljem pomagajo pri podpiranju spoznavnega procesa učencev (prim. npr. poglavje Glagoli v podporo opredeljevanju pričakovanih rezultatov ... v priložniku Medpredmetne in kurikularne povezave, 2010). Kot zelo uporabna za klasifikacijo miselnih postopkov oz. procesov se je izkazala zlasti Marzanova taksonomija (prav tam).

ki redno uporabljajo internet, imajo v prednjih režnjih dvakrat večjo aktivnost kot tisti, ki redko uporabljajo splet«. Izjemna dostopnost do obilice virov, ki jo omogoča internet, »potencialno odpira vrata dendritičnemu obrezovanju in sinaptičnim povezavam. Z vsakim naučenim delčkom informacij človeški možgani rastejo in se na novo mrežijo (Hastings, Tanapat in Gould).«

Brskanje po medmrežju in procesiranje informacij predpostavlja kompleksno delo, ki vključuje več možganskih področij in aktivira miselne veščine višjega reda. »Uporaba interneta povečuje tudi sposobnost možganov za shranjevanje in obnavljanje spominov, prilagajanje in spreminjanje novih informacij ter izboljšavo motoričnih spretnosti – vse to pa so spretnosti, ki so v resničnem svetu cenjene (Small, 2008).«

Učinki dela z računalnikom pa niso povsem enoznačni. Avtorica opozori tudi na pasti, ki izvirajo iz (pre) hitrega, skoraj refleksnega sprejemanja odločitev in večopravnosti, ki ju terjajo odzivi na računalniku, kar lahko prispeva k omejeni pozornosti, posledično pa vpliva tudi na proces učenja.

Kot so pokazale raziskave, imajo pri pouku največji potencial računalniško pripravljene vaje, ki prispevajo k utrjevanju (znanja oz. sinaptičnih povezav v možganih), in to na privlačen, učencem domač način. Pri tem se vedno znova poudarja, da je vendarle odločilno obvladovanje didaktike (s poudarkom na načrtovanju pouka), ki jo računalnik lahko podpre, ne more pa je nadomestiti.

Manjši pa je didaktični izkupiček iger, z izjemo področja naravoslovja. Igre, ki so jim mladostniki v veliki meri izpostavljeni tudi doma, lahko zaradi zbujanja občutkov ugodja, udobja in fascinacije celo prispevajo k zasvojenosti in posnemanju. Ali kot navaja Feinstein: »Pravzaprav se možgani zaradi zrcalnih nevronov težko uprejo dejanjem, pa naj bodo dobra ali slaba, saj delujejo na podzavestni ravni in tako zmanjšujejo posameznikov nadzor (Iacoboni, 2008).« Tudi pretirano pogojevanje na zbiranje točk ali pravih odgovorov ni nujno produktivno.

Vsekakor je torej računalniško podprt pouk izjemen motivator in spodbujevalec višjih miselnih procesov. Odločilnega pomena pa je, kako skrbno in premišljeno je načrtovan, katerim ciljem služi in h kakšnim učinkom vodi. Odgovorna presoja o tem je v domeni učiteljev, ki pa si pri tem lahko pomagajo prav z ugotovitvami nevroznanosti.

ZAKAJ NAJ BI SE UČITELJI ZANIMALI ZA UGOTOVITVE PEDAGOŠKE NEVROZANOSTI IN KDO VSE JIM PRI TEM LAHKO POMAGA?

Zakaj učitelje praktike »nadlegovati« s teorijo, in to celo ne »čisto« pedagoško, ampak zahtevno nevroznanstveno? Ali je res za dobro poučevanje treba poznati raziskave o delovanju možganov?

Seveda za dobro poučevanje to ni nujno potrebno, lahko pa dodatno pomaga. Učiteljem lahko ponudi vpogled v to, kako se učenci učijo in kaj se pri tem dogaja v njihovih možganih, posledično pa, kako jih sami lahko čim bolj učinkovito podprejo pri tem. Ponekod v tujini to poimenujejo »z možgani kompatibilno poučevanje in učenje« (angl. Brain-Compatible Teaching and Learning) (Radin, 2009):⁶ »Programi usposabljanja učiteljev, od vzgojiteljic v vrtcih do univerzitetnih predavateljev, usmerjeni na različne principe z možgani kompatibilnega poučevanja in učenja, lahko izobraževalcem služijo, da čim bolj učinkovito podprejo učence na vseh stopnjah šolanja in bolje artikulirajo standarde lastnega poklica.« (Str. 40)

Radin dodaja, da je argument za ozaveščanje učiteljev za spoznanja kognitivne in nevroznanosti tudi v tem, da mnogo pristopov k poučevanju niti naključno ni v skladu s tem, kako se »možgani najbolje učijo«. Hardiman s tem v zvezi opozarja tudi, da to, kako učitelj razume (ali pa ne) delovanje možganov (npr. da ima predpostavke o nespremenljivosti nasproti plastičnosti možganov), lahko odločilno vpliva na to, kakšen pogled ima na učence in na učenje in kakšne prakse razvije⁷ (Hardiman, 2012).

Tudi nove okoliščine informacijske družbe vse bolj kličejo k prevpraševanju samoumevnih ustaljenih paradig in praks poučevanja in k nadgrajevanju pristopov, zasnovanih pretežno na predavanjih, zbiranju informacij in polnjenju »praznih« možganov učencev. Radin zato poudarja pomen profesionalnih odločitev, zasnovanih na informacijah in znanju (angl. informed choices), ki – kot dodaja – spreminjajo »umetnost poučevanja« v »znanost«.

S svojo kvalitativno raziskavo je Radin namreč prišla do ugotovitve, da učitelji v glavnem ne poznajo ugotovitev nevroznanosti in nimajo znanja o tem, kaj se med učenjem dogaja v možganih. Učitelji so sicer na temelju subjektivnih izkušenj, opažanj in prepričanj na vprašanja: Kako bi opisali poučevanje, skladno s principi delovanja možganov? Kateri principi ali značilnosti tovrstnega poučevanja so najpomembnejši? Kaj je značilno za učitelja, »prijaznega možganom« (angl. brain-friendly teacher)? izpostavili

⁶ O tem smo lani prvič spregovorili v tematski prevodni številki revije, namenjeni poučevanju za razumevanje in učenju z razumevanjem, ko smo »za ogrevanje« objavili članek M. Hardiman Poučevanje in spodbujanje možganov ter članek Hardiman in Denckla Znanost o izobraževanju: Poučevanje in učenje s pomočjo znanosti o možganih (oboje 2012).

⁷ Podobno Wellman in Lagattuta pišeta o tem, kako zelo na prakso poučevanja vplivajo učiteljske »teorije«, koncepti in miskoncepti (napačni koncepti) o umu učencev in o tem, kako poteka učenje (Wellman in Lagattuta, 2004). Osrednjo pozornost pa namenjata vlogi psiholoških razlag, ki jih v svojih »teorijah« uma (angl. theory of mind) razvijejo otroci, ki predstavljajo pomemben izziv za učitelje, saj je prav ustrezno izvajanje in nadgrajevanje zgodnjih razlag učencev eden temeljnih vzvodov transformativnega učenja. Ali kot pravita: razlage otrok so ključnega pomena za njihovo učenje (prav tam: 491).

pomen »bogatega, spodbudnega učnega okolja«, ki ga odlikujejo naslednje komponente:

- angažma učiteljev in učencev,
- primerna ureditev fizičnega okolja in skrb za »homeostazo« učencev,
- klima z nizko stopnjo stresa in drugih ogrožajočih dejavnikov,
- pomen izkušnje pri učenju (poskušanja in učenja iz zmot, raziskovanja, preizkušanja, kreativnosti, kritičnega mišljenja itd.),
- dejavnosti, ki so miselno izzivalne, ki vključujejo reševanje problemov, ki jih učenci doživljajo kot smiselne in so avtentične (str. 44).

Najpogostejši izrazi, ki so jih uporabljali učitelji pri opisovanju poučevanja, za katero se je – po njihovi presoji – izkazalo, da je učinkovito, so bili: učenje z odkrivanjem, preiskovanje, reševanje problemov, eksperimentiranje, preizkušanje, avtentičnost; po utrditvi »baze« znanja, so učitelji učence spodbujali, da so svoje znanje preizkušali in utrjevali v raziskovalnih projektih, eksperimentih, simulacijah, igrah vlog, terenskem raziskovanju ipd. Kot lahko vidimo, so učitelji navajali značilnosti učinkovitega poučevanja, ki ga potrjuje tudi pedagoška nevroznanost. Vendar pa skoraj nihče od učiteljev, vključenih v raziskavo, ni imel poglobljenega znanja o tem, kako delujejo možgani, in so te prakse razvili s preizkušanjem in njihovo uporabo zasnovali na intuiciji.

Radin zato vidi v ozaveščanju in usposabljanju učiteljev na tem področju veliko rezervo. Da bi učitelj zares poučeval v »skladu z možgani«, naj bi poznal osnovne principe delovanja možganov in poteka učenja. Hardiman vnaprej zavrne možne očitke, da se tako ali tako vselej učimo z možgani, češ da resda vsako učenje vključuje možgane, vendar pa vsakemu poučevanju ne sledi učenje: »Medtem ko vsako učenje spodbuja možgane k aktivnosti, jih vsako poučevanje ne.« (Hardiman, 2012: 69) Raziskave o možganih in procesih učenja so zato del »velike slike« in pomemben prispevek h konceptualnemu okviru poučevanja, še dodaja. To naj bi prispevalo k artikulaciji njihovih veščin in k optimizaciji dosežkov učencev. Ali kot navaja Jensena iz 2008, da bi **bil vsak dovolj profesionalen učitelj, zmožen reči: to pojasnjuje, zakaj delam to in tako, kar delam** (Radin, 2009: 49). Če se učitelji ukvarjajo predvsem s poučevanjem, potem je ključno, da izhajajo tudi iz znanstvenih raziskav o tem, kako učenje poteka, ne le iz lastnih izkušenj.

Tako ni naključje, ampak posledica premišljene in strateške odločitve, da sta dve izmed svetovno najuglednejših univerz, Harvard in Johns Hopkins, že pred slabim desetletjem ustanovili programe za usposabljanje na področju UMI na dodiplomski in podiplomski ravni (Hardiman in Denckla, 2012). Harvardski program se je osredotočil predvsem na povezovanje kognicije, nevroznanosti in šolske prakse, s poudarkom na učenju, poučevanju ter kognitivnem in emocionalnem razvoju. Prvi doktorski program s

tega področja pa trenutno omogoča Univerza Vanderbilt, ki je povezala svoj kolidž za izobraževanje z inštitutom za raziskovanje možganov. Med drugim začenjajo z raziskavami na področju celične in molekularne nevroznanosti in s kognitivno in sistemsko nevroznanostjo (Sevier, 2013).

Takšne podiplomske programe ima tudi Univerza Columbia (Columbia University's Teachers College), ki spodbuja aplikativne razvojnoraziskovalne projekte s tega področja, v katere so vključeni praktiki, ki jih podpirajo s supervizijo. Značilno za te programe je, da se osredotočajo tako na študente – bodoče učitelje kot na praktike, ki svojo učiteljsko vlogo dopolnjujejo z vlogo raziskovalcev, pri tem pa močno spodbujajo podiplomsko izpopolnjevanje učiteljev na tem področju.

Učiteljem so na voljo tudi številni krajši programi usposabljanja, vključno s konferencami, simpoziji, polletnimi šolami. Navajamo nekaj zanimivih naslovov takih dogodkov iz leta 2013: Izobraževanje za ustvarjalni um, Nevroznanost branja in Matematika in možgani (prav tam). Med učitelji so popularne tudi iniciative, kot je Možganska telovadba (angl. Brain gym), Celostno poučevanje, usmerjeno na možgane (angl. Whole Brain teaching), Na možganih osnovano učenje (angl. Brain-based learning) ipd. (prim. Nutini, 2012; Willis, 2011). Nekateri kritiki opozarjajo, da včasih nekatere od teh pobud operirajo s preveč poenostavljenimi predpostavkami (npr. Ansari in Coch, 2006).

Kot piše Sevier, je v Evropi vodilna v prizadevanjih za povezovanje znanosti o možganih z izobraževanjem organizacija OECD (katere publikacijo, namenjeno temu področju, smo že omenili, prav tako njeno naslednico, publikacijo O naravi učenja, ki smo jo letos prevedli na Zavodu Republike Slovenije za šolstvo), ki vodi projekt z naslovom Znanost o učenju in projekt raziskovanja možganov (angl. Learning Science and Brain Research Project) z interakcijsko spletno stranjo za učitelje o izsledkih raziskav možganov, relevantnih za prakso. Ogleđa vredna je tudi stran fundacije Anneberg Nevroznanost in razred (angl. Neuroscience and the classroom).

Kljub temu da najživahnejše dogajanje na tem področju za zdaj poteka na drugi celini, pa je dobra novica to, da se te pobude širijo tudi v Evropo in da je ne nazadnje tudi v Sloveniji že pred leti zaživel mednarodni podiplomski program Kognitivne znanosti, ki povezuje tako različne fakultete, kot so Pedagoška, Filozofska, Medicinska ter Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo.

Upamo pa tudi, da svoj prispevek temu področju prinaša tudi tokratna prevodna številka revije Vzgoja in izobraževanje.

Za konec naj dodamo, da je pomembna vrednost poznavanja ugotovitev interdisciplinarnih empiričnih raziskav s področja UMI tudi v tem, da se preseže običajne paradigemske oz. celo ideološke spore o tem, katera metoda je boljša in kaj bolje deluje, in da se razpravo o tem končno vsaj deloma postavi na empirične temelje.

Na kratko povzeto: v duhu UMI je torej »(naj)boljša« tista metoda, ki v danem trenutku čim bolj učinkovito podpre učenca (in »njegove možgane«) pri konstruiranju

novega znanja oz. mentalnih reprezentacij, in to tako, da bo znanje čim bolj učinkovito ponotranjeno.

Dr. Zora Rutar Ilc,
odgovorna urednica

DODATNI VIRI (poleg v nadaljevanju prevedenih člankov)

- Ansari, D., Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *TRENDS in Cognitive Sciences*. Zvezek 10, št. 4. April 2006. Str. 146–151.
- Boekaerts, M. (2013). Motivacija in čustva imajo ključno vlogo pri učenju. V Dumont, H., Istance, D. in Benevidas, F. (ur.), *O naravi učenja*. OECD in Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana.
- Bransford, J. D., Sherwood, R. D., Sturdevant, T. (1987). Teaching Thinking and Problem Solving. V *Teaching Thinking Skills. Theory and Practice*. New York: W.H. Freeman and Company, str. 162–182
- Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R. (2000). *How People Learn*, Washington D.C.: National Academy Press.
- Butler-Kisber L. (2011). Editorial. *Learning Landscapes*. Jesen 2011. Zvezek 5. Št. 1.
- De Corte, E. (2013). Zgodovinski razvoj razumevanja učenja. V Dumont, H., Istance, D., Benevidas, F. (ur.), *O naravi učenja*. OECD in Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana.
- Hardiman, M. in Bridge Denckla, M. (2012). Znanost o izobraževanju: Poučevanje in učenje s pomočjo znanosti o možganih. *Vzgoja in izobraževanje*, 5/2012. Str. 73–76.
- Hardiman, M. (2012). Poučevanje in spodbujanje možganov. *Vzgoja in izobraževanje*, 5/2012. Str. 69–72.
- Hinton, C., Fischer, E. (2013). Učenje iz razvojne in biološke perspektive. V Dumont, H., Istance, D., Benevidas, F. (ur.), *O naravi učenja*. OECD in Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana.
- Meyer, R. E. (2013). Učenje s tehnologijo. V Dumont, H., Istance, D., Benevidas, F. (ur.), *O naravi učenja*. OECD in Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana.
- Nutini, L. (2012). Whole Brain Teaching. A New way of Life. Make the theoretical realistic. *Canadian Teacher Magazine*. http://www.canadianteachermagazine.com/ctm_teaching_ideas/janfeb2012-whole-brain-... Pridobljeno 5. 6. 2013.
- Radin, J. L. (2009). Brain-Compatible Teaching and Learning: Implications for Teacher Education. *Educational Horizons*. Fall 2009. Str. 40–50.
- Schiller, P., Willis, C. A. (2008). Using Brain-Based Teaching Strategies to Create Supportive Early Childhood Environments That Address learning Standards. *Beyond the Journal*. Young Children on the We. Julij 2008.
- Schneider, M., Stern, E. (2013). Kognitivni pogled na učenje: deset temeljnih ugotovitev. V Dumont, H., Istance, D., Benevidas, F. (ur.) *O naravi učenja*. OECD in Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana.
- Sevier, J. (2013). Brains, minds and education: Studies in educational neuroscience help build better classrooms. *Advanced degrees in education*. SEEN: Southern Education Network [http://seenmagazine.us/articles/article-detail/articleid/2905/brains-minds-and-education ...](http://seenmagazine.us/articles/article-detail/articleid/2905/brains-minds-and-education...) Pridobljeno 6. 6. 2013.
- Wellman, H. M., Lagattuta, K. H. (2004). Theory of mind for learning and teaching. The nature and role of explanation. V *Cognitive Development* 19 (2004). Str. 479–497.
- Willis, J. (2011). Three Brain-based Teaching Strategies to Build Executive Function in Students. <http://www.edutopia.org/blog/brain-based-teaching-strategies>. Pridobljeno 4. 6. 2013.

Dr. Kurt W. Fischer, Harvardska univerza, Cambridge, ZDA

UM, MOŽGANI IN IZOBRAŽEVANJE: POSTAVLJANJE ZNANSTVENIH TEMELJEV ZA UČENJE IN POUČEVANJE ¹

POVZETEK

Temeljni namen nastajajočega polja, ki ga imenujemo *um, možgani in izobraževanje*, je povezovanje biologije, kognitivne znanosti, razvojne psihologije in izobraževanja. S tem želimo doseči, da bo izobraževanje temeljilo na raziskovalnem delu. Gibanje, ki se širi po vsem svetu, se mora izogibati mitom in popačenjem, značilnim za splošno razširjene predstave o možganih in genetiki, obenem pa mora trdno povezovati raziskovalno delo in vsakdanje praktično delo v izobraževanju. Ustvariti mora tudi močno infrastrukturo, ki bo povezovala znanstvenike in učitelje, da bodo skupaj preučevali učinkovite načine učenja in poučevanja. Znanost in vsakdanje praktično delo ponujata številna potencialno učinkovita orodja, s katerimi lahko izboljšamo izobraževanje. Nevroznanost in genetika pomagata analizirati 'črno škatlo', v kateri potekajo biološki procesi, za katere vemo, da podpirajo učenje. Razumevanje biologije sposobnosti in hendikepa pomaga učiteljem in staršem spodbujati razvoj učencev in krepiti njihove zmožnosti za učenje. Kognitivna znanost analizira mentalne modele/metafore, ki prežemajo proizvajanje pomenov v človeških kulturah, oblikuje orodja, s katerimi se lahko izogibamo nezavednim popačenjem, ter izdeluje učinkovite metode in sredstva za izobraževanje. Razvojna znanost in znanost o učenju izdelujeta orodja za analiziranje učnih poti, ki zajema tako preučevanje skupnih vzorcev kot razlik v načinih učenja. Da bi dobro utemeljili izobraževanje na raziskovalnem delu, moramo izboljšati infrastrukturo, to pa lahko dosežemo tako, da oblikujemo a) raziskovalne šole, v katerih vsakdanje praktično delo in znanost skupaj usmerjata raziskovalno delo v izobraževanju; b) skupne podatkovne baze o izobraževanju in razvoju otrok; c) nov poklic izobraževalnega inženirja ali prenašalca, ki bo skrbel za hitrejšo povezovanje raziskovalnega dela, izobraževalnih praks in politike.

Nastajajoče polje s skupnim nazivom *um, možgani in izobraževanje* (UMI) združuje biologijo, kognitivno znanost, znanje s področja človekovega razvoja in izobraževanje. Cilj takega povezovanja so trdni raziskovalni temelji za izobraževanje. Taki temelji terjajo nov način povezovanja raziskovalne dejavnosti in izobraževanja, kar pomeni dvosmerno sodelovanje med učitelji in raziskovalci, da bi skupaj oblikovali raziskovalna vprašanja in metode, s katerimi bi lahko povezovali tudi prakso in

politiko. Tradicionalni model ne bo deloval. Ni namreč dovolj, da raziskovalci zbirajo podatke v šolah in omogočajo učiteljem dostop do raziskovalnih člankov, ki nastajajo na njihovi podlagi. To ni dober način, s katerim bi raziskovalci ustvarjali uporabno znanje za izobraževanje. Tradicionalni način izpušča učitelje in učence, ti pa lahko bistveno pripomorejo k oblikovanju raziskovalnih metod in vprašanj. Njihov prispevek je lahko v pomoč na poti do uporabnejših raziskovalnih spoznanj, s katerimi je mogoče pozneje v obliki povratnih informacij produktivno spreminjati šole in učne situacije v drugih okoljih.

Obstajajo številni primeri v modernem svetu, ko znanstveniki in praktiki skupaj oblikujejo raziskovalna vprašanja in tako prispevajo k uporabnemu znanju. Pomislite na polje medicine, v katerem biologi in medicinski praktiki (zdravniki, medicinske sestre itd.) sodelujejo v izobraževalnih bolnišnicah in drugih ustanovah, v katerih povezujejo raziskovalno delo z vprašanji zdravja in bolezni. V medicini sta raziskovanje in praktično delo skoz in skoz prepletena, rezultat pa je velikanski napredek v načinih zdravljenja in medicinskih posegih. Na splošno lahko rečemo, da se raziskovalna dejavnost in vsakdanje praktično delo rutinsko povezuje v različnih dejavnostih in na številnih področjih (Hinton in Fischer, 2008). Meteorologi povezujejo znanost in prakso pri analiziranju in napovedovanju vremena (npr. Državni center za raziskovanje ozračja, <http://www.ncar.ucar.edu/research/meteorology>). Kozmetična podjetja porabijo milijarde za raziskovanje nege kože, ličil in osebne higijene, pri čemer nastane na tisoče izdelkov, ki so močno povezani z raziskovalnimi izsledki. Obdelovanje hrane, proizvodnja avtomobilov, kmetijstvo, kemična industrija, gradbeništvo – skoraj vsako večje moderno podjetje temelji na raziskovanju, ki ga usmerjajo praktična vprašanja o izdelkih, njihovi uporabnosti in učinkovitosti.

Kaj se je zgodilo izobraževanju? Če raziskovalci ustvarjajo uporabno znanje za večino industrijskih panog in podjetij na svetu, bi moralo enako veljati tudi za izobraževanje, kajne? Toda na neki način je izobraževanje doslej vselej izpadlo iz procesov utemeljevanja prakse na raziskovanju. Da bi izobraževanje postavili na raziskovalne temelje, je Dewey (1896) predlagal ustanavljanje laboratorijskih šol; njegov predlog pomeni, da bi povezovali raziskovanje s šolskimi praksami ter tako zagotavljali formativno ocenjevanje in demokratične povratne informacije.

¹ Nagovor predsedujočega na prvi konferenci Mednarodnega združenja *Um, možgani in izobraževanje*.

Na žalost pa njegova vizija nikoli ni zaživela v praksi. V šolskem polju danes ne obstaja infrastruktura, ki bi podpirala rutinsko preučevanje učenja in poučevanja ter tako prispevala k vrednotenju učinkovitosti obojega. Če lahko podjetji Revlon in Toyota porabita milijone za raziskave, ki pomagajo ustvariti boljše izdelke, kako lahko šole še naprej uporabljajo domnevno 'najboljše prakse', ne da bi zbirale podatke, kaj resnično deluje?

Opisano pomanjkanje raziskovalnih temeljev je glavni razlog, da so se vlade številnih držav odločile za vrednotenje učenja v šolah z rabo standardiziranih testov v projektih, kakršna sta na primer *Program za mednarodno ocenjevanje učencev* (Program for International Student Assessment [OECD, 2007a]) in *Noben otrok ni zapostavljen* (No Child Left Behind). Ozkost takih orodij za vrednotenje pa je zelo problematična, saj je na primer težko določiti, kaj sploh sta učinkovito učenje in poučevanje; poleg tega v večini primerov proces vrednotenja preprečuje sodelovanje učiteljev in učencev. Ali Toyota lahko ugotovi, kako delujejo njeni avtomobili, če jih preverja na dirkah, prezre pa, kako se obnašajo v vsakdanjih voznih situacijah? Ali lahko Revlon ali Avon proizvedeta učinkovita kozmetična sredstva, če preverjata njihove učinke samo na ljudeh, ki jih zberejo enkrat na leto v veliki dvorani? Izobraževanje potrebuje vrednotenje realnih dosežkov v šolah, ki jih na podlagi preiskovanja učinkovitosti številnih vidikov učenja in poučevanja (kurikuli, vrste šol, tipi razredov itd.) v različnih šolskih okoljih skupaj domisljijo raziskovalci, učitelji in učenci – to, kar imenujeta Daniel in Poole (2009) pedagoška ekologija.

GIBANJE UM, MOŽGANI IN IZOBRAŽEVANJE

Ob koncu dvajsetega stoletja je skoraj sočasno nekaj privrelo na dan v Parizu, Tokiu in Cambridgeu v Massachusettsu – zanimanje za tesno povezovanje biologije in kognitivnih znanosti z izobraževanjem; namen takega povezovanja je bil poglobiti znanje o učenju in poučevanju. V Parizu so Bruno della Chiesa in sodelavci v okviru Sveta za raziskovanje in inovacije v izobraževanju, ki deluje znotraj OECD, oblikovali projekt *Znanosti o učenju in raziskovanje možganov*. K sodelovanju so povabili znanstvenike in učitelje, da bi skupaj pospešili raziskovanje na področju izobraževanja in nato izdali knjigi o možganih in znanosti o izobraževanju (OECD, 2002, 2007b). V Tokiu so Hideaki Koizumi in sodelavci sprožili gibanje, s katerim so začeli povezovati biologijo in izobraževanje, nato pa ustanovili Japonsko združenje za znanost o otrocih ter opravili vrsto longitudinalnih študij o učenju in razvoju japonskih otrok (Koizumi, 2004). V Cambridgeu so Kurt Fischer, Howard Gardner in drugi začeli izvajati učni program za podiplomske študente, ki jih zanimajo biologija, kognitivna znanost in izobraževanje; poimenovali so ga UMI, temelji pa na Medfakultetni pobudi za preučevanje uma, možganov in vedenja, ki je nastala nekaj let pred tem na Harvardu (Blake in Gardner, 2007; Fischer, 2004). Sočasno so Anne

Rosenfeld, Kenneth Kosik in Kelly Williams sprožili vrsto konferenc o učenju in možganih (večinoma v Cambridgeu) z namenom, da bi izobraževali učitelje o nevroznanosti in genetiki ter njihovih povezavah s problemi v izobraževanju (<http://www.edupr.com/>).

Minilo je nekaj let in skupine iz Pariza, Tokia in Cambridgea so začele sodelovati; ustanovile so Mednarodno združenje UMI in spobudile nastanek revije *Mind, Brain, and Education*. Te skupne projekte je močno podprla Papeška akademija znanosti v Rimu, ki je leta 2003 ob praznovanju svoje štiristote obletnice pod vodstvom Antonia Battroja iz Argentine poprosila predstavnike harvardskega programa UMI, naj organizirajo po vsem svetu dvodnevna srečanja o raziskovalnem delu na tem področju. Tem začetnim pobudam so sledila številna srečanja, nastali so številni novi projekti, izšle so knjige. Danes na primer že obstajajo uveljavljeni programi za usposabljanje učiteljev in raziskovalcev, ki povezujejo biologijo in izobraževanje, in sicer na Univerzi Cambridge (Goswami, 2006), Univerzi Dartmouth (Coch, Michlovitz, Ansari in Baird, v tisku), na Teksaški univerzi v Arlingtonu (Schwartz in Gerlach, v tisku), na Univerzi Južna Kalifornija (Immordino-Yang, 2007), na Univerzi v Pekingu, Jugovzhodni univerzi v Nanjingu, nadaljujejo pa se tudi začetni UMI-program na Harvardu ter dejavnosti v Tokiu in Parizu.

Poleg vseh naštetih projektov, ki povezujejo raziskovanje, praktično delo in politiko, se je v medijih in na medmrežju razvila tudi skoraj prava obsedenost z nevroznanostjo, genetiko in izobraževanjem, veliko pa je tudi neodgovornih poskusov, da bi prodali čim več komercialnih projektov, za katere trdijo, da »temeljijo na raziskovanju možganov«. Pričakovanja, da bosta nevroznanost in genetika preoblikovali izobraževalne prakse in politike, so daleč preseгла začetne zamisli pobudnikov gibanja UMI ter raven znanja o delovanju možganov in znanja s področja genetike (Fischer et al., 2007; Fischer, Immordino-Yang in Waber, 2007; Goswami, 2006; Hinton, Miyamoto in Della Chiesa, 2008; Katzir in Paré-Blagoev, 2006; Stern, 2005). Številni miti s področja nevrologije so postali del popularnih razprav – na primer prepričanja, kako delujejo možgani in telo, ki so sicer široko sprejeta, toda očitno napačna (OECD, 2007b). Večina poskusov, da bi potisnili v ospredje izobraževanje, ki temelji na poznavanju delovanja možganov, se naslanja na take znanstveno dokazano zgrešene mite: drobna povezava med nevroznanostjo in večjim delom izobraževanja, ki temelji na poznavanju možganov, je samo ta, da imajo učenci možgane. Druge ugotovitve nimajo nobene opore v sodobni nevroznanosti.

Orisano pomilovanja vredno stanje terja od nas, da gradimo na a) zelo skeptičnem odnosu do trditev o povezavah med izobraževanjem in nevroznanostjo in se premaknemo naprej k b) sistematičnemu povezovanju bioloških in psiholoških spoznanj z izobraževanjem ter sodelovanju med učitelji, učenci in raziskovalci, poleg tega pa še k temu, da c) dolgoročno izboljšamo infrastrukturo za podporo novih znanstvenih spoznanj, ki se nanašajo na izobraževanje. Če

se polje lahko širi v predstavljenih smereh, potem lahko začnemo uporabljati raziskovalna orodja, kot so na primer snemanje možganov, analiziranje kognitivnih procesov in učenja ter genetske analize, s katerimi lahko skušamo razsvetliti »črno škatlo« ter odkriti osnovne učne mehanizme in vzročne odnose (Hinton in Fischer, 2008).

KOGNITIVNI MODELI (METAFORE): PODLAGE ZA NEVROLOŠKE MITE IN POTENCIALI ZA IZBOLJŠANJE IZOBRAŽEVANJA

V jeziku in kulturi uporabljajo človeška bitja za razumevanje in analiziranje sveta modele, v katere so vgrajeni temeljni koncepti in principi zaznavanja in razmišljanja. Ta argument so antropologi in drugi učenjaki razvijali dolga desetletja (Benedict, 1934; Lévi-Strauss, 1966). Nedavno pa so kognitivni znanstveniki razvili orodja za analiziranje narave in vsebine modelov, ki ljudem omogočajo razumevanje sveta; njihove analize so pokazale, kako taka pristranska prepričanja včasih podpirajo mite o učenju in delovanju možganov. Na primer: Lakoff in Johnson (1980) sta zasnovala ogrodje za razčlenjevanje takih (večinoma nezavednih) modelov s pomočjo jezikovnih analiz, Vidal (2007) pa je slikovito opisal modele, ki govorijo o naravi in vlogi možganov, kot so se razvijali skozi celotno dvajseto stoletje.

Možganstvo² in metafore kanalov

V modernem modelu delovanja človekovega uma so možgani osrednji organ, ki omogoča večji del zavesti in učenja – Fernando Vidal to imenuje *možganstvo* in govori o možganih kot viru posamezne osebnosti (*personhood*) in človekovega jaza. V preprostem in prevladujočem modelu so ljudje v glavnem isto kot njihovi možgani, kar pomeni, da bi bila lahko oseba možgani v vedru ali v laboratorijski posodi, ali pa, da je osnovna narava človeškega bitja shranjena v možganih. Telo, medsebojni odnosi in kultura so v tem modelu v najboljšem primeru nekaj sekundarnega. Ko ga ljudje uporabljajo, govorijo, kot da učenje nastaja v možganih, pri čemer zanemarijo, kako k njemu prispeva telo posameznega človeka, spregledajo pa tudi vlogo, ki jo ima pri učenju in pridobivanju informacij posameznikovo okolje. Ko se ljudje učijo, pravijo predstavniki tega modela, shranjujejo znanje v možganih, to pa leži tam in čaka, kdaj ga bo človek priklical – kot da so možgani skladišče (knjižnica, računalniški spomin) informacij. Če zadevo nekoliko karikiramo, lahko rečemo tole: zjutraj se zbudimo, prinesemo iz skladišča informacije, ki jih bomo potrebovali čez dan, potem pa jih procesiramo, kot nam narekuje delo, ki ga opravljamo.

Ko analiziramo učenje, poučevanje in sploh vse, kar se vsak dan dogaja v šolah, odkrijemo, da se temu mitskemu modelu pridružuje še eden, za katerega je videti, da je široko

razprostranjen v človeških kulturah in navzoč v vseh zgodovinskih obdobjih – *model kanalov*, prek katerih prenašamo znanje (Lakoff in Johnson, 1980; Reddy, 1979). Ko se ljudje učijo, prejmejo objekt (zamisli, koncept ali idejo), ki ga imajo nato v lasti. Da bi o njem poučili drugega človeka, mu ga preprosto posredujejo, kot da bi obstajal kanal, po katerem prenesejo ali prečrpajo informacijo v drugo osebo. Enako lahko shranijo predmet znanja na kakem drugem nosilcu, kot sta na primer knjiga ali stran na medmrežju.

Sledi nekaj primerov iz vsakdanjih pogovorov, ki ponazarjajo, kako ljudje uporabljajo to metaforo – v glavnem nezavedno, včasih pa tudi za šalo. *Christina si je izmenjala zgodbe z Rose. Katie je našla razlago v knjigi. Laura je dala idejo Davidu, ta pa jo je pograbil. Bennett je ukradel hipotezo Marshallu. Podal sem ti odgovor, zakaj ga ne sprejmeš!* Posamezniki lahko manipulirajo z idejami, s koncepti ali z mislimi, za katere je videti, kot da so shranjeni v možganih. *Howard si nikakor ne more izbiti ideje iz glave. Kaj imaš v mislih? Zak je izgubil idejo. Gotovo mu je ušla iz glave.*

Skladno z modelom kanalov v šolah učitelji delijo znanje oziroma predmete znanja z učenci, ti pa jih imajo nato v lasti. Ali pa bi jih vsaj morali imeti. Če predmetov ne uporabljajo učinkovito (jih ne razumejo in jih ne znajo uporabljati), jih označijo za neumne ali lene, včasih pa so obtožb deležni tudi učitelji, češ da informacij niso dovolj učinkovito prenesli nanje. Znanje je na voljo kot množica informacij, od učencev pa se pričakuje, da jih bodo sprejemali in uporabljali. Dobri učitelji in učenci seveda vedo, da učenje ne poteka tako, kot predvideva ta model, toda metafora kanalov je tako močno navzoča v jeziku in kulturi, da se ji je težko ogniti.

Pridobivanje znanja kot aktivno konstruiranje

Ali ne bi bilo čudovito, če bi bilo učenje res tako preprosto? Določeno temo ali spretnost bi obvladali tako, da bi se naučili ustrezne zbirke informacij – kje je dobra kmetija v Minnesoti, mesec, ko je tam najboljše posejati žito, kako globoko v zemljo ga moramo zakopati, pričakovana količina padavin in tako dalje. Kmet preprosto zbere nekaj takih informacij in že ve, kako pridelovati žito v Minnesoti – nikakor ne! Da bi postal uspešen kmetovalec, mora narediti bistveno več kot samo zbrati ustrezne podatke. Uspešno kmetovanje terja dolgoletno rabo znanja o tem, kaj vse je treba narediti vsak mesec v letu, kako načrtovati, sejati, žeti, poleg tega pa še sprotno učenje, kako izboljševati pogoje za uspešno rast.

Enako kognitivna znanost in nevroznanost dokazuje, da znanje pridobivamo z aktivnostjo. Ko živimo in ljudje nekaj delajo v svetovih, v katerih živijo, spreminjajo lastno vedenje. Raziskovanje možganov nam je že postreglo s spoznanjem, da na podoben način dobesedno

² Avtor uporablja izraz *brainhood*. Pomeni kakovost ali pogoj, da je človek isto kot možgani. Podobno je *starševstvo* kakovost ali pogoj, da je človek roditelj (op. prev.).

spreminjajo tudi anatomijo in fiziologijo možganov (in teles). Ko aktivno nadzorujemo lastne izkušnje, te utirajo nove poti v možganih, spreminjajo nevrone, sinapse in možgansko aktivnost (Hubel in Wiesel, 1970; Singer, 1995). Ko smo samo izpostavljeni dogodkom in informacijam (v nasprotju s tem, da vplivamo nanje), ti ne vplivajo močno niti na možgane niti na telo.

Enako tudi šolsko učenje temelji na aktivnostih. Če bi zajemalo samo usvajanje predmetov znanja, učenec ne bi imel nobene potrebe, da bi ducal let ali celo več hodil v šolo, se opismenjeval ter oblikoval v izobraženega človeka in produktivnega člana družbe enaindvajsetega stoletja. Potrebna so leta učenja, da zna človek dobro brati, si razložiti vojno v Iraku, napisati zgodbo o tem, kako diši roža, ali analizirati posledice padca krogle s stolpa. Vsaka generacija ljudi se mora na novo učiti konstruirati znanje; to jim ne more biti preprosto dano ali posredovano (Vygotsky, 1978). Učitelji in učenci morajo delati, da bi razumeli koncepte. Skladiščenje podatkov s spominu preprosto ni dovolj, zlasti ne v 21. stoletju, ko morajo ljudje nenehno prilagajati znanje hitro spreminjajočemu se svetu.

Na srečo nevroznanost in kognitivna znanost že več kot stoletje kopičita spoznanja o tem, kako ljudje ustvarjajo in uporabljajo znanje. Raziskave s področja kognitivne znanosti več kot sto let vedno znova potrjujejo spoznanje, da učenje in poučevanje terjata aktivno konstruiranje znanja (Baldwin, 1894; Bartlett, 1932; Piaget, 1952); enaka spoznanja potrjuje nevroznanost že več kot pol stoletja (Singer, 1995). Metafora kanalov je uporabna le do določene stopnje, ko se na primer učimo posameznih informacij, toda ko uporabljamo znanje, ki je veliko več kot samo recitiranje informacij, moramo to metaforo nadomestiti z modelom *aktivno konstruiranega znanja*, kot ga predlagata kognitivna znanost in nevroznanost. Ljudje namreč gradijo znanje tako, da ga aktivno uporabljajo pri svojem delu. Na primer: Piagetova (1952) temeljna metafora o znanju predvideva, da ljudje zgrabijo ideje in dejstva z umom, potem pa mentalno in fizično manipulirajo z njimi. Matematika neposredno ponazarja ta proces s temeljnimi operacijami, kot sta seštevanje in množenje, pri čemer ljudje povezujejo objekte, jih grupirajo in tako ustvarjajo številčne rezultate.

Z analiziranjem metafor, ki jih najdemo v jeziku in kulturi, lahko razumemo, kako oblikujejo naše misli in naša dejanja, zato lahko ustvarjamo učinkovitejše modele. V nadaljevanju se bom vrnil k tej temi in opisal načine, kako lahko uporabljamo metafore ter z njimi spodbujamo učenje in poučevanje v šolah.

KONSTRUKTIVNO PREMOŠČANJE: ORGANSKI TEMELJI DEJAVNOSTI IN UČNIH POTI

Že zgodaj v kratki zgodovini gibanja UMI so nekateri raziskovalci močno podvomili o uporabnosti povezovanja biologije, zlasti raziskovanja možganov, in izobraževanja (Bruer, 1997; Hirsch-Pasek in Bruer, 2007). Njihov glavni argument je bil, da je most med biologijo in izobraževanjem

'predolg', saj naj ne bi bilo mogoče neposredno konceptualno ali praktično spojiti bioloških spoznanj in analiz učenja, kakršno poteka v šolah. V najboljšem primeru bi lahko uporabili kognitivno znanost samo kot vmesno postajo na poti od nevroznanosti do izobraževanja. Skladno s tem argumentom je mogoče reči, da je izobraževanje ostro ločeno od nevroznanosti. Pa vendar je argument slab, saj temelji na ozki metafori in na omejenem številu primerov, ki ne dovolijo širše uporabnosti bioloških analiz pri zagovarjanju pedagoških ciljev.

Bruer (1997) skuša podkrepiti svoj argument tako, da se naslanja na delo s področja zgodnjega učenja matematike, ki sta ga opravila Case in Griffin (Case in Griffin, 1990; Griffin in Case, 1997). Raziskovanje možganskih procesov pri računanju (prim. Dehaene, 1997) lahko povežemo z analizami kognitivnih procesov pri računanju. Te lahko nato povežemo z izobraževalnimi praksami, kakršna je na primer poučevanje učenca, ki se uči uporabljati številski trak pri reševanju matematičnih nalog. Če pa bi šli neposredno od raziskovanja možganov k izobraževanju, bi to pomenilo graditi predolg most. Case in Griffin sta ugotavljala, kako skušajo otroci razumeti številski trak, ki predstavlja temelj računanja, in pokazala, kako lahko uporabljamo kurikularna gradiva in igre za spodbujanje in pospeševanje takega učenja ter učinkovitejšega posploševanja.

V tem trenutku se je zares težko premakniti od Dehaenovih analiz numeričnih sistemov v možganih k šolski matematiki, toda orisani primeri in še nekateri drugi, ki jih uporabi Bruer, še ne dokazujejo splošne poante. Analize trditve o predolgem mostu zanemarjajo premislek o uporabnosti povezovanja bioloških konceptov in izobraževalnih praks. Pogosto razumevanje bioloških (organskih) temeljev dejavnosti in učnih poti prestavi izobraževalne cilje daleč naprej, sočasno pa razsvetljuje vprašanja, s katerimi se ukvarja nevroznanost.

Učenje z otroki s polovico možganov

Raziskave otrok s polovico možganov pričajo tako o pomembnosti biološkega znanja pri zastavljanju višjih izobraževalnih ciljev kot o uporabnosti izobraževalnih dosežkov za razsvetljevanje nevroznanstvenih problemov (Battro, 2000; Immordino-Yang, 2007). To spoznanje pa ne velja le za otroke z velikimi primanjkljaji na področjih učenja zaradi organskih poškodb, temveč tudi za vse druge otroke, katerih sposobnosti imajo biološke korenine.

Pri nekaterih hudih vrstah epilepsije je glavni del napadov osredotočen na polovico možganov, ki jo je treba odstraniti, če hočemo preprečiti škodo še na drugi polovici. Posledica je očitna: ljudje imajo po operaciji le polovico možganov. V nasprotju s pričakovanji pa so nekateri otroci s polovico možganov odraščali v učno zelo spodbudnih okoljih, zato so razvili izjemne spretnosti – celo take, za katere tradicionalna nevroznanost namiguje, da jih sploh ne bi mogli razviti.

Da bi lahko optimalno podpirali učenje otrok s polovico možganov, potrebujemo biološko znanje o

delovanju možganov in telesa, zlasti znanje o posebnih problemih, ki nastanejo po izgubi polovice možganov. Na primer. Otrok brez desne možganske poloble zaradi posledične hemipareze sorazmerno težko nadzoruje levo polovico svojega telesa, zlasti roko in nogo. (Desna polobla bolj nadzoruje levo polovico telesa, leva pa desno polovico.) Nasprotno pa otrok brez leve poloble težko nadzoruje desno polovico svojega telesa. Znanje o teh bioloških značilnostih možganov in telesa nam je v veliko korist pri otrokovem učenju in pri spodbujanju njegovih dejavnosti. Brez takega znanja bi se učitelji in negovalci znašli pred velikimi izzivi, kako pomagati otroku pri rehabilitaciji.

Deček Nico je brez desne poloble od svojega tretjega leta starosti, saj so mu jo odstranili, da bi preprečili nadaljnje epileptične napade. Na podlagi takratnega strokovnega znanja so staršem povedali, da bo imel sin slabo razvite vizualno-prostorske sposobnosti, med katere sodi sposobnost risanja, pa tudi slab nadzor nad intonacijo pri govorjenju, kajti za te sposobnosti so verjeli, da jih nadzoruje desna polobla. Kljub takim opozorilom sta družina in šola nudili otroku veliko priložnosti za razvoj na številnih področjih, kot so telesne dejavnosti, risanje in raba govora. Z njihovo pomočjo je Nico razvil dobre motorične spretnosti, kot sta na primer vožnja z rolko in s kolesom. Zanimalo ga je tudi risanje, zato so ga družina in učitelji pri tem podpirali; izjemno je, da je postal spreten risar, kot lahko vidimo na sliki 1, na kateri je prikazana njegova skica gostišča v Cambridgeu, v katerem je bival, ko je pri dvanajstih letih obiskal naš laboratorij. Zdaj je mlad odrasel človek, znan pa je kot dober umetnik – prav nasprotno od tega, kar so napovedovali nevroznanstveniki, ko so trdili, da ne bo nikoli razvil vizualno-prostorskih spretnosti.



Slika 1. Risba gostišča v Cambridgeu, Nico, 12 let

Morda pa je še bolj v oči bijoč primer fantka z imenom Brooke, ki so mu zaradi hude epilepsije odstranili levo poloblo, ko je imel enajst let. Fantek je bil pri teh letih že skoraj prestar za tako operacijo, kajti zmožnost možganov za rehabilitacijo po tako obsežnem posegu in za prilagajanje

novim zahtevam po učenju na splošno s starostjo upada (Bailey, Bruer, Symons in Lichtman, 2001). Dečku in njegovim staršem so rekli, da po odstranitvi polovice možganov ne bo nikoli več govoril; takoj po operaciji res ni mogel govoriti. Kljub temu je že kmalu izgovoril nekaj besed, v nekaj mesecih pa se je vnovič naučil govoriti angleško ter postal dovolj spreten v govorjenju in branju, da je lahko normalno nadaljeval šolanje v osnovni šoli in se pozneje vpisal na državno višjo šolo. Njegova rehabilitacija je šokirala zdravnike in nevroznanstvenike, ki so delali z njim, njega in njegovo družino pa seveda razveselila.

Ključno pri obeh dečkih je, da sta jima njuni družini skupaj z učitelji pomagali učiti se risati in govoriti in niso sprejeli napovedi, da nikoli ne bosta razvila teh spretnosti. Številni hendikepirani otroci lahko razvijejo spretnosti, če živijo v okoljih, v katerih jih močno podpirajo pri učenju in v razvoju. Dečka, ki imata vsak samo po polovico možganov, dokazujeta izjemno plastičnost pri učenju in v razvijanju možganov. Kljub izgubi polovice možganov sta se naučila, česar se domnevno sploh nista bila sposobna naučiti. Bistveno vlogo pri tem je imela stalna podpora s strani družin in šol, ki je zajemala tudi posebno pomoč pri razvijanju spretnosti učenja in govora.

Raba intonacije pri govorjenju

Immordino-Yang (2004, 2007) je preučevala pri obeh dečkih pomembno jezikovno veščino – rabo intonacije (včasih jo imenujejo melodija ali prozodija), ki je pomembna pri zaznavanju in sporočanju čustvenega pomena izjav. Na primer. Z različno intonacijo se stavek *Zmagali smo* spremeni iz preproste resničnostne izjave (*Zmagali smo pač*) v sarkastično izjavo o izgubi (*ZMAGALI smo*) ali pa v vprašanje, ki namiguje na negotovost, kdo je zmagal (*Zmagali smo?*). Nevroznanstvene raziskave kažejo, da poteka razumevanje intonacije predvsem v desni možganski polobli. To pomeni, da je Nico ne bi smel biti sposoben razumeti, saj je brez desne polovice možganov, medtem ko Brooke ne bi smel imeti težav, saj jo ima. Analiza te govorne veščine, ki jo je opravila Immordino-Yang, je postregla s presenetljivim dokazom o plastičnosti možganov – kako lahko ljudje razvijajo enake spretnosti s pomočjo različnih možganskih procesov.

V nasprotju z napovedmi o skromnem razumevanju intonacije zaradi odstranitve desne možganske poloble spontani razvoj govora in sposobnosti za poslušanje pri Nicu namiguje, da je ustrezno uporabljal intonacijo. Immordino-Yang je razvila več preizkusov dojemanja govora in zmožnosti govorjenja, ki jih je uporabila pri Nicu in pri večjem številu njegov špansko govorečih vrstnikov iz Argentine. Kljub temu da nima polovice možganov, se je dobro odrezal pri osnovnih preizkusih in presegel večino vrstnikov. Pri zahtevnejših preizkusih z več detajli je bil povprečen ali nekoliko nad povprečjem razen v primerih, ko je bil naprošen, naj poveže razlike v intonaciji s kontekstualnim pomenom. Nicov visok dosežek je bil veliko presenečenje, saj nima desne možganske poloble!

Brooke je sodeloval pri enakih preizkusih, ki so potekali v njegovem maternem, angleškem jeziku, dosežke pa so nato primerjali z dosežki skupine angleško govorečih vrstnikov iz njegovega okolja. Tudi njegovi dosežki so bili v večini primerov povprečni, odličen pa je bil pri analizi intonacije v zgodbah. Podobno kot Nico je imel težave pri povezovanju razlik v intonaciji s kontekstualnim pomenom. Njegova sposobnost za razumevanje intonacije je bila morda manj presenetljiva kot pri Nicu, kajti v desni možganski polobli naj bi bil sedež za razumevanje intonacije.

Immordino-Yang je povezala omenjene preizkuse z drugimi načini ocenjevanja in bolj prefinjenimi analizami, da bi ugotovila, kako sta dečka razvila sposobnost za razumevanje intonacije. Sta uporabljala enake procese in strategije za analiziranje intonacije ali pa sta uporabljala različne? Našla je dokaze, da sta razvila enake sposobnosti za razumevanje intonacije na izrazito različne načine, razlike pa se ujema z značilnimi vzorci procesiranja v tistih možganskih poloblah, ki sta jih ohranila. Nico je uporabljal slovničnim podobne vzorce procesiranja, ki so pogosti v levi polobli, medtem ko je bil Brooke osredotočen na čustveni pomen intonacije, ki je značilen za delovanje desne poloble.

Nico je analiziral intonacijo tako, da je uporabljal procese in vzorce, podobne tistim, ki jih ljudje uporabljajo za določanje razlik pri oblikovanju slovničnega in leksikalnega pomena, ti procesi pa potekajo predvsem v levi polobli. V angleškem jeziku to vključuje tudi razlike med trditvijo (spuščajoča intonacija na koncu stavka) in vprašanjem (naraščajoča intonacija na koncu). V mandarinski kitajščini (in nekaterih drugih jezikih) ljudje uporabljajo za določanja pomena intonacijo; s štirimi različni toni (intonacijski vzorci) naredijo iz izraza, kot je *ma*, štiri različne besede in ustvarijo štiri pomene. Nico je bil zelo spreten pri razlikovanju in primerjanju intonacij ter normalno spreten pri rabi večine intonacij, imel pa je težave pri povezovanju intonacije in čustev. Da bi pojasnil presojanje na podlagi intonacije, ko se na primer junak v zgodbi šali, ko nekaj pripoveduje, je po navadi rekel *Tako sem pač slišal* in ni podal nobenega pojasnila o junakovem čustvenem stanju ali njegovi perspektivi. Zdelo se je, da uporablja levo možgansko poloblo in prek intonacije določa slovničnemu podoben pomen.

Brooke se je odzival drugače. Pozoren je bil zlasti na čustvene namige v intonaciji in se je pri pojasnjevanju osredotočal nanje. Desna možganska polobla se tipično bolj odziva na čustva in je bolj vključena v njihovo procesiranje kakor leva. Pri govorjenju je pretirano poudarjal čustva, pri pojasnjevanju zgodb se je neposredno naslavljal na čustvena stanja oseb, nato pa se oddaljeval od njih in sklepal o njihovih namerah oziroma perspektivah. Njegova strategija je bila bolj osredotočena na čustvene pomene intonacije in manj na rabo intonacije kot slovničnega/leksikalnega zaznamovalca.

Pomembno sporočilo o dečkih je, da sta bila kljub izgubi možganske poloble uspešna tako v šoli kot doma

in sta razvila skoraj povprečne sposobnosti za izobraževanje, pridobila pa sta tudi spretnosti in veščine, za katere je klasična nevroznanost trdila, da jih ne moreta razviti. Razumevanje bioloških značilnosti posegov v možgane je pospešilo njuno učenje doma in v šoli, obenem pa je pomagalo staršem in učiteljem, da so ju pri tem učinkovito spodbujali. Nobene razlike ni bilo med nevroznanostjo in izobraževanjem, nobena ovira ni preprečevala rabe nevroznanstvenih spoznanj pri spodbujanju učenja. Tudi na splošno velja, da za učence ni ovir, zaradi katerih bi bila nevroznanost ali biologija ločena od izobraževanja. Metafora in argument o predolgem mostu veljata le za nekatera posebna nevroznanstvena področja, kjer raziskovalni dokazi še ne morejo biti v pomoč pri razsvetljevanju pedagoških praks in politik izobraževanja. Biološka spoznanja o sposobnostih in hendikepih lahko pospešujejo tako splošno razumevanje učinkovitega učenja kot posebne prilagoditve, ki jih pri tem potrebujemo.

Različne učne poti: sposobnosti in hendikepi

Enako, kot sta se Nico in Brooke učila intonacije na različna načina, tudi številni drugi učenci na najrazličnejših področjih učenja utirajo posebne učne poti. Učitelji in ustvarjalci kurikulumov pogosto domnevajo, da se učenci učijo na en sam način – na primer: branja se po standardnem modelu učijo tako, da povezujejo zven besed z njihovim pomenom in s črkovanjem (koordinirajo zven, pomen in pogled) ter tlakujejo modalno pot učenja. Ko pa raziskovalci preučujejo učne poti, po navadi odkrijejo razlike (Boscardin, Muthén, Francis in Baker, 2008; Fischer in Bidell, 2006; Rose in Meyer, 2002). Na primer: pri otrocih v prvih treh razredih osnovne šole, ki se učijo brati v državnih šolah v Arizoni, so odkrili kar tri različne načine učenja besed, ki so najpogosteje v rabi (Knight in Fischer, 1992). Raziskava zelo uspešnih odraslih ljudi, ki imajo disleksijo in so se težko naučili brati, je pokazala, da so se vsi učili brati na način, ki se ne ujema s standardnim, tradicionalnim modelom (Frank, 2006). Preverjanje njihovih sposobnosti je pokazalo, da imajo tudi kot odrasli težave pri obvladovanju nekaterih osnovnih spretnosti, kot je analiziranje zvena besed, čeprav znajo dobro brati in pisati.

V zadnjih desetletjih je raziskovanje razlik med načini učenja vse bolj prefinjeno in obsežno. Poleg spoznanja o razširjenosti različnih načinov učenja je pomembno tudi spoznanje, ki marsikoga preseneti: težave pri učenju niso povezane niti z genetskimi napakami niti z možganskimi okvarami, saj imajo ljudje s takimi težavami normalne sposobnosti (Petrill in Justice, 2007; Plomin, Kovas in Haworth, 2007). Primer so otroci in odrasli ljudje z disleksijo, ki imajo večinoma normalne sposobnosti in nobenih možganskih anomalij, so pa na skrajnem levem robu normalne distribucije nekaterih spretnosti, ki so pomembne za branje. Poleg tega so tudi druge njihove spretnosti normalne ali pa kažejo celo posebne nadarjenosti.

Opisane vzorce sposobnosti in hendikepov morda lahko pojasnimo z načini, kako se razvijajo možgani in

spretnosti. Novi dokazi kažejo, da imajo številni ljudje z disleksijo posebne sposobnosti na področju vidnega zaznavanja, zlasti sposobnost povezovanja informacij iz različnih delov vidnega polja. Tako lahko veliko lažje zaznavajo protislovja v Escherjevih grafikah kot odrasli brez dislektičnih težav (Von Károlyi, Winner, Gray in Sherman, 2003). (Escherjeve grafike imajo strukture, ki so fizično nemogoče, kot so na primer stopnice, za katere se zdi, da se vedno, brez konca vzpenjajo.)

Zdi se, da so za razvojne poti, ki vodijo do takih nadarjenosti, kot je sposobnost zaznavanja omenjenih protislovij, obenem pa tudi do težav pri učenju in branju, značilni različni načini oblikovanja retine in celotnega sistema vidnega zaznavanja (Schneps, Rose in Fischer, 2007). Večina bralcev ima zelo občutljivo jamico, majhno področje v središču mrežnice, kjer se ljudje osredotočajo, ko berejo. Jamica (fovea) ima zelo veliko receptorjev za barve (čepki), ki omogočajo natančno razlikovanje posameznih elementov vidnih vzorcev, kot je na primer črka *b*. V tipičnem vzorcu na mrežnici gostota receptorjev hitro upada z razdaljo od jamice, zato je na obrobju gostota receptorjev za temo in svetlobo (paličice) majhna, medtem ko čepkov za vse preostale barve sploh ni.

Nekateri ljudje z disleksijo pa imajo drugačne vzorce. Na obrobju imajo veliko gosteje posejane receptorje kot normalni bralci, gostota receptorjev pa je povezana z večjo sposobnostjo vključevanja vidnih informacij z obrobja vidnega polja. Ta razlika morda pojasni, kako lahko zaznavajo anomalije na Escherjevih grafikah, saj dejansko zaznavajo več informacij na obrobju in jih učinkoviteje vključujejo. Tako nevroznanstveni model razvoja vizualnega sistema pomaga pojasniti, kako razvijejo nekateri ljudje z disleksijo poseben vzorec vidnega zaznavanja, pri katerem so fovealne sposobnosti (kot je na primer sposobnost branja) manj učinkovite, periferne sposobnosti (kot so sposobnosti povezovanja vidnih informacij z vsega vidnega polja) pa učinkovitejše.

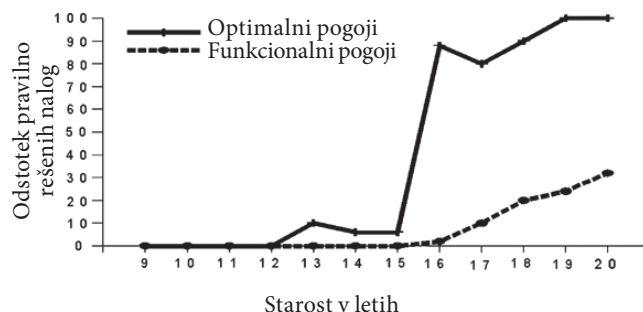
VREDNOTENJE UČNIH POTI IN RABA KULTURNIH MODELOV

Vrednotenje učnih poti je lahko v vsaki šoli potencialno močno orodje za analiziranje veščin in spodbujanje učenja, če upoštevamo spoznanje, da učenja poteka na različne načine. V zadnjih letih je nastalo več metod za njihovo zaznavanje, uporabljajo pa jih tudi za povezovanje učenčevih načinov učenja, kurikula, poučevanja ter celo opisov šolskih nalog in delovnih opravil (Dawson in Stein, 2008; Fischer in Bidell, 2006). Bistvo teh metod je odkritje skupne lestvice, vzdolž katere se razvijajo sposobnosti ljudi, ko se učijo. Lestvica je univerzalno merilo za izdelovanje zemljevida učnih poti, ki skupaj s sorodnimi analitičnimi orodji omogoča odkrivanje in opisovanje učnih sekvenc, pa tudi njihovo povezovanje s kurikulumom, z značilnostmi nalog in veščinami poučevanja.

Orodja za analiziranje učenja v živo

Napredovanje na lestvici pomeni povečevanje kompleksnosti, ki ga omogočata razločevanje in povezovanje komponent. Branje angleških besedil na primer terja a) razločevanje in povezovanje zvena besed z njihovim pomenom in s črkovanjem, b) povezovanje besed v večje pomenske enote, kakršne so povedi, c) upoštevanje bralčevih in pisateljevih ciljev za razumevanje in rabo besedil ter še veliko več. Razumevanje matematičnih operacij zajema med drugim tudi upoštevanje principov seštevanja in množenja, ki sta podobna, vendar različna.

Ko otroci razvijajo sposobnosti branja, govorjenja in matematične veščine, so za njihove razvojne vzorce značilni hitri premiki, kakršnega vidimo na sliki 2, kjer so prikazane spremembe v razumevanju matematičnih operacij. V tej raziskavi so učenci reševali preproste matematične probleme, kot denimo $7 + 7 + 7$ in 3×7 , razlagali, kako sta matematični operaciji medsebojno povezani, razlage pa nato uporabljali na posameznih problemih (Fischer, Kenny in Pipp, 1990). Pari matematičnih operacij so bili seštevanje in množenje, seštevanje in odštevanje, množenje in deljenje, odštevanje in deljenje. Tole je ustrezen odgovor: *Seštevanje in množenje sta podobni operaciji, ki zajemata združevanje števil, toda seštevanje združuje posamezna števila, medtem ko množenje združuje skupine števil. $7 + 7 + 7$ povezuje tri posamična števila, medtem ko 3×7 združuje tri skupine po sedem.*



Slika 2. Hiter premik pri dosežkih na področju matematičnih veščin, ki je opazen pod optimalnimi pogoji, ne pa tudi pod funkcionalnimi. Optimalna raven je bila ocenjena na podlagi velike podpore in vaje (osnovno poučevanje, prototipski odgovori plus dva tedna za razmišljanje o konceptu), funkcionalna raven pa pomeni dosežek brez podpore ali vaj (takošnje ocenjevanje brez prototipskih odgovorov). Vir: Fischer, Kenny in Pipp, 1990.

Učence in študente z univerze s srednjega zahoda so ocenjevali pod različnimi pogoji, pod katerimi so bili deležni bodisi podpore in praktičnih vaj za kompleksne odgovore bodisi so imeli malo podpore in niso delali nobenih vaj. Njihova starost se je raztezala od devet do dvajset let, število deklet in fantov je bilo enako. Podpora je zajemala prikaz dobrega odgovora, vsakdo pa ga je tudi razložil s svojimi besedami. Praktično delo je zajemalo rešitev naloge, dobra vprašanja za razmislek doma in ponovitev vaje čez dva tedna. Ko so imeli udeleženci na voljo podporo in praktično

delo, so se njihovi dosežki dramatično dvignili med petnajstim in šestnajstim letom starosti, medtem ko so dosežki v primeru, ko niso imeli na voljo podpore in praktičnih vaj, počasi in postopno rasli, kot vidimo na sliki 2. Optimalni dosežki (na podlagi podpore in praktičnih vaj) se tipično močno dvignejo na določenih točkah učenja in razvoja, medtem ko funkcionalni dosežki (brez podpore ali prakse) tipično enakomerno počasi naraščajo.

Kompleksno lestvico opredeljuje serija nenadnih dvigov, padcev in drugih prelomov, ki označujejo pojav novih ravni kompleksnosti za posamezno spretnost (Fischer in Bidell, 2006). Raven je v našem primeru abstraktna preslikava, ki povezuje abstrakciji, kakršni sta seštevanje in množenje ali seštevanje in odštevanje. Drugi primeri povezanih abstrakcij ali preslikav zajemajo namere in odgovornost, poštenje in prijaznost ali liberalnost in konservativnost.

Med rojstvom in tridesetim letom starosti gredo ljudje skozi deset takih ravni (razpredelnica 1). Vsako označuje grozd dvigov in prelomov, ki so značilni za optimalne dosežke. Ravni se vzpostavijo z dejanji, ki postajajo skozi serije ravni vse kompleksnejša, dokler ne ustvarijo reprezentacij. Te postajajo kompleksnejše in na koncu ustvarijo abstrakcije, ki prav tako postajajo vse bolj kompleksne, dokler v zgodnjem odraslem obdobju ne ustvarijo principov, s katerimi ljudje organizirajo abstrakcije.

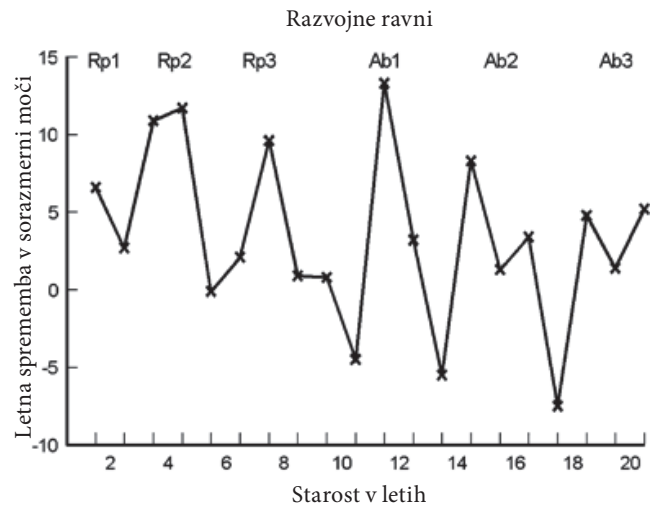
Razpredelnica 1. Razvojna lestvica stopenj in ravni znanja

Stopnje	Ravni	Pojav optimalnih ravni	Pojav funkcionalnih ravni
Abstrakcije	Ab4 Principi	23–25 let	30–45 let
	Ab3 Sistemi	18–20 let	23–40 let
	Ab2 Preslikave	14–16 let	17–30 let
	Rp4/Ab1 Posamične abstrakcije	10–12 let	13–20 let
Reprezentacije	Rp3 Sistemi	6–7 let	7–12 let
	Rp2 Preslikave	3,5–4,5 leta	4–8 let
	Dj4/Rp1 Posamične reprezentacije	2 leti	2–5 let
Dejanja	Dj3 Sistemi	11–13 mes.	11–24 mes.
	Dj2 Preslikave	7–8 mes.	7–13 mes.
	Dj1 Posamična dejanja	3–4 mes.	3–9 mes.

Opomba. Obdobja optimalnih ravni so povezana s pojavom sposobnosti pod optimalnimi pogoji (podpora plus praksa). Obdobja, ko se pojavijo funkcionalne ravni, se nanašajo na običajno vedenje, so zelo široka in grobo ocenjena (Fischer in Bidell, 2006). Ravni so močno korelativno povezane z izobraževanjem, zlasti to velja za obdobje odraslosti (Dawson-Tunik, 2006; Fischer, Yan in Stewart, 2003).

Za vsako spretnost in za vsako raven se možgani na novo organizirajo ter tvorijo nove nevronske mreže, ki

jih podpirajo. Na sliki 3 vidimo povezave med razvojem in nenadnimi dvigi sorazmerne energije na elektroencefalogramu (EEG). Dokazi kažejo, da so dvigi korelativno povezani s pojavom novih zmožnosti (Fischer in Rose, 1996). Sorazmerna energija je količina energije na delu EEG-ja (alfa valovi), deljena s celotno energijo EEG-ja za okcipitalno-parietalno področje korteksa.



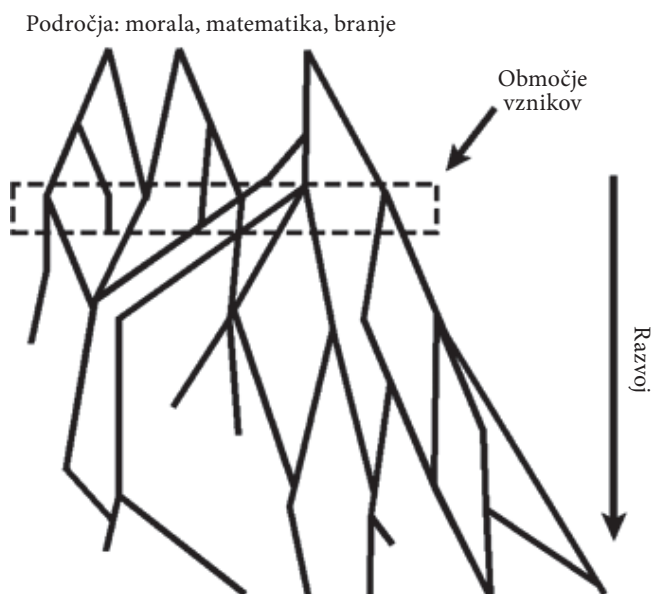
Slika 3. Dvigi v povečevanju energije EEG-ja. Sorazmerna energija (energija alfa valov v okcipitalno-parietalnem področju korteksa, deljena z vso energijo tega področja) se med otroštvom in adolescenco povečuje v rednih intervalih. Obdobja dvigov so korelativno povezana z obdobji, v katerih se močno povečajo kognitivne zmožnosti.

Opomba. Graf je priredba tega, kar sta objavila Fischer in Rose (1994), podlaga zanj pa so podatki, ki sta jih priobčila Matousek in Petersén (1973). Rp pomeni reprezentacije (1 posamične, 2 preslikave, 3 sistemi). Ab pomeni abstrakcije (1 posamične, 2 preslikave, 3 sistemi).

Raziskovalci kognitivnega razvoja so najprej odkrili to lestvico na področju konstrukcijskih spretnosti in znanja, toda izkazalo se je, da velja enaka lestvica tudi za vsakdanje učenje (Dawson in Stein, 2008; Dawson-Tunik, 2006; Fischer in Granott, 1995; Fischer, Yan in Stewart, 2003). Kadar koli se ljudje učijo česa novega, se premikajo po njej in razvijajo ustrezne veščine. S pomočjo Rascheve analize njihovih odzivov lahko pokažemo celo na diskontinuiranosti med posameznimi ravni. Lestvica je zato univerzalna, medtem ko se veščine na posameznih področjih razvijajo neodvisno druga od druge. Na primer. Razumevanje odnosa med seštevanjem in množenjem ne vpliva na razumevanje odnosa med namerami in odgovornostjo.

Da bi razumeli lestvico in jo znali uporabljati pri analiziranju učnih poti, moramo zavreči razvojni model plezanja po lestvi, ki je vgrajen v angleški jezik, in ga nadomestiti z modelom razvoja kot dinamične mreže, stkane iz številnih niti, ki predstavljajo razvoj veščin in oblikovanje konceptov. Na sliki 4 vidimo razvito mrežo treh neodvisnih področij razvoja – morale, matematičnih veščin in branja. Razvoj vsakega področja ponazarja več niti, ki

kažejo, da se posamično področje razvija v glavnem neodvisno od drugih področij. Niti se včasih prepletejo in povezujejo – tako se na primer pri učenju jezika povezujeta ali koordinirata zven besed in črkovanje. Včasih se tudi razločujejo ali cepijo – kot v primeru, ko učenec dojame, da sta seštevanje in množenje ločeni matematični operaciji. Vsak preplet niti dokazuje, da poteka razvoj vzdolž iste lestvice, ki jo prikazuje razpredelnica 1, toda spretnosti so v posamičnih prepletih v glavnem neodvisne.



Slika 4. Konstrukcijska mreža razvoja. Ljudje se razvijajo in učijo na posameznih področjih, na katerih so številne spretnosti med seboj prepletene kot niti. Prepleti se razvijajo neodvisno drug od drugega, lahko se medsebojno povezujejo ali cepijo. V določenem obdobju nastanejo prelomi, ki označujejo nov način organiziranja in pojav novih kapacitet, kar lahko vidimo na območju, označenem na sliki.

Pojav (vznik) nove ravni spretnosti označuje grozd prekinitev, kakršne so nenadni dvigi, povezave ali cepitve, kot lahko vidimo znotraj črtkanega pravokotnika na sliki 4, ki se imenuje *območje vznikov*. Učenje in razvoj dolgočasno označuje serija takih grozdom podobnih prekinitev, kot jih vidimo na sliki 4, če s pogledom zdrsimo po prepletih pod označenim pravokotnikom. Razmišljanje o razvoju in učenju kot gibanju vzdolž številnih prepletov niti, ki tvorijo mrežo, nam omogoča vpogled v učenje, ki je mnogo bolj natančen od vpogleda, kakršnega ponuja model lestve, ki je implicitno vgrajen v vsakdanji govor.

Z rabo kulturnih modelov do boljšega učenja in poučevanja

Poleg predstavljene lestvice spretnosti in z njo povezanih orodij za analiziranje učnih poti ponujajo raziskovalci še analize vsakdanjih metafor in druge analize kot potencialno močna orodja, s katerimi bi lahko izboljšali izobraževanje. Primeri takih orodij za razumevanje učenja in razvoja sta metafori lestve in mreže, pa tudi metafori kanalov in aktivnosti za prenašanje znanja, o katerih smo

že razpravljali. Preučevanje majhnih otrok in njihovih načinov učenja matematike jasno kaže, kako lahko izkoristimo kulturne modele (metafore) za hitro in učinkovito izboljšanje učenja. Metafora je lahko konceptualni most, ki nam pove, kako pomagati otrokom, da bodo obvladali koncepte, pomembne za izobraževanje, in jih ustrezno posploševali (Granott, Fischer in Parziale, 2002).

Case (1991) je predlagal, da bi model številskega traku predstavljal temelj za razvijanje matematičnih veščin pri predšolskih otrocih in otrocih, ki obiskujejo osnovno šolo. Raziskovali so, kako bi lahko model učinkovito uporabljali pri majhnih otrocih, in ugotovili, da je učiteljeva eksplicitna raba tega modela zelo učinkovita. Izkazalo se je, da so zlasti učinkovite aktivne igre, v katerih otroci uporabljajo številski trak: primer je igra, pri kateri skačejo vzdolž črte, na kateri so označena števila od 1 do 10, ali pa igranje namiznih iger, ki vključuje številski trak (npr. Drče in lestve; Griffin in Case, 1997). Učinki so bili izraziti zlasti pri otrocih, ki so bili izobraževalno prikrajšani in/ali so bili na začetku šibkejši pri matematiki (Case, Griffin in Kelly, 2001). Spremembe, ki so jih povzročile te igre, so bile nenavadno velike v primerjavi s tipičnimi načini poučevanja, otroci pa so postali spretnější tudi pri reševanju drugih matematičnih problemov.

Te raziskave, ki so osredotočene na predšolske otroke in otroke v osnovnih šolah, pa tudi številne druge skorajšnje raziskave pojasnjujejo, kako otroci, stari od dveh do štirih let, usvajajo številski trak, če živijo v okolju, v katerem odrasli spodbujajo učenje o številih (Le Corre, Van de Walle, Brannon in Carey, 2006). Majhni otroci se pogosto naučijo recitirati števila že zelo zgodaj – 1, 2, 3, 4, 5 ... To pa še ne pomeni, da razumejo števila na matematični način. Poprosili so jih, naj rešijo preprosto številsko nalogo, kot je na primer *Ali mi lahko daš enega dinozavra?* ali pa *Mi lahko daš dva dinozavra, tri dinozavre?* Trajalo je več mesecev, preden so razumeli, da vsako število predstavlja določeno število predmetov.

Ključni vidik takega razumevanja je kardinalnost – zadnje število v seriji, ki ga otrok pove, predstavlja skupno število vseh dinozavrov. Otroci razumejo kardinalnost števila 1, ko so stari približno dve leti in tri mesece, toda ko jih poprosijo po dveh predmetih, ne pokažejo, da razumejo kardinalnost števila 2, zato ga obravnavajo, kot da pomeni več kot 1 ali preprosto več predmetov. Otroci navadno razumejo kardinalnost števila 2, ko so stari 32 mesecev, a v tem obdobju ne razumejo kardinalnosti števil 3 ali 4 in ju obravnavajo, kot da pomenita veliko. Šele v naslednjih mesecih postopoma razvijajo kardinalnost obeh števil in približno v starosti 42 mesecev razumejo splošni princip štetja – vsaj za števila, ki jih dejansko lahko preštejejo (v nasprotju z zelo velikimi števili): zadnje število v seriji označuje velikost množice. Tako otroci postopoma gradijo številski trak za prvih nekaj števil in se tako pripravljajo za poučevanje, ki jim bo pomagalo obvladati splošni model številskega traku pri matematiki, kot so pokazali Case, Griffin in njuni kolegi.

Metafora številskega traku je del vsakdanjega razmišljanja o številih. Otroci se je učijo skupaj z učenjem maternega ali katerega drugega jezika. To implicitno poznavanje številskega traku lahko pojasni, zakaj so učinki učenja o številskem traku veliki in sorazmerno hitri. Če učenec implicitno že pozna metaforo, ima lahko poučevanje, ki spremeni implicitno znanje v eksplicitno, hitro velik učinek. Nasprotno pa so številni modeli oziroma številne metafore, ki jih uporabljajo učitelji v šolah, zahtevni – tak je na primer model ohranjanja energije v fiziki ali model periodičnega sistema v kemiji. Učenci navadno potrebujejo veliko časa, da jih usvojijo.

Metafore, ki so del vsakdanjega razmišljanja, so zelo uporabne za izobraževanje, saj spodbujajo razvoj učnih veščin, ki so sicer cilj izobraževanja. Raba takih metafor in dejavnosti, kakršne so igre, ki pomagajo učencem, da jih usvojijo, ustvarja pogoje za sorazmerno hitro izboljšanje poučevanja; to so Case, Griffin in kolegi pokazali na primeru zgodnjega poučevanja matematike. Case (1991) na primer meni, da je model pripovedovanja zgodb dober kandidat za doseganje opisanih ciljev poučevanja. Poučevanje, ki temelji na takem modelu, lahko spodbuja tudi učenje zgodovine ali književnosti. Na te in še druge načine lahko postanejo metafore uporabna orodja za spodbujanje tako učenja kot poučevanja.

IZGRAJEVANJE RAZISKOVALNE INFRASTRUKTURE ZA IZOBRAŽEVANJE

Raziskovanje na področju izobraževanja očitno ponuja koristno znanje, ki ga lahko uporabljamo tako v šolskih klopih kot pri načrtovanju šolske politike. Cilj gibanja UMI je pospeševanje tega procesa, omogoča pa ga povezovanje biologije, kognitivne znanosti in znanja s področja človekovega razvoja z izobraževanjem; tako nastajajo trdni znanstveni temelji za poučevanje in učenje. Danes že imamo na razpolago močna orodja, s katerimi jih gradimo, toda razvojna in raziskovalna infrastruktura na tem področju sta še šibki. Da bi stanje izboljšali, potrebujemo močnejšo infrastrukturo in boljše pogoje za raziskovalno delo v izobraževanju. Raziskovanje izobraževanja ne sme biti le znanstveno brezhibno, temveč mora biti tudi povezano z delom učiteljev in z učenjem na številnih pomembnih krajih za izobraževanje, kakršni so šole, igrišča, televizija in medmrežje. Infrastruktura bo močnejša, če se bodo zgodile tri spremembe: a) oblikovanje raziskovalnih šol – te bodo spodbujale raziskovanje, povezano z vsakdanjo prakso in s politiko; b) uporabne informacijske baze o učenju in razvoju; c) vzgajanje novega razreda učiteljev, ki se bodo specializirali za prevajanje raziskovalnih spoznanj v prakso, in /ali načrtovanje učnih gradiv in dejavnosti, ki bodo temeljili na raziskovalnem delu.

Raziskovalne šole

Gibanje UMI potrebuje nove institucije, ki bodo podpirale trajnostno sodelovanje med raziskovalci in učitelji;

njihovo sodelovanje bo močno pripomoglo h gradnji trdnih temeljev za raziskovanje poučevanja in učenja. Med najboljše institucije na področju medicine, ki spodbujajo sodelovanje med raziskovalci in praktiki, sodijo učne bolnišnice. V njih sodelujejo raziskovalci in praktiki, skušajo izboljšati postopke in načine zdravljenja, postavljajo hipoteze in oblikujejo metode ter povezujejo raziskovalno delo s prakso, obenem pa usposablajo nove raziskovalce in praktike. Podobno sodelujejo raziskovalci in kmetovalci na področju kmetijstva ter v praksi preverjajo zamisli, kako bi izboljšali opremo za delo kmetov in proizvodnjo kmetijskih pridelkov, obenem pa še preizkušajo različne načine kmetovanja. V izobraževanju ni dovolj take infrastrukture, da bi postavili poučevanje in učenje na znanstvene temelje.

Za izobraževanje in medicino so značilni procesi, ki so blizu samemu bistvu raziskovalnega dela. Za eksperimentalno raziskovanje je značilno poseganje, ki mu sledi vrednotenje. Ljudje tako ustvarjajo nove pogoje ali spreminjajo stare, potem pa ugotavljajo, kakšne so posledice njihovih posegov in kaj se dogaja. V medicini so pogosti posegi, kot so zdravljenje, cepljenje, terapije ali operacije, ki jim sledi vrednotenje posameznih funkcij ali zdravja kot celote. V šolah skušajo učitelji učence nečesa naučiti (to je poseganje), nato pa ugotavljajo, kaj učenci razumejo in kakšne so njihove zmožnosti – to naredijo neposredno s testi ali pa posredno prek učenčevih dejavnosti, ki sledijo poučevanju.

Kljub takim skupnim elementom pa se medicina in izobraževanje močno razlikujeta v tem, kako resno pri vsakdanjem praktičnem delu obravnavata raziskovanje. Vsaka vrhunska medicinska šola ima vsaj eno učno bolnišnico, ki povezuje raziskovalno in praktično delo. V polju izobraževanja pa obstaja komaj nekaj raziskovalnih šol, v katerih je znanstveno raziskovanje poučevanja in učenja ključni del njihovega poslanstva.

Izobraževanje potrebuje institucije, primerljive z učnimi bolnišnicami – imenujemo jih raziskovalne šole –, ki bodo povezovala delo raziskovalcev z delom učiteljev. Z njihovo pomočjo bomo povezovali delo raziskovalcev in praktikov, obenem pa razvijali raziskovalne metode ter precizirali vprašanja o ključnih problemih izobraževanja. Hinton in Fischer (2008) sva predlagala ustanavljanje raziskovalnih šol v eni od zadnjih številkih revije *Mind, Brain, and Education*. Predlagava, da bi bile raziskovalne šole običajne šole (zasebne in državne), tesno povezane z univerzami in v večini primerov s pedagoškimi fakultetami. V njih bi učitelji in raziskovalci skupaj načrtovali raziskave, ki bi razsvetljevale izobraževanje in izobraževalne politike, obenem pa bi usposabljali nove generacije učiteljev in raziskovalcev. V prispevku sva na kratko predstavila tudi nekaj skorajšnjih poskusov oblikovanja raziskovalnih šol, ki povezujejo raziskovanje in praktično izobraževanje.

Na najin članek se je odzvalo lepo število učiteljev in raziskovalcev, ki so sodelovali v razpravi, njihovi prispevki pa so objavljeni v zadnji številki iste revije. Nekateri članki natančno opisujejo druge poskuse povezovanja raziskovalcev

in učiteljev, bodisi v šolah bodisi širše (Coch et al., 2009; Daniel in Poole, 2009; Della Chiesa, Christoph in Hinton, 2009; Kuriloff, Richert, Stoudt in Ravitch, 2009). Članek o transdisciplinarnosti v polju UMI prinaša razpravo o načinih povezovanja raziskovalcev in učiteljev, nanaša pa se tudi na raziskovalne šole (Samuels, 2009).

Raziskovalne šole nadgrajujejo zamisli, ki jih je razvijal Dewey (1896), ko je pred več kot stoletjem predlagal ustanavljanje šol, ki so pozneje postale znane kot *laboratorijske šole* – te so bile ustanovljene prav v raziskovalne namene. Laboratorijska šola pri Univerzi v Čikagu, ki jo je ustanovil Dewey (1900), je bila sprva namenjena vpeljevanju praktičnega dela, ki je temeljilo na hipotezah psihologije in kognitivne znanosti, ter njihovem preverjanju v živo – to poslanstvo je povsem združljivo s cilji raziskovalnih šol. Danes na žalost večina tako imenovanih laboratorijskih šol ni povezana z raziskovanjem, temveč so to elitne šole, ki sicer pogosto omogočajo izvrstno izobraževanje, toda njihovo delovanje ni v službi tega, kar je izvirno predlagal Dewey. Še danes se zato soočamo s problemom, ki ga je artikuliral sam – z globokim prepadom med pedagoškimi praksami in raziskovanjem poučevanja oziroma učenja. Nujno moramo ustanovljati prave raziskovalne šole, ki bodo kot ključne ustanove pomagale graditi trdne raziskovalne temelje za pedagoške prakse in izobraževalne politike.

Podatkovne baze o učenju in razvoju

Drugo vrsto infrastrukture, ki bo zagotavljala znanstvene temelje za učenje in poučevanje, tvorijo velike baze podatkov o spoznanjih s področja učenja in človekovega razvoja. Ameriška baza podatkov za varnost v prometu, Sistem posredovanja izsledkov analiz smrtnih nesreč, kaže na potencialno uporabnost obširnih baz podatkov (Hemenway, 2001). Sistem je nastal leta 1966, namenjen pa je sistematičnemu zbiranju podatkov o prometnih nesrečah, zlasti tistih s smrtnim izidom, na podlagi katerih skušajo povečati varnost avtomobilov, hitrih cest in podobno. Učinki te baze podatkov na varnost v prometu so daljnosežni in veliki, saj je v štirih desetletjih veliko prispevala k zmanjševanju tragičnih nesreč in poškodb pri nesrečah.

Začele pa so nastajati tudi baze podatkov, ki bi jih lahko uporabljali v izobraževanju. Zajemajo *Državno vrednotenje napredka v izobraževanju* (National Assessment of Educational Progress) (<http://nces.ed.gov/NationsReportCard/>); *Sistem za izmenjavo podatkov o jeziku otrok* (Child Language Data Exchange System), ki vrednoti razvijanje jezika (MacWhinney, 1996); projekt Skrb za otroka pri *Državnem inštitutu za zdravje otrok in razvoj človeka* (National Institute of Child Health and Human Development – (NICHD) Child Care project (NICHD Early Child Care Research Network, 1994, 2006) in državne baze podatkov za *Noben otrok ni zapostavljen* (No Child Left Behind). Pa vendar moramo reči, da je v teh bazah malo podatkov o poučevanju in učenju v šolskih razredih, pred računalniki in drugje, kjer se ljudje učijo. Potrebujemo bazo spoznanj o tem, kako potekata poučevanje in učenje

v realnih vsakdanjih situacijah, ne le o dosežkih na standardiziranih testih v okoljih, ki niso del normalnega učenja v šolah in drugje. Raziskovalne šole lahko v sodelovanju s tradicionalnimi standardiziranimi načini vrednotenja predstavijo meje polja onkraj ideologij in mnenj ter uveljavijo prakse in politike, ki bodo temeljile na dokazih.

Usposabljanje edukacijskih povezovalcev ali inženirjev

Eden izmed ciljev programa *Um, možgani in izobraževanje*, ki ga izvajajo na Harvardu in v okviru *Mednarodnega združenja UMI*, je usposabljanje nove vrste izobraževalcev, ki zmorejo povezovati raziskovalno delo in vsakdanje šolske prakse. Ti edukacijski povezovalci ali inženirji lahko pomagajo uporabljati izsledke kognitivne znanosti in nevroznanosti pri učenju v šolskih klopeh, lahko pa tudi načrtujejo učna gradiva in izobraževalne dejavnosti, temelječe na raziskovalnem delu, ter tako spodbujajo učenje s pomočjo računalnikov, na otroški televiziji ali na igriščih. Njihova vloga je že uveljavljena v svetu starejših znanosti, kakršne so fizika, biologija ali kemija. Znanja in modelov s teh področij ni mogoče neposredno uporabljati pri reševanju praktičnih problemov, kot so na primer gradnja mostov, oblikovanje nove vrste mila ali preprečevanje napadalnim vrstam živih bitij, da bi uničila prvotne vrste na Velikih jezerih. V fiziki profesionalce s takim strokovnim znanjem imenujejo inženirji. Ti imajo ključno vlogo v podjetništvu in pri delovanju vlade, saj povezujejo znanstvena spoznanja s prakso.

Izobraževanje potrebuje enake specialiste, ki bi jih lahko imenovali edukacijski inženirji ali nevroizobraževalci (Gardner, 2008). Raziskovalne šole bi bile lahko primerne institucije, kjer bi se usposabljali. Primeri institucij, v katerih delajo strokovnjaki, ki povezujejo raziskovanje in izobraževanje, že obstajajo. *Sezamova ulica* je na dobrem glasu zaradi rabe formativnega ocenjevanja in praktičnega vrednotenja, ki ju uporablja pri oblikovanju lastnih izobraževalnih programov (Lesser, 1974). Več izobraževalnih ustanov in neprofitnih organizacij zaposluje številne posameznike z opisanimi praktičnimi veščina; mednje sodi *Center za uporabne posebne tehnologije* (Center for Applied Special Technology) (www.cast.org), v katerem ustvarjajo izobraževalne računalniške programe, s katerimi pospešujejo učenje in podpirajo različne načine učenja (Rose in Meyer, 2002).

V *Mednarodnem združenju UMI* smo odprti do vseh predlogov, s katerimi bi še okrepili infrastrukturo za gradnjo znanstvenih temeljev, na katerih stoji projekt UMI. Potencial je velikanski, toda samo upanje in potencial nista dovolj. Zgraditi moramo institucije, v katerih bo nastajalo uporabno znanje, obenem pa bodo povezovalce raziskovanje, prakso in politiko. Prav tako moramo usposabljati strokovnjake, ki bodo ustvarili nov svet, v katerem se bo raziskovanje uma in možganov neposredno povezovalo z izobraževanjem in njegovim načrtovanjem.

SKLEP: UTEMELJEVANJE IZOBRAŽEVALNIH PRAKS IN POLITIK

Cilj gibanja UMI je zgraditi trdne znanstvene temelje za izobraževalne prakse in politike. Gradimo jih tako, da povezujemo kognitivno znanost, biologijo, teorijo človekovega razvoja z izobraževanjem, pa tudi z ustvarjanjem novih infrastrukturnih institucij, ki skrbijo za povezovanje znanstvenega raziskovanja, izobraževalnih praks in politike. Za učinkovito raziskovanje je nujno, da prevzamejo učitelji skupaj z raziskovalci osrednjo vlogo pri oblikovanju vprašanj in razvijanju metod. Ključno vlogo pri tem ima biologija, saj ponuja učiteljem temeljna spoznanja o človeškem telesu in možganih ter njihovih povezavah s poučevanjem in z učenjem.

Otroci implicitno usvajajo kulturne in jezikovne modele že v zgodnjih letih, sami modeli pa lahko ovirajo prenašanje znanstvenih spoznanj v šolsko prakso, saj so na primer podlaga za tvorjenje nevromitov. Sočasno pa lahko analize takih modelov (metafor) ustvarijo pogoje za bistveno izboljšanje šolskih praks, kot smo pokazali na primeru poučevanja matematike pri majhnih otrocih.

Kognitivna orodja so primerna za vrednotenje učnih poti, saj imajo skupne lestvice (merila), ki izhajajo iz analiz razvojnih vzorcev – te upoštevajo tako dolgoročni razvoj kot kratkoročne načine učenja. Če hočemo postaviti izobraževanje na trdne znanstvene temelje, te pa tudi ohraniti,

moramo ustvariti vsaj tri nove infrastrukture: a) raziskovalne šole, v katerih delajo raziskovalci in učitelji z roko v roki pri oblikovanju raziskovalnih vprašanj in metod dela, s katerimi skušajo vplivati tako na vsakdanjo prakso kot na načrtovanje šolskih politik; b) velike skupne baze podatkov o učenju in razvoju otrok; (c) novo vrsto strokovnjakov, ki bodo specializirani za povezovanje praktičnih vprašanj z raziskovalnimi izsledki in koncepti – imenujemo jih edukacijski ali izobraževalni inženirji.

Trdne podlage, zasnovane na skupnem delu raziskovalcev in praktikov, bodo veliko prispevale k razvoju novih šolskih praks. Znanstveni dokazi bodo prispevali k oblikovanju boljših načinov poučevanja, pospeševali bodo učenje in obenem pomagali pri odločanju, kateri načini učenja so najbolj primerni za različne učence. Sočasno bodo odpravljali zavajajoče *izobraževanje na podlagi poznavanja možganov*, ki izhaja iz mitov, za katere se danes zdi, da so znanstveno dokazani. Zmanjševali bodo učinke zgrešenih modelov učenja in poučevanja, ki so sestavni del jezika in kulture, niso pa znanstveno preverjeni, ter ustvarjali pogoje za bolj učinkovito poučevanje in boljše izkoriščanje možnosti za učenje, ki jih sicer ponujajo implicitni kulturni modeli. Tako učiteljem kot učencem bodo zagotavljali nova orodja za vrednotenje učnih poti, zato bodo lahko učenci razvijali lastne načine učenja. Gibanje UMI bo imelo pomembno vlogo pri izboljšanju pedagoških praks v 21. stoletju.

VIRI

- Bailey, D. B., Jr., Bruer, J. T., Symons, F. J., Lichtman, J. W. (ur.). (2001). *Critical thinking about critical periods*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Baldwin, J. M. (1894). *Mental development in the child and the race*. New York: MacMillan.
- Bartlett, F. C. (1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Battro, A. (2000). *Half a brain is enough: The story of Nico*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Benedict, R. (1934). *Patterns of culture*. Boston: Houghton Mifflin.
- Blake, P., Gardner, H. (2007). A first course in mind, brain, and education. *Mind, Brain, and Education*, 1, 61–65.

Seznam preostalih virov je objavljen na naši spletni strani: www.zrssi.si (ZALOŽBA - REVIJE - VZGOJA IN IZOBRAŽEVANJE).

Prevod prispevka: Fischer, K. W. (2009). *Mind, Brain and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching*1. *Mind, Brain and Education*, let. 3, št. 1, str. 3–16. doi: 10.1111/j.1751-228X.2008.01048.x

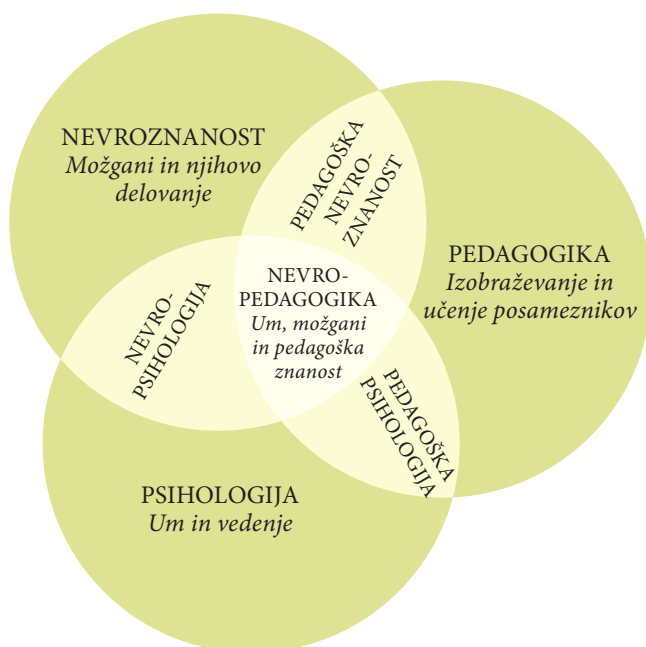
Prevedel dr. Dušan Rutar.

Dr. Tracey Tokuhama-Espinosa, direktorica IDEA (Instituto de Enseñanza y Aprendizaje ali Inštitut za učenje in poučevanje) ter profesorica pedagoških ved in nevropsihologije na Univerzi San Francisco v Quitu, Ekvador

ZAKAJ ZNANOST UM, MOŽGANI IN IZOBRAŽEVANJE PLEMENITI 'NOVO' IZOBRAŽEVANJE, TEMELJEČE NA POZNAVANJU MOŽGANOV, Z ZNANOSTJO?¹

Vse živali se učijo, zelo redke tudi poučujejo.
(Blakemore in Frith, 2007: 119)

Še nekaj generacij nazaj je bilo poučevanje preprosta obrt. Pred sto leti so le premožni ljudje lahko razmišljali o izobraževanju po končani osnovni šoli. Danes piše v Splošni deklaraciji o človekovih pravicah (člen 26), da ima vsak človek (bogat, reven, inteligenčen, hendikepiran) enake pravice do šolanja. Učenci imajo mnogo širši obseg sposobnosti kot njihovi predhodniki, v šolskih klopek je tudi več otrok kot kadar koli doslej, terjajo pa pozornost in vodenje, da bi lahko uresničili svoje potenciale. To bogastvo razlik ustvarja dinamiko, kakršni doslej v zgodovini izobraževanja še nismo bili priča, obenem pa obljublja bogatejše učne izkušnje, če bomo le ugotovili, kako izkoristiti tako stanje, namesto da jadikujemo nad izzivi. Številne vede, ki tvorijo znanost *um, možgani in izobraževanje* (UMI), s svojimi viri in z medsebojnim oplajanjem odpirajo prav take perspektive.

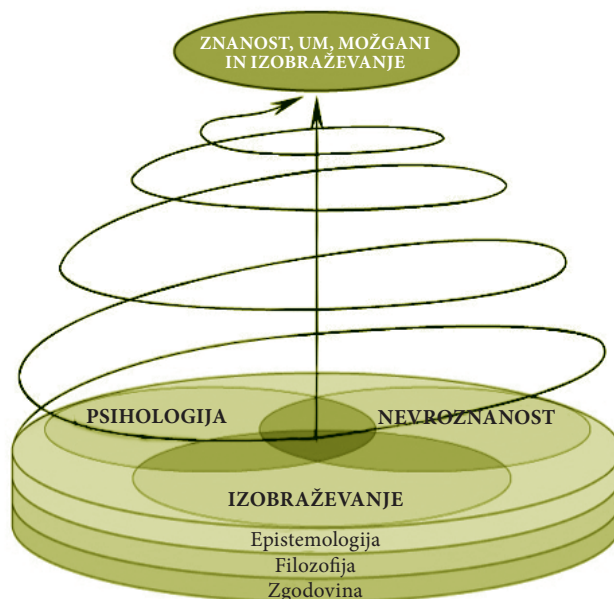


Slika 1.1. Znanost UMI kot multidisciplinarno polje

Vir: Avtoričina zamisel o transdisciplinarnem polju, kot jo je narisal Nakagawa (2008), najdemo pa jo tudi v Bramwell (2010).

Znanost UMI se je rodila na križišču, kjer sta se najprej srečali kognitivna znanost in razvojna psihologija,

pozneje pa se je razširila in prek pedagoške psihologije in pedagoške nevroznanosti zajela še izobraževanje (slika 1.1). Samostojna akademska disciplina je postala šele, ko je šla skozi to, kar imenuje Hideaki Koizumi (1999), vodilni zagovornik te znanosti na Japonskem, transdisciplinarni razvojni proces – glej sliko 1.2.



Slika 1.2. Znanost UMI: transdisciplinarnost

Vir: Tokuhama-Espinosa, 2010, na podlagi konceptov raziskovanja transdisciplinarnosti, ki sta jih razvila Hideaki Koizumi (1999) in Boba Samuels (2009). Graf je prispeval Bramwell (2009).

Podobno kot drugi evolucijski procesi tudi znanost UMI črpa iz prevladujočih 'genov' svojih staršev in ustvarja bolj prilagojene potomce. To pomeni, da kot nova znanost o poučevanju in učenju ne sprejema vsega, kar se znajde v škatli z nalepkami izobraževanje, nevroznanost in psihologija, temveč pazljivo izbira le najboljša spoznanja, ki jo lahko oplemenitijo. Razvoj znanosti UMI je že postregel z novimi in inovativnimi načini razmišljanja o starih problemih v izobraževanju, ponuja pa tudi njihove praktične rešitve, ki temeljijo na znanstvenih dokazih. Ta nova vizija upošteva različne zgodovine, filozofije, zlasti pa različne epistemološke leče, skozi katere gleda na skupne probleme nevroznanosti, psihologije in izobraževanja.

Glede na dejstvo, da se je nova znanost o učenju in poučevanju rodila kot potomec treh starševskih disciplin,

¹ Avtorica skuje nov izraz *scienceis*, ki bi dobesedno pomenil poznanstvuje (op. prev.).

nosi tudi njihovo 'kulturno prtljago'. To pomeni, da na njen obstoj vplivajo tako zgodovine in filozofije vseh treh disciplin – posledično pa tudi njihove epistemologije. Ali kot je zapisala Boba Samuels (2009) v nedavni številki revije *Mind, Brain and Education: Znanost in izobraževanje sta, zgodovinsko vzeto, vsaka zase, pa vendar medsebojno prepletene, vplivala na družbo; filozofsko vzeto, so si vrednote, ki jih zastopata, pogosto navzkriž; epistemološko se zanašata na različne načine konceptualiziranja vednosti* (str. 45). To pomeni, da se znanost UMI sooča s tremi ključnimi izzivi, ki so prikazani v nadaljevanju, sledijo pa kratki razlagi 'rojstva' discipline.

KAJ JE ZNANOST »UMI« IN KAJ NI?

Čeprav se ni težko strinjati z dejstvom, da znanost UMI obstaja, pa je težko doseči strinjanje, kaj sploh je. Enega izmed načinov, kako jo razumeti, ponuja razmislek o UMI kot o 'otroku', ki se rodi adolescentoma. Številni najstniški starši morajo trdo garati, da najdejo svoj prostor pod soncem, obenem pa morajo skrbeti še za potomca in skrbeti za njegov ali njen razvoj. V osnovi to pomeni, da otroci vzgajajo otroke. Ena od starševskih disciplin, *kognitivna nevroznanost*, se je 'rodila' šele pred približno četrto stoletja.² Tudi *izobraževanje za množice* se pojavi na globalnem odru sorazmerno pozno; uveljavi se šele v poznih devetdesetih letih 19. stoletja.³ *Psihologija* je sodobnik cilja, h kateremu stremi univerzalno izobraževanje, rodila pa se je malo pred tem, ko je dobila ta status.⁴ V letu 2010 to pomeni, da sta izobraževanje in psihologija stara približno 125 let. Morda je to veliko, če presojamo z vidika človekovega življenja, toda omenjene discipline so še vedno adolescenti, če jih primerjamo z drugimi akademskimi disciplinami, kakršni sta biologija ali filozofija, ki sta starejši od tisoč let. 'Poroka' treh disciplin, od katerih je ena stara 25 let, drugi dve pa vsaka po 125 let, je morda čudaška, vendar predstavlja dobro metaforo za razumevanje, kaj se je zgodilo znanosti UMI: tri 'mlade' discipline so si prekrizale pot, produkt srečanja pa je znanost z imenom um, možgani in izobraževanje.

Unija pa je še veliko bolj zapletena. Ne gre namreč le za zakon najstnikov, temveč tudi za *mešani* zakon več najstnikov. Mešani zakoni med dvema disciplinama (imenujejo jih *hibridne* discipline) so postali pogostejši nedavno, to pa še ne pomeni, da niso predmet kritike. Mešane zakone lahko zavrnamo ali celo obtožimo 'redčenja' nekoč čistih disciplin. Taki zakoni terjajo kompromise na obeh straneh, pa tudi nove vrste sporazumevanja, zaradi česar je treba včasih žrtvovati elemente ene discipline ali celo vseh. Take celote so v najboljšem primeru plodne, vendar terjajo nenehno

vzdrževanje – še toliko bolj kakor homogene koalicije. Zakaj? Ker vsak od staršev prihaja s težo svoje zgodovine, filozofije, epistemologije in načinov razumevanja sveta – vse to lahko sovпада, pogosto pa lahko pride tudi do trka.⁵

Znanost UMI pa ni samo transdisciplinarna, temveč je tudi medkulturna.⁶ Sočasno je nastajala na več krajih sveta.⁷ Med letoma 2002 in 2009 so v tako različnih državah, kot so Japonska, ZDA, Kanada, Avstralija, Nemčija, Nizozemska, Velika Britanija, Italija in Francija, nastajale pobude za nastanek nove discipline. Mednarodno sodelovanje pa pomeni, da so razvojni standardi za discipline utemeljeni na medkulturnem sprejemanju določenih norm in skupnih vrednot.

Moč znanosti UMI je obenem tudi njena največja šibkost. Temelji na različnih načinih razumevanja sveta, znanstvenih shemah in vrednotah, ki so navadno komplementarne, včasih pa so si tudi navzkriž. Nasprotja nam pomagajo razumeti (to pa noče biti izgovor), zakaj so se na začetku pojavili nekateri problemi. Samuels (2009) v svojem nedavnem prispevku o izzivih, s katerimi se spopada UMI, pravi takole: »*Transdisciplinarnost je pogled na ustvarjanje znanja, ki povezuje discipline na ravni posamičnih problemov ali tem. Je tudi idealni pristop k iskanju kompleksnih rešitev za kompleksna vprašanja.*« (Str. 46) Ta knjiga se začneja z domnevno, da so danes za reševanje problemov znotraj izobraževanja potrebni bolj prefinjeni in kompleksnejši pristopi, kakršne ponuja prav znanost UMI.

IZZIVI POUČEVANJA IN OBLIKOVANJA ZNANSTVENIKA S PODROČJA UMA, MOŽGANOV IN IZOBRAŽEVANJA

Prvič. Največji izziv za nove strokovnjake s področja UMI je sprejemanje različnih zgodovinskih korenin treh disciplin. To pomeni, da morajo učitelji sprejeti dejstvo, da bodo imela nekatera spoznanja s področja psihologije in nevroznanosti različna žarišča in različne cilje, obenem pa bodo povezana z različnimi metodami in postopki, kot jih poznajo sami; kljub temu bodo enako uporabna za razmišljanje, kako se naučiti bolje poučevati. Podobno morajo psihologi, ki sodelujejo pri razvijanju nove znanosti, spoznati, da so spoznanja s področja nevroznanosti in izobraževanja kljub zgodovinskim razlikam dragocena. Tudi nevroznanstveniki, navajeni na drugačno strogost, ki jo terja njihov način eksperimentalnega raziskovalnega dela, se bodo morali naučiti ceniti pomembnost kvalitativnih študij in vplive, ki jih imajo lahko take pedagoške in psihološke študije na novo znanost.

Drugič. Razumeti in sprejeti moramo dejstvo, da imajo filozofije, s katerimi strokovnjaki iz vsake od treh disciplin

² Carramaza in Colthart (2006); Gardner (1987); Posner (1989).

³ Glej Samuels (2009), ki ponuja izvrsten pregled teh dogodkov.

⁴ Glej Wundt (1879) in James (1890) v: Butler in Bowdon (2007).

⁵ Spomin tudi pravi, da so mešani zakoni navadno omejeni na dva partnerja; znanost um, možgani in izobraževanje pa je kompleksnejša, ker vključuje tri.

⁶ Samuels (2009).

⁷ Fischer (2009).

razumejo svet, več temeljev. Znanstveniki s področja nove znanosti UMI imajo tako nekoliko širši pogled od vsakega izmed njih, ker si lahko nataknejo na nos različna očala, skozi katera nato opazujejo isti problem. Disciplina v učilnicah, učni problemi, poučevanje, evalvacijske metode so teme (med drugimi temami, ki se nanašajo na učenje in poučevanje), ki se jih lahko zdaj lotimo na inovativne načine in pri delu izhajamo z različnih zornih kotov, ki jih ponuja nova znanost o učenju in poučevanju.

Končno in najpomembnejše. Razumeti moramo, da različne zgodovine in filozofije vseh treh starševskih disciplin pojasnjujejo, zakaj je vsaka sprejela drugačno epistemologijo. Epistemologije namreč ostrijo objektivne, skozi katere je mogoče videti probleme. »*Vednost izhaja iz odgovorov na vprašanja, ki sta v srcu izobraževalnega poslanstva: Kako vemo, kar vemo? Kako smo lahko prepričani, da je naše znanje resnično? Naši odgovori so lahko v glavnem neslišni, celo nezavedni, toda kljub temu jih ves čas, ko poučujemo in se učimo, sporočamo drugim.*« (Palmer, 1997: 50–51).

Akademski objektivni, skozi katere opazujemo svet, vplivajo na to, kar imenujemo znanje, vplivajo na načine njegovega pridobivanja, na to, za koga izmed nas menimo, da ve, in zakaj vemo, kaj delamo.⁸ Znanstveniki, ki zastopajo znanost UMI, imajo po svoji naravi širši pogled kakor znanstveniki, ki so ukoreninjeni v eni sami disciplini. Če si učitelj, nevroznanstvenik ali psiholog – ali kdo iz sorodnih disciplin –, si vabljen, da sodeluješ pri tem paradigmatskem prehodu v razmišljanju, kako izobraževati. Stephen Jay Gould je nekoč rekel: »*Nič ni bolj nevarno kakor dogmatičen pogled na svet – nič ne omejuje inovacij bolj, nič jih bolj ne zaslepljuje, nič ne preprečuje odprtosti do novega bolj kakor dogmatičnost*« (1995: 96). Nov pogled na stare probleme terja odprt um.

KDO SO ZNANSTVENIKI »UMI«?

V določenih primerih bo nalepka *znanstvenik UMI* označevala *učitelje*, ki vključujejo v svoje delo spoznanja s področja nevroznanosti in psihologije. V drugih primerih se bo nanašala na *psihologe*, ki bodo skušali premostiti prepad med naravoslovjem in družboslovjem. Označevala pa bo tudi *nevroznanstvenike*, ki bodo dovolj smeli, da bodo skušali prenašati laboratorijska spoznanja v učilnice. Medtem ko so številni izobraževalci, psihologi in nevroznanstveniki čisti praktiki znotraj posameznih disciplin, pa vse več njihovih kolegov sega onkraj v polje UMI, ki ga tvorijo psihologija, pedagoške znanosti in kognitivna nevroznanost. V tem članku ne trdim, da je delo 'čistih znanstvenikov' manj vredno kakor delo v transdisciplinarnem polju nove znanosti, ki jo imenujemo UMI; strinjam pa se,

da potrebujemo nove strokovnjake, ki govorijo njen jezik, delajo to, o čemer govorijo, in lahko neopazno opravljajo delo tudi kot znanstveniki UMI.

Kdor hoče biti znanstvenik UMI, mora sprejeti vrsto strokovnih odgovornosti, ki se razlikujejo od tistih s 'čistih' področij izobraževanja, psihologije in nevroznanosti. Poleg tega da sprejme skupne standarde izobraževanja, psihologije in kognitivne nevroznanosti, sprejme tudi nekaj izvirnih načel. Nekatera so opisana v recenziji obsežnega dela, ki je nastalo pod taktirko OECD (2002, 2007), v katerem je opredeljena nova znanost o učenju. Bruno della Chiesa, Vanessa Christoph in Christina Hinton (2009) razmejijo nekatere značilnosti strokovnjakov te nove znanosti, ki so jim pomagali pri njihovem raziskovanju. Tudi sama menim, da so iste značilnosti vsaj koristne, v skrajnem primeru pa so celo absolutno nujne, za vse znanstvenike s tega področja. Tri najbolj pomembne so opisane v nadaljevanju.

Prvič. Strokovnjaki s področja UMI so 'voljni deliti znanje tudi s strokovnjaki z drugih področij, ne le s kolegi' iz istih disciplin, kot jim pripadajo sami.⁹ To zajema 1) nevroznanstvenike, ki so voljni deliti svoje znanje z učitelji, 2) psihologe, ki spodbujajo zastavljanje raziskovalnih vprašanj v nevroznanosti, in 3) učitelje, ki predlagajo raziskovalna vprašanja psihologom.

Drugič. Prepoznajajo potrebo po 'prilaganju lastnega jezika občinstvu, da bi bilo razumljivo' tudi drugim ljudem, ki niso strokovnjaki z njihovega področja.¹⁰ Razumejo torej potrebo po razvijanju skupnega besedišča, da bi izboljšali sporazumevanje med disciplinami.¹¹ To lahko prepoznamo pri učiteljih, ki pišejo za psihološko občinstvo (ali obratno), ali nevroznanstvenikih, ki znajo pojasniti lastna odkritja učiteljem (ali obratno). Eden največjih izzivov pri spodbujanju sodelovanja med strokovnjaki v nevroznanosti, izobraževanju in psihologiji je pomanjkanje skupnega jezika (več o tem glej v dodatku A v izvorni knjigi).

Tretjič. Na splošno sprejemajo prepričanje, in so morda vanj siljeni, da je 'povezovanje spoznanj z različnih področij koristno zanje in za druge'; sprejemajo tudi nujnost, da bogatijo lastno prakso s spoznanji iz drugih disciplin.¹² Tako prepričanje na primer lahko prepoznamo pri nevroznanstvenikih, ki razumejo, da pomembnost njihovega dela naraste, ko ga aktualizirajo v učilnici, ali pa pri učiteljih, ki zastavljajo produktivna vprašanja kognitivnim znanstvenikom.

Zadnji poudarek se neopazno nanaša na še en ključni vidik znanosti UMI. Vsa tri polja (nevroznanost, psihologija in izobraževanje) so enakovredna in skupaj prispevajo enake deleže k raziskovanju, praksi in politiki. To je obenem razlog, da se med seboj informirajo in se učijo drugo od drugega. Taka perspektiva se razlikuje od perspektiv drugih

⁸ Hay (2008).

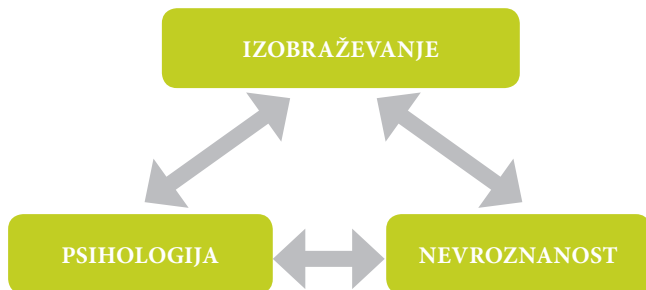
⁹ Della Chiesa, Christoph in Hinton (2009: 20).

¹⁰ Ibid.

¹¹ Heinze (2003).

¹² Della Chiesa, Christoph in Hinton (2009: 20).

disciplin, ki so pogosto enostransko neodvisne. V pedagoški nevroznanosti tako na primer nevroznanost informira izobraževalce (obratno se zgodi redko); v pedagoški psihologiji psihologija informira izobraževalce (obratno se največkrat ne zgodi). Tok informacij pa v znanosti UMI po definiciji teče v treh smereh (glej sliko 1.3).



Slika 1.3. Tok informacij v znanosti UMI
Vir: Tokuhama-Espinosa, 2010.

Predstavljeni tok, ki teče v treh smereh, pomeni, da morajo predstavniki vseh treh polj (izobraževalci, psihologi in nevroznanstveniki) potrjevati svoje hipoteze ne le v svojih disciplinah, temveč tudi v obeh drugih, če želijo, da bo kaka ideja sprejeta v novi disciplini, o kateri govorim. Znanost UMI je namreč formalni most, ki povezuje polja nevroznanosti, psihologije in izobraževanja – pogrešali smo ga že desetletja.¹³ Potrebujemo učitelje, ki poznajo delovanje možganov in vedo, kako se najhitreje učijo; prav tako potrebujemo nevroznanstvenike in psihologe, ki znajo prenašati svoja spoznanja v učilnice. Zakaj? Ker je izobraževanje polno kompleksnih problemov, ki se jih samo s pedagoškimi pristopi doslej še nismo dovolj uspešno lotili.

Gardner piše o potrebi po umu prihodnosti, ki bo sposoben povezovati obstoječe znanje in presojeti njegovo kakovost.¹⁴ Danes obstaja na svetu tako veliko informacij, ki se nenehno zlivajo čez ljudi (tudi znotraj znanosti UMI), da mora usposabljanje učiteljev zajemati tudi razvijanje veščin, kako ločevati zrnje od plev, kar pomeni odločati se med 'dobrimi' in 'slabimi' informacijami.¹⁵ Jasno združevanje informacij vsaj delno omogoča tako ločevanje.

Združevanje informacij je kompleksen proces, ki terja sposobnosti črpanja informacij iz številnih virov, razumevanja glavnih idej vsakega vira in presojanje njihove uporabnosti za posamično temo, s katero se trenutno ukvarjamo. Učitelji morajo znati izvrstno kritično razmišljati, če želijo razvijati opisane spretnosti še pri svojih učencih. V znanosti UMI ima zato proces združevanja, povezan s sposobnostmi vrednotenja in presojanja

informacij, bistveno vlogo. To kajpak pomeni, da je ta znanost ranljiva, če učitelji niso sposobni kritičnega razmisleka. Sposobnost preseganja meja posamičnih disciplin in povezovanja informacij je ključna za vsakega strokovnjaka s tega področja.

Zaradi orisane kompleksnosti je znanost UMI težko določiti, saj je večplastna. Nič čudnega ni, da je minilo kar nekaj let od prvega poziva k določitvi njenih parametrov. Problemi in izzivi znotraj vsake starševske discipline (nevroznanost, psihologija, izobraževanje) samo še prispevajo h kompleksnosti nove znanosti. Obstajajo številne poddiscipline znotraj vsake starševske discipline in vsaka poudarja drugačne vidike poučevanja oziroma učenja ter ponuja v razmislek svoje elemente. Kljub vsemu pa je kompleksnost znanosti UMI tudi del njene privlačnosti, ki jo ima kot akademska disciplina. Do določene mere je navsezadnje mikavna prav zaradi tega, kar je nekoč zapisal Derrida (1998): »Če bi bile stvari preproste, bi besede postale približki« (str. 118). Ko sprejmemo kompleksnost kot sestavni del nove discipline, potrdimo tudi njeno pomembnost. Pred stoletjem je eden največjih pisateljev našega časa, Thorndike (1874–1949), dejal: »intelektualni razvoj rase pomeni naraščanje števila, mehkočutnosti, kompleksnosti, dolgotrajnosti in hitrosti oblikovanja asociacij« (cit. po Bruce, 2000: 294). Avtor je s tem poudaril, da vse kompleksnejši problemi izobraževanja danes terjajo rešitve, ki ne smejo biti poenostavljene. To dejstvo opozarja na spoznanje, da je rešitev problema v izobraževanju, ki je videti preveč preprosta, da bi bila resnična, najverjetneje prav taka. Učitelje bi moralo voditi pri sprejemanju hitrih rešitev problemov, ki se naslanjajo na spoznanja o delovanju možganov, svarilo 'Pazi, kaj kupuješ'.¹⁶

ZNANOST »UMI« JE STANJE V UMETNOSTI, VENDAR NIČ NOVEGA

Sodobne teorije učenja lahko veliko pridobijo od znanosti UMI. Pomembnost posamičnih spoznanj se namreč močno poveča, če jih je mogoče tako ali drugače potrditi še na interdisciplinarni ravni. Govorim o paradigmatemskem prehodu v razmišljanju o učenju in poučevanju. Še pred desetimi leti so bili prepričani, da bi morala kognitivna nevroznanost informirati pedagoško psihologijo, ta pa njo.¹⁷ To se je sedaj spremenilo v *ménage à trois*, v katerem ima izobraževanje enakopravno vlogo, vsa tri polja pa si morajo deliti odgovornost za razvoj izobraževanja.

Znanstveniki UMI se lahko usposablajo v akademskih programih, v katerih se naravnavao na take cilje, ali

¹³ Primere take peticije najdete v Fischer, Daniel, Immordino-Yang, Stern, Battro et al. (2002); Goswami (2006); Hall (2005); Schall (2004).

¹⁴ Five Minds For The Future (2007).

¹⁵ James S. McDonnell Foundation (2005).

¹⁶ Zanimiv članek o tej temi je napisal K. Madigan (2001): Buyer beware: Too early to use brain-based strategies. Avtor v njem poziva k previdnosti pri sprejemanju prehitrih rešitev v izobraževanju.

¹⁷ Za klasično razpravo o tem glej Byrnes in Fox (1998a) ter Byrnes in Fox (1998b).

pa pridejo iz katere koli izmed treh starševskih disciplin in se nato usposobijo, razvijejo veščine ter prilagodijo načela nove znanosti svojemu delu. Raziskovalni praktiki, ki delajo na tem področju, razumejo, kako in zakaj je interdisciplinarnost vitalnega pomena za razvoj discipline in doseganje ciljev, omenjenih na začetku. Strokovnjaki s področja UMI so pri svojem raziskovalnem in praktičnem delu naravnani k prepoznavanju skupnih problemov, ki jih imajo nevroznanost, psihologija in izobraževanje, zato povezujejo spoznanja in predlagajo nove rešitve. Morda je najbolj vitalna značilnost strokovnjakov s področja UMI, ki jo je obenem tudi najteže razviti, sposobnost ne le razumevanja, kako se epistemologije nevroznanosti, psihologije in izobraževanja razlikujejo med seboj, temveč tudi razumevanja, kako se rojeva na podlagi rabe načel znanosti UMI novo razumevanje znanja.

STE VI ZNANSTVENIK »UMI«?

Izobraževalci še nikoli niso imeli na voljo toliko orodij za izboljšanje poučevanja in učenja, kot jih imajo danes. To so zato vznemirljivi časi za vsakogar, ki deluje v tem polju. Nevroznanstveniki in psihologi nam nenehno ponujajo nova spoznanja o tem, kako se možgani učijo, in nam pomagajo pri izbiri najboljših načinov poučevanja, ki so sploh mogoči. In čeprav so orodja, ki so na voljo, pomembna, pa je največja sprememba, ki je nastala, zahvaljujoč novi znanosti UMI, tale: preobrazba vloge učitelja v pospeševalca družbenih sprememb.

Zanimivo je omeniti, da smo v zgodovini epistemologije od starih Grkov do danes prehodili poln krog. Stari Grki so visoko cenili globalnega misleca, ki ga v izobraževanju za 21. stoletje vnovič hvalimo. Interdisciplinarno misel so zelo cenili Grki, cenjena pa je bila vse do 16. stoletja, v katerem je ravnovesje med znanostjo in umetnostjo omogočilo nastanek renesančnega človeka, vendar pa je takrat že postajala vse pomembnejša specializiranost, ki so jo že v 17. stoletju bolj cenili kakor splošno naravnost, enako pa je veljalo še do nedava. 'Specialisti' na posameznih področjih so bili domnevno pomembnejši kakor 'splošni praktiki', ki so morali imeti veliko znanja z različnih področij discipline, s katero so se ukvarjali. Tak odnos pa se je spremenil z uveljavljanjem kognitivnih znanosti v osemdesetih letih 20. stoletja. Zmožnost za razmišljanje na različnih akademskih področjih in za povezovanje znanj z različnih polj ni le vnovič visoko cenjena, temveč jo razumemo tudi kot edini pravi način razumevanja vse kompleksnejše narave človeških idej. Učitelji, ki znajo uporabljati spoznanja iz nevroznanosti in psihologije, bodo v prihodnjih desetletjih povsem spremenili pravila igre.

Pričujoče besedilo je vzeto iz knjige z naslovom *Um, možgani in izobraževanje: celoviti vodnik za novo poučevanje, utemeljeno na poznavanju možganov* (Mind, Brain and Education: A Comprehensive guide to the new brain-based teaching), ki je izšla pri založbi W. W. Norton, nastala pa je na podlagi več kot 4500 raziskav in prispevkov svetovnih voditeljev gibanja *Um, možgani in izobraževanje*.

VIRI

- Blakemore, S., Frith, U. (2007). *The learning brain: Lessons for education*. Malden, MA: Blackwell.
- Bruer, J. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4–16.
- Butler-Bowdon, T. (2007). *50 psychology classics*. London: Nicholas Brealey.
- Byrnes, J., Fox, N. A. (1998a). The educational relevance of research in cognitive neuroscience. *Educational Psychology Review*, 10, 297–342.
- Byrnes, J., Fox, N. A. (1998b). Minds, brains, and education: Part II. Responding to the commentaries. *Educational Psychology Review*, 10, 431–439.
- Caramazza, A., Coltheart, M. (2006). Cognitive neuropsychology twenty years on. *Cognitive Neuropsychology*, 23(1), 3–12.
- Davis, B., Sumara, D. (2006). *Complexity and education: Inquiries into learning, teaching, and research*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Della Chiesa, B., Christoph, V., Hinton, C. (2009). How many brains does it take to build a new light: Knowledge management challenges of a transdisciplinary project. *Mind, Brain, and Education*, 3(1), 17–26.
- Fischer, K. W. (2009). Mind, brain, and education: Building a scientific groundwork for learning and teaching. *Mind, Brain, and Education*, 3(1), 3–16.
- Fischer, K. W., Daniel, D. B., Immordino-Yang, M. H., Stern, E., Battro, A., Koizumi, H. (ur.). (2007). Why mind, brain, and education? Why now? *Mind, Brain, and Education*, 1(1), 1–2.

- Gardner, H. (2007). *Five minds for the future*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- Gould, Stephen J., (1995). *Dinosaur in a haystack: Reflections in natural history*. New York: Harmony Books.
- Hay, C. (2008). *The theory of knowledge: A coursebook*. Cambridge, UK: Lutterworth Press.
- Heinze, T. (2003). *Kommunikationsmanagement [Communication management]*. Hagen, Germany: Fern Universität Hagen.
- Madigan, K. (2001). Buyer beware: Too early to use brain-based strategies. Besedilo je od 10. septembra 2007 na tej spletni strani: <http://www.c-b-e.org/be/iss0104/a2madigan.htm>.
- McDonnell (James S.) Foundation (2005a). John T. Bruer, president's biography. Besedilo je od 21. januarja 2008 na spletni strani: <http://www.jsmf.org/about/jbio.htm>.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (2002). *Understanding the brain: Towards a new learning science*. Paris: OECD. Besedilo je na spletni strani: www.oecd.org.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2007). *The brain and learning*. Besedilo je od 10. marca 2007 na spletni strani: http://www.oecd.org/department/0,2688,en_2649_14935397_1_1_1_1_1,00.html.
- Palmer, P. (1997). *The courage to teach: Exploring the inner landscape of a teacher's life*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Samuels, B. M. (2009). Can differences between education and neuroscience be overcome by Mind, Brain, and Education? *Mind, Brain, and Education*, 3(1), 45–53.
- Thorndike, E. L., Bruce, D. (2000). *Animal intelligence: Experimental studies*. Piscataway, NJ: Transaction Publishers.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2010). *The new science of teaching and learning: Using the best of mind, brain, and education science in the classroom*. New York: Columbia University Teachers College Press.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2008b). Summary of the international Delphi expert survey on the emerging field of neuroeducation (Mind, brain, and Education/educational neuroscience). Neobjavljeni rokopis.
- Tokuhama-Espinosa, T., Schwartz, M. (2008c). *Defining academic disciplines*. Neobjavljeni rokopis.

Knjigi, povezani s pričujočo temo, ki ju je napisala Tracey Tokuhama-Espinosa:

Tokuhama-Espinosa, T. (2010). *The new science of teaching and learning: Using the best of mind, brain, and education science in the classroom*. New York: Columbia University Teachers College Press.

Tokuhama-Espinosa, T. (2010). *Mind, Brain, and Education Science: The new brain-based learning*. New York, NY: W. W. Norton.

Prevod prispevka: Tokuhama-Espinosa, Tracey. (2011). *Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching*. New York: W. W. Norton & Company, Inc.

© 2011 Tracey Tokuhama-Espinosa.

Z dovoljenjem založnika W. W. Norton & Company, Inc.

Brez založnikovega (W. W. Norton & Company, Inc) pisnega dovoljenja ni dovoljeno nobenega dela tega prispevka na kakršen koli način reproducirati, kopirati ali kako drugače razširjati. Ta prepoved se nanaša tako na mehanske kot na elektronske oblike reprodukcije.

Dovoljenje za prevod in objavo je dala tudi Univerza Johns Hopkins, Baltimore, ZDA. Prispevek je objavljen na njihovi spletni strani: education.jhu.edu/PD/newhorizons.

Prevedel dr. Dušan Rutar.

Dr. David A. Sousa, Florida

UMI – UM, MOŽGANI IN IZOBRAŽEVANJE: VPLIV NEVROZNANOSTI NA VEDE O IZOBRAŽEVANJU

Nikdar ne bom pozabil obiska pri uri geometrije v neki mestni srednji šoli. Učiteljica – recimo ji ga. Green – me je pričakovala in po kratkem pozdravu je nagovorila učence: »Vsi vstanite. Pojdite za menoj.« Ko je odhajala skozi vrata, je pograbila prenosni stereopredvajalnik, kar je učence nekoliko zmedlo. Kot hamelinski piskač je razred vodila dol v predel telovadnice, ločen s pregrado. Deli tal so bili polepljeni z različno dolgimi maskirnimi trakovi, ki so tvorili trikotnike. Ga. Green je razred razdelila na več skupin in jim naročila, naj dolžine trakov izmerijo s koraki. Pri tem so ploskali na živahno glasbo, ki je prihajala iz stereonaprave. Po več poskusih jim je rekla, naj se pogovorijo o svojih meritvah in ugotovijo, ali lahko opazijo kaka skupna razmerja. V samo 40 produktivnih in aktivnih minutah je ga. Green tem učencem pomagala naučiti se, da za trikotnik velja $a^2 + b^2 = c^2$. Bi lahko ura potekala drugače, če bi vsi ostali v razredu in bi ga. Green rekla »Odprite svoje učbenike za matematiko na strani 57. Danes vas bom naučila Pitagorov izrek.«? Brez dvoma.

Pozneje mi je ga. Green v pogovoru dejala: »Danes matematike ne morem učiti, kot sem jo učila še pred petimi leti. Možgani teh otrok se učijo drugače, in če naj imam kaj upanja na uspeh, moram svoje strategije poučevanja temu prilagoditi.« Spoznala je, da današnji učenci v šolo prihajajo z različnimi pričakovanji, z željo sodelovati pri svojem učenju in s spoznanjem, da je šola samo eden – in zagotovo ne edini – vir informacij. Njeni komentarji so bili tudi priznanje, da raziskave v kognitivni nevroznanosti prinašajo nov vpogled v to, kako se možgani razvijajo in učijo. Ker so učitelji to, čemur pravim »spreminjevalci možganov«, se zavedajo, da več ko vedo o tem, kako se možgani učijo, bolj verjetno bodo, kot ga. Green, znali zasnovati ustvarjalne in interaktivne ure, svojim učencem pa bodo uspešneje pomagali do dosežkov in uspeha.

V zadnjih dveh desetletjih so raziskovalci pridobili toliko informacij o tem, kako se možgani učijo, da se je rodila nova znanstvena disciplina. Pod imenom *pedagoška nevroznanost* ali znanost *um, možgani in izobraževanje* preučuje to na novo dozorevajoče polje, kaj nam odkritja raziskav v nevroznanosti, pedagogiki in psihologiji lahko povedo o razumevanju učenja in poučevanja, pa tudi, ali to lahko vpliva na vzgojno in izobraževalno prakso. Ta vpliv ne predstavlja »običajnega programa« ali »najnovejših strategij«, na katere učitelji včasih gledajo z nezaupanjem. Cilj pedagoške nevroznanosti je bolj razmisliti o teh raziskavah in se odločiti, ali naj imajo vpliv na prakse poučevanja. Interdisciplinarni pristop poskrbi, da imajo priporočila za

uporabo teh odkritij v praksi poučevanja čvrste temelje v znanstvenem raziskovanju. Poskrbi tudi za to, da učitelji delajo pametneje in ne še bolj marljivo.

Izobraževalci bi morali biti navdušeni nad tem, da raziskave nenehno ponujajo globlje razumevanje delovanja človeških možganov, a previdni pri uporabi teh odkritij v praksi. Nekateri kritiki verjamejo, da izobraževalci raziskav možganov še ne bi smeli uporabljati v šoli in v razredu, saj bodo minila leta, preden bodo odkritja postala uporabna v vzgojni in izobraževalni praksi. Drugi se bojijo, da nastajajo neosnovane trditve, ki jih navadno imenujejo »nevromiti«, in da izobraževalci niso dovolj usposobljeni, da bi znali razlikovati med znanstvenimi dejstvi in propagando. Pogosto na primer navajajo pojmovanje, da so učenci lahko samo »levomožganski« ali »desnomožganski«, ali da uporabljamo samo 15 odstotkov svojih možganov. Čeprav so te skrbi razumljive, četudi zastarele, izobraževalcev ne bi smeje odvrniti od tega, da bi se naučili, kar morajo vedeti, da bi se znali odločiti, ali odkritja raziskav lahko uporabijo v svoji praksi. Poleg tega se zdaj mnogi izobraževalci zelo zavedajo nevromitov, čas je torej, da kritiki spremenijo svoja stališča.

NEKATERA POMEMBNA ODKRITJA

Za tiste, ki jih zanima, kako lahko nedavna odkritja o možganih vplivajo na učenje in poučevanje, navajamo nekaj ugotovitev raziskav in njihove implikacije:

- **Znova potrjujejo, da se** človeški možgani nenehno reorganizirajo na **temelju vložnega**. Ta proces, imenovan *nevroplastičnost*, poteka vse življenje, še posebej hiter pa je v zgodnjih letih. *Implikacija:* Izkušnje, ki jih imajo mladi možgani od doma in iz šole, pomagajo oblikovati krogotok živčevja, ki bo določal, kako se ti možgani učijo v šoli in pozneje v življenju in kaj se učijo.
- **Znanstveni svet so vznemirili dokazi, da se nevroni v možganih regenerirajo; proces imenujejo nevrogeneza.** (Deng, Aimone in Gage, 2010). *Implikacija:* Regeneriranje nevronov izboljšuje učenje in spomin. Zdi se, da fizična vadba deloma stimulira nevrogenezo. Paradoksalno pa v mnogih osnovnih šolah krajšajo čas za počitek in igro, da bi tako pridobili več časa za pripravo na pomembne preizkuse znanja. Ima to smisel? Poskrbeti bi morali, da bi se učenci vsak dan primerno razgibavali in bi bili tako možgani oskrbljeni z gorivom, budni in pripravljeni na učenje.

- **Spodbijajo pojmovanje, da možgani lahko opravljajo več nalog sočasno.** Možgani se lahko osredotočajo samo na eno nalogo. Kar zmotno imenujemo »hkratno opravljanje več nalog«, je v resnici izmenično opravljanje nalog, kar pomeni, da možgani pozornost preusmerjajo z ene naloge na drugo in potem spet nazaj na prvo.

Implikacija: Vsaka preusmeritev pozornosti možganov zahteva povečan umski napor in povzroči izgubo informacij v delovnem spominu prve naloge. Posledica tega je, da posameznik nazadnje slabo opravlja dve nalogi, namesto da bi dobro opravil eno. Čeprav raznolikost strategij pri pouku vzdržuje zavzetost učencev, do preusmeritve z ene na drugo dejavnost ne bi smelo priti, dokler prva naloga ni ustrezno naučena.

- **Povedo več o tem, kako možgani usvajajo drugi jezik.** Ta raziskava razblinja mit, da pri mladih učencih (mlajši od 12 let) učenje drugega jezika povzroča motnje v učenju njihovega prvega jezika (Kovelman, Baker in Petitto, 2008). Dejansko drži prav nasprotno.

Implikacija: Učenje dveh jezikov hkrati za omrežja jezikovne obdelave v mladih možganih sploh ni problem in učencem pomaga dojeti globlje strukture jezikov. S poučevanjem novega jezika začnite čim bolj zgodaj, kajti učenje novega jezika po 12. letu zahteva več umskega napora in motivacije.

- **Odkrili so poti v možganih, ki sodelujejo pri branju.** Posnetki možganov so raziskovalcem pomagali odkriti, da dobri bralci pri branju uporabljajo druge nevronske poti kot tisti, ki jim gre branje težko (Shaywitz, 2003).

Implikacija: Te raziskave so privedle do razvoja znanstveno utemeljenih računalniških programov, kakršna sta *Fast ForWord* in *Earobics*,¹ ki dramatično pomagata mladim otrokom z bralnimi težavami. Ta programa delujeta tako, da (zahvaljujoč nevroplastičnosti) na novo ožičita mlade možgane počasnih bralcev in s tem ti postanejo bolj podobni nevronske ožičenju dobrih bralcev.

- **Posodobljeno je naše razumevanje omejitev zmogljivosti delovnega spomina.**

Implikacija: Novejše raziskave kažejo, da zmogljivost delovnega spomina – to je število vsebin, ki jih lahko zadrži v nekem času – nerazločljivo upada od okrog sedmih vsebin proti približno petim. Posledica tega je, da bi učitelji morali v vsaki učni uri predstavljati manjše število vsebin in od učencev zahtevati, naj jih obravnavajo bolj podrobno, da bi si jih verjetno zapomnili. Z drugimi besedami – manj je več. To nikakor ni lahka naloga, saj je videti, da količina informacij v šolskih kurikulah

stalno narašča. Namesto tega bi si morali prizadevati za brisanje vsebin iz učnih načrtov, ki niso več pomembne za to, da bi bil učenec lahko uspešen v današnji družbi, in ta čas uporabiti za bolj poglobljeno proučevanje tem, ki imajo večji pomen.

- **Pokazale so, kako čustva vplivajo na učenje, spomin in priklic.** Čustva vzbudijo sisteme pozornosti v možganih in precej bolj verjetno je, da si bomo zapomnili izkušnje, ki vključujejo čustva.

Implikacija: Učenci se bolje učijo v šolah in razredih s pozitivno čustveno klimo – v okoljih, kjer so spoštovani in kjer čutijo, da jim učitelji resnično želijo pomagati uspeti. Tudi vsebin kurikula si bodo zapomnili več, kadar so te povezane z dejavnostmi, ki vzbujajo čustva.

- **Prepoznale so ključno vlogo gibanja in telesne vadbe pri učenju in pomnjenju.** Raziskovalci so odkrili, da gibanje in vadba povečata izločanje nujno potrebne snovi, imenovane v možganih nastajajoči nevrotropični faktor ali BDNF (Ratey, 2008). Ta protein podpira preživetje obstoječih nevronov, spodbuja rast novih nevronov in je pomemben za formiranje dolgoročnega spomina. Gibanje in vadba poleg tega izboljšujeta razpoloženje in krepita kognitivne procese.

Implikacija: Učenci preveč sedijo v učilnicah, še posebej v srednjih šolah in kolidžih. Med poukom bi morali vstajati in se gibati ter se pogovarjati o tem, kar se učijo, kajti tudi pogovor je zelo učinkovito sredstvo spomina.

- **Sledijo rasti in razvoju najstniških možganov.**

Implikacija: Spoznanje, da popoln razvoj prednjega režnja ali racionalnega dela najstniških možganov traja 22 do 24 let, medtem ko se emocionalni deli možganov razvijejo v približno 10 do 12 letih. Ta znatna razlika v zrelosti možganskih režnjev nam pomaga bolje razumeti nepredvidljivost vedenja adolescentov.

- **Razvijajo globlje razumevanje tega, kako cirkadiani cikli vplivajo na pozornost.**

Implikacija: Vedenje, da naša sposobnost osredotočanja pozornosti kmalu po poldnevu za 30 do 50 minut naravno uplahne, pojasni, zakaj je učenje in poučevanje v tem času lahko težavnejše. Raziskave kažejo, da bi učitelji morali izbirati strategije poučevanja, ki se usmerjajo v angažiranost učencev, kar bi jim v tem času pomagalo ohranjati njihovo pozornost.

- **Preučujejo učinke pomanjkanja spanja in stresa na učenje in pomnjenje.** (Wilhelm et al., 2011)

Implikacija: Mnogi učenci, zlasti srednješolci, prihajajo v šolo premalo naspani. Zaradi skušnjav tehnologije in družabnih omrežij v povprečju spijo

¹ Ime *Fast ForWord* prebrano lahko pomeni »hitro naprej«. Veliki W sredi besede poudarja besedo *Word* (beseda). Ime *Earobics* vsebuje *Ear* (uho) in zveni podobno kot *aerobics* (aerobika). [Pojasnilo prevajalca]

pet do šest ur, medtem ko bi dejansko potrebovali osem do devet ur spanja. Vztrajno pomanjkanje spanja sproža stres, ta pa povzroča dvigovne ravni hormona kortizola v krvi. Ta hormon zmanjšuje sposobnost osredotočanja pozornosti in okvari spomin. Izobraževalci in starši morajo učence opozarjati na to, kako pomembno je, da se dovolj naspijo.

- **Spoznali so, da sta inteligenca in ustvarjalnost dve različni sposobnosti, ki nista genetsko določeni, okolje in šolanje lahko obe spremenita.**

Implikacija: Kar izobraževalci počno v šoli, lahko dejansko dvigne (ali zniža) učenčevo inteligenco in ustvarjalnost. Največji problemi naše globalne družbe (npr. prenaseljenost, preskrba z ustrezno hrano in čisto vodo, poraba energije in klimatske spremembe) bodo zahtevali ustvarjalne rešitve. Ampak šolski kurikuli razvijanja ustvarjalnosti svojih učencev ne poudarjajo dovolj. Učenci se učijo biti bolj ustvarjalni z udejstvovanjem in z avtentično uporabo pridobljenega znanja ob problemih stvarnega sveta.

- **Povečujejo naše védenje o tem, kako umetnosti razvijajo možgane.**

Implikacija: Raziskovalne študije odkrivajo, kako izpostavljenost umetnosti lahko poveča našo pozornost, prostorske veščine in ustvarjalnost. Vse prepogosto pa prav umetnostna vzgoja prva občuti posledice, kadar se krčijo šolski proračuni. Čeprav ima še vedno preveč ljudi področja umetnostne vzgoje za obrobne predmete, raziskovanje možganov kaže, da pomembno prispevajo k razvoju kognitivnega procesiranja.

- **Poudarjajo, koliko družbena in kulturna klima šole učinkuje na učenje in poučevanje.**

Implikacija: Šele začenjamo se zavedati učinkov socialnih potreb učencev na njihovo učenje. Odkritja raziskav na tem novem polju socialne nevroznanosti kažejo, da bodo morale šole veliko več pozornosti

posvečati socialni rasti učencev in se osredotočati tudi na to, kako lahko druge kulture prispevajo k učenju in poučevanju.

Po zaslugi novih informacij, ki jih nudi pedagoška nevroznanost, je danes resnično vznemirljivo delati v vzgoji in izobraževanju. Več univerz v Severni Ameriki in drugje je ustanovilo raziskovalna središča, namenjena proučevanju, kako odkritja nevroznanosti lahko vplivajo na pedagoško prakso. Pedagoška teorija in praksa bosta zaradi tega, podobno kot medicinski modeli, veliko bolj temeljili na raziskavah. Seveda ne obstaja panacea, ki bi učenje in poučevanje spremenila v proces brez napak, in to velja tudi za raziskovanje možganov. Preskok od znanstvenega odkritja v laboratoriju k spreminjanju šole in prakse zaradi tega odkritja je zelo velik in ne želimo, da bi nam vznemirjenje zameglilo razsodnost.

Družba še nikoli ni toliko zahtevala od svojih šol. Hkrati pa še nikoli nismo toliko vedeli o tem, kako se učenci učijo, in o tem, kaj lahko storimo, da bi učenje potekalo uspešno. Raziskave na področju pedagoške nevroznanosti krepijo upanje, da bodo izobraževalci lahko izkusili radost, ko bodo videli, kako več učencev dosega svoj polni potencial.

David A. Sousa je mednarodni svetovalec v pedagoški nevroznanosti in avtor kakega ducata knjig, ki raziskave možganov prevajajo v strategije za izboljšanje učenja. Predstavil jih je že več kot 100.000 izobraževalcem v Združenih državah, Kanadi, Evropi, Avstraliji, na Novi Zelandiji in v Aziji. Poučeval je srednješolsko kemijo, deloval na upravnih položajih in bil glavni upravitelj šol. Bil je profesor pedagogike z nepolnim delovnim časom na Univerzi Seaton Hall in gostujoči predavatelj na Univerzi Rutgers.

Dr. Sousa ureja znanstvene knjige in je v vodilnih revijah objavil več deset člankov. Njegove knjige so bile objavljene v francoščini, španščini, kitajščini, arabščini, korejščini in v številnih drugih jezikih.

VIRI

Deng, W., Aimone, J. B., in Gage, F. H. (2010). New neurons and new memories: How does adult neurocampal neurogenesis affect learning and memory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11(5), 339–350.

Kovelman, I., Baker, S. A., Petitto, L.-A. (2008, januar). Bilingual and monolingual brains compared: A functional magnetic resonance imaging investigation of syntactic processing and a possible »neural signature« of bilingualism. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 153–169.

Ratey, J. (2008). *Spark: The revolutionary new science of exercise and the brain*. New York: Little, Brown.

Shaywitz, S. E. (2003). *Overcoming dyslexia: A new and complete science-based program for reading problems at any level*. New York: Knopf.

Wilhelm, I., Diekelmann, S., Molzow, I., Ayoub, A., Mölle, M., Born, J. (2011). Sleep selectively enhances memory expected to be of future relevance. *The Journal of Neuroscience*, 31, 1563–1569.

POVZETEK

Raziskovalci so doslej zbrali že toliko informacij o tem, kako se učijo možgani, da se je rodila nova znanstvena disciplina, ki jo imenujemo »pedagoška nevroznanost« ali znanost »um, možgani in izobraževanje«. To polje preučuje, kaj nam odkritja raziskav v nevroznanosti, pedagogiki in psihologiji lahko povedo o razumevanju učenja in poučevanja, pa tudi, ali ta odkritja vplivajo na vzgojno in izobraževalno prakso. Tak interdisciplinarni pristop zagotavlja, da priporočila za uporabo teh odkritij v praksi poučevanja temeljijo na čvrstem znanstvenem raziskovanju. Poskrbi tudi za to, da učitelji delajo pametneje, ne še bolj marljivo. Ta članek obravnava nekatere od teh vznemirljivih uporab.

ABSTRACT

Researchers have now acquired so much information about how the brain learns that a new academic discipline has been born, called »Educational Neuroscience« or »Mind, Brain, and Education Science«. This field explores how research findings from Neuroscience, Education, and Psychology can inform our understandings about teaching and learning, and whether they have implications for educational practice. This interdisciplinary approach ensures that recommendations for applying these findings to instructional practices have a foundation in solid scientific research. It also ensures that teachers are working smarter, not harder. This article discusses some of those exciting applications.

Prevod prispevka: Sousa, David A. (2011). *Mind, Brain, and Education: The Impact of Educational Neuroscience on the Science of Teaching*. V: *LEARNing Landscapes*, letnik 5, št. 1, jesen 2011, str. 37–43.

Prevedeno in objavljeno z dovoljenjem strokovnega združenja LEARNing Landscapes, www.learninglandscapes.ca, ki dvakrat letno izdaja e-revijo LEARNing Landscapes.

Prevedel mag. Mirko Zorman.

Dr. Harriet Greenstone, Centre MDC, Montreal, Kanada

IZVRŠILNA FUNKCIJA V UČILNICI: NEVROLOŠKE POSLEDICE ZA POSEG V RAZREDU

UVOD

Kljub povečanim naporom, da bi dosegli ničelno strpnost glede agresije, kljubovalnega vedenja in medvrstniškega nasilja, ki smo jim priča v zadnjih letih, so ti načini vedenja še vedno navzoči v naših razredih. Kljub številnim pedagoškim in kurikularnim izboljšavam vse preveč učencev še vedno ne konča gimnazije ali pa jo izdela brez potrebnega nabora veščin, ki so potrebne za uspeh v nadaljnjem izobraževanju.

V članku je zastopano mnenje, da čeprav se izobraževalci najverjetneje zavedajo obstoja veščin izvršilne funkcije, lahko spregledajo njihove pomembne posledice, ki jih imajo na nastanek (in torej tudi remediacija (odpravljanje)) tako učnih kot vedenjskih problemov. Veščine izvršilne funkcije predstavljajo zbirko veščin, ki so bistvenega pomena za ciljno usmerjeno in socialno vedenje ter čustveno zdravje. Težko si predstavljamo, da bi bil lahko nekdo brez njih uspešen v razredu ali celo v življenju. Pomembne so vsaj toliko kot bralne in matematične veščine, če ne celo bolj, toda čeprav je bil na področju raziskovanja izvršilnega funkcioniranja dosežen napredek, ga je veliko manj opaziti v praksi.

Ne obstaja neki dokončni seznam tega, kaj vse obsegajo veščine izvršilne funkcije. Raziskovalci se na splošno strinjajo glede vsebine, vendar pa pri tem pogosto naletimo na prekrivanje in različna poimenovanja posameznih veščin. Dober delovni model predstavlja Vedenjski kontrolni seznam izvršilne funkcije (BRIEF; Gloria Isquith, Guy, Kenworthy, 2000), ki meri posamezna področja izvršilne funkcije, prikazana na spodnji razpredelnici.

Razpredelnica 1: Področja izvršilne funkcije (BRIEF)

Področje	Opis
Inhibicija	Sposobnost, ki posamezniku omogoča, da se upre impulzom in zavre neko obliko vedenja, kadar je to potrebno.
Fleksibilnost	Sposobnost, ki omogoča preusmeritev pozornosti, spopadanje s prehajanjem, sprejemanje sprememb in prožno razmišljanje ter spremembo fokusa.
Nadzor čustev	Sposobnost, ki posamezniku omogoča nadzor oziroma spreminjanje čustvenih odzivov.
Začenjanje	Sposobnost posameznika, da neko dejavnost ali nalogo začne, da ima lastne zamisli in pristope za reševanje problemov.

Področje	Opis
Delovno pomnjenje	Sposobnost, da posameznik v spominu ohrani informacije in jih aktivno uporablja ali prilagaja, da bi končal neko nalogo (npr. spremljanje zapletenih navodil ali dejavnost, ki zahteva več korakov, npr. mentalna aritmetika).
Načrtovanje/organizacija	Sposobnost, ki omogoča zastavljanje ciljev, predvidevanje bodočih posledic, vnaprejšnje določanje korakov, ki so potrebni za doseg cilja in urejanje informacij, odkrivanje ključnih pojmov ali idej ter uporabo kompleksnega (ali preprostega) motoričnega načrtovanja.
Organiziranje gradiv	Sposobnost posameznika, da ima pregled nad svojimi gradivi in lastnino, ki jih vzdržuje na organiziran način, tako da so pripravljena za uporabo, ko jih potrebuje.
Spremljanje	Sposobnost ocenjevanja lastnega napredka pri reševanju naloge (spremljanje natančnosti, ravnanja s časom, učinkovitost strategij itd.) ter kakovost izvajanja naloge in sposobnost spremljanja lastnega vedenja ter učinkov, ki jih ima na druge.

IZVRŠILNA DISFUNKCIJA: NEVROLOŠKI PROBLEM IN NE KARAKTERNA POMANJKLJIVOST

Čelni režanj, ki ga pogosto označujemo za »nadzorni center« možganov, velja za središče izvršilnega funkcioniranja. Tu se nahaja tudi sprednji gyrus cinguli, ki ga zaradi njegove vloge pogosto imenujemo »ops center« možganov, saj nam pomaga predvidevati tveganja in nam preprečuje delovati na poguben ali neustrezen način. To možgansko strukturo so povezovali z mnogimi sposobnostmi izvršilnih funkcij, med katere sodijo čustveni samonadzor, reševanje problemov, selektivna pozornost, prepoznavanje napak ali nasprotujočih si informacij ter prilagoditveno vedenje v spreminjajočih se okoliščinah (Allman, Hakeem, Erwin, Nimchinsky in Hof, 2001; Powell in Voeller, 2004). Čeprav gyrus cinguli ni edini del možganov, ki sodeluje pri veščinah izvršilnih funkcij, je njegova vloga bistvenega pomena, saj dokazuje, da se vzroki za izvršilno funkcijo nahajajo v možganih in ne v karakternih pomanjkljivostih.

Zato ni presenetljivo, da lahko motnja v nevronske krogotoku čelnega režnja vodi do težav na mnogih področjih izvršilnega funkcioniranja – prav tako kot so razlogi za mnoge druge motnje v nevroloških, nevropsiholoških

in/ali nevrokemičnih vzrokih, vključno z učnimi težavami, motnjami pomanjkanja pozornosti, obsesivno kompulzivno motnjo, motnjami avtističnega spektra in tako dalje (vse to pa so motnje s katerimi po navadi povežujemo težave, ki jih povzročajo primanjkljaj na področju izvršilnih funkcij).

Presenetljiv pa je neustrezen odziv na izvršilno disfunkcijo v razredu glede na specialne metode poučevanja ter preostale posege, ki so jih razvili, da bi učencem nudili pomoč pri teh drugih motnjah. Otroka, ki ima disleksijo, zaradi tega seveda ne bomo kaznovali. Harvardski psiholog dr. Ross Greene (2009) pa je v svoji knjigi *Izgubljen v šoli* opozoril, da se morajo otroci, ki imajo nezadostne organizacijske, vedenjske ali čustvene sposobnosti, pogosto soočiti z disciplinskimi ukrepi ali posledicami, čeprav mogoče sploh ne vedo, kaj so storili narobe oziroma kako bi morali ravnati pravilno.

V zadnjem času se je zelo spremenil pogled na avtizem, za katerega več ne obsojamo »hladnih mater«, ali pa odnos do učencev z učnimi težavami, od katerih ne zahtevamo več, naj se »bolj potrudijo«. Upam, da bo boljše razumevanje nevroloških vzrokov za izvršilno disfunkcijo v enaki meri privedlo do učinkovitih posredovanj v razredu, ki bodo takim učencem (in celo nevrološko tipičnim učencem) omogočila razviti njihov učni in osebnostni potencial.

KAKO VEMO, ALI IMA UČENEC PRIMANJKLJAJ NA PODROČJU VEŠČIN IZVRŠILNIH FUNKCIJ

Žal se večina učencev prvi šolski dan ne pojavi s svinčnikom v eni roki in s popolnim psihološkim poročilom v drugi. Tudi če bi se in bi imeli tako srečo, da bi jih testirali na področju izvršilnih funkcij, je potrebna določena previdnost. Mnoge meritve preverjajo zelo omejeno in ozko podvrsto veščin izvršilnih funkcij, tako da rezultatov ni mogoče posplošiti na celoten obseg veščin. Poleg tega moramo imeti pred očmi dejstvo, da tako testiranje lahko vključuje podrobna navodila (ki jih pogosto ponovijo), nenehne povratne informacije in obsežno zunanjo strukturo. Po navadi jih izvajajo v zasebni pisarni, torej v okolju, ki je relativno nestresno, in ob navzočnosti odrasle osebe, ki nudi podporo. To je za mnoge otroke in mladostnike, ki imajo težave zaradi izvršilne funkcije, najboljši možni scenarij, poleg tega pa je tak, pri katerem se bodo najverjetneje najbolje odrezali. Ti testi se ne slepijo, da merijo celotno paleto posameznikovih veščin izvršilne funkcije, ki jih vključuje normalno, vsakodnevno okolje. Pa tudi kadar rezultati razkrijejo specifične primanjkljaje izvršilnih funkcij, jih pogosto razumejo narobe in smatrajo za premajhne in preveč specifične, da bi lahko bili pomembni oziroma da bi jih lahko uporabili za posredovanje v razredu.

Širše, bolj »življenjske« meritve je mogoče opraviti s pomočjo vprašalnikov za ocenjevanje vedenja, ki jih izpolnijo starši ali skrbniki, učitelji ali celo sami učenci, če so dovolj stari. Vendar pa so take ocene po definiciji subjektivne.

Vsa ta odkritja so nam lahko v pomoč, vendar jih morajo podpreti učiteljeva lastna opažanja v razredu – in v

mnogih primerih bo to vse, na čemer bomo lahko gradili. Razpredelnica 2 prikazuje, v kakšni obliki se lahko pomanjkljivosti glede nekaterih vidikov izvršilnih funkcij pojavijo pri šoloobveznih otrocih. Mnoge od teh veščin so po svoji naravi vedenjske, spet druge pa so metakognitivne. Posameznik je lahko šibek pri nekaterih veščinah, vendar je kompetenten ali celo močan pri drugih. Primanjkljaji so lahko »samostojni« ali pa del mešanice drugih težav. Ne glede na način predstavitve pa so izzivi, s katerimi se srečujemo v razredu, enaki.

Razpredelnica 2: Oblike, ki se pojavljajo v razredu

PROBLEMI ...	LAHKO IZGLEDAJO ...
Inhibicija	<ul style="list-style-type: none"> • Impulzivnost – se pogosto začne pri neki dejavnosti pred poslušanjem navodil. • Težko ostane v vrsti pri gibanju okoli šole ali celo v razredu. • Motenje drugih ali klicanje v razredu. • Potrebuje več strukture in nadzora odraslih.
Fleksibilnost	<ul style="list-style-type: none"> • Ima težave pri menjavi nalog, krajev, pristopov k problemom. • S težavo prenaša spremembe (kot je nadomeščanje učiteljev ali sprememba načrtovane dejavnosti). • Razmišlja črno-belo in ni sposoben videti sivin, ne more odnehati (in ne, ne želi prenehati ... kar je pomembna razlika).
Nadzor čustev	<ul style="list-style-type: none"> • Izbruhi, nenadno/pogosto spreminjanje razpoloženja, je čustveno reaktiven in ima obdobja pretirane čustvene vznemirjenosti.
Začenjanje	<ul style="list-style-type: none"> • Treba mu je povedati, naj začne izvajati nalogo, čeprav jo je pripravljen opraviti. • Nalogo je pripravljen začeti izvajati, vendar ne ve, kje bi začel (ne ve, kaj je prvi korak, potrebuje nalogo, razdeljeno na korake). • Nove zamisli mu povzročajo težave (za projekt ali celo, kaj naj počne v času, namenjenemu igri). • Redko se sam od sebe loti opravil ali domačih nalog (ne ve kako).
Delovno pomnjenje	<ul style="list-style-type: none"> • Težko si zapomni stvari (telefonske številke, navodila). • Izgubi stik s tem, kar dela. • Pozabi, kaj je namen opravka. • Pogosto mu ne uspe vztrajati pri neki dejavnosti (slaba stalna pozornost).
Načrtovanje/ organizacija	<ul style="list-style-type: none"> • Napačno oceni, koliko časa potrebuje za izvršitev naloge ali napačno oceni težavnost naloge. • Z začetkom velikega projekta odlaša do zadnje minute. • Pomeša korake projekta oziroma vsakega opravila, ki zahteva več zaporednih korakov.

PROBLEMI ...	LAHKO IZGLEDAJO ...
Načrtovanje/organizacija	<ul style="list-style-type: none"> • Ne uspe mu razumeti, katere so glavne točke pisnih ali ustnih gradiv. • Pri domačih nalogah izgublja rdečo nit. • Zaplete se v podrobnostih in izgubi »veliko sliko«.
Organiziranje gradiv	<ul style="list-style-type: none"> • Težko ohranja šolska gradiva urejena. • Stvari, ki bi morale biti v šoli, pušča doma in obratno. • Omarica/miza/šolska torba so v popolnem neredu. • Pogosto izgublja stvari. • Ne uspe mu pripraviti gradiv za projekte/naloge.
Spremljanje	<ul style="list-style-type: none"> • Ko opravi nalogo, težko oceni lastno delo oziroma kaj je dobro in kaj ne. • Težko prepozna in spremlja učinke svojega vedenja na druge.

Primanjkljaji na področju izvršilne funkcije imajo dodatne učinke, ki segajo zunaj pojavov v razredu, ki so opisani v razpredelnici 2. Tako je na primer Elisabeth Kelley, docentka za razvojno psihologijo na Univerzi Queen's iz Kingstona, odkrila, da je bilo merjenje čustvenega nadzora s pomočjo BRIEF-a (inventarja za oceno vedenja izvršilne funkcije) pomemben kazalnik za nasilniško vedenje (bullying), ker je otrok s slabim čustvenim nadzorom tako zelo reaktiven (kot navaja MacReady, 2011). Učenec/-ka, ki ima slab inhibicijski in čustveni nadzor, ki ne dojema učinkov, ki ga ima njegovo/njeno vedenje na druge, ima zelo verjetno slabe socialne veščine. Pri učencu s primanjkljajem na področju delovnega pomnjenja, organizacije in sposobnosti načrtovanja in začenanja nalog bomo najverjetneje opazili pomanjkanje takih učnih podpornikov (enabler), kot so učne veščine, motivacija in/ali angažma – ki jih povezujemo z ucnim uspehom (DiPerna in Elliot, 2002).

NEUROPLASTIČNOST IN REMEDIACIJA (ODPRAVLJANJE) IZVRŠILNE DISFUNKCIJE

Otroke, ki trpijo za primanjkljajem na področju pozornosti, spomina, učenja itd., so po navadi zdravili s pomočjo šolskih prilagoditev, z zdravili, če je bilo to potrebno, in s strategijami ter terapijami, ki so bile zasnovane za njihovo ublažitev ali da bi otroka vsaj naučili, kako jih razumeti in obvladovati. Vse te strategije so učinkovite in bodo še naprej predstavljale bistveni del vsakega načrta posega.

Vendar lahko zdaj, zahvaljujoč najnovejšemu napredku na področju nevroznanosti, razširimo svoj seznam posredovanj z namenom nudenja pomoči celo na tradicionalno težki področji, kot sta regulacija čustev in pomanjkanje inhibicijske kontrole. Raziskovalci, kot je kanadski psihiater Norman Doidge, so širili pojem nevroplastičnost in omogočili novo razumevanje tega, kako delujejo možgani. Danes vemo, da lahko ustrezne vaje in dejavnosti izgradijo nove živčne povezave v možganih ter okrepijo področja, na

katerih smo zaznali pomanjkljivosti. Pravzaprav se lahko možgani naučijo zaobiti nevrone poti, ki ne delujejo, ter izgradijo nove – in to ne le v otroštvu, ampak tudi v adolescenci in celo pri odraslih osebah (Doidge, 2007).

Študije slikanja z magnetno resonanco so pokazale, da se nekatere nevrološke funkcije, kot so na primer obdelava čustev in sistemi kognitivnega ocenjevanja, razvijejo šele v času okoli pubertete. Britanska raziskovalca Blakemore in Choudhury (2006) sta sklepala, da ta odkritja kažejo na »obdobje sinaptične reorganizacije«, ko so mladostnikovi možgani še posebej odzivni na prizadevanja, da bi regulirali izvršilno funkcijo in socialno kognicijo.

Ta prizadevanja so bila predmet študije raziskovalcev Meltzerja, Pollice in Barzillaija (2007), ki so raziskovali metode za poučevanje procesov izvršilne funkcije, kot so učne veščine v razredu. Poleg cele vrste specifičnih strategij so predlagali naslednja načela učinkovitega poučevanja strategij:

- **»Strategije za poučevanje procesov izvršilne funkcije naj bodo neposredno povezane s kurikulumom«** – kar se je pokazalo kot bolj učinkovito v primerjavi z ločenim poučevanjem teh veščin, brez povezave z rednim delom učencev. To še vedno lahko dosežemo tudi, če je učenec vključen v zunanjski program za učenje veščin ter učitelj in inštruktor sodelujeta pri uporabi gradiv za predmete, ki jih trenutno poučujejo v razredu.
- **»Metakognitivne strategije naj se poučujejo eksplicitno«** – uporabljati moramo točne in konkretne pojme ter pogosto vključevati modeliranje in ponavljanje. Pomembno pa je tudi, da učence natančno seznanimo s tem, kako jim bo vsaka strategija pomagala (npr. »Ta strategija vam bo pomagala, da boste lahko v katerem koli besedilu odkrili ključne točke.«).
- **»Strategije naj se poučujejo strukturirano in sistematično«** – zopet moramo pogosto vključiti modeliranje, povratne informacije in možnosti za ponavljanje, da bodo učenci te veščine ponotranjili in posplošili. Pomembno je tudi razumeti, da individualne strategije niso »univerzalne«. Kar deluje pri enem učencu, ne deluje nujno tudi pri drugem. Učence je treba vzpodbujati, da odkrijejo, kaj je za njih najboljše, da lahko ustrezno prilagodimo strategije.
- **»Poučevanje strategij naj nagovarja učencevo motivacijo in prizadevanje«** – za učence je bistvenega pomena, da a) vedo, katere so njihove močne plati in šibka področja, in da b) uvidijo, da jim bodo te strategije pomagale izboljšati ocene. Če manjka katera koli od obeh komponent, strategij verjetno ne bodo uporabljali. Korak (a) je lahko težak, če imamo opraviti z učencem, ki je izkusil leta neuspehov in frustracij ter je zato čustveno ranljiv. Najbolje je, če pouk izvedemo v obliki osebne diskusije, ki jo izpeljemo s pomočjo podpore in brez

obsojanja ter v enaki meri poudarimo učenčeve močne plati in slabosti. Dobra metoda za izvajanje koraka (b) je, če naloge razdelimo na manjše obvladljive enote, tako da lahko učenci doživljajo uspehe in na njih gradijo.

Metzler in drugi poudarjajo tudi, kako pomembno je, da razvijemo »kulturo uporabe strategije« v razredu s pomočjo metod, kot je vzpodbujanje učencev, da si delajo osebne beležke o strategijah, ki jim najbolj pomagajo, učitelji pa naj učencev ne ocenjujejo le na podlagi končnih rezultatov testov in nalog, ampak tudi na podlagi strategij, ki so jih uporabili, da so jih dosegli.

Ta pristop k strateškemu učenju se v celoti ujema z delom Carol Dweck z Univerze Stanford (2008). Prepričana je, da učenci, ki se zavedajo, da je moč možganov dinamična (tj., da jo je mogoče vaditi in okrepiti), dosegajo boljše učne uspehe kot tisti, ki so prepričani, da so bile njihove intelektualne sposobnosti določene že ob rojstvu in da jih ni mogoče spreminjati. Pristopi, ki jih zagovarja, kot denimo seznanjanje učencev s tem, kako možganska vadba spodbuja rast nevronov (ter izboljša ocene), krepi tudi pomembni veščini, ki omogočata izvajanje izvršilnih funkcij, kot sta kognitivna prožnost in samospremljanje.

Nekatere specifične strategije, ki jih lahko usvojijo vsi učenci, ne le tisti, ki imajo izvršilno disfunkcijo, vključujejo organizatorje časa in dela, barvne in/ali na oddelke razdeljene beležnice, koledarje za beleženje rokov in spremljanje napredka, kontrolne sezname za analizo nalog ter pripomočke za spomin, kot so mnemotehnike. Poleg tega je pomembno tudi poznavanje učnih stilov, denimo, ali so učenci pretežno avditivni ali vizualni tipi, in poznavanje tehnik, ki so prilagojene tem stilom (zvočno snemanje učnih ur, podrobna pisna navodila za naloge itd.). Tu so še priložnosti za razvoj pomembnih delovnih navad, kot je razdelitev problemov in projektov na obvladljive »dele«, realistično ocenjevanje časovnih zahtev, ustvarjanje alternativnih rešitev ter izbira najboljših, razporejanje odmorov, reflektiranje in premislek o različnih možnostih, ki so na voljo, preden se impulzivno odzove na podlagi prve misli. Te vrste strategij imajo pomembne posledice celo za leta, ki sledijo šolskim. Vzpodbujajo veščine samozaupanja in samopoznavanja, ki lahko koristijo vsakemu učencu in bi jih morali uporabljati v vseh razredih, saj bi jih lahko začeli posploševati. Pojasnilo staršem, kaj bi bilo najbolje za njihovega otroka, jih lahko vzpodbudi, da bodo še bolj okrepili te pristope, ko doma pomagajo pri domačih nalogah ali drugih dejavnostih, kar povečuje verjetnost, da bodo strategije ponotranjene in posplošene v različnih okoljih.

Obravnavajo učencev s težavami na področju izvršilnih funkcij, ki se kažejo kot čustveni, vedenjski in socialni izzivi, je prav tako lahko podvržena odpravljanju težav, ki

temelji na razumevanju primanjkljajev, ki so povzročili tako obnašanje.

Tako je na primer Green (1998) opravil veliko kliničnega dela z »eksplozivnimi otroki«. Green pojasnjuje, da predstavljajo njihovi »izbruhi« bolj izraze pomanjkanja prožnosti kot nasprotovanja ali slabega vedenja. S to knjigo nam je ponudil čisto nov način razmišljanja – namreč, da kaznovanje takega vedenja ali celo nagrajevanje prenehanja izbruhov nič ne prispeva k odpravljanju problema. Prepričan je, da bi se ti otroci vedli lepo, če bi se *lahko*. Problem je v tem, da nimajo veščin, ki bi jim omogočale, da bi se prilagoditveno odzvali na zahteve, ki jim jih zastavljajo.

Green je razvil proces, imenovan sodelovalno reševanje problemov (»CPS« – Collaborative Problem Solving). Opazil je, da otrokom s čustvenimi ali vedenjskimi težavami skoraj vedno primanjkujejo številne temeljne veščine izvršilnih funkcij – kot so sposobnost ravnanja s spremembami, obvladovanje čustev, razumevanje, učinkov njihovega vedenja na druge itd. Imenuje jih »veščine zaostajanja« (lagging skills). Njegov model sodelovalnega reševanja problemov temelji na prepoznavanju »nerešenih problemov« oziroma predhodnih dogodkov, ki sprožijo otrokovo težavno vedenje (kot sta prihod nadomestnega učitelja ali odločitev, kam se usesti v jedilnici), nato pa zahteva, da v sodelovanju z otrokom rešimo probleme drugega za drugim, tako da prepoznamo in ustrezno popravimo podperne veščine zaostajanja. Green priznava, da je to počasen, ponavljajoč se proces, vendar se lahko otrok le s pomočjo ponavljanja nauči začeti prepoznavati svoje vrline in slabosti ter začne izgrajevati samozaupanje in motivacijo ter razvije bolj primerne prilagoditvene odzive na težavne situacije.

Pristopi k odpravi pomanjkljivosti izvršilnih funkcij, ki so jih izdelali Metzler in kolegi ter Green, poudarjajo, da je pomembno razviti samozavedanje, povečati motivacijo ter uporabiti ponavljanje, da vzpodbudimo ponotranjenje in posplošitev (ali v nevroloških terminih vzpostavljanje in krepitev novih nevronskih poti).

Za ilustracijo si oglejmo naslednje hipotetične primere, ki prikazujejo, kako lahko te tehnike uporabimo v razredu.

Primer 1 (Eric) – Veščine izvršilnega nadzora: začenjanje, organizacija in načrtovanje¹

Scenarij

Enajstletni Eric mora napisati dve strani dolg spis o državi po lastnem izboru. Toda medtem ko se večina njegovih sošolcev iz petega razreda poglobi v nalogo z obilico samozaupanja, Eric sploh ne ve, kje bi začel. Niti sanja se mu ne, kje bi začel svoje raziskave in kako, kaj šele, katero državo naj izbere. Zato slučajno pozabi svojo beležnico v šoli in dejansko svoj čas porabi za igranje računalniških igrice, čeprav se pretvarja, da vsak večer v svoji sobi dela. Mesec pozneje so Ericovi starši zgroženi, ko jih njegov učitelj po

¹ Ta scenarij je povzet in prilagojen po avtorjevi četrtletni kolumni v *Exceptional Family Magazine* iz članka z naslovom »Uglaševanje izvršilne funkcije in čustveni nadzor«, ki je bil prvič objavljen 2008.

telefonu obvesti, da je Eric za svoj projekt dobil ničlo – za nalogo, za katero sploh niso vedeli, da jo ima.

Težave

Čeprav je Ericov učitelj razredu pojasnil, kakšna so njegova pričakovanja glede projekta, ter predstavil, kako se raziskuje, je bil Eric med uro zbežan ali pa ga je bilo sram priznati, da ni razumel navodil. Eric naloge ni sposoben sam razdeliti na posamezne korake. Njegove veščine, ki omogočajo načrtovanje, razporejanje časa in organizacijo, so zelo pomanjkljive, poleg tega ne ve, kako naj se loti naloge. Misli, da je neumen, in vse bolj ga preveva tesnoba, kolikor bolj se približuje rok za oddajo. Zato stori edino stvar, ki bo po njegovem mnenju odstranila problem – ignorira ga.

Strategije odprave pomanjkljivosti

Ericovi starši in učitelji morajo sodelovati, da bi mu zagotovili dodatno podporo, ki jo potrebuje pri nalogah tako v šoli kot tudi doma. Dokler Eric ne bo pridobil samozaupanja in sposobnosti, da bo lahko prevzel odgovornost za svoje delo, naj učitelji na primer preverjajo, ali so naloge pravilno vpisane v njegovo beležnico, ki naj jo nato vsak večer preverijo še njegovi starši. Ericovi učitelji pa mu lahko posebej namenijo tudi nekaj minut zasebnega pogovora (pred poukom ali po njem), da bi se prepričali, ali razume, kaj se od njega pričakuje, ter zanj kot tudi za njegove starše pripravijo pisna navodila, s katerimi si bodo lahko pomagali.

Najbolj koristna strategija za domače okolje je, da Erica naučimo, kako se projekt razdeli na manjše, obvladljive dele. Ko bo Eric skupaj s starši izdeloval časovnico ali barvni »koledar nalog« (Spitzman in Garber, 1994), v katerem je z rokom opredeljen vsak korak in se načrtuje nazaj od končnega roka za oddajo projekta, bo dobil vizualni opomnik za svoje dolžnosti, ki si ga bo lahko vedno znova ogledal, s tem pa tudi konkretiziral svoj napredek.

Ericu bi koristilo tudi poučevanje o veščinah učenja, ki bi bilo v idealnem primeru vključeno v razredni kurikulum (od česar bi imeli koristi tudi njegovi sošolci). Tako bi se naučil tehnik, kot so veščine upravljanja s časom, vihanje možganov, kako se izbere tema za nalogo, kako se prenese misli na papir in kako se sestavi seznam vprašanj, na katera je treba odgovoriti.

Predvsem pa potrebuje Eric podporo, vzpodbudo in podkrepljevanje. Kljub temu da lahko njegovo vedenje pri starših in učiteljih vzbuja frustracije, ti ne smejo pozabiti, da Eric ni namenoma len ali težaven. Tudi sam je frustriran in zaskrbljen, kar je vsaj delno rezultat njegove izvršilne disfunkcije, zato je njegovo laganje le način, kako kompenzira občutke neustreznosti in stiske.

Primer 2 (Gaby) – Veščine izvršilnega nadzora: nadzorovanje čustev, inhibicija, spremljanje Scenarij

Pri štirinajstletni Gaby so odkrili mešano vrsto motnje pomanjkanja pozornosti s hiperaktivnostjo (ADHD).

Zdravila ji pomagajo ohranjati pozornost, vendar se še vedno bori z impulzivnostjo ter pogosto vznemirja sošolce z neprestanimi vprašanji in prekinjanjem. Po letih negativnih komentarjev, zavijanja z očmi in očitkov, da je prelena, da bi se samostojno odločala, ter da le išče pozornost, je Gaby razvila razdražljiv temperament in je nedavno sodelovala v pretepu z drugimi dekleti na šolskem dvorišču.

Težave

Gabyjina učiteljica dobro razume njene probleme, med katere sodijo težave pri predvidevanju verjetnih posledic njenih dejanj, nesposobnost razmisleka o alternativnih možnih vedenjih, negativne misli o tem, da je nihče ne mara in da jo »vedno krivijo za nič«, poleg tega dobro ve, kako Gabyjno vedenje moti in vznemirja druge. Toda če bi še tako rada pomagala Gaby, ne ve, pri čem naj ji začne nuditi pomoč in kako.

Strategije odprave pomanjkljivosti

Gaby in njena učiteljica bi veliko pridobili s pomočjo Greenove metode sodelovalnega reševanja problemov. Učiteljica je že zelo dobro začela s svojim seznamom »veščin zaostajanja«. Lahko bi se pogovorila z Gaby in njenimi starši in ugotovila, ali bi lahko prišla v šolo prej oziroma ostala nekoliko dlje, da bi imeli čas za osebni pogovor ter poskušali delati na omenjenih problemih. Prvi cilj teh sestankov bi bil pridobiti Gabyjno zaupanje, tako da bi jo opogumili, da bi začela govoriti o svojih občutkih in problemih, ter da ji pokažemo, da je učiteljičin motiv iskren in empatičen. Najprej bi lahko skupaj izdelali seznam »nerešenih problemov«, o katerih Gaby meni, da jih želi rešiti, nato pa bi izbrali enega in začeli delati na njem.

Tako si lahko na primer izbereta njeno pogosto verbalno motenje med učnimi urami. Ko se bosta o tem podrobneje pogovorili, bo Gaby najverjetneje odkrila, da se prestraši zato, ker se boji, da ne bo sposobna razumeti preostanka učne ure, če ne bo zastavila vprašanja takoj, ko ji pride na misel. Mogoče pa celo misli, da mora dati komentar »iz glave«, preden se lahko osredotoči. Ne glede na vzrok bo že sam pogovor o tem Gaby pomagal k večjemu samozavedanju. Vzpodbuditi jo je treba tudi, da bo premislila o možnih posledicah takega vedenja (vznemirjanje sošolcev, ki je razumljeno kot iskanje pozornost itd.) – torej o nečem, o čemer ni nikoli razmišljala. Morda bo potrebovala nekoliko vodstva in sugestivnih vprašanj, vendar pa je razmišljanje o tem z vidika vzrok-učinek še ena dobra vaja za večino izvršilne funkcije. To pripravi teren za naslednji korak – izdelavo konkretnih alternativ ter skupno delo na strategijah reševanja problemov. Skupaj z učiteljico lahko preštejeta vse motnje v enem dnevu, nato pa poskusita z igro ali Gaby lahko vsak dan v tednu njihovo število zmanjša za eno. To bo tudi vaja za druge veščine izvršilnih funkcij – spremljanje lastnega vedenja in vadbo inhibicije.

Če strategija ne bo delovala, tega ne smemo imeti za neuspeh, ampak za priložnost, da si zamislimo novo, pri čemer moramo imeti pred očmi dejstvo, da je imel celo

sam proces odkrivanja možnih rešitev koristne učinke. Vsak uspeh povečuje Gabyjno motivacijo za delo na naslednjem problemu.

SKLEP

Posodobitve razrednega kurikula gredo pogosto z roko v roki z večjimi zahtevami do učencev in od njih terjajo sposobnosti razmišljanja višjega reda pri vse zgojenejši starosti. Ko tem zahtevam ne morejo ustreči zaradi izvršilne disfunkcije ali zaradi pomanjkanja izkušenj pri razvijanju veščin izvršilne funkcije, temu kot naravne posledice sledijo frustracija, neuspeh, opuščanje šolanja (dobesedno ali figurativno) in neprilagojeno vedenje, npr. izbruhi in odklopi. Pedagoške strategije bi se morale torej ukvarjati ne le s tem, *kaj* naj bi se učilo v razredu, ampak tudi s tem, *kako* naj bi se učilo v razredu – kognitivno, čustveno in vedenjsko. Zadnje zahteva dobro izvršilno funkcioniranje, dobra novica pri tem pa je, da lahko zdaj

na podlagi zadnjih in najnovejših izboljšav našega razumevanja tega, kako se možgani kontinuirano prilagajajo na novo učenje tudi v času adolescence in obdobja odraslosti, razvijemo razredne strategije za razvijanje teh zelo pomembnih veščin pri vseh učencih.

O AVTORICI

Harriet Greenstone je psihologinja in direktorica Centra MDC multidisciplinarnega varstvenega centra iz Montreala. Je gostujoča profesorica na univerzi McGill in predavateljica na Vanier Collegeu (nadaljnje izobraževanje in usposabljanje), poleg tega je članica mnogih zdravstvenih in izobraževalnih komisij, ki so namenjene otrokom s posebnimi potrebami. Še prav posebej se zanima za to, kako je mogoče najnovejša dognanja, pridobljena pri preučevanju plastičnosti možganov, uporabiti za izboljšanje življenjskih veščin omenjene populacije.

LITERATURA

- Allman, J. M., Hakeem, A., Erwin, J. M., Nimchinsky, E., Hof, P. (2001). The anterior cingulate cortex: The evolution of an interface between emotion and cognition. *Annals of the New York Academy of Science*, 935, 107–117.
- Blakemore, S.-J., Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3–4), 296–312.
- DiPerna, J. C., Elliott, S. N. (2002). Promoting academic enablers to improve student achievement: An introduction to the mini-series. *School Psychology Review*, 31, 293–297.
- Doidge, N. (2007). *The brain that changes itself: stories of personal triumph from the frontiers of brain science*. New York: Viking Adult.
- Dweck, C. (2008). *Mindset: The new psychology of success*. New York: Random House.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., Kenworthy, L. (2000). *Behavior Rating Inventory of Executive Function: Professional Manual*. Lutz, FL: Psychological Assessment.
- Green, R. W. (1998). *The explosive child: A new approach for understanding and parenting easily frustrated, »chronically inflexible« children*. New York: Harper Collins.
- Green, R. W. (2009). *Lost at school: Why our kids with behavioral challenges are failing through the cracks and how we can help them*. New York: Scribner.
- MacReady, N. (2011). Predictors of bullying of autistic children identified. *Medscape Medical News*. Retrieved from <http://www.medscape.com/viewarticle/743027>
- Meltzer, L., Pollica, L. S., Barzillai, M. (2007). Executive function in the classroom: Embedding strategy instruction into daily teaching practices. V: L. Meltzer (ur.), *Executive function in education: From theory to practice* (165–193). New York: Guilford Press.
- Powell, K. B., Voeller, K. K. S. (2004). Prefrontal executive function syndromes in children. *Journal of Child Neurology*, 19(10), 785–797.
- Spitzman, R. F., Garber, M. D. (1994). *Helping kids get organized*. Columbus, OH: Good Apple.

POVZETEK

Veščine izvršilne funkcije so bistvenega pomena tako za uspeh v šoli kot tudi za osebni uspeh, vendar so jim v akademskih krogih tradicionalno posvečali premalo pozornosti. Najnovejši napredek na področju nevroznanosti, še posebno tisti, ki se ukvarja z nevroplastičnostjo, je omogočil novo razumevanje vzrokov za nastanek izvršilne disfunkcije, tako da lahko zdaj te informacije uporabimo za odpravo teh primanjkljajev v razredu ali celo pri učencih s tipičnim razvojem izvršilne funkcije, tako da te veščine poučujemo kot del kurikula.

ABSTRACT

Executive function skills are critical for both school and personal success, but have been traditionally under-addressed in academic settings. Recent advances in the field of Neuroscience, and specifically those dealing with neuroplasticity, have provided new understanding of the causes of executive disfunction and how we can use this information to remediate these weaknesses in the classroom, even for those with typical executive function development, by teaching these skills as part of the curriculum.

Prevod prispevka: Greenstone, H. (2011). Executive Function in the Classroom: Neurological Implications for Classroom Intervention. V: LEARNing Landscapes, letnik 5, št. 1, jesen 2011, str. 101–114.

Prevedeno in objavljeno z dovoljenjem strokovnega združenja LEARNing Landscapes, www.learninglandscapes.ca, ki dvakrat letno izdaja e-revijo LEARNing Landscapes.

Prevedel mag. Gregor Adlešič.

Dr. Sheryl Feinstein, Augustana College, Sioux Falls, Severna Dakota, Združene države Amerike

NAJSTNIŠKI MOŽGANI IN TEHNOLOGIJA

UVODNA PREDSTAVITEV

Vloga tehnologije v našem izobraževalnem sistemu se povečuje in postaja vse pomembnejša, saj je vpeta v vsako predmetno področje na vsaki razredni stopnji. Internet, pametne šolske table, računalniške igre in mobilni telefoni krepijo temeljne veščine, spodbujajo mišljenje višjega reda in krepijo motivacijo učencev. V bistvu je njihova uporaba tako razširjena, da poročila razkrivajo, da devetdeset odstotkov učencev od šestega do dvanajstega razreda redno uporablja računalnik (Gnevalogic Report, 2007). To je spremenilo način, na katerega učitelji poučujejo, in način, na katerega se učenci učijo. Učinki so empirično dokazljivi in to, da povprečna inteligenca vsake posamezne generacije narašča, ne dokazujejo samo merjenja z IQ-testi, temveč tudi vedenje otrok. Raziskovalci domnevajo, da so razlog za to napredovanje nove tehnologije, ki so vpete v naše življenje (Sternberg, 1977).

Namen tega pregleda je preučiti tehnologijo v razredu in razmisliti, kako se povezuje s procesi, ki potekajo v najstniških možganih. Pregled je zasnovan na treh vprašanjih: prvem, kaj se dogaja v mladostnikovih možganih, drugem, kako tehnologija vpliva na spremembe, ki se zgodijo v najstniških možganih, in tretjem, katere strategije poučevanja, ki temeljijo na tehnologiji, so združljive s najstniškimi možgani. Vključene pa so tudi praktične zamisli za učitelje.

Kot profesorica in raziskovalka razvoja mladostnikov sem objavila več knjig o najstniških možganih, izvajala sem raziskave na javnih srednjih šolah, v prevzgojnih domovih za mladostnike in s pomočjo Fulbrightove štipendije na srednjih šolah v državah v razvoju. Moje neprestano zanimanje za najstniške možgane in številne nove tehnologije, ki se uporabljajo v razredu, predstavljajo gonilno silo tega pregleda.

Preden začnemo s temo, naj poudarim, da enotno razumevanje tehnoloških izrazov izboljšuje komunikacijo in preprečuje zmedo. E-učenje zajema vse oblike elektronskega učenja in poučevanja, med katere sodijo računalniške vaje, simulacije, virtualni laboratoriji in internet (Tavangarian, Leypold, Nolting in Röser, 2004). Računalniško podprt pouk je bolj specifičen in pomeni pouk, pri katerem računalniki predstavljajo osnovno učno metodo (Encyclopedia Britannica, 2011). In še socialno mreženje, ki ga povezujejo s komunikacijo in odnosi ter ga spodbujajo s pomočjo strategij, kot so spletne strani, diskusijski forumi in klepetalnice.

Učitelji se nahajajo pred dodatnim izzivom, saj morajo biti strokovnjaki ne le na svojem področju, ampak tudi na področju tehnologije (Anderson, 2004). Široka uporaba

e-učnih orodij zahteva od izobraževalcev, da se za trenutek zaustavijo in preučijo njihovo uporabo v odnosu do razvoja najstniških možganov.

NAJSTNIŠKI MOŽGANI

Mladostniki doživljajo obsežne možganske transformacije v procesu približevanja kognitivni, čustveni in socialni odraslosti. Rezultat tega je, da so še posebej občutljivi na zunanje sile, ki se nahajajo v okoljih, kot so šola, dom in razvedrilo. Vsaka nova izkušnja je interaktivna in oblikuje možgane, ki jo bodo ponesli v odraslost. Od mnogih zunanjih virov, ki so v stiku z najstniškimi možgani, je najmočnejša in prevladujoča tehnologija (Galimberti, Bednare, Donato in Caroni, 2006).

Pomemben proces, ki se dogaja v najstniških možganih, vključuje dendritično razvejenje in sinaptične povezave. Dendriti so lasem podobne strukture, ki izraščajo iz nevronov, ko se učimo novih informacij. En nevron ima med 1000 in 10.000 dendritov, ki od drugih nevronov sprejemajo informacije. Vsak nevron ima le en nevrin, ki nato med nevrone pošilja informacije. Skupaj dendriti enega nevrona in nevrin drugega med seboj komunicirajo in ustvarjajo sinaptične povezave. Sinapse so električne povezave med nevrini, ki pomagajo pri prenosu informacij. Proizvodnja dendritov in sinaptičnih povezav predstavlja pridobivanje znanja (Giedd in drugi, 2009; Paus, Keshavan in Giedd, 2008). Zanimivo je, da pride do prevelike proizvodnje dendritov in sinaptičnih povezav v najstniških letih, kar srednješolcem nudi edinstveno priložnost za učenje (Giedd in drugi, 2009; Paus, in drugi, 2008).

Raziskave kažejo, da obstaja povezava med učenjem in količino nevrinskih povezav. Posledica za izobraževanje je ta, da učenci, ki se veliko učijo na nekem predmetnem področju, proizvajajo več nevrinskih povezav. Zanimarjanje nekega področja pa prav nasprotno zavira nevrinske povezave. Tako imajo na primer učenci, ki so se posvetili igranju klavirja, več nevrinskih povezav v tem modulu možganov od tistih, ki se z glasbo ne ukvarjajo (Le Be in Markram, 2006; Paus in drugi, 2008). Ta učinek predstavlja močan argument, da je čas, posvečen nalogi, primerljiv z dosežkom (Cotton in Wiklund, 1990). Vendar je treba razmisliti tudi o nekem pomembnem opozorilu: kakovost časa, posvečenega nalogi, in ne le čas, posvečen nalogi, je tisto, kar je pomembno za to, kako se možgani razvijajo (Evans in Bechtel, 1997).

Temu obdobju čezmerne proizvodnje dendritov in sinaptičnih povezav v najstniških možganih sledi obrezovanje: proces, ki deluje po načelu 'uporabi ali izgubi'.

Obrezovanje odpravlja nepotrebne in neuporabljene dendrite in sinaptične povezave. Informacije, ki se vedno znova ne uporabljajo, so odstranjene. Zaradi obrezovanja možgani pozabijo ime znanca ali nepomemben datum. Vendar pa so pogosto uporabljene informacije, kot sta na primer ime dobrega prijatelja in datum rojstva, ocenjene kot pomembne ter zato shranjene. Namen obrezovanja je odstranitev in odmrtnje nepomembnih podatkov, kar prispeva k funkcionalnosti znanja. Najstniški možgani doživljajo ekstenzivno obrezovanje, s čimer prečiščujejo in ostrijo svoje sposobnosti (Paus in drugi, 2008).

Ne nazadnje imamo opraviti s pomembnim povečanjem proizvodnje mielina, izolacijske zaščite, ki prekriva nevrone, ki povečajo hitrost in učinkovitost najstniških možganov. Ta proces se odvija razvojno v prednjem režnju v zaključnih fazah. Zato se začnejo abstraktne misli, ki so povezane s čelnim režnjem, razvijati šele v zgodnjih najstniških letih (Drury in Giedd, 2009). Ko se mielinizacija širi po mladostnikovih možganih, povzroči povečanje delovnega spomina in sproži zadovoljstvo ter sposobnost učenja. Najstniku se tako razvijajo možgani odraslega (Giedd, 2010).

Plastičnost je izjemna lastnost možganov. To je sposobnost možganov, ki jim omogoča, da se lahko spreminjajo skozi celotno življenjsko obdobje, pa naj gre za dojenčka, najstnika ali odraslega. Plastičnost možganom omogoča, da ustvarijo nove povezave in zavržejo nepomembne. Pri tem podvigu okolje skupaj z genetiko in vedenjem posameznika možganom omogoča, da dopolnijo živčne poti z novimi informacijami in izkušnjami. Plastičnost je dobro služila človeškemu rodu, ko je prehajal iz poljedelstva v industrijsko revolucijo ter v informacijsko dobo. V vsaki dobi so se možgani učili in prilagodili novim veščinam, saj so se prilagajali na neprestano spreminjajoče se zahteve okolja (Costandi, 2010). Sposobnost možganov, da se vedno znova osmislijo in oblikujejo, je še posebej pomembna v najstniških letih. Kot sem že omenila, mladostnikovi možgani doživljajo neprimerljive spremembe, kar ima za posledico možgane, ki so izjemno dovzetni za okolje (Giedd in drugi, 2009).

Naslednje pomembno odkritje glede najstniških možganov se nanaša na čustveni del možganov, na amigdalo. Najstniški možgani, ki se še vedno oblikujejo, se glede procesiranja čustev opirajo na amigdalo. To pa je ravno nasprotno od odraslih možganov, ki so razvili ter se naučili opirati na čelne režnje, kar je povezano z mišljenjem višjega reda. Zato so odrasli sposobni sprejemati refleksivne odločitve, logično analizirati informacije in krotiti iracionalno amigdalo. Mladostniški možgani pa po drugi strani šele začinjajo prehod, ki vodi od opiranja na amigdalo na opiranje na prednje režnje.

To pojasnjuje njihove čustvene odzive, nerazumevanje in spopadanje z abstraktnim mišljenjem. Učitelji lahko opazimo dramatično razliko glede čustvenega nadzora med 14- in 18-letnim učencem, ki je posledica njunega napredka v dozorevanju možganov (Killgore in Yurgelun-Todd, 2007).

Dokaz, ki izhaja iz nevroznanosti, je nesporen: najstniški možgani so možgani v tranziciji. Jasno je, da so te spremembe v veliki meri odvisne od izkušenj, pri katerih je medij tehnologije integralni sestavni del. Toda medtem ko o tehnologiji in možganih vemo vedno več, je pomembno, da učitelji ne pozabijo, da je tehnologija poučevanja odvisna od dobre didaktike in vsebinskega znanja, ki predstavljata temelja učnih dosežkov (Anderson, 2004).

RAČUNALNIŠKO PODPRTI POUK

Internet

Mlajša generacija neustrašno deska po internetu, brska po družbenih omrežjih, presnemava priročnike in prelistava PDF-je v prizadevanju za svojo izobrazbo. Prav internet še posebno povečuje količino informacij, ki so na voljo v razredu. To učencem omogoča takojšen dostop do raziskav, hitrih dejstev in strokovnjakov z vsega sveta. Učencem ni več treba hoditi v knjižnico in listati papirnatih dokumentov, namesto tega internet omogoča trenutni dostop do obilice virov, ki je brez primere (Green in O'Brien, 2002). Ta neverjetna dostopnost je enaka uporabnosti ali z drugimi besedami, učenje je olajšano s pomočjo čiste razpoložljivosti. To potencialno odpira vrata dendritičnemu obrezovanju in sinaptičnim povezavam. Z vsakim naučenim delčkom informacij človeški možgani rastejo in se na novo mrežijo (Hastings, Tanapat, in Gould, 2000).

Nevroznanstveniki potrjujejo pozitiven vpliv interneta na možgane. Posamezniki, ki redno uporabljajo internet, imajo v prednjih režnjih dvakrat večjo aktivnost kot tisti, ki redko uporabljajo splet. To pomeni, da prednji režnji, ki so povezani z uporabo, analizo, sintezo in vrednotenjem, izvajajo miselne veščine višjega reda (Takahashi in drugi, 2007). Poleg tega brskanje po internetu vključuje več možganskih področij, kar je znak, da je bilo opravljeno kompleksno delo. V bistvu iskanje in učenje na internetu zahteva od možganov bolj kompleksno delo, kot je branje knjige, ki je v preteklosti predstavljala zlati standard. Uporaba interneta povečuje tudi sposobnost možganov za shranjevanje in obnavljanje spominov, prilagajanje in spreminjanje novih informacij ter izboljšavo motoričnih spretnosti – vse to pa so spretnosti, ki so v resničnem svetu cenjene (Small, 2008).

Niso pa vse novice v zvezi z internetom dobre: nevroznanstveniki imajo pomisleke glede refleksnih zahtev tehnologije. Internet in računalniške igre so načrtovani za nenehno spremembo, ki jo tudi zahtevajo. Rezultat tega sta prehitro sprejemanje odločitev in večopravilnost. Domnevajo, da imajo današnji učenci izpiljene te veščine do točke, ki spodbuja omejeno raven pozornosti. To je pomembna ugotovitev glede učnega procesa. Če je sposobnost ohranjanja pozornosti okrnjena, je ogroženo tudi učenje (Cantor, 2009).

Vaje

E-učenje v učilnici ni omejeno na internet: v resnici so dobro izdelane računalniške vaje izobraževalna praksa

v njeni najboljši luči. Pri kakovostnem načrtovanju pouka je za vajo poskrbljeno, povratne informacije so takojšnje, določanje tempa pa je lastno. Te sestavine poučevanja so združljive z najstniškimi možgani in akademsko podpirajo njihove razvojne potrebe, vendar je pomembno omeniti, da so računalniške vaje pogosto namenjene razvijanju temeljnih veščin (Pitler, Hubbell, Kuhn in Malenoski, 2007).

Vadba je že dolgo prepoznana kot poučevalna strategija, ki izboljšuje učenje (Marzano, Pickering in Pollack, 2004). Zanimivo je, da dolgoročne študije in metaanalize dokazujejo, da so računalniške vaje še posebej učinkovite pri zagotavljanju vadbe, ki izboljšuje dosežke učencev na standardiziranih testih (Sivin-Kachala in Bialo, 2000). To se sklada s tem, kar vemo o človeških možganih. Če se dejanja ponavljajo s pomočjo vaj, se sinaptične povezave ohranijo in utrdijo tudi v možganih in omogočajo učenje do obvladanja (Salimpoor, Chang in Vinod, 2010). Tako si lahko na primer matematične podatke, ki smo jih vadili do avtomatizma, z lahkoto prikličemo, kar možganom omogoča, da energijo porabijo za matematične veščine višjega reda.

Računalniške vaje učencem omogočajo tudi, da napredujejo lastnem tempu in v obsegu, ki jim ustreza, pri čemer pri delu prejema takojšnje povratne informacije, kar ustvarja učencem prijazno okolje (Inan, Lowther, Ross in Stahl, 2010). Povratne informacije so ključnega pomena za možgane. Ko učenci izvedo, da je odgovor napačen, začneta povezani dendrit in sinaptična povezava odmirati, medtem ko so se povratne informacije o pravih informacijah okrepijo. Poleg tega učenci ob pozitivni povratni informaciji oziroma potrditvi, da je bilo učenje uspešno, preidejo na obravnavo težje snovi iz vadnice. To ustvarja idealen učni načrt, ki za učence predstavlja izziv in jih ne frustrira (Luo in O'Leary, 2005; Marzano in drugi, 2004).

Igre

Zelo interaktivne in ciljno usmerjene računalniške igre so v učilnicah priljubljeno učno orodje (Rieber, 2005). V študiji, ki sta jo izvedla Clark in Ernst (2010), se več kot 90 % učiteljev in učencev zavzema za uporabo računalniških iger pri poučevanju. Razlog za tako navdušen odziv se nahaja v dopaminu. Med igranjem iger se nevrottransmitter dopamin sprošča v znatnih količinah in vzbuja občutke zadovoljstva in veselja. To zviša motivacijo učencev in ima ključno vlogo v učnem procesu (Koepp in drugi, 1998).

Vendar so ocene, ko gre za učne dosežke, mešane. Ena od najbolj znanih študij poudarja skrb, ki jo vzbuja primerjava med igrami Nintendo ter osnovno matematiko svinčnika in papirja. V nasprotju s pričakovanji osnovna matematika spodbuja več možganskih področij kot igranje iger. Posledica, ki je pomembna za poučevanje, je ta, da je igranje iger za možgane zaskrbljujoče preprosto in nezahtevno (Kawashima, 2001). Druge raziskave so potrdile ugotovitev, da se učni dosežki z igranjem iger ne povečujejo, čeprav sta se zadovoljstvo in motivacija povečala (Kinzie in Joseph, 2008). Vendar ti rezultati niso dokončni. S pomočjo raziskav, opravljenih na srednješolskih naravoslovne usmeritve, so

prišli do nasprotnih ugotovitev. Dosežki učencev naravoslovja so se v nasprotju s klasičnimi dejavnostmi, ki so bile izvajane s pomočjo svinčnika in papirja, povečali, ko so začeli igrati izobraževalne igre (Papastergiou, 2009).

Te ugotovitve so posebnega pomena za srednješolske učitelje, saj mnogi najstniki vsak dan posvetijo veliko ur igranju iger in s tem odpirajo vprašanje, koliko ur igranja je preveč. Predhodna raziskava, ki so jo opravili nevroznanstveniki, je odkrila, da lahko pride do odvisnosti, ki je podobna odvisnosti od drog in alkohola. Kompulzivni igralci so veliko bolj razvneti zaradi igre kot občasni igralci. Igra postane ključ za dejavnost, ki povzroča zasvojenost, kar ima za posledico, da se sprostijo prevelike količine dopamina in tako se razvije hrepenenje po igri (Duven, Müller in Wölfling, 2011). Nevroznanstveniki menijo, da so mladostnikovi možgani še posebej dovzetni za zasvojenost, ker se v njihovih možganih dogajajo velike spremembe (Giedd, 2004). Izobraževalna posledica za učitelje pa je ta, da morajo vedeti, kaj je primerna in kaj neprimerna količina igranja izobraževalnih iger med poukom.

Naslednje vprašanje glede računalniških iger so hitri odzivi, ki so potrebni za uspeh. Hitro sprejemanje odločitev spodbuja impulzivnost, se pravi obnašanje, ki obstaja med igro ter veliko časa po njej. Razlog za impulzivnosti je, ta da neprestano igranje preveč aktivira amigdalo, se pravi čustveni del možganov, ter uspava prednje režnje in tako ustvarja nezdravo možgansko ravnotežje. Zato postane najstnik manj sposoben sprejemati refleksivne, dobro premišljene odločitve. Namesto tega postanejo izbrano vedenje hipne odločitve, kratko ohranjanje pozornosti in močna čustva (Mathews in drugi, 2006).

Ker nasilne videoigre v šolah niso dovoljene, jih igrajo doma, kar posredno vpliva na šolsko delo. Z igranjem iger se poveča raven testosterona, ki vzburi amigdalo in poveča verjetnost silovitih izbruhov. S pomočjo raziskav so ugotovili, da tovrstno igranje iger zmanjša občutljivost igralcev in krepi agresivno vedenje, ki traja še mnogo časa po prekinitvi igranja (Oxford, Ponzi in Geary, 2010). Nasilne videoigre vzbujajo resne skrbi, zato zaslužijo resen nadzor odraslih.

Grafični organizatorji

Naraščajoči potencial e-učenja je nova »normala« v razredu. Vse večja sposobnost računalnikov, ki omogoča vključevanje kompleksnih nalog, reševanje problemov in sprejemanje odločitev, aktivira prednje režnje in omogoča analizo, sintezo in vrednotenje, skratka miselne dejavnosti višjega reda (Klopfer, Osterwell, Groff in Haas, 2009). Računalniško podprte strategije v obliki simulacij, e-laboratorijev in grafičnih organizatorjev, ki izzivajo in spodbujajo raziskovanje in zagotavljajo različnost, so sposobne zadovoljiti te učne zahteve (Rice, 2007).

Med različnimi vrstami e-učenja so grafični organizatorji še posebej uspešni pri spodbujanju višjih oblik mišljenja s pomočjo privlačne vizualne podobe (Jonassen, 2002). Izobraževalci so odkrili, da so vizualno podprte informacije, ki jih omogočajo grafični organizatorji, v podporo

študentom pri učenju, uporabi večšin logičnega sklepanja ter uporabi znanja (Inspiration, 2003). Nevroznanstveniki so opravili preiskave s pomočjo funkcionalne magnetne resonance in dokazali, da potekata v možganih povečana dejavnost ter shranjevanje informacij, kadar so del učnega procesa grafični organizatorji (Coates, 2008; Jonassen, Beissner in Yacci, 1993; Stevensold in Wilson, 1990). Očitno je sodelovanje med očmi in možgani edinstveno. Morda je to zato, ker je mrežnica del možganov, ki je zrasel v oko. Ta dva organa delata skupaj, da bi prikazala tridimenzionalne slike, ki izzovejo pozornost in koncentracijo možganov (Koch in sod., 2006).

Transfer

Transfer je sposobnost, ki omogoča, da se naučimo večšin na enem področju in jih uporabimo v drugem kontekstu, kar je osnovni namen izobraževanja. Levji delež raziskav o tej temi je bilo opravljenih na področju igranja iger in ugotovitve kažejo, da imajo računalniške igre omejen obseg, ko gre za transfer. Čeprav se igralne veščine z igro izboljšujejo, te sposobnosti ne vstopajo v resnični svet. Vendar pa študija, ki so jo opravili Jaeggi, Buschkuhl, Jnides in Perrig (2008), nasprotuje ugotovitvam večine. Ti raziskovalci so preučevali igranje iger glede na kratkoročni delovni in tekoči spomin, ki je sposobnost reševanja izvornih problemov brez predhodnega učenja. Ugotovili so, da čim več je posameznik/-ca igral/-a igro, toliko večja sta bila njegov ali njen kratkoročni delovni in tekoči spomin.

Raziskava Jaeggia in drugih izobraževalcem vzbuja upanje, da se bo večšina, ki je bila naučena s pomočjo računalnika, prenesla v resnični svet dejavnosti. Nadaljnje raziskovanje vpliva tehnologije na transfer je vredno nevroloških raziskav, rezultati pa so vredni nenehne pozornosti izobraževalcev.

Sodelovalne učne skupine

Raziskave na področju izobraževanja kažejo, da sodelovalne učne skupine zadovoljujejo tako učne kot tudi socialne potrebe učencev (Marzano in drugi, 2004). Raziskave iz nevroznanosti so k tem dognanjem prispevale spoznanje, da pozitivne socialne interakcije, kot so tiste, ki jih najdemo v skupinskem delu, sproščajo oksitocin. Ta hormon pomaga pri sklepanju prijateljstev ter socialnemu spominu, saj večja naša sposobnost povezovanja z drugimi in zmanjševanje stresa (Heinrichs in Domes, 2008). Naloge, zastavljene s pomočjo e-učenja, ki od učencev zahtevajo, da izdelajo wikije, webqueste in Google Write, so z možgani združljiva sodelovalna orodja za učenje.

Sodelovalne učne skupine delujejo tudi kot zaščitni dejavnik proti osamljenosti. Osamljeni posamezniki občutijo večji stres in imajo višji krvni tlak ter slabši imunski sistem. Poleg tega repato jedro (nucleus caudatus), predel možganov, ki je povezan z nagradami, ni tako aktivno pri osamljenih ljudeh. To se prenaša v občutke, kot sta nezadovoljstvo in žalost (Cacioppo, 2009). Učitelji imajo omejen vpliv na prijateljstva učencev, vendar pa sodi dodelitev skupinskega

dela med razredne naloge. Ta strategija spodbuja socialne interakcije in je protistrup za občutek osamljenosti.

Učenje s pomočjo opazovanja

Zrcalni nevroni so skupek kompleksnih nevronov, ki imajo edinstveno funkcijo pri videoigrah. Ti nevroni se prožijo z opazovanjem. Ali z drugimi besedami, zrcalni nevroni se prožijo, ko posameznik opazuje akcijo, prav tako kot nevroni v možganih posameznika, ki akcijo izvaja. Če na primer posameznik opazuje nekoga, ki kadi cigareto, izpuhne oblaček dima v možganih. To našim možganom omogoča, da se smehljajo, ko gledamo zmagovalno dirko, oziroma jokajo, ko se nekdo poškoduje. To je sočutje/empatija v akciji (Iacoboni, 2008).

Zrcalni nevroni posnemajo pozitivne in negativne značilnosti in akcije. Raziskovanje tega področja se je šele začelo, vendar znanstveniki ugotavljajo, da igranje računalniških iger, ki posnemajo skrb za druge, vpliva na najstnike tako, da so v resničnem življenju bolj skrbni (Gentile in drugi, 2009).

Na žalost zanesljive raziskave tudi dokazujejo, da na mladostnike nasilne videoigre vplivajo ne glede na raven naravne agresije. Bolj ko igrajo igro, toliko večja je nagnjenost k posnemanju nasilnih dejanj v resničnem svetu. Pravzaprav se možgani zaradi zrcalnih nevronov težko uprejo dejanjem, pa naj bodo dobra sli slaba, saj delujejo na podzavestni ravni in tako zmanjšujejo posameznikov nadzor (Iacoboni, 2008).

Zrcalni nevroni osvetljujejo pomembno spoznanje o učenju s pomočjo opazovanja. Ko izbiramo igre in preostala e-učna orodja za pouk, je pomembno, da učitelji razmislijo o skritem in sekundarnem opazovanem kurikulumu kakor tudi o nameravanem kurikulumu.

Motivacija

Strast mladostnikov do e-učenja je otipljiva, saj se pretirano osredotočajo nanj, nameravajo zmagati, uspeti in uživati. Raziskovalci so ugotovili, da se za učence z vsakim pravilnim odgovorom povečuje zadana naloga in vztrajnost skupaj z njihovo stopnjo zadovoljstva. Prav presenetljivo se ta čas in vztrajnost raztezata tudi na čas domačih nalog, ko zapustijo šolska vrata (Becta, 2004; Kinzie in Joseph, 2008). Ni čudno, da želijo izobraževalci izkoristiti to pozitivno energijo. Motivacija pogosto predstavlja razliko med tistim učencem, ki se bori za obstanek, in tistim, ki je uspešen.

Dopamin ima pomembno vlogo pri notranji motivaciji. Ko se sprosti dopamin, pozitivna energija eksplodira v možgane ter upravlja in navdihuje vedenje (Willis, 2011). Njen afirmativni vpliv je mogoče opazovati v študijah, ki so bile opravljene na podganah. Znanstveniki so podkrepjevali podgane z dopaminom vsakič, ko so pritisnile na ročico. Podgane so se tako zasvojile z dopaminom, da so na ročico pritisnile tudi do 2000-krat, vse do točke izčrpanosti, samo da bi izkusile dopaminski izbruh (Kalat, 2004). Podobna želja in odziv na dopamin se kažeta pri ljudeh, sprožata odločenost in dosežke ter vzbujata občutke evforije in užitka.

Sprožilec želje po dopaminskem izbruhu so prejete nagrade, kot so na primer doseganje učnega cilja, zmaga na dirki ali poljub vrstnika. Vse to v možganih ustvari naravno omamo. Prav tak ugoden občutek je mogoče doseči s pomočjo računalniško podprtega pouka. Ko računalniška povratna informacija naznači pravilno domnevo ali odgovor, se sproži dopamin. Vsak sunek dopamina pri učencih sproži srečo in željo po več ter spodbuja dejavnost.

V tem prizadevanju za dopaminom je izziv prisilen. V šolah to pomeni, da morajo vsebine ob napredovanju učencev postati težje, saj status quo nikoli ne zadostuje. Ko se nekaj naučijo, postane s pomočjo ponavljanja količina sproščene dopamina vse šibkejša in šibkejša (Willis, 2011). Zato morajo učitelji povečati kompleksnost vsebin, da bodo še naprej motivacijski dejavnik za učence, ki bodo zato nadaljevali dejavnost (Cohen in drugi, 2010).

SKLEP

Najstniški možgani doživljajo izjemno spremembo, ko prehajajo iz otroštva v odraslost. Količina in kakovost mišljenja se izboljšujeta zaradi prevelike proizvodnje dendritov in sinaptičnih povezav, obrezovanja in mielinizacije. Mladostniki postanejo sposobni abstraktnega mišljenja, reševanja problemov na kompleksnih ravneh ter uporabljati racionalno in logično razmišljanje. Poleg tega začnejo analitični frontalni režnji v najstniških letih nadzorovati čustveno amigdalo. To je najstnikom v pomoč pri čustvenem nadzoru in izboljšuje njihovo sposobnost za sprejemanje dobrih odločitev. Zaradi organizacije in nadgradnje, ki se dogaja v najstniških možganih, so ti še posebej dojemljivi za dražljaje iz okolja.

V učnem smislu je računalniško podprt pouk v obliki interneta, vaj in druge tehnologije sposoben izboljšati dosežke in angažirati učence. Igre in vaje so še posebej učinkovite pri zagotavljanju vadbe in krepitvi osnovnih veščin. Grafični organizatorji in internet so vodilni pri

spodbujanju mišljenja na višji ravni. V prid računalniško podprtemu pouku govori tudi dejstvo, da je zelo učinkovit motivator. V resnici pa je težko najti drugo strategijo, ki bi lahko tekmovala z njim v vlogi učnega motivatorja za najstnike. Učence e-učenje pritegne in do tega učnega pristopa čutijo veliko naklonjenost.

Vendar pa ima računalniško podprto učenje tudi svoje omejitve in slabosti. Raziskave opozarjajo, da računalniško podprti pouk povzroča zasvojenost z igranjem iger, refleksne odzive in zmanjšano pozornost. Te ugotovitve so zaskrbljujoče in izobraževalce silijo, da e-učenje uporabljajo previdno in uravnoteženo.

Tehnologija oblikuje svet, v katerem živimo, rezultat tega pa je, da se možgani naših učencev na novo povežejo in prestrukturirajo. Rastoče ugotovitve o vplivu e-učenja na najstniške možgane so nam v pomoč pri oblikovanju pouka. Vaje, igranje iger in grafični organizatorji so vsi združljivi z najstniškimi možgani. Kljub temu da nam računalniško podprti pouk zagotavlja medij, je pomembno, da se izobraževalci zavedajo, da konec koncev načrtovanje pouka določa stopnjo učinkovitosti (Pitler in drugi, 2007). Izdelava učinkovitega računalniško podprtega pouka je odvisna od preišljenega povezovanja raziskav o najstniških možganih s tehnologijo poučevanja.

Sheryl Feinstein je profesorica in vodja Oddelka za izobraževanje na Augustana kolidžu v Sioux Fallsu v Južni Dakoti. Je avtorica knjig *Secrets of the Teenage Brain*, 2. izdaja (2009), ki je nacionalna in mednarodna uspešnica Corwin Publishing, in *Inside the Teenage Brain: Understanding a Work in Progress* (2009), Rowman & Littlefield Publisher, ter *The Brain and Strengths Based School Leadership*, Corwin (2011). V letih 2007–2008 so ji dodelili Fulbrightovo štipendijo in je leto preživela v Iringi v Tanzaniji, kjer je poučevala in izvajala raziskavo. Leta 2006 je prejela poletno štipendijo v Oxfordu v Veliki Britaniji.

LITERATURA

Anderson, T. (2004). Teaching in online learning context. V: T. Anderson in Elloumi (ur.), *Theory and practice of online learning* (273–294). Athabasca, AB Canada: Athabasca University.

Becta. (2004). A review of the research literature relating to ICT and attainment. Pridobljeno 10. maja 2011 s spletne strani http://dera.loe.ac.uk/1599/becta_2003_attainment_review_queensprinter.pdf.

Cacloššo, J. T. (2009). *Loneliness: Human nature and the needs for social connection*. New York: W.W. Norton and Company.

Cantor, J. (2009) *Conquer cyberoverload: Get more done, boost your creativity, and reduce stress*. Madison, WI: CyberOutlook Press.

Carr, N. (2010). *The shallows: What the Internet is doing to our brains*, New York: W.W. Norton and Company.

Clark, A. C., Ernst, J. (2010). Gaming research for technology education. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 10(1), 25–30.

Coates, G. D. (2008). A visual approach to teaching and learning mathematics. *Connect Magazine*, 22(1), 4–7.

Cohen, J. R., Asarnow, R. F., Sabb, F. W., Bilder, R. M., Bookheimer, S. Y., Knowlton, B. J. et al. (2010). A unique adolescent response to reward prediction errors. *Nature Neuroscience*, 13(6), 669.

Costandi, M. (2010). *Blackmore: Plasticity made us human*. Pridobljeno 11. junija 2011 s spletne strani <http://www.dana.org/news/features/detail.aspx?id=28866>

- Cotton, K., Wiklund, K. R. (1990). School wide and classroom discipline. Portland, OR: Northwest Regional Education Laboratory.
- Drury, S. S., Giedd, J. (2009). Abstract thinking: Inside the adolescent brain. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(7), 677–678.
- Duven, E., Müller, K. W., Wölfling, K. (2011). Internet and computer game addiction – a review of current neuroscientific research. *European Psychiatry*, 26, 416.
- Encyclopedia Britannica (2011). Description of 'pedagogy'. Pridobljeno 29. septembra 2011 s spletne strani <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/448410/pedagogy/39080/Computer-based-instruction>.
- Evans, W., Bechtel, D. (1997). Extended school day/year programs: A research synthesis. Spotlight on student success. Laboratory for Student Success Spotlight Series No. 212. Pridobljeno 22. maja 2011 s spletne strani <http://www.temple.edu/LSS/htmlpublications/spotlights/200/spot212.htm>.
- Galimberti, I., Bednare, E., Donato, F., Caroni, P. (2006). Long-term rearrangements of hippocampal mossy fiber terminal connectivity in the adult regulated by experience. *Neuron*, 50, 749–763.
- Genealogic Report. (2007). Classroom technology and teacher-student interaction. Pridobljeno 12. junija 2011s spletne strani http://www.netop.com/fileadmin/netop/resources/products/education/vision/whitepapers/Vision6:Whitepaper_Classroom%20Management_EN_Print_NRB.pdf.
- Gentile, A. D., Anderson, C. A., Yukawa, S. Ithori, N. Saleem, M., Ming, L.K. et al. (2009). The effects of prosocial video games on prosocial behaviors: International evidence from correlational, longitudinal, and experimental studies. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 35, 752–763.
- Giedd, J. N. (2004). Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1021, 77–85.
- Giedd, J. N. (2010). The teen brain: Primed to learn, primed to take risk: *Cerebrum Emerging Ideas in Brain Science*. Washington, D.C.: Dana Press.
- Giedd, J. N., Lalonde, F. M., Celano, M. J., White, S. L., Wallace, G. L., Lee, N. R. et al. (2009). Anatomical brain magnetic resonance imaging of typically developing children and adolescents. *Journal of American Academic Child Adolescent Psychiatry*, 48(5), 465–470.
- Green, D. W., O'Brien, T. (2002). The Internet's impact on teacher practice and classroom culture. *THE Journal*, 0192592X, 29(11).
- Hastings, N. B., Tanapat, P., Gould, E. (2000). Comparative views of adult neurogenesis. *Neuroscientists*, 6(5), 315–326.
- Heinrichs, M., & Domes, G. (2008). Neuropeptides and social behavior: effects of oxytocin and vasopressin in humans. I.D. Neuman & R. Landgraf (Eds.) *Progress in Brain Research*, 70, 337–351.
- Iacoboni, M. (2008). *Mirroring people*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Inan, F. A. Lowther, D. L., Ross, S. M., Stahl, D. (2010). Pattern of Classroom activities during student's use of computers: Relations between instructional strategies and computer applications. *Teaching & Teacher Education*, 26(3), 540–547.
- Inspiration (2003). Graphic organizers: A review of scientifically based research. Pridobljeno 13. septembra 2011 s spletne strani http://cf.inspiration.com/download/pdf/SBR_sumamary.pdf.
- Jaeggi, S. Buschkuhl, M., Jonides, J., Perrig, W. J. (2008). Improving fluid with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Pridobljeno 13. septembra 2011 s spletne strani <http://www.pnas.org/content/early/2008/04/25/0801268105>. Abstract.
- Jonassen, D., Beissner, K., Yacci, M. (1993). *Structural knowledge techniques for representing, conveying, and acquiring structural knowledge*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers Hove & London.
- Jonassen, D. H. (2002). Engaging and supporting problem solving in an online environment. *Quarterly Review of Distance Education*, 3(1), 1–13.
- Kalat, J. W. (2004). *Biological psychology* (8thed.) Belmont, CA: Thomson/Wadsworth.
- Kawashima, R. (2001). Computer games stunt teen brains. *The Observer*, 7.
- Klillgore, W. D., Yurgelun-Todd, D. A. (2007). Neural correlates of emotional intelligence in adolescent children. *Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience*, 7(2), 140–151.
- Kinzie, M., Joseph, D. (2008). Gender differences in game activity preferences of middle school children: Implications for educational game design. *Educational Technology Research and Development*, 56(5/6), 643–663.
- Klopfer, E. Psterweil, S., Groff, J., Haas, J. (2009). The instructional powers of digital games, social networking, simulations and how teachers can leverage them. Pridobljeno 23. septembra 2011 s spletne strani http://education.mit.edu/papers/GamesSimsSocNets_EdArcade.pdf.
- Koch, K., McLean, J., Segev, R., Freed, M. A., Berry, M. J., Balasubramanian, J. P. et al. (2006). How much the eye tells the brain. *Current Biology*, 16(14), 1428–1434.
- Koepp, M. J., Gunn, R. N., Lawrence, A. D., Cunningham, V. J., Dagher, A., Jones, T. et al. (1998). Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature*, 393, 266–268.
- Le Be, J V., Markham, H. (2006). Spontaneous and evoked synaptic rewiring in the neonatal neocortex. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 103(35), 13214–13219.
- Luo, L., O'Leary, D. M. (2005). Axon retraction and degeneration in development and disease. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 127–56.

- Marzano, R. J., Pickering, D. J., Pollock, J. E. (2004). Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Mathews, V., Wang, Y., Kalnin, A. J., Mosier, K. M., Dunn, D. W., Kroneberger, W. G. (2006). Violent video games leaves teenagers emotionally aroused. Science-Daily. Pridobljeno 12. marca 2011 s spletne strani <http://www.sciencedaily.com/releases/2006/11/061128140804.htm>.
- Oxford, J., Ponzi, D., Geary, D. S. (2010). Hormonal responses differ when playing violent video games against an ingroup and outgroup. *Evolution and Human Behavior*, 31(3), 201–209.
- Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high-school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers and Education*, 52(1), 1–12.
- Paus, T., Keshavan, M., Giedd, J. N. (2008). Why do many psychiatric disorders emerge during adolescence? *Nature Reviews Neuroscience*, 9(12), 947–957.
- Pitler, H., Hubbell, E. R., Kuhn, M., Malenoski, K. (2007). Using technology with classroom instruction that works. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Rice, J. W. (2007). Assessing higher order thinking in video games, *Journal of Technology and Teacher Education*, 15(1), 87–100.
- Rieber, L. (2005). Multimedia learning in games, simulations, and microwords. V: R. E. Mayer (ur.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (549–567). New York: Cambridge University Press.
- Salimpoor, V. N., Chang, C., Vinod, M. (2010). Neural basis of repetition priming during mathematical cognition: Repetition suppression or repetition enhancement? *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(4), 790–805.
- Sivin-Kachala, J., Bialo, E. R. (2000). Research report on the effectiveness of technology in schools, 7th ed. Washington D.C: Software & Information Industry Association.
- Small, G. (2008). *iBrain: Surviving the technological alteration of the modern mind*. New York: Collins Living.
- Sternberg, R. (1997). Technology changes intelligence: Societal implications and soaring IQs. *Technos Quarterly*, 6(2), 12–14.
- Stevensold, M. S., Wilson, J. T. (1990). The interaction of verbal ability with concept mapping in learning form a chemistry laboratory activity. *Science Education*, 74, 473–480.
- Takashi, H., Kato, M., Hayashi, M., Okubo, Y., Takano, A., Ito, H. et al. (2007). Memory and frontal lobe functions; possible relations with dopamine D2 receptors in the hippocampus. *Neuroimage*, 34(4), 1643–1649.
- Tavangarian, D., Leypold M., Nölting, K., Röser M. (2004). Is e-learning the solution for individual learning? *Electronic Journal of e-Learning*, 2(2), 273–280.
- Willis, J. (2011). A neurologist makes the case for the video game model as a learning tool. Pridobljeno 25. septembra 2011 s spletne strani <http://www.edutopia.org/blog/video-games-learning-student-engagement-judy-willis>.

POVZETEK

Najstniški možgani doživljajo neverjetno preobrazbo, ki ima za posledico izjemno akademsko in čustveno rast. Ko se možgani spreminjajo, tehnologija deluje kot močan dejavnik vplivanja, ki oblikuje mišljenje. Prav računalniško podprt pouk še posebej vpliva na najstniške možgane kot motivator, mentor in ploden vir informacij. Raziskave, povzete s področja nevroznanosti, izobraževanja, psihologije in tehnologije, nudijo informacije in krepijo pedagogiko, ki je namenjena poučevanju srednješolcev.

ABSTRACT

The teenage brain is experiencing amazing transformations which set into motion unprecedented academic and emotional growth. As the brain is changing, technology works as a powerful influencer, sculpting and molding the mind. Computerbased instruction, in particular, is impacting the teenage brain as a motivator, tutor, and prolific source of information. Research synthesized from the fields of Neuroscience, Education, Psychology, and Technology inform and strengthen pedagogy for teaching secondary students.

Prevod prispevka: Feinstein, S., College, A. (2011). The Teenage Brain and Technology. V: *LEARNing Landscapes*, letnik 5, št. 1, jesen 2011, str. 71–85.

Prevedeno in objavljeno z dovoljenjem strokovnega združenja *LEARNing Landscapes*, www.learninglandscapes.ca, ki dvakrat letno izdaja e-revijo *LEARNing Landscapes*.

Prevedel mag. Gregor Adlešič.

OECD, Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj, Pariz

RAZBLINJAMO »NEVROMITE«

*Pri soočanju z Resnico spoznamo tri vrste ljudi:
tiste, ki hrepenijo po njej, teh je najmanj,
tiste, ki jim ni mar, ti so najsrečnejši,
tiste, ki jo že poznajo, ti so najnevarnejši.*
(Anonimni)

V tem poglavju pišemo o pasteh, na katere naletimo, kadar delamo napačne oziroma neutemeljene povezave med nevroznanostjo in izobraževanjem. To se dogaja, če opisujemo in razblinjamo številne »nevromite«. Gre za ideje, povezane z mišljenjem z levo in desno možgansko hemisfero, determinizmom razvoja v zgodnjem otroštvu, razlikami med spoloma ter večjezičnostjo. Poglavje je zelo pomembno za vse, ki jih zanima učenje, posebej še za tiste, ki bi se radi izognili modnim rešitvam brez znanstvene podlage.

KAJ JE »NEVROMIT«?

Znanost napreduje s poskusi in napakami. Teorije se razvijajo na temelju opazanj, ki jih drugi pojavi potrdijo, spremenijo ali ovržejo. Nato se pojavi druga komplementarna ali nasprotna teorija in tako se proces nadaljuje. Neverjeten napredek znanosti je neizogiben, ima pa tudi svoje senčne strani. Ena od teh je, da tudi ovržene hipoteze pustijo sledi. Če so pritegnile širšo domišljijo, poženejo korenine »miti«. Ta prepričanja znanost sicer lahko ovrže, vendar jih večina trmasto vztraja in se skozi različne medije prebijejo v javno mišljenje.

Temu pojavu se je zelo približala nevroznanost, kar potrjujejo tudi nekateri izrazi v angleščini. »Numerični razum« na primer izhaja iz raziskav nemškega anatoma in zdravnika Franza Josepha Galla (1758–1828). Pregledoval je glave obsojenih še živih kriminalcev in seciral možgane mrtvih ter vpeljal frenološko teorijo, ki pravi, da poseben talent povzroči izrastek v možganih, ta pa pritiska na kost in deformira lobanjo. Gall se je bahal, da lahko z otipom glave loči poštenjaka od kriminalca in »matematično« osebnost od »literarne«. Frenologijo so dolgo časa izpodbijali in dvomili o njej. Da smo si na jasnem, nekateri predeli možganov so bolj specializirani za določene funkcije kot drugi, vendar ne tako, kot je trdil Gall. Gre za vprašanje funkcionalnih posebnosti (npr. ustvarjanje podob, tvorjenje besed, občutljivost za tip ipd.), ne pa za moralne značilnosti,

kot so vljudnost, tekmovalnost ipd.¹

Znanost sama po sebi ni edina odgovorna za pojav takih mitov. Pogosto težko razumemo vse zagonetke izsledkov raziskav, še slabše postopke in metodološke podrobnosti. Kljub temu je človeška narava po navadi zadovoljna s hitrimi, preprostimi in enoznačnimi razlagami,² če ne celo navdušena nad njimi. To nedvomno povzroča napačne interpretacije, dvomljive ocene in na splošno pojav napačnih idej.³

V poglavju bomo predstavili vsakega od glavnih mitov, ki spadajo v znanost o možganih, posebno pozornost pa bomo posvetili tistim, ki so najpomembnejši za učne metode. Zgodovinski pogled nam bo razložil, kako se je ideja pojavila, nato bomo predstavili sedanje stanje na področju znanstvenih raziskav o pojavu. Mogoče malce ironično, nekateri od mitov so za izobraževanje koristni, ker »utemeljujejo« spreminjanje. Večinoma pa prinašajo nesrečne posledice, zato jih moramo razbliniti.

»NE SMEMO IZGUBLJATI ČASA, SAJ JE VSE POMEMBNO V MOŽGANIH DOLOČENO ŽE DO TRETJEGA LETA«

Če na brskalniku svojega računalnika odtipkate ključne besede »od rojstva do tretjega leta«, boste dobili neverjetno število spletnih strani, na katerih razlagajo, da so prva tri leta pri vašem otroku ključna za njegov/njen razvoj in da je pri tej starosti tako rekoč vse odločeno. Našli boste tudi številne trgovske izdelke za spodbujanje inteligence pri vašem majhnem otroku, preden bo prestopil pomemben prag tretjega leta.

Nekateri psihološki pojavi, ki se dogajajo v razvoju možganov, zares lahko spodbudijo prepričanje, da se kritične stopnje v učenju dogajajo med rojstvom in tretjim letom. Hkrati pa s tem kaj lahko pretiravamo oziroma sprevržemo resnico. Taka prepričanja si kaj lahko pridobijo status mita, če jih prevečkrat uporabljajo oblikovalci politike, izobraževalci, izdelovalci igrač in starši, ki preobremenjujejo svoje otroke z gimnastiko za novorojenčke ter jih spodbujajo z glasbo na magnetofonih ali zgoščenkah, ki jih postavljajo ob dojenčkovo posteljico. Kateri pa so psihološki pojavi, ki so jih odkrile raziskave in podpirajo tako prepričanje?

Osnovna sestavina obdelave informacij v možganih je živčna celica ali nevron. Človeški možgani jih vsebujejo

¹ Gall je postavil tudi domnevo o obstoju področij, ki ustrezajo jeziku in aritmetiki.

² Mediji močno vplivajo na mnenja, posebej naklonjeni so pretiranim poenostavitvam (o tem glejte Bordieujevo *Na televiziji*, New Press, 1998).

³ Znanstveniki nikakor niso imunski za take težnje, čeprav pričakujemo, da bodo neomajni. Ko pa nagovarjajo ljudi daleč od raziskav postanejo preveč človeški in zapadejo pod subjektivni in čustveni vpliv.

približno sto milijard. Vsak od njih je lahko povezan s tisočimi drugimi, kar omogoča, da živčne informacije intenzivno krožijo v mnogih smereh hkrati. S povezavami med nevroni (sinapsami) potujejo živčni dražljaji od ene celice k drugi in s tem povečujejo sposobnost razvoja in učenja. Učenje je ustvarjanje novih sinaps oziroma krepitev ali slabitev obstoječih. Število sinaps pri novorojenčku je v primerjavi z odraslimi majhno. Pri dveh mesecih se sinaptična gostota možganov eksponentno poveča in preseže gostoto pri odraslem (višek je pri desetih mesecih). Potem se do desetega leta, ko doseže »število sinaps pri odraslem«, stalno zmanjšuje. Takrat se pojavi relativna stabilnost. Proces množične tvorbe sinaps imenujemo sinaptogeneza. Proces upadanja sinaps imenujemo »čiščenje možganov«. ⁴ Gre za naravni mehanizem, potreben za rast in razvoj.

Dolgo časa so znanstveniki verjeli, da se največje število nevronov ustali že pri rojstvu. Prepričani so bili, da se za razliko od drugih celic niso sposobni regenerirati in da jih vsak od nas redno izgublja. Tako kot možganskih lezij naj bi se tudi poškodovanih možganskih celic ne moglo nadomestiti. V zadnjih dvajsetih letih pa so rezultati raziskav spremenili ta pogled, saj so odkrili do tedaj nesluten pojav. Novi nevroni se pojavijo kadar koli v človekovem življenju (nevrogeneza), v nekaterih primerih pa število vsaj ne niha.

Lahko torej rečemo, da je sinaptogeneza zelo močna v najzgodnejših letih človekovega življenja. Če bi učenje določali z nastankom novih sinaps (intuitivno privlačna ideja), smo le še korak od sklepa, da se otrok lahko največ nauči v zgodnjih letih. Druga različica, priznana v Evropi, pravi, da je treba majhne otroke čim bolj spodbujati v prvih dveh ali treh letih, da okrepiamo njihovo sposobnost učenja v nadaljnjem življenju. Dejansko te trditve precej prekašajo prave znanstvene dokaze.

Tak mit je morda zanetil poskus, ki so ga izvedli pred dvajsetimi leti. Laboratorijske raziskave na glodalcih so pokazale, da se gostota sinaps lahko poveča, kadar so osebe postavili v kompleksno okolje, v tem primeru v kletko z drugimi glodalci in različnimi predmeti za raziskovanje. Ko so podgane pozneje testirali s prostorskimi testi, so jih opravile bolje in hitreje kot tiste v kontrolni skupini, ki so živele v »slabih« oziroma »osamljenih« okoljih (Diamond, 2001). Iz tega so sklepali, da se je pri podganah, ki so živele v »obogatenem« okolju, povečala gostota sinaps, zato so lažje opravile naloge.

Vsi ti elementi skupaj so lahko ustvarili mit: velik poskus, razmeroma lahko razumljiv, čeprav ga je bilo težko izvesti, in ugotovitve, ki odsevajo pričakovan rezultat.

Poskus se je seveda izvedel v laboratoriju na glodalcih v zelo umetnih pogojih. ⁵ Nestrokovnjaki so popačili podatke iz poskusov na podganah, ki so bili pridobljeni z znanstveno natančnostjo, in jih kombinirali s splošno znanimi idejami o človekovem razvoju. Iz tega so sklepali, da bi učinkovitejše izobraževalne posege morali usklajevati s sinaptogenezo. Predlagajo še drugo možnost, in sicer da se v »obogatenem okolju« sinapse obvarujejo pred »čiščenjem« v otroštvu, morda pa se tvorijo celo nove in tako prispevajo k večji inteligenci in zmožnosti za učenje. To je primer, kako se uporabljajo dejstva, pridobljena z veljavno raziskavo, za oblikovanje mnenja, ki nima dovolj skupnega z izvirnimi podatki.

Omejitve in poduk so v tem primeru več kot jasni. O ljudeh imamo zelo malo nevroznanstvenih podatkov, s katerimi bi napovedali povezavo med sinaptično gostoto v zgodnjem otroštvu in izboljšano zmožnostjo za učenje. Prav tako imamo le malo podatkov, ki bi napovedali povezavo med sinaptično gostoto otrok in odraslih. Nimamo nevroznanstvenih dokazov niti za živali niti za ljudi, ki bi povezovali sinaptično gostoto pri odraslih z njihovo večjo zmožnostjo za učenje. To seveda ne pomeni, da gnetljivost možganov, posebno pa še sinaptogeneza, nimata nobene zveze z učenjem. Vendar na temelju dokazov, ki jih imamo na voljo, predvidevanja glede določenosti razvoja od rojstva od tretjega leta ne zdržijo.

Za nadaljnje branje priporočamo delo Johna Bruerja *Mit prvih treh let* (2000). Prvi se je sistematično uprl temu mitu, ki ga je predstavil kot »zakoreninjenega v kulturnem prepričanju o otrocih in otroštvu, očaranost z nevroznanostjo in našo večno potrebo, da bi našli prepričljive odgovore na težka vprašanja«. Začetke je poiskal v 18. stoletju. Že takrat so verjeli, da materina izobrazba najmočnejše zaznamuje otrokovo življenje in usodo. Uspešni otroci »dobro« komunicirajo s člani družine. Drugega za drugim je zavrzel mite, ki temeljijo na napačnih razlagah zgodnje sinaptogeneze.

»V DOLOČENEM OBDOBJU JE TREBA UČITI IN SE NAUČITI DOLOČENIH STVARI«

Vpliva intenzivne sinaptogeneze v zgodnjem življenju na možgane odraslega še ne poznamo, vemo pa, da so se odrasli manj sposobni naučiti nekaterih stvari. Kdor koli se želi na primer naučiti tujega jezika pozneje v življenju, bo vedno ohranil »tuj naglas«. Starejši učenec glasbenega inštrumenta po vsej verjetnosti nikoli ne bo dosegel enake virtuoznosti kot otrok, ki ga bo vadil od svojega petega leta. Mar to pomeni, da se v nekem obdobju določenih opravil

⁴ Prevod besede »pruning«, v publicističnem jeziku smo zasledili tudi »spomladansko čiščenje« možganov (op. prev.).

⁵ V naravi živijo podgane v zanje spodbudnem okolju (doki, cevi ipd.) in imajo številne sinapse, ki jih potrebujejo za preživetje. Ko jih prestavimo v umetno osiromašeno okolje, imajo možgani sinaptično gostoto, primerno za to okolje. Na kratko povedano, postanejo prav toliko »bistre«, kot je potrebno za življenje v laboratorijski kletki. Enako lahko sklepamo za ljudi, vendar je dejstva treba šele dokazati. V tem primeru so možgani večine ljudi prilagojeni primerno spodbudnemu okolju. Raziskave so pokazale, da se celo otroci, ki živijo v okolju, ki bi ga opredelili za nespodbudnega (na primer geto), lahko sčasoma odlikujejo v šoli in gredo v visoke šole. Preprosto je treba upoštevati več dejavnikov, kadar opredeljujemo, kako »obogateno« okolje bi bilo primerno za večino študentov, da bi lahko napovedali intelektualne zmožnosti. Zato rezultati, kakršni so, niso prenosljivi v izobraževanje.

ne moremo več naučiti? Ali pa se jih morda v različnih obdobjih naučimo počasneje ali drugače?

Dolgo časa smo bili prepričani, da možgani z leti izgubljajo nevrone, vendar možnosti, ki jih prinašajo nove tehnologije, izpodbijajo takšno gotovost. Terry in sodelavci so dokazali, da skupno število nevronov v nobenem predelu možganske skorje ni odvisno od let, pač pa samo od števila »velikih« nevronov. Živčne celice se skrčijo, zaradi česar se poveča število majhnih nevronov, vendar celotno število ostane nespremenjeno. V resnici so odkrili, da v nekaterih delih možganov, na primer v hipokampusu, nastajajo novi nevroni v vsej življenjski dobi. Hipokampus je med drugim udeležen pri prostorskem spominu in določanju smeri (Burgess in O'Keefe, 1996). V raziskavi sta primerjala londonske voznike taksijev z naključnimi prebivalci in ugotovila močno povezavo med relativno velikostjo in aktiviranjem hipokampusu ter dobro sposobnostjo orientacije. Obstaja tudi pozitivna korelacija med povečanjem slušnega dela možganske skorje in razvojem glasbene nadarjenosti, ker se zaradi intenzivne vadbe gibov s prsti povečujejo motorični predeli možganov. V tem primeru lahko izmerimo spremembe v mrežni strukturi nevronov, povezane z učenjem, tako da uporabimo tehnike slikanja možganov od petega dneva vaje dalje, se pravi že po zelo kratkem obdobju učenja.

Procese, ki preoblikujejo možgane (nevronska sinaptogeneza, »čiščenje«, razvoj in prilagoditve) poznamo pod skupnim imenom »možganska gnetljivost«. Številne raziskave so pokazale, da ostanejo možgani v pomenu števila nevronov in sinaps gnetljivi vse življenje. Pridobitev spretnosti je rezultat vaje in krepitve določenih povezav, pa tudi »čiščenja« preostalih. Razlikovati moramo med dvema vrstama sinaptogeneze. Ena nastane naravno, druga pa kot posledica izpostavljanja kompleksnim okoljem v celotnem življenjskem obdobju. Prvo imenujejo raziskovalci »učenje v pričakovanju izkušenj«, drugo pa »učenje, odvisno od izkušenj«. Slovnice se naučimo hitreje in laže do približno 16. leta, medtem ko se sposobnost obogatiti besedišče z leti izboljšuje (Neville, 2000). Slovnica je primer učenja v občutljivem obdobju oziroma učenja s pričakovanjem izkušenj. Idealno bi bilo, da bi se učili v določenem času (*občutljivem obdobju*), sicer postane učenje pretežno. *Učenje v pričakovanju izkušenj je zato optimalno v določenih življenjskih obdobjih*. Učenje, ki ni odvisno od občutljivega obdobja, na primer pridobivanje besedišča, je »odvisno od izkušenj«. Ker ni omejeno s starostjo ali časom, se z leti lahko celo izboljšuje (glej drugo poglavje v izvorni knjigi).

Ali so »kritična obdobja« edina razvojna stopnja, v kateri se lahko dogaja uspešno učenje? Lahko določene

spretnosti ali celo znanje pridobimo v relativno kratkih »zvezdnih vratih«, ki se pozneje zaprejo enkrat za zmeraj v natančno določeni fazi razvoja možganov? Koncept »kritičnega obdobja« sega k poskusom, ki jih je etolog⁶ Konrad Lorenz izvajal v sedemdesetih, letih in je razmeroma dobro poznan širši javnosti. Opazoval je, kako se pravkar izlegli mladiči navežejo na izrazit premikajoči se predmet v okolju, po navadi na mater. To navezanost je imenoval »vtisnjenje«. Ko je sam prevzel mesto matere, je uspel, da so mu mladiči povsod sledili. Obdobje take navezanosti je zelo kratko (takoj po izvalitvi). Ko so se mladiči navezali na določen predmet, ga niso več zamenjali. Sledili so nadomestku matere. Izraz »kritično obdobje« je torej primeren, ko dogodek (ali njegova odsotnost) v določenem obdobju povzroči nepovratno stanje.⁷

Pri ljudeh še nismo ugotovili kritičnih obdobjev za učenje (čeprav morda obstajajo). Primerneje je govoriti o »občutljivih obdobjih«, ko se nekaterih stvari laže naučimo. Znanstvena skupnost priznava, da obstajajo občutljiva obdobja, še zlasti za učenje jezikov, nekaj so celo jih opredelili (nekatera v odrasli dobi). Ključno raziskovalno vprašanje je, ali programi v izobraževalnih sistemih ustrezajo zaporedju občutljivih obdobjev in ali bo nevroznanost lahko postregla z novimi razlagami bioloških procesov, povezanih s temi obdobji.

Dober primer »občutljivih obdobjev« je učenje jezikov. Ob rojstvu lahko otrok razlikuje vse zvoke jezika, celo zelo drugačne od maternega jezika staršev. Odrasel Japonec na primer težko pove, kakšna je razlika med glasovoma *r* in *l*, saj ju dojema kot enaka, medtem ko japonski dojenček lahko razlikuje med njima. Zaznava se hitro spremeni zaradi otrokovega zvočnega okolja v prvih dvanajstih mesecih. Takrat ne more več prepoznati razlik, ker niso bile del njegovega/njenega okolja. Sposobnost razlikovanja tujih glasov se zmanjša med šestim in dvanajstim mesecem, ko se možgani spreminjajo in otrok lahko postane zelo kompetenten govorec v svojem jeziku. Ker nabor glasov v maternem jeziku ne zahteva pridobivanja novih, ampak nasprotno, »izgubo« nezaznavanih, neizgovorjenih, lahko domnevamo, da se proces konča s postopnim »čiščenjem« sinaps. Pomemben razlog, da raje označujemo ta vidik človekovega učenja kot »občutljivo«, ne pa »kritično« obdobje, je dejstvo, da gre za izgubljanje, ne pa za povečevanje informacij. Ne glede na to, kako ga opisujemo, ni dvoma, da sta sposobnost reprodukcije glasov nekega jezika (fonologija, naglas) in učinkovitega vključevanja slovnice optimalna v otroštvu, medtem ko od jezikovnih kompetenc samo zmožnost pridobivanja besedišča ohranjamo enako dobro skozi vso življenjsko dobo.

⁶ Etologija je veda o vedenju živali (op. prev.).

⁷ Raziskave na živalih moramo vedno jemati izjemno previdno (na kar so Lorenz in nekateri drugi verjetno v nekaterih fazah pozabili). Tako kot pri poskusih na glodalcih so tudi tu potegnili vzporednico. Razvilo se je prepričanje, da lahko spodbudno okolje pri študentih poveča možganske povezave in ustvari boljše študente. Iz tega so nastala priporočila za učitelje in starše, naj ustvarijo čim bolj barvito, zanimivo in senzorično pomembno okolje, da bi imeli bistre otroke. Iz podatkov o podganah potreba po »obogatitem okolju« (npr. poslušanje Mozartove glasbe, opazovanje barvnega pohištva) pri otrocih ni utemeljena, saj vzporednih nevroznanstvenih raziskav o učinku kompleksnih ali izoliranih okoljih na razvoj človeških možganov niso naredili.

V zadnjih desetletjih 20. stoletja je na organizacijo šolskih sistemov močno vplivalo Piagetevo delo. Njegova glavna ideja glede razvoja je, da otroci doživijo določena obdobja kognitivnega razvoja, zato se nekaterih spretnosti ne morejo naučiti, dokler ne dosežejo določene starosti. To se nanaša na branje in računanje, zato se v šolskih sistemih v državah OECD-ja uradno ne učijo branja, pisanja in računanja pred 6. oziroma 7. letom. Piaget in sodelavci so med drugim predpostavili, da pridejo otroci na svet brez kakršne koli vnaprejšnje ideje o številih. Novejše raziskave o delovanju možganov pa so pokazale, da se otroci rodijo s prirojenim občutkom za številčno predstavo (Dehaene, 1997). Ne smemo dvomiti o vseh Piagetevih ugotovitvah, saj je pravilno opredelil pomen zares občutljivih obdobj. Vendar so otroci ob rojstvu bolj »nadarjeni«, kot so raziskovalci dolgo časa menili (Gopnik, Meltzoff in Kuhl, 2005). Zato moramo na njegove vplivne teorije pogledati tudi skozi tovrstne raziskave.

»NEKJE SEM PREBRAL, DA TAKO ALI TAKO UPORABLJAMO LE 10 ODSOTKOV MOŽGANOV«

Pogosto slišimo, da ljudje uporabljamo samo 10 % (včasih 20 %) možganov. Od kod nam ta mit? Nekateri pravijo, da prihaja od Einsteina, ki je v nekem intervjuju izjavil, da uporablja le 10 % svojih možganov. Zgodnje raziskave morda lahko celo podprejo ta mit. V tridesetih letih prejšnjega stoletja je Karl Lashley raziskoval možgane s pomočjo elektrošokov. Ker se mnogi predeli možganov niso odzvali nanje, je sklepal, da nimajo nobene vloge. Tako se je razširil izraz »tiha možganska skorja«. Danes menijo, da teorija ni pravilna, kar so podkrepile še nejasne razlage o delovanju možganov.

Zahvaljujoč različnim tehnikam slikanja lahko možgane opišemo natančno po funkcionalnih predelih. Vsak občutek ustreza enemu od številnih primarnih funkcionalnih predelov: primarni vidni predel sprejema informacije, ki jih zazna oko, primarni slušni predel sprejema informacije, ki jih zazna uho, itd. Govorjenje in razumevanje jezika sta povezana z več predeli. Včasih jih fiziologi opisujejo ločeno, in če si ljudje zapomnijo samo delne opise, lahko dobijo vtis, da možgani delujejo po predelih. To pa ustreza predstavi, da je v vsakem trenutku aktiven le majhen predel možganov, čeprav se v resnici to ne dogaja. Primarne predele obkrožajo sekundarni, tako da na primer informacijo iz slikovnih podob, ki jih zaznava oko, pošljejo v primarni vidni predel, informacija se nato analizira v sekundarnem, kjer se zgodi tridimenzionalna rekonstitucija zaznanega predmeta. Informacije iz spomina predmeta krožijo v možganih, da ga spoznajo, medtem se vključijo semantične informacije iz jezikovnih predelov, tako da lahko hitro poimenujemo predmet, ki ga vidimo. Sočasno delujejo predeli možganov, ki se pod vplivom živčnih signalov iz vsega telesa ukvarjajo s položajem in gibanjem, tako da vemo, ali nekdo sedi ali stoji

z glavo obrneno v levo ali desno itd. Zaradi delnih, nepopolnih opisov možganskih predelov torej lahko napačno razumemo njihovo delovanje.

Drug izvor mita lahko poiščemo v dejstvu, da so možgani sestavljeni iz desetih nevroglialnih celic za vsak nevron. Te opravljajo prehranjevalno vlogo in podpirajo živčne celice, ne prenašajo pa nobenih informacij. Pri prenosu živčnih impulzov so torej dejavni samo nevroni (oziroma 10 % celic, ki sestavljajo možgane), tako da imamo še en izvor napačnega razumevanja, iz katerega se je lahko razvil »mit o 10 %«. Ta pogled na delovanje celic je poenostavljen: nevroglialne celice imajo sicer drugačno vlogo kot nevroni, niso pa nič manj pomembne za delovanje celote.

Nevroznanstvena odkritja kažejo, da so možgani aktivni 100 %. V nevrokirurgiji, pri kateri je mogoče pri pacientih opazovati delovanje možganov pod lokalno anestezijo, električne stimulacije ne odkrivajo neaktivnih področij celo takrat, kadar ne opazujemo gibanja, občutkov ali čustev. Noben predel možganov ni popolnoma neaktiven niti med spanjem. Če bi se to zgodilo, bi zaznali resne funkcionalne motnje. Podobno izguba veliko manj kot 90 % možganskega tkiva povzroča resne posledice, saj noben predel možganov ne sme biti poškodovan, ne da bi pri tem utrpeli telesne ali duševne okvare. Primeri ljudi, ki so leta živeli s kroglo, ki je obtičala v možganih, ali podobne poškodbe ne dokazujejo »neuporabnih možganov«. Če lahko popolnoma prebolimo take udarce, je to dokaz izjemne možganske gnetljivosti. Nevroni (ali mreže nevronov) lahko nadomestijo uničene, v teh primerih se možgani ponovno konfigurirajo, da premagajo okvaro.

Mitu ne moremo verjeti niti iz fizioloških razlogov. Evolucija ne dovoli izgube in možgani se, tako kot preostali organi, verjetno pa še bolj, oblikujejo z naravno selekcijo. Predstavljajo samo 2 % celotne teže človeškega telesa, porabijo pa 20 % razpoložljive energije. Zaradi tako visokega energijskega stroška evolucija ne bi dovolila razvoja organa, ki bi bil v kar 90 % neuporaben.

»SEM LEVOHEMISFERIČEN, ONA PA DESNOHEMISFERIČNA«

Možgani so narejeni iz nevrnskih mrež, imajo funkcionalna področja, ki delujejo vzajemno, sestavljata jih leva in desna hemisfera. Vsaka od njiju je bolj specializirana za nekatera področja delovanja. Ali ta dejstva upravičujejo nenavadne izjave, ki jih slišimo vsak dan, na primer »sem bolj levohemisferična« ali »ženske imajo bolj razvito desno polovico možganov«? Najprej moramo ugotoviti, od kod izvirajo take izjave, da bomo lahko ugotavljali, koliko se ujemajo z dejanskimi ugotovitvami, morda pa so le dvomljiva predvidevanja na temelju znanstvenih podatkov. Za začetek je treba poudariti, da hemisferi nista ločeni funkcionalni in anatomske enoti: povezujejo ju živčne strukture (kalozni korpus) in mnogi nevroni imajo celično jedro v eni, citoplazmo pa v drugi. To pa terja razmislek.

Rečeno je, da je »leva polovica možganov« sedež racionalnega razmišljanja, intelektualnega mišljenja, analize in govora. Deduktivno ali logično obdeluje tudi številčne podatke. Informacije členi z analiziranjem, razlikovanjem in sestavljanjem delčkov celote in z linearnim urejanjem podatkov. Najbolje pa je leva polovica opremljena za naloge, povezane z jezikom (pisanje in branje), algebro, matematičnim reševanjem problemov in logičnimi operacijami. Zato velja, da ljudje, ki so razumski, intelektualni in logični ter imajo dober občutek za analiziranje, »več uporabljajo levo polovico možganov«, mnogi so matematici, inženirji in raziskovalci.

»Desno polovico možganov« imenujemo središče intuicije, čustev, nebesednega razmišljanja, sintetičnega mišljenja, kar nam omogoča predstavo v prostoru, ustvarjanje in čustvovanje. Pomaga nam sintetizirati, predela tridimenzionalne oblike, prej zazna podobnosti kot razlike in razume zapletene zunanje podobe. Prepoznava obraze in zazna prostore. Iz tega izvira komplementaren mit, da ljudje, ki so intuitivni, čustveni, domiselni in se dobro znajdejo, »več uporabljajo desno polovico možganov in se ukvarjajo z umetniškimi ter ustvarjalnimi poklici«.

Nasprotje med »levo in desno polovico možganov« izvira iz prvih nefizioloških raziskav. Takrat so pogosto razporejali intelektualne sposobnosti v dve skupini: kritične in analitične zmožnosti ter na drugi strani ustvarjalne in sintetične. Ena glavnih doktrin nefiziologije v 19. stoletju ju je pripisovala različnim hemisferama. Leta 1844 je Arthur Ladbroke Wigan objavil delo *Nov pogled na blaznost: dvojnost razuma*. Hemisferi opisuje kot neodvisni druga od druge, vsaki pripisuje svojo voljo in način razmišljanja. Delovali naj bi skupaj, vendar pri nekaterih boleznih lahko delujeta druga proti drugi. Ta ideja je burila domišljijo z objavo znamenitega dela Roberta Louisa Stevensona Čuden primer doktorja *Jekylla in gospoda Hyda* leta 1886, kjer je avtor uporabil idejo o tem, kako lahko kultivirana leva hemisfera nasprotuje primitivni, čustveni desni, ki hitro izgublja ves nadzor. Francoski nevrolog Paul Broca je šel dlje od leposlovja in omejil različne vloge obeh hemisfer. V šestdesetih letih 19. stoletja je raziskoval posmrtno možgane več kot 20 bolnikov s poškodovano jezikovno funkcijo. V vseh primerih je opazil lezije v prednjem režnju leve hemisfere, medtem ko je bila desna hemisfera nepoškodovana. Sklepal je, da je ustvarjanje govorjenega jezika umeščeno v prednji predel leve hemisfere. Nekaj let pozneje je ugotovitve dopolnil nemški nevrolog Wernicke, ki je prav tako raziskoval posmrtno možgane pri ljudeh, ki so imeli probleme z jezikovnim razvojem. Domneval je, da je sposobnost razumevanja jezika umeščena v senčni režanj leve hemisfere. Broca in Wernicke sta torej povezovala isto hemisfero, se pravi levo, z dvema najpomembnejšima sestavinama obdelave jezika: z razumevanjem in ustnim izražanjem.

Do leta 1960 so metode za opazovanje glavne vloge leve hemisfere pri uporabi in obdelavi (laterizaciji jezika) temeljile na posmrtnih raziskavah bolnikov z možganskimi

lezijami. Vseeno pa nekateri nevrologi trdijo, da jezik ni samo funkcija leve hemisfere, zato le na temelju pomanjkanja lezij v njej pri bolnikih z jezikovnimi okvarami ni mogoče sklepati, da desna pri tem nima nobene vloge. Lezije samo na levi strani so lahko naključne. To spoznanje potrjujejo raziskave, ki so jih opravljali na bolnikih z »razcepljenimi možgani«. Omejili so jim delovanje kaloznega korpusa, da bi ustavili epilptične napade iz ene hemisfere v drugo. Čeprav je bil osnovni namen operacij zmanjšati epileptične napade, so hkrati odprle možnosti za raziskovanje vloge hemisfer pri teh bolnikih. Prve študije je v šestdesetih in sedemdesetih letih 20. stoletja izvedel Nobelov nagrajenec za medicino Roger Sperry s svojo ekipo na Kalifornijskem inštitutu za tehnologijo. Svojim bolnikom z »razcepljenimi možgani« so uspeli dovajati informacije v eno samo hemisfero. Prosili so jih, naj za prepoznavanje predmetov roki uporabljajo ločeno, ne da bi jih pri tem gledali. Poskus so zasnovali na dejstvu, da so temeljne čutne in motorične funkcije simetrično razdeljene med obe možganski hemisferi. Leva sprejme skoraj vse čutne informacije iz desne polovice in jih tudi nadzira – ter obratno. Čutne informacije iz leve roke sprejme leva hemisfera, iz desne roke pa desna. Ko so se bolniki dotaknili predmeta z desno roko, so ga lahko poimenovali, ne pa, če so se ga dotaknili z levo. To je dokaz, da je leva hemisfera središče najpomembnejših jezikovnih funkcij.

Neenaka umeščenost jezikovnih funkcij je sprožila idejo o levi hemisferi kot jezikovni ter desni kot nejezikovni. Ker jezik pogosto dojemamo kot najplemenitejšo dejavnost človeške vrste, so razglasili levo hemisfero za »prevladujočo«.

Poskusi z isto vrsto bolnikov so pomagali razjasniti tudi delovanje desne hemisfere. Videofilm, ki sta ga posnela Sperry in Gazzaniga o bolniku W. J. z razcepljenimi možgani, je presenetljiva predstava o premoči desne hemisfere pri prostorski predstavi. Bolniku so dali različne kocke, vsaka je imela dve rdeči ploskvi, dve beli in dve z belimi in rdečimi diagonalnimi črtami. Njegova naloga je bila razporediti jih glede na vzorec na kartah. Na začetku posnetka je W. J. z uporabo leve roke (ki jo nadzira desna hemisfera) hitro uredil kocke v zahtevani vzorec. Velike težave pa je imel pri opravljanju iste naloge z desno roko, bil je počasen, neodločno je premikal kocke. Ko se je vmešala leva roka, je bil hiter in natančen. Ko pa so jo raziskovalci zadržali, je spet postal neodločen. Raziskava Sperryja in sodelavcev (1969) je potrdila prevlado desne hemisfere pri prostorski predstavi, kar so pozneje potrdile še klinične študije. Bolniki, ki so imeli lezije v desni hemisferi, niso mogli prepoznati znanih obrazov, nekateri pa so imeli težave pri orientaciji v prostoru.

Nekateri bolniki z lezijami v desni hemisferi so izražali okvare pri prepoznavanju čustvenega naglasja v besedah in čustvenih izrazov na obrazu. Klinične študije podpirajo tudi raziskave vedenja: govorni ritem najbolj zaznavamo, kadar sprejemamo zvoke z levim ušesom, tako da gredo informacije v desno hemisfero, podobe, ki jih vidimo v

levem vidnem kotu, izzovejo močnejše čustvene odzive. Iz tega lahko sklepamo, da je desna hemisfera bolj specializirana za procese, povezane s čustvi.

Ta niz ugotovitev je dozorel v nevromite. Leta 1970 je Robert Ornstein v delu *Psihologija zavesti* domneval, da »zahodnjaki« večinoma uporabljajo levo polovico možganov z dobro izurjeno levo hemisfero, zahvaljujoč poudarjanju pomena jezika in logičnemu mišljenju. Pri tem pa zanemarjajo desno hemisfero in s tem tudi čustveno in intuitivno mišljenje. Levo hemisfero je povezoval z logičnim in analitičnim mišljenjem »zahodnjakov«, desno pa s čustvenimi in z intuitivnim »vzhodnjaškim« razmišljanjem. Tradicionalna razdeljenost na dvojce med inteligenco in intuicijo tako izvira iz psihologije, temelji pa na razlikovanju med dvema možganskima hemisferama. Poleg tega, da so Ornsteinove ideje etično sporne, gre v bistvu le za kopico napačnih razlag in popačenih znanstvenih ugotovitev.

Drugo razširjeno pojmovanje brez znanstvenih podlag pravi, naj bi leva hemisfera obdelovala hitre spremembe in analizirala podrobnosti ter značilnosti dražljajev, desna pa njihove sočasne in splošne značilnosti. Ta model je popolnoma nezanesljiv. Če začnemo z razlikami med govorno (levo) in negovorno hemisfero (desno), najdemo vse več abstraktnih konceptov in odnosov med miselnimi funkcijami in obema hemisferama, ki so se pojavile na ravni nevromitov in se vedno bolj oddaljujejo od znanstvenih spoznanj.

Postopoma so se pojavili še drugi miti, ki ne povezujejo obeh hemisfer le z načinom razmišljanja, ampak tudi z dvema tipoma osebnosti. Koncepte »levohemisferičnih« in »desnohemisferičnih« ljudi je skupaj z idejo o prevladujoči hemisferi oblikovalo mnenje, da je vsak od nas odvisen od prevlade ene od njih, zato imamo tudi značilne stile razmišljanja. Racionalna in analitična oseba je »levohemisferična«, intuitivna in čustvena pa »desnohemisferična«. Zaradi člankov v revijah, knjigah »to morate vedeti« in številnih posvetov so stili razmišljanja postali zelo priljubljeni, zato so se pojavila vprašanja, kako jih uporabljati v izobraževanju. Je res treba učne metode učinkoviteje prilagajati uporabi ene ali druge hemisfere, da bi pomagali učencem, pri katerih prevladuje ena od njih? Mar naj šolski programi privzamejo učne metode, pri katerih bomo uporabljali cele možgane, ali se na primer pri aritmetiki in jeziku preveč osredotočajo samo na levo hemisfero?

Zelo se je razširila misel, da se zahodne družbe osredotočajo le na polovico umskih sposobnosti (»naše levohemisferično mišljenje«) in pri tem zanemarjajo drugo (»naše desnohemisferično učenje«). Nekateri izobraževalci in sistemi so se pridružili večini in priporočili, naj šole spremenijo svoje učne metode glede na koncept prevladujoče hemisfere. Izobraževalci, na primer M. Hunter in E. P. Torrance, so trdili, da so izobraževalni programi narejeni večinoma za »levohemisferične«, zato so tudi bolj naklonjeni takim dejavnostim, na primer vedno sedeti pri pouku ali učiti se algebre, namesto da bi spodbujali tudi desno hemisfero in učencem dovolili, da se pretegnejo in učijo geometrije. Zato so razvili metode, ki naj bi zaposlile obe hemisferi, ali

pa celo poudarjajo metode, povezane z desno. Tak primer je »pokaži in povej«: namesto da bi učitelji učencem samo brali besedilo (levohemisferična dejavnost), kažejo tudi slike in grafe (desnohemisferične dejavnosti). Pri nekaterih metodah uporabljajo glasbo, prisposodbe, igro vlog, meditacijo ali risanje, vse samo zato, da bi aktivirali uglasenost obeh hemisfer. Morda so zaradi spreminjanja metod res izboljšali izobraževanje. Vsekakor pa moramo vedeti, da so si sposodili teorijo o delovanju možganov, ki temelji na napačnih interpretacijah, kajti obeh polovic nikakor ni mogoče ločevati tako preprosto.

Nobenega znanstvenega dokaza nimamo, ki bi kazal na povezavo med stopnjo ustvarjalnosti in delovanjem desne hemisfere. Iz novejših analiz 65 študij o slikanju možganov in obdelovanju čustev lahko sklepamo, da taka obdelava ni povezana izključno z desno hemisfero. Prav tako noben znanstveni dokaz ne potrjuje, da bi bili analiziranje in logika odvisni od leve hemisfere oziroma da je ta posebno središče za aritmetiko in branje. Dehaene (1997) je odkril, da sta dejavni obe hemisferi, kadar prepoznavamo arabske številke (npr. 1 ali 2 ali 5). Druge raziskave kažejo, da se pri analizi posameznih sestavin branja (npr. dekodiranje zapisanih besed ali prepoznavanje glasov za obdelavo na višji ravni, kot je branje besedila) aktivirata obe hemisferi. Celo zmožnost, ki jo dejansko povezujemo z desno hemisfero (kodiranje prostorskih odnosov), dokazano vključuje obe, vendar v vsakem primeru drugače. Leva hemisfera je spretnejša pri kodiranju »kategoričnih« prostorskih odnosov (npr. visok/nizek ali levi/desni), desna pa metričnih prostorskih odnosov (npr. stalnih razdalj). Slike možganov so pokazale, da se celo v teh značilnih primerih aktivirata obe hemisferi in delujeta skupaj. Bolj presenetljivo odkritje je morda, da prevladujoča hemisfera za jezik ni nujno povezana z levičarji ali desničarji, kot so menili. Razširjeno je namreč prepričanje, da imajo desničarji jezik na levi in obratno, vendar jih ima 5 % glavne predele za jezik v desni hemisferi, skoraj tretjina levičarjev pa v levi.

Glede na najnovejše študije tako *znanstveniki menijo, da hemisferi ne delujeta ločeno, ampak skupaj pri vseh miselnih nalogah, celo če gre za funkcionalne asimetrije*. Možgani so zelo povezan sistem, zato le redko en del deluje samostojno. Nekatera opravila, na primer prepoznavanje obrazov in govorjenje, obvladuje določena hemisfera, večina pa jih zahteva hkratno delovanje obeh. S tem ovržemo koncept »levohemisferičnih« in »desnohemisferičnih«. Čeprav je morda nekoliko koristil zaradi vpeljevanja različnih učnih metod, pa je tovrstno razvrščanje učencev ali kultur znanstveno zelo vprašljivo, družbeno celo škodljivo in močno etično sporno. Zato je pomembno, da ta mit ovržemo.

»SOOČIMO SE ŽE S TEM, DA IMAJO DEČKI IN MOŠKI DRUGAČNE MOŽGANE KOT DEKLICE IN ŽENSKE«

PISA 2003 je samo ena od najnovejših študij, ki odkrivajo učenje glede na spol in razlike v učnih dosežkih.

Veliko bolj vprašljiva so tista dela iz zadnjih let, ki na znanstveno neutemeljenih odkritjih dokazujejo, da moški in ženske razmišljamo drugače zaradi drugačnega razvoja možganov. Naslovi, kot je *Zakaj moški ne poslušajo in ženske ne znajo brati zemljevidov*, so postali priljubljeno branje. Koliko tega je dokazanega v resnih raziskavah? Obstajajo »ženski« in »moški« možgani? Bi morali stile poučevanja načrtovati glede na spol?

Obstajajo funkcionalne in morfološke razlike med moškimi in ženskimi možgani. Moški so na primer večji, glede jezika pa so ustrezni predeli možganov dejavnejši pri ženskah. Vendar je izjemno težko določiti, kaj take razlike pomenijo. *Nobena raziskava še ni dokazala s spolom povezanih procesov, vključenih v izgradnjo nevrnskih mrež med učenjem*. Imamo torej še enega kandidata za dodatne raziskave.

Izraza »moški« in »ženski« možgani se nanašata na »način bivanja« v kognitivnem pomenu besede, ne v biološki stvarnosti. Baron-Cohen, ki uporablja te izraze za opis avtizma in podobnih motenj (2003), je prepričan, da so moški bolj »metodični« (sposobnost razumeti mehanske sisteme), ženske pa boljši komunikatorji (sposobnost sporazumevati se z drugimi in jih razumeti). Predlaga, naj avtizem razumemo kot skrajno obliko »moških možganov«. Sicer pa ne meni, da bi imeli moški in ženske bistveno drugačne možgane, niti da imajo avtistke moške možgane. Izraz »ženski in moški možgani« uporablja za posebne miselne profile, kar pa je neposrečena izbira, ker potvarja pojmovanje o delovanju možganov.

Ali bi torej lahko načrtovali izobraževanje glede na razlike med spoloma, če bi dokazali, da povprečni dekliški možgani zmanjšujejo njene zmožnosti učenja matematike? Če bi bil cilj izobraževanja ustvariti zelo specializirana človeška bitja, bi bilo morda celo vredno razmišljati o čem takem. Dokler pa je njegova najpomembnejša naloga razvijati državljane z vsaj osnovno kulturo, za izobraževalno politiko taka vprašanja nimajo nobene vrednosti. Kjer razlike lahko dokažemo, so zelo majhne in temeljijo na povprečju. Veliko pomembnejše razlike med posamezniki namreč izključujejo naše vedenje, da bo naključno izbrana deklica maj sposobna učenja določenega predmeta kot naključno izbrani deček ipd.

»MOŽGANI MAJHNEGA OTROKA LAHKO OBVLADAJO LE EN JEZIK NAENKRAT«

Danes polovica svetovnega prebivalstva govori najmanj dva jezika in večjezičnost štejejo na splošno za veliko prednost. Dolgo časa so mnogi verjeli, da je učenje novega

jezika problematično za usvajanje maternega. Take vraže pogosto temeljijo na napačnih interpretacijah jezika v možganih in težko zamrejo. Eden od mitov pravi, da čim bolj se učimo novega jezika, bolj neizogibno izgubljammo drugega. Drugi si predstavljajo, da dva jezika zavzmeta v možganih ločeni področji brez stičnih točk, tako da se znanje, ki smo ga pridobili pri enem jeziku, ne more prenesti na drugega. Iz teh idej so sklepali, da sočasno učenje dveh jezikov v zgodnjem otroštvu lahko povzroči zmes le-teh v možganih ter tako zavira otrokov razvoj. Napačen je tudi sklep, da se je treba najprej »pravilno« naučiti maternega jezika, potem se šele lahko začnemo učiti drugega.

Miti izvirajo iz kombinacije dejavnikov. Jezik je pomemben kulturno in politično, zato so omenjene ideje obarvali številni argumenti, vključno z ugotovitvami iz raziskav o možganih, saj so le tako lahko dajali prednost »uradnemu« jeziku v škodo drugim. Pri tem so svojo vlogo odigrala tudi določena medicinska opažanja. Primeri dvo- ali večjezičnih bolnikov, ki so zaradi poškodb glave popolnoma pozabili en jezik, drugega pa ne, so pomagali gojiti idejo, da jeziki zavzemajo različne predele možganov. Raziskave na začetku 20. stoletja, v katerih so odkrili, da imajo dvojezični ljudje nižjo »inteligenco«,⁸ so izvajali z napačnimi metodologijami, večinoma na otrocih priseljencev iz težkih kulturnih in socialni razmer, pogosto tudi podhranjenih. V protokolih bi morali upoštevati, da so se mnogi od teh otrok začeli učiti jezika države gostiteljice šele pri petih ali šestih letih, morda celo pozneje. Ker ga niso dovolj dobro obvladali, so imeli težave pri učenju drugih predmetov. Na kratko povedano, inteligence monojezičnih otrok iz domorodnih, večinoma dobro stoječih družin ne moremo primerjati z večjezičnimi otroki iz revnih okolij z omejenim znanjem prevladujočega jezika.

V novejših študijah so odkrili prekrivanje jezikovnih področij v možganih pri ljudeh, ki dobro govorijo več kot en jezik.⁹ Te podatke bi lahko popačili v korist mitu, da imajo možgani le »omejen prostor«, kamor shranjuje informacije, povezane z jezikom. Druge raziskave o dvojezičnosti so pokazale aktiviranje določenih predelov, velikih le nekaj milimetrov, kadar so opisovali svoje delo tisti dan v maternem jeziku, šele potem v jeziku, ki so se ga učili mnogo pozneje (Kim, 1997). Na vprašanje o »jezikovnih predelih« pri večjezičnih ljudeh torej še nimamo odgovora. Vendar zaradi tega ne moremo sprejemati napačnih trditev, češ da oslabimo sposobnost sporazumevanja v maternem jeziku, kadar se učimo drugega. Številni primeri večjezičnih strokovnjakov so živ dokaz, da ni tako. Študenti, ki so se učili tujega jezika v šoli, niso zato nič slabši v maternem jeziku, ampak napredujejo v obeh.¹⁰

⁸ Pri uporabi besede »inteligenca« moramo biti zelo previdni, saj zanjo ne obstaja nobena znanstvena definicija.

⁹ Pogojev za tako prekrivanje še niso odkrili. Ena od teorij trdi, da se področja, rezervirana za jezike, prekrivajo, kadar se učimo jezikov v mladih letih. Kadar pa se učimo drugega jezika (ali več jezikov) v poznejših letih, prekrivanja ni več. V drugi teoriji izvemo, da se prekrivanje pojavi, če dobro obvladamo oba jezika.

¹⁰ Raziskave iz leta 1990 pri otrocih turških imigrantov v Zvezni republiki Nemčiji, ki so hodili v redne šole, so pokazale, da se je število napak pri njih zmanjševalo tako v turščini kot v nemščini.

»Znanja, ki ga pridobimo pri enem jeziku, ne moremo pridobiti pri drugem ali ga prenesti nanj«, je še en mit, in sicer najbolj v nasprotju z zdravo pametjo. Vsak, ki se nauči zahtevnih pojmov v enem jeziku, na primer »evolucija«, ga lahko razume tudi v drugem. Če nekega pojma ne znamo razložiti v tujem jeziku, gre za pomanjkanje besedišča, ne za šibkejšo znanje. S poskusi so dokazali, da lahko shranimo tem več informacij v nejezikovnih predelih možganov, čim več znanja pridobimo v različnih jezikih. Shranjujemo ga lahko ne le v obliki besed, ampak tudi v drugih oblikah, na primer podobah. Večjezični ljudje se morda niti ne spomnijo več, v katerem jeziku so se česa naučili. Čez nekaj časa pozabijo, ali so brali neki članek ali gledali film na primer v francoščini, nemščini ali angleščini.

Mit, da se moramo najprej dobro naučiti govoriti svoj materni jezik, preden se naučimo tujega, so ovrge raziskave, ki kažejo, da otroci, ki obvladajo dva jezika, lahko bolje razumejo zgradbo katerega koli in ga uporabljajo veliko bolj samozavestno. Zato nam večjezičnost pomaga razvijati druge kompetence, povezane z jezikom. Pozitivni učinki so še bolj očitni, če se drugega jezika naučimo zgodaj. Večjezično izobraževanje torej ne povzroči zastoja v razvoju. Zelo majhni otroci sicer včasih pomešajo jezike, vendar to pozneje izgine, če seveda ne gre za napake pri učenju (npr. slabo razlikovanje glasov).

Teorije o dvo- in večjezičnosti temeljijo zlasti na kognitivnih teorijah. Šolski programi o učenju jezikov se morajo zanašati na uspešne primere iz prakse poučevanja in se učiti iz sedanjih in prihodnjih raziskav o možganih glede starosti, ki je najprimernejša za učenje jezikov (občutljiva obdobja).

»IZBOLJŠAJTE SPOMIN«

Spomin je bistvena funkcija pri učenju in zato tudi predmet bogate domišljije in sprevračanja. »Izboljšajte spomin!« »Povečajte zmožnost pomnjenja!« »Kako na hitro pridobiti izjemen spomin?« Takšna so reklamna gesla za knjige in farmacevtske proizvode, ki nam jih vztrajno vsiljujejo zlasti v izpitnih obdobjih. Mar vemo dovolj, da bi razumeli procese in načrtovali proizvode in metode za izboljšanje pomnjenja? Potrebujemo danes enake oblike spomina kot pred petdeset ali sto leti v svetu drugačnih spretnosti in poklicev? Ali sploh lahko govorimo o različnih oblikah spomina, na primer vizualnem, besednem ali čustvenem? Ali pri učnih metodah uporabljamo spomin enako kot pred petdesetimi leti? To so vprašanja, na katera bomo skušali odgovoriti.

V zadnjih letih je zelo napredovalo razumevanje spomina. Vemo, da se ne odziva samo na vrste pojavov in ni umeščen le v en del možganov. Nasprotno s splošnim prepričanjem ni neskončen, ker se informacije shranijo v nevronske mreže, katerih število je končno (čeprav izjemno veliko). Nihče ne more pričakovati, da si bo zapomnil celo *Encyclopaedia Britannica*. Raziskave so tudi pokazale, da je za dobro pomnjenje nujna sposobnost pozabljanja. Primer

je bolnik, ki ga je spremljal nevrofiziolog Alexander Luri. Zdelo se je, da ima neskončen spomin, vendar ni imel zmožnosti pozabljanja, zato ni mogel najti stalne zaposlitve, čeprav je bil »prvak v pomnjenju«. Zdi se, da je količina pozabljanja pri otrocih optimalna za razvoj učinkovitega pomnjenja (Anderson, 1990).

Kaj pa ljudje, ki imajo skoraj fotografski vizualni spomin, ki so izjemni pri pomnjenju dolgega seznama naključno napisanih števil ali pa sposobni sočasno igrati več iger šaha z zavezanimi očmi? Raziskovalci jim pripisujejo specializiran način mišljenja, ne pa posebno vrsto vizualnega spomina. DeGroota (1965) so zanimali šahovski velemejstri, zato jih je povabil k sodelovanju pri poskusih, kjer so jim na kratko pokazali razporeditev na šahovnici, igralci pa so jo morali sestaviti po spominu. Bili so popolnoma uspešni, razen kadar je bila postavitev taka, da pri resnični šahovski partiji ne bi bila možna. DeGroot je iz tega sklepal, da sposobnost velemejstrov obnoviti postavitev na šahovnici ne moremo pripisovati vizualnemu spominu, ampak sposobnosti notranje organizirati informacije o igri, ki so jo poznali izjemno dobro. S tega vidika torej zaznamo isti dražljaj različno, odvisno od globine poznavanja situacije.

Kljub temu spoznanju se zdi, da imajo nekateri ljudje izjemen vizualni spomin, s katerim lahko ohranijo tako rekoč neokrnjene podobe. Imenujemo ga »fotografski spomin«. Nekateri znajo na primer črkovati celo stran, napisano v neznanem jeziku, ki so jo videli le na kratko, kot da bi jo fotografirali. V možganih se fotografski spomin ne oblikuje kot slika, torej ni reprodukcija, ampak konstrukcija. To traja nekaj časa in ljudje s tovrstnim spominom morajo gledati sliko najmanj tri do pet sekund, da si lahko ogledajo vse točke. Ko se podoba oblikuje v možganih, oseba lahko opiše, kar je videla, in sicer tako, kot bi gledala, kar opisuje. Nasprotno pa osebe brez fotografskega spomina opisujejo bolj negotovo. Zanimivo (in morda tudi zaskrbljujoče) je vedeti, da ima fotografski spomin več otrok kot odraslih, kar pomeni, da učenje in leta to sposobnost zmanjšujejo (Haber in Haber, 1988). Raziskovalci so dokazali tudi, da ima 2–15 % otrok tak spomin. Leask in sodelavci (1969) so odkrili, da ubesedenje ob opazovanju ovira »fotografsko ujete« podobe, zaradi česar si lahko razlagamo, da z leti izgubljammo fotografski spomin. Tudi Kosslyn (1980) je želel razložiti negativno korelacijo med vizualnim pomnjenjem in starostjo. Glede na njegove raziskave odrasli lahko kodirajo informacije z uporabo besed, otroci pa še ne razvijejo svojih verbalnih sposobnosti. Nimamo še dovolj znanstvenih dokazov, da bi potrdili ali ovrgli take razlage, prav tako pa potrebujemo še slike možganov.

Obstajajo številne tehnike, s katerimi izboljšamo spomin, vendar delujejo le za določeno vrsto spomina, bodisi mnemotehnika, ponavljanje istih dražljajev ali ustvarjanje miselnih vzorcev (s tem dajemo stvarjem pomene, ki jih morda nimajo, le da se jih lažje naučimo). Joseph Novak je posvetil precej študij miselnim vzorcem (glej Novak, 2003). Opazil je znatno povečanje sposobnosti dijakov srednjih

šol pri fiziki, ki so reševali probleme z njihovo pomočjo. Še vedno nam manjkajo raziskave, podprte s slikanjem možganov, s katerimi bi opredelili možganske predele, ki se aktivirajo med različnimi procesi. Vsekakor pa je bilo dognano, da se aktivirajo različni predeli glede na to, ali je oseba začetnik pri nekem predmetu ali ne.¹¹ Potrebujemo še precej nevroloških študij, da bi razumeli, kako deluje spomin. Obstajajo precejšnje razlike med posamezniki in tudi isti posamezniki uporabljajo v življenju spomin drugače glede na svojo starost. Kot smo videli v tretjem poglavju, je znanost kljub temu potrdila vlogo vaje, aktivne uporabe možganov in uravnotežene prehrane (vključno z maščobnimi kislinami) pri razvijanju spomina in pri zmanjševanju tveganja degenerativnih bolezni.

Verjetno bomo morali ponovno premisliti vprašanja o uporabi spomina v učnih metodah v luči novih nevroznanstvenih odkritij, posebej pri preverjanju in ocenjevanju v številnih OECD-jevih izobraževalnih sistemih. Mnogi programi se namreč zanašajo bolj na spomin kot na razumevanje. Nevroznanost sicer ne more odgovoriti na vprašanje, »ali se ni bolje učiti učenja«, ki pa vsekakor ostaja pa zelo aktualno.

»UČITE SE MED SPANJEM«

Učenje med spanjem – kako privlačna zamisel! Hitro učenje brez truda je sen mnogih. Toda celo največji navdušenci priznavajo, da znanje tako morda lahko pridobimo, ne moremo pa se ga naučiti uporabljati. Ali je »učenje med spanjem« popoln mit ali ima kakšno zvezo z resnico?

Pri metodah, ki dovoljujejo tako učenje, ponavljajo informacije, ko človek spi, in sicer prenašajo sporočila in besedila prek magnetofona ali CD-predvajalnika. Reklame obljublajo neverjeten uspeh. Trdijo, da učenje med spanjem ni samo možno, ampak mnogo učinkovitejše kot v budnem stanju. Ideja se je rodila med drugo svetovno vojno, ko so si predstavljali, da se bodo vohuni tako hitreje naučili narečij, naglasov in navad držav, kamor so jih poslali. Sicer pa izvira iz znanstvene fantastike. Razvil jo je Hugo Gernsback v 1911. leta objavljenem delu *Ralph 124 C41+: Romantična zgodba iz leta 2660*. Skoraj dvajset let pozneje je Aldous Huxley opisal učenje otrok v spanju v svojem delu *Krasni novi svet*. Zgodbe o učenju med spanjem v utopičnem (in neutopičnem) svetu so se začele širiti po resničnem. Pojavile so se »teorije«, ki razlagajo, kako deluje tak način učenja, vendar so bile nejasne in so si nasprotovale. Ena od njih domneva, da se učenje vedno začne kot nezaveden proces, zato je učinkovitejše med spanjem kot v budnem stanju. Tega še ni potrdila nobena znanstvena študija.

Vsekakor pa zahtevajo nadaljnji premislek nekatera dela iz Rusije in nekdanje komunistične Vzhodne Evrope, v katerih poskušajo prikazati uspešnost učenja med spanjem. Kulikov (1968) je izvedel raziskavo s pripovedovanjem Tolstojeve zgodbe za otroke osebami, ki so normalno spale.

Ena od dvanajstih se je spomnila besedila, ko se je zbudila. V drugi skupini je najprej s posnetimi stavki, kot so »mirno spite, ne prebudite se«, vzpostavil stik s poskusnimi osebami, ko so spale. Po tem jim je predvajal zgodbo in jih prosil, naj se spomnijo besedila, vendar naj še naprej mirno spiyo. Zdi se, da so navodila resnično vplivala na sposobnost teh oseb, da so si zapomnile prebrano besedilo, in sicer tako dobro kot pri tistih, katerim so ga prebrali, ko so bili budni. V Rusiji in vzhodnoevropskih državah so izvedli tudi daljše raziskave, pri katerih so vedno dali navodila pred spanjem (več najdete pri Hoskovec, 1966; Rubin, 1968). Na temelju teh spoznanj so v državah nekdanje Sovjetske zveze intenzivno vpeljevali učenje med spanjem, posebno v petdesetih in šestdesetih letih prejšnjega stoletja. Trdili so, da se jezиков lahko naučijo med spanjem ne le posamezniki, ampak cele vasi, zahvaljujoč nočnim radijskim oddajam (Bootzin, Kihlstrom in Schacter, 1990).

Te raziskave imajo veliko napak, zaradi katerih vzbujajo dvom o resnični učinkovitosti učenja med spanjem. Raziskovalci pogosto govorijo o »občutljivih« osebami, ne da bi natančneje opredelili, kaj pomeni »občutljiv«. Nekateri razlagajo pojem kot »občutljiv na hipnozo«, drugi spet »oseba, ki jo prepriča učinkovitost učenja med spanjem«. Druga pomanjkljivost poskusov je šibak nadzor nad stanjem spanja: morda so bili nekateri rahlo budni? Na splošno vemo, da niso pridobivali informacij med globokim spanjem, prav tako niso nadzirali stanja spanja z elektroencefalogramom (EEG), kot so ga v zahodnih študijah. Poskuse so opravili, takoj ko so osebe zaspale ali v zgodnjih urah, trenutkih, ko je EEG zaznal večinoma alfa valove (Aarons, 1976). Če je bilo tako, osebe med branjem verjetno niso globoko spale, ampak govorimo o »rahlem spancu«, torej so se zavedale. Taki dejavniki nam pomagajo razložiti pozitivne rezultate mnogih zgodnjih vzhodnoevropskih raziskav, vendar zaradi tega ugotovitvam ne verjamemo nič bolj.

Zahodni raziskovalci sicer niso našli nobenih dokazov, ki bi podpirali uspešno učenje med spanjem, so pa prepoznali učinke, kadar so bile osebe v anesteziji (Schacter, 1996). Po navadi menimo, da bolniki takrat spiyo in ničesar ne zaznavajo. V šestdesetih letih so izvedli poskus, pri katerem so se kirurgi vedli, kot da gre pri bolnikih v anesteziji za nujne primere. Ko so jih zbudili, so jih spraševali o operaciji in nekateri so bili zelo vznemirjeni. Iz tega so sklepali, da so se morali zagotovo spomniti nečesa od operacije, ko so spali (Levison, 1965). V drugih raziskavah so si bolniki hitreje opomogli od operacije, če so jim med popolno narkozo pripovedovali, da bodo hitro okrevali.

Tudi te študije niso povsem brez napak. Najprej moramo vedeti, da biti v narkozi ni spanje in tako ne moremo delati primerjav. Ko so se bolniki zbudili, se niso mogli natančno spomniti, kaj se je dogajalo z njimi ali kaj so slišali med operacijo. Vznemirjenje in okrevanje nista dovolj občutljivi merili, iz katerih bi lahko ocenili spomin. Narava in učinkovitost anestetika lahko spremeni proces

¹¹ To potrjujejo še druga opažanja, ki zadevajo strokovno znanje in način, kako se odraža v možganskih strukturah.

pomnjenja (Schacter, 1996). Ne nazadnje pa poznejše študije niso uspеле postreči z enakimi rezultati. Bolj se nagibajo k temu, da se ne moremo spomniti dogodkov iz operacije, pa naj bo bolnik pri zavesti ali ne. *Lahko povzamemo, da nobena zahodna študija o učenju med spanjem, pri kateri pri bi strogo nadzirali stanje spanja z EEG-jem, ni prinesla dokazov o učenju* (Bootzin, Kihlstrom in Schacter, 1990; Wood, 1992).

Zato lahko sklepamo, da so mnoge trditve o učenju med spanjem le miti. Čeprav ostaja natančna vloga spanja skrivnost, so novejšje študije pokazale, da igra različno vlogo pri razvoju možganov in njihovem delovanju. Koristno je pri krepitvi nekaterih spretnosti, na primer motoričnem učenju. Pomnjenje posebnih zaporednih udarcev s prsti se na primer izboljša, kadar vaji sledijo obdobja spanja (Kuriyama, Stickgold in Walker, 2004; Walker idr., 2002). Spanje v prvi polovici noči izboljša pomnjenje podatkov, v drugi polovici pa pomaga pri pomnjenju spretnosti (Gais in Born, 2004).

Do zdaj so številne študije pokazale, da spanje spreminja pomnjenje tistega, česar se naučimo, tik preden zaspimo (Gais in Born, 2004). Glede učenja podatkov že dolgo vemo, da si kratke zgodbe in zloge brez pomena najbolje zapomnimo, če se jih učimo malo pred spanjem (Jenkins in Dallenbach, 1924; van Ormer, 1933). Med spanjem se lahko naučimo tudi pogojnih refleksov, to je povezave med dvema dražljajema, pri čemer pogojni dražljaj (PD), kot je na primer zvonjenje, izvajamo hkrati (ali nekoliko pozneje) z nepogojnim dražljajem (ND), na primer električnim impulzom v prst. Nepogojni dražljaj po navadi povzroči močan odziv, na primer umik prsta po električnem dražljaju. Po več poskusih so se osebe naučile povezovati oba dražljaja in se odzvati celo takrat, če so dobile samo PD. Odmaknile so prst ob zvoku zvonca ne glede na to, ali so obenem dobile tudi električni impulz ali ne. Raziskave kažejo, da se pogojnega refleksa lahko naučimo med spanjem in ga vzdržujemo tudi, ko smo budni (Ikeda in Morotoni, 1996; Beh in Barratt, 1965). Druge raziskave pa so pokazale, da se ga lahko naučimo budni in ga vzdržujemo med spanjem (McDonald idr., 1975).

Sklepamo lahko, da nimamo znanstvenih dokazov o učenju med spanjem in da se pri učenju ne moremo zanašati na ponavljanje ne glede na to, ali spimo ali ne. Učenje tujih jezikov, naravoslovja, fizike itd. zahteva zavesten napor. Predvajanje CD-jev med spanjem obljublja boljše učenje, odvajanje od kajenja in hujšanje, vendar za to nimamo nobenih znanstvenih dokazov. Morda pa gre le za motivacijo. Učenje med spanjem ostaja mit in zelo neverjetno bi bilo, če bi bil tak pristop nekoč priporočali kot del šolskih ali univerzitetnih programov.

SKLEP

Možgani so moderna tema. Mediji nenehno na različne načine prikazujejo skrivnosti »črne skrinjice«. Tako

priljubljenost lahko pripišemo delno notranjemu interesu zanje pri mnogih od nas (»Če govorite o mojih možganih, govorite o meni«.), pa tudi bogastvu novih odkritij v nevroznanstvenih raziskavah, ki jih posojajo medijem. Priljubljenost pa prinaša tudi zablode. V zadnjih letih narašča število napačnih razlag o delovanju možganov, ki jih imenujemo »nevromiti«. Imajo nekaj skupnih značilnosti ne glede na siceršnje razlike.

Večina nevromitov, vključno z opisanimi, ima podoben izvor. Skoraj vedno temeljijo na nekaj elementih znanosti, zato jih je težko prepoznati in ovreči. Rezultati, na katerih temeljijo, so ali napačno razumljeni, nepopolni, pretirani oziroma so le sodbe – ali pa gre za vse skupaj. Ta težava je sestavina znanstvenega diskurza in poenostavitev, ki jih prelahko sprejemamo, kadar prevajamo znanost v vsakdanji jezik (in jih mediji še poslabšujejo). Pojav nevromitov je lahko nameren ali nenameren. Nekateri nastajajo naključno, za nekaterimi pa stojijo določeni interesi. Pogosto so poslovno naravnani in zato vse prej kot naključni.

Skoraj vsak od nas je dovzeten zanje, nekatere skupine pa so posebej pomembne. Najprej so tu vsi izobraževalci (starši, učitelji in drugi), ki so na čelu »potrošnikov« izobraževanja in zato odprti za »prodajo« idej. V negotovem svetu izobraževanja so nove ideje dobrodošle zlasti takrat, ko se pojavijo kot idealne rešitve ali »zdravilo za vse bolezni«. Če bi bilo izobraževanje dovolj samozavestno, polresnice, gotove rešitve in miti ne bi mogli tako lahko prodirati. Njegov položaj v začetku 21. stoletja, refleksija in praksa pa so preveč odprti za okužbe s to mrzlico, zato bodo nevromiti živeli še dolgo.

Že več let jih želijo razkrinkati in ovreči v Centru za raziskave v izobraževanju v okviru OECD-ja, vendar so naleteli na številne težave. Nevromiti namreč s svojimi razlagami veljavnih raziskav o možganih netijo nevroskeptike, ki zato oporekajo vsem nevroznanstvenim pristopom v izobraževanju. Enako pa pomirjajo uporabnike nevroznanstvenih dokazov, ki zavračajo mite, zlasti kadar jih napadajo tisti, ki jim prepričanost vanje koristi. Lahko pa razočarajo izobraževalce, ki so pokazali ganljivo naivno vero v obljube nevroznanosti.

Mostov med nevroznanostjo in izobraževanjem je zagotovo premalo. Analiza mitov o delovanju možganov jasno kaže, da potrebujemo večje sodelovanje med obema področjema. Če želimo, da bi vsaka izobraževalna reforma resnično koristila učencem, bi morali upoštevati nevroznanstvene raziskave in študije, a pri tem ohraniti zdravo objektivnost. Tudi raziskave o možganih bi morale vključiti svet izobraževanja in upoštevati svoj širši vpliv. Raziskovalci bi jih morali razložiti razumljivo in jih narediti kar se da dostopne. Samo z izmenjavo med obema področjema in udeleženci (raziskovalci, učitelji, političnimi vodji) bomo lahko izkoristili nastajajoče znanje o učenju in ustvarili izobraževalni sistem, ki je hkrati personaliziran za posameznika in splošno primeren za vse.

LITERATURA

- Aarons, L. (1976). »Sleep-assisted Instruction«, *Psychological Bulletin*, letn. 83, str. 1–40.
- Anderson, J. (1990). *The Adaptive Character of Thought*, Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Baron-Cohen, S. (2003). *The Essential Difference: Men, Women and the Extreme Male Brain*, Allen-Lane, London.
- Beh, H. C., Barratt, P. E. H. (1965). »Discrimination and Conditioning During Sleep as Indicated by the Electroencephalogram«, *Science*, 19. marec, št. 147, str. 1470–1471.
- Bootzin, R. R., Kihlstrom, J. F., Schacter, D. L. (ur.) (1990). *Sleep and Cognition*, American Psychological Association, Washington.
- Bruer, J. T. (2000). *The Myth of the First Three Years, a New Understanding of Early Brain Development and Lifelong Learning*, The Free Press, New York.
- DeGroot, A. (1965). »Thought and Choices in Chess«, Mouton Publishers, The Hague.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*, Allen Lane, The Penguin Press, London.
- Diamond, M. C. (2001). »Successful Ageing of the Healthy Brain«, referat, predstavljen na Conference of the American Society on Aging and the National Council on the Aging, 10. marec, New Orleans, LA.
- Gabrieli, J. (2003). »Round Table Interview«, www.brain-aliases.com.
- Gais, S., Born, J. (2004). »Declarative Memory Consolidation: Mechanisms Acting During Human Sleep«, *Learning and Memory*, Nov-Dec, letn. 11, št. 6, str. 679–685.
- Gernsback, H. (2000). *Ralph 124C 41+ : A Romance of the Year 2660*, Bison Books, University of Nebraska Press, Lincoln, NE.
- Gopnik, A., Meltzoff, A., Kuhl, P. (2005). *Comment pensent les bébés ?*, Le Pommier (traduction de Sarah Gurcel).
- Guillot, A. (2005). »La bionique«, *Graines de Sciences*, Vol. 7 (ouvrage collectif), Le Pommier, str. 93–118.
- Haber, R. N., Haber, L. R. (1988). »The Characteristics of Eidetic Imagery«. V: D. Fein, Obler, L. K. (ur.), *The Exceptional Brain*, The Guilford Press, New York, str. 218–241.
- Hoskovec, J. (1966). »Hypnopaedia in the Soviet Union: A Critical Review of Recent Major Experiments«, *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, letn. 14, št. 4, str. 308–315.
- Huxley, A. (1998). *Brave New World* (ponatis), Perennial Classics, HarperCollins, New York.
- Ikeda, K., Morotomi, T. (1996). »Classical Conditioning during Human NREM Sleep and Response Transfer to Wakefulness«, *Sleep*, letn. 19, št. 1, str. 72–74.
- Jenkins, J. G., Dallenbach, K. M. (1924). »Obliviscence during Sleep and Waking«, *American Journal of Psychology*, št. 35, str. 605–612.
- Kim, K. H. idr. (1997). »Distinct Cortical Areas Associated with Native and Second Languages«, *Nature*, letn. 388, št. 6638, str. 171–174.
- Kosslyn, S. M. (1980). *Mental Imagery*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Kulikov, V. N. (1968). »The Question of Hypnopaedia«. V: F. Rubin (ur.), *Current Research in Hypnopaedia*, Elsevier, New York, str. 132–144.
- Kuriyama, K., Stickgold, R., Walker, M. P. (2004). »Sleep-Dependent Learning and Motor-Skill Complexity«, *Learning and Memory*, letn. 11, št. 6, str. 705–713.
- Leask, J., Haber, R. N., Haber, R. B. (1969). »Eidetic Imagery in Children: Longitudinal and Experimental Results«, *Psychonomic Monograph Supplements*, letn. 3, št. 3, str. 25–48.
- Levinson, B. W. (1965). »States of Awareness during General Anaesthesia: Preliminary Communication«, *British Journal of Anaesthesia*, letn. 37, št. 7, str. 544–546.
- Lorenz, K. (1970). *Studies in Animal and Human Behaviour*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- McDonald, D. G. idr. (1975). »Studies of Information Processing in Sleep«, *Psychophysiology*, letn. 12, št. 6, str. 624–629.
- Neville, H. J. (2000). »Brain Mechanisms of First and Second Language Acquisition«, predstavitev na *The Brain Mechanisms and Early Learning First High Level Forum*, 17. junij Sackler Institute, New York City, USA.
- Neville, H. J., Bruer, J. T. (2001). »Language Processing: How Experience Affects Brain Organisation«. V: Bailey, D. B. idr. (ur.), *Critical Thinking About Critical Periods*, Paul H. Brookes Publishing Co., Baltimore, str. 151–172.
- Novak, J. D. (2003). »The Promise of New Ideas and New Technology for Improving Teaching and Learning«, *Cell Biology Education*, letn. 2, poletje, American Society for Cell Biology, Bethesda, MD, str. 122–132.
- OECD (2002). »Learning Seen from a Neuroscientific Approach«, *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*, OECD, Paris, str. 69–77.
- OECD (2004). *Learning for Tomorrow's World – First Results from PISA 2003*, OECD, Paris, str. 95–99, www.pisa.oecd.org.
- van Ormer, E. B. (1933). »Sleep and Retention«, *Psychological Bulletin*, letn. 30, str. 415–439.
- Ornstein, R. (1972). *The Psychology of Consciousness*, Viking, New York.
- Rubin, R. (1998). *Current Research in Hypnopaedia*, MacDonal, London.

Schacter, D. L. (1996). *Searching for Memory: The Brain, the Mind and the Past*, Basic Books, New York.

Scientific American (2004). »Do We Really Only Use 10 Per Cent of Our Brains?«, *Scientific American*, June.

Sperry, R. W., Gazzaniga, M. S., Bogen, J. E. (1969). »Interhemispheric Relationships: The Neocortical Commissures; Syndromes of Hemisphere Disconnection«. V: Vincken, P. J., Bruyn, G. W. (ur.), *Handbook of Clinical*

Neurology, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

Walker, M. P. idr. (2002), »Practice with Sleep Makes Perfect: Sleep-Dependent Motor Skill Learning«. *Neuron*, letn. 35, št. 1, str. 205–211.

Wood, J. idr. (1992), »Implicit and Explicit Memory for Verbal Information Presented during Sleep«, *Psychological Science*, letn. 3, str. 236–239.

Prevod prispevka:

OECD (2007). *Dispelling »Neuromyths«. V: Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264029132-9-en>

Prevedla dr. Justina Erčulj.

Kakovost prevoda in njegova usklajenost z izvirnim besedilom dela sta izključna odgovornost avtorice prevoda. Če bi prišlo do protislovja med izvirnikom in prevodom, ima prednost besedilo izvirnika.

Delni prevod OECD-jeve publikacije, ki je bila prvič izdana v angleščini in francoščini z naslovoma:

Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science

Comprendre le cerveau: Naissance d'une science de l'apprentissage

© 2007 OECD

Vse pravice pridržane.

© 2013 Zavod Republike Slovenije za šolstvo za slovensko izdajo

NOVOSTI V KNJIŽNICI

- Berk, J.
Skrivnosti števil in oblik 6. [Učbenik za matematiko v 6. razredu osnovne šole]
 Ljubljana: Rokus Klett, 2013
- Bralno društvo Slovenije. Strokovno posvetovanje (10; 2013; Ljubljana)**
 Tudi mi beremo: različni bralci z različnimi potrebami: zbornik Bralnega društva Slovenije [ob 10. strokovnem posvetovanju v Ljubljani] / [avtorji Martina Ozbič ... [et al.]; avtor predgovora Zoltan Jan; uredila Veronika Rot Gabrovec]
 Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2013
- Campbell, Neil A., 1946-2004
Biologija 3: zgradba in delovanje ekosistemov: učbenik za gimnazije in srednje strokovne šole
 Celovec: Mohorjeva založba, 2013
- Children's voices: interethnic violence in the school environment**
 / edited by Zorana Medarić and Mateja Sedmak
 Koper: University of Primorska, Science and Research Centre, Annales University Press, 2012
- Creemers, B., P. M.
Dinamični model učinkovitosti izobraževanja: o oblikovanju politike, teorije in prakse v sodobnih šolah
 Ljubljana: Državni izpitni center, 2013
- Čudovite oblike: [zgradba in delovanje evkariontskih organizmov za gimnazije]**
 / Helena Lenasi ... [et al.]; [urednica Marina Dermastia; abecedno kazalo Alenka Dermastia; ilustracije Marija Prelog; fotografije Dreamstime ... et al.]
 Ljubljana: Rokus Klett, 2013
- Dolenc, E.
Družboslovje 5. Učbenik za 5. razred osnovne šole [Elektronski vir]: prilagojeni izobraževalni program z nižjim izobrazbenim standardom
 Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013
- Gaberščik, A.
Spoznajmo svoje domovanje: ekologija za gimnazije
 Ljubljana: Rokus Klett, 2013
- Herbert, E. A.
The power of portfolios: what children can teach us about learning and assessment
 San Francisco: Jossey-Bass, 2001
 (The Jossey-Bass education series)
- Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Biologija**
 / Minka Vičar ... [et al.]; [uredili Saša Kregar, Minka Vičar]
 Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013
 (Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi / urednici zbirke: Amalija Žakelj, Marjeta Borstner)
- Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Geografija**
 / Anton Polšak ... [et al.]; [uredil Anton Polšak]
 Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013
- Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Glasba**
 / Ada Holcar Brunauer ... [et al.]; [uredili Ada Holcar Brunauer, Inge Breznik]
 Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013
- Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Psihologija**
 / Ines Celin ... [et al.]; [uredila Ines Celin]
 Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013
 (Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi / urednici zbirke: Amalija Žakelj, Marjeta Borstner)
- Koba, S.
Hard-to-teach biology concepts: a framework to deepen student understanding
 Arlington, Va.: NSTA Press, cop. 2009
- Kocjan-Barle, M.
Znanka ali uganka 5: slovenščina za 5. razred osnovne šole. Učbenik
 Ljubljana: Modrijan, 2013
- Koullen, R.
Tangram 7: učbenik za matematiko v 7. razredu osnovne šole
 Ljubljana: DZS, 2013
- Naravoslovje 7. [Učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole]**
 / Andreja Kolman ... [et al.]; [ilustratorji Kristina Krhin, Gregor Cvetko, Doroteja Fon; fotografije Alenka Gaberščik ... et al.]
 Ljubljana: Rokus Klett, 2013
- Pangerc, B.
Čudovita zgodba: poletni seminar v devetih območnih enotah ZRSŠ
 Trst: Mladika, 2013

Pesek, A.

Glasba 6. Učbenik za glasbo v šestem razredu osnovne šole

Ljubljana: Mladinska knjiga, 2013

Ples v vrtcu

/ Meta Zagorc ... [et al.]; [fotografije Alenka Kociper in Petra Nuzdorfer]

Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013

Počkar, M.

Teme iz sociologije: učbenik za srednje strokovne in poklicno-tehniške šole

Ljubljana: DZS, 2013

Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi. Biologija

/ [avtorji] Saša Kregar ... [et al.]; [uredili Saša Kregar, Simona Slavič Kumer]

Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013

Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi.

Matematika

/ [avtorji] Mojca Suban ... [et al.]; [uredili Mojca Suban, Silva Kmetič]

Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013

Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi. Zgodovina

/ [avtorji] Vilma Brodnik ... [et al.]; [uredila Vilma Brodnik]

Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2013

Rajšp, M.

Lili in Bine 3. [Učbenik za matematiko v tretjem razredu osnovne šole]

Ljubljana: Rokus Klett, 2013

Razpotnik, J.

Raziskujem preteklost 9. [Učbenik za zgodovino v 9. razredu osnovne šole]

Ljubljana: Rokus Klett, 2013

Senegačnik, J., 1957-

Svet: geografija za 2. letnik gimnazij

Ljubljana: Modrijan, 2013

Sket, B., 1936-

Iskanje izvora: evolucija in pregled živega sveta za gimnazije

Ljubljana: Rokus Klett, 2013

Shores, Elizabeth F.

The portfolio book: a step-by-step guide for teachers

/ Elizabeth F. Shores, Cathy Grace
Beltsville: Gryphon House, cop. 1998

Spatium novum: matematika za gimnazije

/ Gregor Pavlič ... [et al.]; [ilustracije Darko Simeršek, Kostja Gatnik, Davor Grgičević; fotografije arhiv založbe Modrijan ... et al.]
Ljubljana: Modrijan, 2013

Šumrada, T., 1992-

Iz Pekinga na Kranjsko: pisma astronoma Avgušтина Hallersteina (1703-1774) sestri Mariji Ani Hallerstein v Ljubljano = From Beijing to Carniola: astronomer Augustin Hallerstein (1703-1774) writes to his sister Maria Ana Hallerstein in Ljubljana

Ljubljana: Studio Kham, 2008

Trajnostna mobilnost. Priročnik za učitelje v osnovnih šolah

/ [avtorji Matej Ogrin ... [et al.]; urednici Polona Demšar Mitrovič, Mojca Balant]
Ljubljana: Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, 2013

Trajnostna mobilnost. Priročnik za učitelje v srednjih šolah

/ [avtorji Katarina Otrin ... [et al.]; urednici Polona Demšar Mitrovič, Mojca Balant]
Ljubljana: Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, 2013

Trajnostna mobilnost. Priročnik za vzgojitelje v vrtcih

/ [avtorji Katarina Otrin ... [et al.]; urednici Polona Demšar Mitrovič, Mojca Balant]
Ljubljana: Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, 2013

Vouk, A., 1969-

Matematika 2 [Elektronski vir]: delovni zvezek za 2. razred osnovne šole: prilagojeni izobraževalni program z nižjim izobrazbenim standardom

Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2013

Živeti in misliti Evropo: PAM-INA priročnik za učitelje

/ [avtorji Simone Kary ... [et al.]; prevajalci Jayne Azzopardi ... et al.]

V Ljubljani: Znanstvena založba Filozofske fakultete = University Press, Faculty of Arts; Freiburg: Pädagogische Hochschule, 2012

Wallace, B.

Teaching problem-solving and thinking skills through science: exciting cross-curricular challenges for foundation phase and key stages one and two

Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2009

Saša Premk

BIBLIOGRAFSKO KAZALO REVİJE VZGOJA IN IZOBRAŽEVANJE V LETU 2013

Štirinštrideseti letnik revije Vzgoja in izobraževanje je izšel v šestih številkah. Druga in tretja številka sta izšli kot dvojna številka. Prav tako sta kot dvojna številka izšli četrta in peta številka. Bibliografija objav za leto 2013 obsega 85 bibliografskih enot, urejenih po abecednem vrstnem redu avtorjev prispevkov. Avtorsko kazalo obsega 88 enot. V njem so po abecedi navedeni avtorji člankov z zaporednimi številkami bibliografskih enot.

Vzgoja in izobraževanje. – Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2013, 44. letnik, 6 številk. ISSN 0350-5065.

Št. 1: 64 str.

Št. 2-3: 128 str.

Št. 4-5: 129 str.

Št. 6: 64 str.

1. **ANDRIN**, Alenka: Kratek oris vloge vizualnih elementov pri sodobnem pouku tujega jezika. – 44, 2013, št. 4-5, str. 70. [Analize in prikazi]
2. **BAJDA**, Urška: Šolske motivacijske dejavnosti za izboljšanje bralne pismenosti učencev. – 44, 2013, št. 2-3, str. 122. [Primeri iz prakse – Šolska klima in bralna pismenost]
3. **BERČNIK**, Sanja: Motnje hranjenja in njihovo prepoznavanje v osnovni šoli. – 44, 2013, št. 1, str. 56. [Polemično]
4. **BEUERMANN**, Dimitrij: Vsako zgodbo je treba povedati dvakrat – Osvetlitev povezave med viri in cilji na primeru glasbenega izobraževanja. – 44, 2013, št. 4-5, str. 11. [Razprave]
5. **BUJIŠIČ**, Tina [in] Andreja **NOVAK**: Kako povečati motivacijo za branje na Osnovni šoli Franceta Prešerna Maribor. – 44, 2013, št. 2-3, str. 69. [Primeri iz prakse – Motivacija za branje]
6. **CIGAN**, Petra [in] Metka **HUSAR ČERNJAVIČ**: Spodbujanje porajajoče se pismenosti. – 44, 2013, št. 2-3, str. 78. [Primeri iz prakse – Predbralne učne strategije]
7. **FEINSTEIN**, Sheryl [in] Augustana **COLLEGE**: Najstniški možgani in tehnologija. – 44, 2013, št. 6, str. 40. [Razprave]
8. **FIR**, Barbara [in] Darja **BREMEC**: Primer medpredmetne povezave med fiziko in biologijo v 8. razredu – Nastanek slike v očesu. – 44, 2013, št. 2-3, str. 109. [Primeri iz prakse – Izboljšanje bralne pismenosti pri vseh predmetih]
9. **FISCHER**, Kurt W.: Um, možgani in izobraževanje: postavljanje znanstvenih temeljev za učenje in poučevanje. – 44, 2013, št. 6, str. 11. [Razprave]
10. **FLORJANČIČ**, Franko: Risba pri tehniki in tehnologiji kot vsebina in strategija vstopanja v (s)likovno-vizualne vidike tehniške pismenosti. – 44, 2013, št. 4-5, str. 72. [Primeri iz prakse]
11. **FRELIH**, Črtomir: Likovna vzgoja: likovno opismenjevanje ali zgodovinjeno prihodnosti. – 44, 2013, št. 4-5, str. 48. [Polemično]
12. **FRIGELJ**, Jožica: Učinki sodelovalnega ocenjevanja na motivacijskem področju. – 44, 2013, št. 4-5, str. 113. [Aktualno]
13. **GERŠAK**, Vesna: Utelesena učna vsebina: z ustvarjalnim gibom do trajnega znanja. – 44, 2013, št. 4-5, str. 87. [Primeri iz prakse]
14. **GREENSTONE**, Harriet: Izvršilna funkcija v učilnici: nevrološke posledice za poseg v razredu. – 44, 2013, št. 6, str. 33. [Razprave]
15. **HARTMAN**, Simona: Primer uporabe bralne učne strategije VŽN pri predmetu družba v drugem vzgojno-izobraževalnem obdobju. – 44, 2013, št. 2-3, str. 87. [Primeri iz prakse – Bralne učne strategije]
16. **HOČEVAR**, Lavinia: Raziskava med učitelji geografije in francoščine o načrtovanju in izvajanju medpredmetnega poučevanja na gimnazijah. – 44, 2013, št. 1, str. 32. [Analize in prikazi]
17. **HOLCAR BRUNAUER**, Ada [in] Barbara **SICHERL KAFOL** [in] Urban **KORDEŠ**: Spodbujanje metakognitivnih procesov in samoregulacije učenja pri glasbeni vzgoji. – 44, 2013, št. 2-3, str. 51. [Analize in prikazi]
18. **HORVATH**, Livia: Individualizirani pristop poučevanja otrok iz manj spodbudnega socialnega okolja z vidika vloge specialne pedagoginje. – 44, 2013, št. 2-3, str. 101. [Primeri iz prakse – Notranja diferenciacija in individualizacija]
19. **IVANČIČ**, Klavdija: Motivacija za branje in bralni dosežki romskih učencev. – 44, 2013, št. 2-3, str. 72. [Primeri iz prakse – Motivacija za branje]
20. **JAKOŠ VASLE**, Mateja: Zavedanje in uravnavanje lastnega učenja v prvem vzgojno-izobraževalnem obdobju osnovne šole. – 44, 2013, št. 2-3, str. 97. [Primeri iz prakse – Notranja učna diferenciacija in individualizacija]
21. **JANČAN**, Silva: Vloga ravnatelja pri vpeljevanju izboljšav na področju bralne pismenosti. – 44, 2013,

- št. 2-3, str. 119. [Primeri iz prakse – Šolska klima in bralna pismenost]
22. **KOGOJ**, Berta: Fizika in angleščina z roko v roki: primer medpredmetne povezave v osnovni šoli. – 44, 2013, št. 2-3, str. 38. [Analize in prikazi]
 23. **KOPAČIN**, Barbara: Povezava med aktivnim ukvarjanjem z glasbo ter inteligentnostjo in uspešnostjo pri pouku. – 44, 2013, št. 4-5, str. 94. [Aktualno]
 24. **KRANJC**, Radovan: Zakaj se slovenski osnovnošolci ne učijo računalništva. – 44, 2013, št. 1, str. 52. [Polemično]
 25. **KRIŽNAR**, Franc: Slovensko glasbeno šolstvo in tovrstna glasbena pismenost – Od zgodovinskega razvoja in iz preteklosti v sedanjost ter prihodnost. – 44, 2013, št. 4-5, str. 6. [Razprave]
 26. **LESAR**, Irena [in] Helena **SMRTNIK VITULIČ**: Kaj o samostojnosti in pomoči pri učenju poročajo učenci in njihovi starši. – 44, 2013, št. 1, str. 5. [Analize in prikazi]
 27. **LESJAK**, Janja: Razvijanje bralnih spretnosti v prvem triletju. – 44, 2013, št. 2-3, str. 85. [Primeri iz prakse – Predbralne učne strategije]
 28. **LESNIČAR**, Barbara: S kakšnimi vprašanji spodbujamo različne, tudi metakognitivne miselne procese učencev. – 44, 2013, št. 2-3, str. 47. [Analize in prikazi]
 29. **LIPOVŠEK LENASI**, Igor [in] Mariza **SKVARČ** [in] Sandra **MRŠNIK**: Z (med)predmetnim razvijanjem bralne pismenosti do kakovostnejšega znanja. – 44, 2013, št. 2-3, str. 43. [Analize in prikazi]
 30. **MANDŽUKA**, Darja: Izboljšanje bralne pismenosti pri učencih, katerih materni jezik je albanščina. – 44, 2013, št. 2-3, str. 92. [Primeri iz prakse – Bralne učne strategije]
 31. **MARENTIČ POŽARNIK**, Barica: Uveljavljanje prvin akcijskega raziskovanja v projektu Bralna pismenost. – 44, 2013, št. 2-3, str. 16. [Razprave]
 32. **MARGAN**, Urška [in] Mihaela **KERIN**: Motivacija za branje. – 44, 2013, št. 2-3, str. 30. [Analize in prikazi]
 33. **MARIN**, Jelka: Metoda recipročnega poučevanja – pomoč pri razumevanju prebranega. – 44, 2013, št. 2-3, str. 115. [Primeri iz prakse - Metakognicija]
 34. **MEŠKO**, Nina: O neulovljivosti sodobnega plesa. – 44, 2013, št. 4-5, str. 82. [Primeri iz prakse]
 35. **MIHELČIČ**, Natalija: Ko se »uporabno znanje« sreča s terenom – popotovanje po Kobariškem. – 44, 2013, št. 1, str. 40. [Primeri iz prakse]
 36. **MLINARIČ**, Nataša: Čutne poti na igrišču. – 44, 2013, št. 2-3, str. 82. [Primeri iz prakse – Predbralne učne strategije]
 37. **MOTIK**, Dragica [in] Melita **STEINER**: Slovenščina živi med Slovenci in njihovimi potomci po svetu. – 44, 2013, št. 1, str. 19. [Analize in prikazi]
 38. **NEDELJKO**, Nada: Učitelj v oddelku podaljšanega bivanja – samoocena usposobljenosti za delo. – 44, 2013, št. 1, str. 12. [Analize in prikazi]
 39. **NOLIMAL**, Fani: Spodbujanje razvoja bralne pismenosti v (vrtcih in) osnovnih šolah – Projekt Opolnomočenje učencev z izboljšanjem bralne pismenosti in dostopa do znanja. – 44, 2013, št. 2-3, str. 8. [Razprave]
 40. **NOVAKOVIČ**, Tanja: Uvodnik. – 44, 2013, št. 2-3, str. 5. [Uvodnik]
 41. **NOVLJAN**, Maja: Razvijanje izvršilnih funkcij v podporo bralne pismenosti. – 44, 2013, št. 2-3, str. 94. [Primeri iz prakse – Notranja učna diferenciacija in individualizacija]
 42. **OECD**: Razblinjamo »nevromite«. – 44, 2013, št. 6, str. 48. [Razprave]
 43. **OMEJC**, Olga: Brati ali ne brati – motiviranje učencev za branje. – 44, 2013, št. 2-3, str. 62. [Primeri iz prakse – Motivacija za branje]
 44. **PAHOR BIZJAK**, Nadja: Je razvijanje kompleksnih bralnih strategij domena pouka slovenščine? Medpredmetno povezovanje za učinkovitejše vpeljevanje bralnih strategij v četrtem razredu. – 44, 2013, št. 2-3, str. 105. [Primeri iz prakse – Izboljšanje bralne pismenosti pri vseh predmetih]
 45. **PEVEC SEMEC**, Katica: Opomnik za pripravo, izvajanje in spremljanje diferencirane učne podpore pri bralni pismenosti. – 44, 2013, št. 2-3, str. 57. [Analize in prikazi]
 46. **PIRC**, Vladimir: Dramska pismenost: Iveri o dramskem ustvarjanju v slovenski šoli. – 44, 2013, št. 4-5, str. 106. [Aktualno]
 47. **PLEVNIK**, Tanja: Premikanje mej v šoli – koncept mednarodnih taborov na OŠ Maksa Pleteršnika Pišce. – 44, 2013, št. 1, str. 48. [Primeri iz prakse]
 48. **PLIMEN**, Uršula: Razvijanje kritičnega mišljenja pri pouku slovenščine. – 44, 2013, št. 2-3, str. 113. [Primeri iz prakse - Metakognicija]
 49. **POLAK**, Alenka: Spoštovanje do učencev kot izhodišče učiteljeve avtoritete v razredu. – 44, 2013, št. 1, str. 6. [Kolumna]
 50. **POLŠAK**, Anton: Uporaba slikovno-vizualnega pri geografiji. – 44, 2013, št. 4-5, str. 59. [Analize in prikazi]
 51. **POTOČNIK**, Nataša: Bralne učne strategije v luči sodobnega pojmovanja učenja. – 44, 2013, št. 2-3, str. 33. [Analize in prikazi]
 52. **PREMK**, Saša: Novosti iz knjižnice. – 44, 2013, št. 6, str. 59. [Ocene in informacije]
 53. **PREMK**, Saša: Bibliografsko kazalo revije Vzgoja in izobraževanje v letu 2013. – 44, 2013, št. 6, str. 61. [Priloga]
 54. **PREMK**, Saša: Novosti iz knjižnice. – 44, 2013, št. 4-5, str. 129. [Ocene in informacije]
 55. **PREMK**, Saša: Novosti iz knjižnice. – 44, 2013, št. 2-3, str. 128. [Ocene in informacije]
 56. **PREMK**, Saša: Novosti iz knjižnice. – 44, 2013, št. 1, str. 61. [Ocene in informacije]
 57. **PREMK**, Saša: Bibliografsko kazalo revije Vzgoja in izobraževanje v letu 2012. – 44, 2013, št. 1, str. 62. [Priloga]

58. **PRESKAR**, Stanka: Pomen naravoslovja za razvoj bralne pismenosti. – 44, 2013, št. 2-3, str. 36. [Analize in prikazi]
59. **PREVODNIK**, Marjan: Za (s)likovno-vizualno, umetniško in za (o)pismen(je)nost za ustvarjalnost nam gre! – 44, 2013, št. 4-5, str. 17. [Razprave]
60. **PUKLAVEC**, Vlasta [in] David VOH: Bralne učne strategije na različne načine in v različnih starostnih obdobjih. – 44, 2013, št. 2-3, str. 90. [Primeri iz prakse – Bralne učne strategije]
61. **PUKŠIČ MAVSAR**, Metka: Bralni plakat – bralna motivacija v osnovni šoli. – 44, 2013, št. 2-3, str. 74. [Primeri iz prakse – Motivacija za branje]
62. **RADEK**, Barbara: Dejavnosti, ki spodbujajo motivacijo za branje v OPB. – 44, 2013, št. 2-3, str. 66. [Primeri iz prakse – Motivacija za branje]
63. **REIS**, Ricardo: Vizualna pismenost in likovnoumetnostna vzgoja: nekateri pogledi in njihov pomen za izobraževanje. – 44, 2013, št. 4-5, str. 26. [Razprave]
64. **RUDL**, Bojana: Pomen domišljajske rabe jezika in igre vlog pri spodbujanju zgodnje pismenosti v vrtcu. – 44, 2013, št. 2-3, str. 80. [Primeri iz prakse – Predbralne učne strategije]
65. **RUPAR**, Brigita: Vodenje šole za boljše učne dosežke učencev. – 44, 2013, št. 2-3, str. 23. [Razprave]
66. **RUTAR**, Dušan: Psihologija in jezik novih medijev. – 44, 2013, št. 4-5, str. 56. [Analize in prikazi]
67. **RUTAR ILC**, Zora: Kaj ima kognitivna znanost povedati učiteljem? – 44, 2013, št. 6, str. 2. [Uvodnik]
68. **RUTAR ILC**, Zora: Recenzija priročnika Kulturno-umetnostna vzgoja. – 44, 2013, št. 4-5, str. 124. [Ocene in informacije]
69. **RUTAR ILC**, Zora: Umetniška pismenost – za izbrance ali za vsakogar?. – 44, 2013, št. 4-5, str. 4. [Uvodnik]
70. **RUTAR ILC**, Zora: Beseda kritičnega prijatelja. – 44, 2013, št. 2-3, str. 10. [Kolumna]
71. **RUTAR ILC**, Zora: O naravi učenja – izziv za šolske strokovnjake in praktike. – 44, 2013, št. 1, str. 25. [Analize in prikazi]
72. **RUTAR ILC**, Zora: Uvodnik. – 44, 2013, št. 1, str. 3. [Uvodnik]
73. **SAKSIDA**, Mojca: Razvijanje bralnih strategij pri medpredmetnem učenju: Od besedila do TV-oddaje. – 44, 2013, št. 2-3, str. 111. [Primeri iz prakse – Izboljšanje bralne pismenosti pri vseh predmetih]
74. **SEDMAK**, Aleš: Znanstvena ilustracija za slepe in slabovidne. – 44, 2013, št. 4-5, str. 79. [Primeri iz prakse]
75. **SELAN**, Jurij: Likovni jezik kot temelj likovne vzgoje in izobraževanja. – 44, 2013, št. 4-5, str. 41. [Polemično]
76. **SLANA**, Nikolaj: Fotografija in šport mladih. – 44, 2013, št. 4-5, str. 74. [Kolumna]
77. **SOUSA**, David A.: UMI – um, možgani in izobraževanje: vpliv nevroznanosti na vede o izobraževanju. – 44, 2013, št. 6, str. 29. [Razprave]
78. **STEERS**, John: Ustvarjalnost in formalno zaključno ocenjevanje pri predmetu likovna umetnost in oblikovanje v Angliji. – 44, 2013, št. 4-5, str. 52. [Analize in prikazi]
79. **TOKUHAMA-ESPINOSA**, Tracey: Zakaj znanost um, možgani in izobraževanje plemeniti ‚novo‘ izobraževanje, temelječe na poznavanju možganov, z znanostjo? – 44, 2013, št. 4, str. 23. [Razprave]
80. **TOMŠIČ ČERKEZ**, Beatriz: Raziskovanje sveta likovnovizualne podobe. – 44, 2013, št. 4-5, str. 30. [Razprave]
81. **UDIR**, Vinko: Vloga slike v naravoslovju in pri fiziki. – 44, 2013, št. 4-5, str. 76. [Primeri iz prakse]
82. **VIČAR**, Minka [in] Saša **KREGAR**: Vloga ilustracije v učbenikih za biologijo. – 44, 2013, št. 4-5, str. 65. [Analize in prikazi]
83. **ZGONIK**, Nadja: Vizualno kot področje spodbujanja ustvarjalnega mišljenja. – 44, 2013, št. 4-5, str. 34. [Razprave]
84. **ZORMAN**, Mirko: Večpredstavitvena pismenost za vse?. – 44, 2013, št. 4-5, str. 18. [Kolumna]
85. **WAGNER**, Ernst: K skupnemu evropskemu referenčnemu okviru umetnostne vzgoje v šolah. – 44, 2013, št. 4-5, str. 50. [Analize in prikazi]

KAZALO AVTORJEV

- ANDRIN**, Alenka: 1.
BAJDA, Urška: 2.
BERČNIK, Sanja: 3.
BEUERMANN, Dimitrij: 4.
Bizjak Pahor, Nadja glej Pahor Bizjak, Nadja
BREMEC, Darja: 8.
Brunauer Holcar, Ada glej Holcar Brunauer, Ada
BUJIŠIČ, Tina: 5.
CIGAN, Petra: 6.
COLLEGE, Augustana: 7.
Čerkez Tomšič, Beatriz glej Tomšič Čerkez, Beatriz
Černjavič Husar, Metka glej Husar Černjavič, Metka
FEINSTEIN, Sheryl: 7.
FIR, Barbara: 8.
FISCHER, Kurt W.: 9.
FLORJANČIČ, Franko: 10.
FRELIH, Črtomir: 11.
FRIGELJ, Jožica: 12.
GERŠAK, Vesna: 13.
GREENSTONE, Harriet: 14.
HARTMAN, Simona: 15.
HOČEVAR, Lavinia: 16.
HOLCAR BRUNAUER, Ada: 17.
HUSAR ČERNJAVIČ, Metka: 6.
HORVATH, Livia: 18.
Ilc Rutar, Zora glej Rutar Ilc, Zora
IVANČIČ, Klavdija: 19.
JAKOŠ VASLE, Mateja: 20.
JANČAN, Silva: 21.
Kafol Sicherl, Barbara glej Sicherl Kafol, Barbara
KOGOJ, Berta: 22.
KORDEŠ, Urban: 17.
KOPAČIN, Barbara: 23.
KRANJC, Radovan: 24.
KREGAR, Saša: 82.
KRIŽNAR, Franc: 25.
Lenasi Lipovšek, Igor glej Lipovšek Lenasi, Igor
LESAR, Irena: 26.
LESJAK, Janja: 27.
LESNIČAR, Barbara: 28.
LIPOVŠEK LENASI, Igor: 29.
MRŠNIK, Sandra: 29.
MANDŽUKA, Darja: 30.
MARENTIČ POŽARNIK, Barica: 31.
MARGAN, Urška: 32.
Mavsar Pukšič, Metka glej Pukšič Mavsar, Metka
KERIN, Mihaela: 32
MARIN, Jelka: 33.
MEŠKO, Nina: 34.
MIHELČIČ, Natalija: 35.
MLINARIČ, Nataša: 36.
MOTIK, Dragica: 37.
NEDELJKO, Nada: 38.
NOLIMAL, Fani: 39.
NOVAK, Andreja: 5.
NOVAKOVIČ, Tanja: 40.
NOVLJAN, Maja: 41.
OMEJC, Olga: 43.
PAHOR BIZJAK, Nadja: 44.
PEVEC SEMEC, Katica: 45.
PIRC, Vladimir: 46.
PLEVNIK, Tanja: 47.
PLIMEN, Uršula: 48.
POLAK, Alenka: 49.
POLŠAK, Anton: 50.
POTOČNIK, Nataša: 51.
Požarnik Marentič, Barica glej Marentič Požarnik, Barica
PREMK, Saša: 52, 53, 54, 55, 56, 57.
PRESKAR, Stanka: 58.
PREVODNIK, Marjan: 59.
PUKLAVEC, Vlasta: 60.
PUKŠIČ MAVSAR, Metka: 61.
RADEK, Barbara: 62.
REIS, Ricardo: 63.
RUDL, Bojana: 64.
RUPAR, Brigita: 65.
RUTAR, Dušan: 66.
RUTAR ILC, Zora: 67, 68, 69, 70, 71, 72.
SAKSIDA, Mojca: 73.
SEDMAK, Aleš: 74.
SELAN, Jurij: 75.
Semec Pevec, Katica glej Pevec Semec, Katica
SICHERL KAFOL, Barbara: 17.
SKVARČ, Mariza: 29.
SLANA, Nikolaj: 76.
SMRTNIK VITULIČ, Helena: 26.
SOUSA, David A.: 77.
STEERS, John: 78.
STEINER, Melita: 37.
TOKUHAMA-ESPINOSA, Tracey: 79.
TOMŠIČ ČERKEZ, Beatriz: 80.
UDIR, Vinko: 81.
Vasle Jakoš, Mateja glej Jakoš Vasle, Mateja
VIČAR, Minka: 82.
Vitulič Smrtnik, Helena glej Smrtnik Vitulič, Helena
VOH, David: 60.
ZGONIK, Nadja: 83.
ZORMAN, Mirko: 84.
WAGNER, Ernst: 85.

Pripravila: Saša Premk

Revije iz založbe Zavoda RS za šolstvo



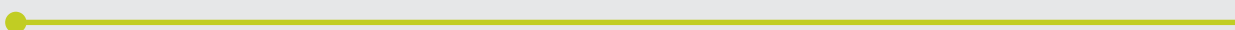
Trajnostni razvoj v šoli in vrtcu

Letnik VII, 2013, številka 1-2, ISSN 1855-0509

Kaj lahko učitelj pridobi ob aktualnih spoznanjih pedagoške nevroznanosti? Kako lahko pedagoška nevroznanost podpre učenca pri njegovem učenju? Ali spoznanja pedagoške nevroznanosti lahko vplivajo na kakovost merjenja znanja?

Smo na začetku ali pa imamo »kaj že tudi v žepu in pod klobukom«? Kakšne so možnosti za poglobljen študij vsebin s področja pedagoške nevroznanosti?

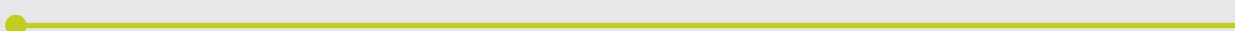
Ta in nekatera druga vprašanja so v ospredju, ko se pogovarjamo o pedagoški nevroznanosti, predvsem pa želja po sodelovanju, da bi tako izpopolnili nasvete učencem.



Šolsko svetovalno delo

Letnik XVI, 2013, številka 1-2, ISSN 1318-8267

Tokratna številka revije Šolsko svetovalno delo je zelo raznolika. Prinaša dve vodilni temi. Prva se nanaša na stiske učencev, ki ne izhajajo iz šolskega okolja. Zbrali smo prispevke, ki obravnavajo različne vrste otroških stisk: nasilje v družini, žalovanje ob izgubi, življenje s starši odvisniki od drog. Drugi sklop člankov se nanaša na vlogo svetovalnega delavca pri spodbujanju razvoja bralne pismenosti. Ker je na tem področju potrebno čim zgodnejše ukrepanje, smo objavili prispevka, ki govorita o spodbujanju predbralnih zmožnosti v vrtcu. Prispevek Ljubice Marjanovič Umek z opisi diagnostičnih pripomočkov za merjenje govornih zmožnosti dopolnjuje opis prakse v enem od celjskih vrtcev.



Informacije in naročila:

- po pošti: Zavod RS za šolstvo, Poljanska cesta 28, 1000 Ljubljana
- po faksu: 01/300 51 99
- po elektronski pošti: zalozba@zrss.si
- na spletni strani: <http://www.zrss.si>



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

& tehnična navodila avtorjem

- Prispevke (v eni od različnih urejevalnikov besedil Word) pošljite po elektronski pošti (vzgoja.izobrazevanje@zrss.si). Ime dokumenta naj se začne z vašim priimkom in prvima besedama naslova članka.
- Slikovno in grafično gradivo (preglednice, grafični prikazi, slike) priložite prispevku kot samostojne dokumente in v glavnem dokumentu (članku) označite, kam spadajo. Podnapisi k fotografijam, skicam ipd. naj bodo vključeni v glavno besedilo.
- Obseg prispevkov: razprave in analize do 15.000 znakov (največ 10 strani), utrinki iz prakse, ocene in informacije pa do 7.000 znakov (4 strani). Besedila, ki so bila pripravljena kot seminarske, diplomske in druge naloge ali referati, priredite za objavo v reviji, tj. preoblikujte jih v članek. Ocenam knjig in drugih publikacij priložite posnetek naslovnice in navedite natančne bibliografske podatke o publikaciji (avtor/-ji, založba, leto izida, ISBN, obseg – število strani itn.).
- Obsežnejšim prispevkom (razprave, analize) priložite povzetek (do 8 vrstic) v slovenščini.
- Reference v besedilu naj bodo v obliki: (Brajša, 1993), ob navajanju strani pa: (Brajša, 1993: 12).
- Opombe v besedilu označite z zaporednimi številkami in jih enako razvrstite pod besedilom.

XLIV

2013

6



- Literaturo navajajte na koncu prispevka, npr.:
 - knjiga: Brajša, Pavao. 1993. Pedagoška komunikologija Ljubljana: Glota Nova.
 - članek: Novak, Helena. 1997. Projektno učno delo in prenova osnovne šole. V: Vzgoja in izobraževanje, 2, 4–7.
 - prispevek v zborniku: Bečaj, Janez. 1996. Doseganje popolne kakovosti – cilj za naslednjo petletko? V: Kakovost preduniverzitetnega izobraževanja. Maribor: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
 - spletna stran: www.zrss.si (18. 3. 2009).
- Prispevku priložite izpolnjeno prijavnico prispevka, ki jo dobite na spletni strani.
- Uredniški odbor samostojno in neodvisno odloča o objavi posameznega prispevka, s tem da upošteva merila za uvrstitev prispevka v revijo. Vse prispevke člani uredniškega odbora preberejo, ocenijo in vsebinsko obravnavajo na sejah.

ISSN 0350-5065



9 770350 50600 2