

Kognitivna znanost v šolstvu

Zora Rutar Ilc

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

Predpogoj za kakovostno poučevanje je razumevanje procesov učenja. V preteklosti je le-te najbolj osvetljevala psihologija, danes pa se ji pridružuje kognitivna znanost, ki svoje mesto vse bolj vidi v polju izobraževanja. Kognitivna znanost osvetljuje, kako potekajo procesi učenja na mikroravni, kaj jih omogoča in pospešuje, kaj pa ovira, in tako učitelje in druge pedagoške delavce oskrbuje s ključnimi informacijami za učinkovito organiziranje učenja. Povezovanje psihologije, kognitivne znanosti in izobraževanja, poimenovano tudi s sintagmo UMI (um, možgani in izobraževanje), si tako prizadeva za raziskovanje uma in možganov v neposredni povezavi z izobraževanjem. V članku najprej predstavimo kronologijo povezovanja kognitivne znanosti in izobraževanja, nato institucije, ki se ukvarjajo s tem, navedemo nekatere za izobraževalce ključne ugotovitve kognitivne znanosti, nato pa nanje navežemo izzive za poučevanje in za organizacijo šolskih ureditev.

Ključne besede: kognitivna znanost, nevroznanost, znanost »um, možgani in izobraževanje«, procesi učenja, mentalne reprezentacije, kognitivno procesiranje, razumevanje

Uvod

Za izhodišče naj si – na osnovi treh desetletij izkušenj, številnih opravljenih analiz in sodelovanja pri dveh prenovah – dovolimo tezo, da v našem šolstvu posvečamo veliko pozornosti stroki oz. disciplinam, didaktiki, kurikulu in sistemu, manj pa procesom učenja in spoznavanja, ki potekajo oz. ki naj bi potekali pri učencih. Vendar pa je razumevanje tega, kaj se dogaja »v« učencih, podlaga vsemu in v pomoč učiteljem pri podpiranju učenja. Zato je pričujoče besedilo namenjeno osvetlitvi prav tega, ob predpostavki, da se lahko kakovost poučevanja in učinkovitost njegovega organiziranja izboljšata na osnovi uvida v to, kako potekata spoznavanje in učenje. Kakšno vlogo ima pri tem kognitivna znanost oz. nekoliko poenostavljeno rečeno »spoznavanje delovanja možganov«?

Poznavanje delovanja možganov oz. spoznanja nevroznanosti in kognitivne znanosti¹ prinašajo vpogled v procese učenja, saj

¹ Različni avtorji izrazov nevroznanost in kognitivna znanost ne uporabljajo povsem dosledno, prav tako tudi ne izrazov pedagoška nevroznanost in nevropedagogika

osvetljujejo, kaj se dogaja v možganih, ko se učimo, kaj te procese omogoča in pospešuje, kaj pa jih ovira. Na osnovi teh spoznanj lahko učitelji, šole in kurikulum prispevajo k (še bolj) učinkovitemu učenju.

Ali kot je izjavila učiteljica, sodelavka v projektih: »Šele ko sem prebrala članke o poučevanju za razumevanje, se mi je razkrilo, kaj počnemo učitelji! Zdaj šele razumem, kaj se dogaja v glavah učencev, če poučujem na tak ali drugačen način, kaj dosegam s tem, ko uporabljam take ali drugačne metode. In zakaj je vredno in celo znanstveno utemeljeno iskati načine, kako učencem približati znanje po raznolikih poteh ...«

Žal pa, kot pravi Radin (2009), mnogo pristopov k poučevanju niti po naključju ni v skladu s tem, kako se možgani najbolje učijo.

Kako učitelj razume (ali pa ne) delovanje možganov (npr. nespremenljivost/plastičnost možganov), odločilno vpliva na to, kakšen pogled ima na učence in na učenje in kako poučuje. Hkrati učne izkušnje, ki jih učencem omogoča, pomembno vplivajo na delovanje njihovih možganov: »Dobre izobraževalne izkušnje lahko dramatično izboljšajo razvoj možganov [...], slabe pa ga celo ogrozijo.« (Hinton in Fischer 2013)

Psihologija o naravi učenja

V 20. stoletju so se z naravo učenja veliko ukvarjali zlasti kognitivni psihologi, od klasikov, Piageta, Vygotskega, Halla, Ausbela, Brunerja, do novejših avtorjev, tako ameriških (Resnick, Brown, Palincsar, Bransford ...) kot evropskih oz. skandinavskih (Entwistle, Marton in Säljö, Scardamalia in Bereiter ...).

Marton, Entwistle, Ramsden in Säljö tako v zvezi z učenjem razlikujejo več ravni in kot najvišjo izpostavijo t.i. *globlji* ali *transformativni pristop* (angl.: »*deep*« *approach*), pri katerem učenci iščejo pomen tega, kar se učijo, in namerno in načrtno vzpostavljajo novo z že obstoječim (Bain 1994, 1). Učenje po teh avtorjih poteka kot odnosno strukturiranje znanja, povezano s postopki, ki zahtevajo uporabo v novih okoliščinah. Entwistle in Entwistle pa

(Rutar Ilc 2015). V splošnem pa lahko sklenemo, da se izraz nevroznanost nanaša predvsem na nevrološki vidik ugotovitev o zgradbi in delovanju možganov (pri različnih procesih), izraz kognitivna znanost pa zajema širše (ne le nevrološke) vidike osvetljevanja in pojasnjevanja procesov spoznavanja (kognicije) in s tem v zvezi tudi delovanja možganov. Kognitivna znanost poleg nevroloških tako zajema še ugotovitve kognitivne in razvojne psihologije, se opira na filozofijo, lingvistiko, vključuje računalniške simulacije ipd.

različne načine učenja razvrščata od pomnjenja z obnavljanjem preko vzpostavljanja lastne strukture na osnovi razlage, do razvitja konceptualnega vpogleda na osnovi lastnega raziskovanja (Bain 1994). Najgloblji uvid se kaže v učenčevem doživljanju pomena, v občutku povezanosti in koherentnosti učne problematike, v celostnem vpogledu vanjo in zmožnosti pojasnjevanja drugim.

Uvid kot rezultat učenja je povezan z razumevanjem. Zato ni presenetljivo, da Cerbin učenje z razumevanjem definira kot podeljevanje oz. konstruiranje pomena (angl. *sense making*) na osnovi novih informacij (Cerbin 2000). Pri učenju se vzpostavljajo povezave med novimi idejami in dejstvi ter že obstoječim znanjem, pri čemer se oblikuje t. i. reprezentacijski ali mentalni model. V njem si tisti, ki se uči, vsakič znova »predstavlja« (reprezentira) odnose med različnimi elementi »znanja«. Takšne pojasnjevalne strukture so zato zmeraj le začasne (konstrukcije). Učenje, ki temelji na razumevanju, se odvija s pomočjo miselnih dejavnosti, s katerimi »v glavi« gradimo odnos in povezave med dejstvi in idejami in ustvarjamo mentalne modele, v katerih si te odnose predstavljamo (več o tem Rutar Ilc 2012).

»Bolj ko učenec razvije kompleksne reprezentacijske modele, bolj ko ima razgrajen vpogled v strukturo odnosov med elementi v njih, lažje bo te reprezentacijske modele uporabil v novih problemskih situacijah na tak način, da bo odnose med elementi po potrebi uvidel na nov način oz. jih ustrezno prilagodil novim razmeram, »restrukturiral«. To pa je že več kot le reprezentacija – govorimo lahko že o t. i. gibki uporabi znanja kot posledici njegove dobre, fleksibilne notranje organizacije!« (Rutar Ilc 2012)

Bransford s sodelavci (Bransford, Brown in Cocking 2000) govori o vzpostavljanju konceptualnega razumevanja skozi proces grajenja in izpopolnjevanja »teorije«, ob vprašanjih, ki si jih učenci ob tem zastavljajo, ob hipotezah in ob dejavnostih v zvezi z analizo podatkov. Učenje s postavljanjem vprašanj, raziskovanjem, postavljanjem teorij in argumentiranjem, preiskovanjem implikacij teorije in različnih predpostavk, postavljanjem in preverjanjem hipotez, razvijanjem dokazov, pogajanjem o konfliktih oz. različnih interpretacijah ... oz. ukvarjanje s koncepti je tisto, kar vodi do globljega uvida in do prenosa (transferja) v nove situacije.

Tudi Brown in Palincsar (1989) govorita o pospeševanju ponotranjenja (internalizacije) kognitivne dejavnosti ob spraševanju, evalvaciji, kritiziranju, restrukturiranju (npr. pri sodelovalnem učenju, ki preko soočanja različnih idej in razlag spodbuja konceptualne spremembe), ko aktivnosti, kot so npr. sokratski di-

alogi, recipročno učenje in drugi hevristični postopki, postopoma postajajo del repertoarja posameznikovih miselnih dejavnosti. Pomembno vlogo pri tem imata izkušanje konflikta in konfrontacij in utemeljevanje na osnovi tega. Ponotranjenje predstavlja osnovo za individualni konceptualni razvoj – konceptualni uvidi in spremembe dajo učencu »lastništvo« nad znanjem in mu omogočajo, da ga uporablja.

Premik od pojmovanja učenja kot zapomnjevanja k omenjenim kompleksnim pojmovanjem učenja je de Corte (2013) zajel v naslednji klasifikaciji razlag procesov učenja:

- Prvotne (zlasti behavioristične) teorije so učenje razumele kot odzivanje na dražljaje in preslikavanje.
- Sledile so koncepcije procesiranja informacij; te so učenje razumele kot usvajanje znanja, ki ga učenec organizira s pomočjo kognitivnih operacij. Osrednji koncepti pri tem so mentalni procesi in strukture znanja.
- Aktivne koncepcije učenja pa govorijo o konstruiranju (in ne le strukturiranju) znanja in nenehno potekajoči reorganizaciji lastnih mentalnih struktur in učenje opredeljujejo kot samorazlago in ustvarjanje pomenov ...

Kakor koli učinkovito že psihologija (učenja) pojasnjuje procese učenja, pa vendarle gradi le na posrednih informacijah o tem, kako se učenci učijo, ne pa na vpogledu v to, kakšni procesi se dejansko odvijajo v možganih oz. kakšni sta fiziološka in nevrološka podlaga učenja. In tu nastopita kognitivna znanost in nevroznanosť, ki, kot pravi Fischer (2013, 11), pomagata »analizirati »črno škatlo«, v kateri potekajo biološki procesi, za katere vemo, da podpirajo učenje«.

Pojav UMI – znanosti, imenovane »um, možgani in izobraževanje«

Prenos ugotovitev nevrologije, nevroznanosťi in kognitivne znanosti na področje izobraževanja je pripeljal do nastanka »edukacijske/pedagoške nevroznanosťi« oz. znanosti, v anglosaksonskem prostoru poimenovane s sintagmo um, možgani in izobraževanje, angleško *Mind, Brain and Education* (kratica MBE). Najprej se je tako imenoval učni program za podiplomske študente na Cambridgeu, z leti pa sta nastala še mednarodno združenje in revija s tem imenom, ki sta na čelu številnih pobud, projektov, študijskih programov in konferenc.

Ta transdisciplina povezuje nevroznanost in biologijo, kognitivno znanost s kognitivno in razvojno psihologijo ter pedagogiko (edukacijske vede). Tokuhama-Espinosa jo grafično prikazuje kot presečišče med nevroznanostjo, psihologijo in pedagogiko ter njihovimi presečišči: nevropsihologijo, pedagoško psihologijo in pedagoško nevroznanostjo (Tokuhama-Espinosa 2013). Razvija se v številnih državah na najuglednejših univerzah, npr. v ZDA (na Harvardu, na univerzah Johns Hopkins, Vanderbilt, Stanford ...), v Veliki Britaniji (na Cambridgeu), na Japonskem, v Avstraliji in Kanadi, v Evropi pa zlasti v okviru OECD-ja² in na Nizozemskem, v Nemčiji (Transfer Centre for Neuroscience and Learning, Ulm) ter na Danskem (Learning Lab). Na Japonskem deluje Japan Science and Technology's Research Institute of Science and Technology for Society.

Fischer (eden začetnikov tega gibanja) trdi, da »razumevanje biologije sposobnosti in hendikepa pomaga učiteljem in staršem spodbujati razvoj učencev in krepiti njihove zmožnosti za učenje« in zagotavlja trdne raziskovalne temelje (Fischer 2013, 11). Združenje UMI povezuje raziskovalce in izobraževalce v iskanju novih, inovativnih poti za dvosmerno sodelovanje in skupno postavljanje raziskovalnih vprašanj. V ta namen Fischer priporoča ustanavljanje raziskovalnih šol (po zgledu nekdanjih Deweyjevih laboratorijskih šol) in celo nov poklic izobraževalnega »inženirja« kot nekakšnega spodbujevalca in koordinatorja, ki bi »skrbel za hitrejšo povezovanje raziskovalnega dela, izobraževalnih praks in politike« (prav tam).

² V okviru OECD-ja (oz. njegovega centra CERi (Centre for Educational Research and Innovation) je tako od leta 1999 potekal projekt »Learning Sciences and Brain Research«, katerega namen je bil okrepiti sodelovanje med znanostjo o učenju in raziskavami možganov na eni strani ter raziskovalci in ustvarjalci politik na drugi (OECD 2007). Kot nasledek projekta je nastalo poročilo, nato pa še knjiga z naslovom *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science* (2007), katere glavni namen je izobraziti bralce o možganih in spodbuditi razumevanje tega, kako se (možgani) učijo ter »kako optimizirati učenje z negovanjem, urjenjem in prilagajanjem procesov in praks poučevanja temu«. Spoznanja in ugotovitve so se stekali iz treh transdisciplinarnih mrež, orientiranih na bralno in matematično pismenost ter na vseživljenjsko učenje, ter iz dejavnosti, osredotočene na raziskovanje vloge čustev pri učenju. Knjiga med drugim prinaša poglavja in podpoglavja o temeljih delovanja možganov in njihovi zgradbi (npr. o nevronih, spominu, pridobivanju znanja, predstavah ...), o njihovem razvoju in vplivu okolja pri tem, o nevrološki podlagi bralne in matematične pismenosti, o posledicah poškodb in okvar možganov in implikacijah tega za pedagoško prakso. Prizadevanja za povezovanje pedagoške znanosti in nevroznanosti pa poimenuje kot edukacijsko nevroznanost (angl. *Educational Neuroscience*).

Tokuhama-Espinosa posebej poudari, da nova znanost o poučevanju in učenju »ne sprejema vsega, kar se znajde v škatli z nalepkami izobraževanje, nevroznanost in psihologija, temveč pozorno izbira 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.« (Tokuhama-Espinosa 2013, 23)

Področja raziskovanja in razvoja so zato zelo različna in se raztezajo od temeljnih nevroloških raziskav, kot sta npr. merjenje sprememb v možganski električni aktivnosti z ERP (angl. *event-related potentials*) pri različnih načinih razmišljanja in procesiranja informacij (na Centru za nevroznanost v Cambridgeu) in raziskovanje, kako se možgani otrok reorganizirajo, ko se učijo brati (na Inštitutu za predstavnost znanosti Vanderbilt), preko aplikativnih raziskav, kakršna je npr. raziskovanje vzrokov za disleksijo in druge učne primanjkljaje, ter razvoj interventnih strategij zanje (na Centru za interdisciplinarne raziskave na področju znanosti o možganih, Stanford) pa do prenosa teh spoznanj neposredno v prakso s pomočjo programov usposabljanja učiteljev, npr. programov, usmerjenih v različna načela poučevanja in učenja, skladna z možgani (imenovanih *Brain-Compatible Teaching and Learning*), in projektov, npr. na Columbia University's Teachers College. Tudi imena številnih drugih pobud in posvetov so zgovorna: izobraževanje za ustvarjalni um, nevroznanost branja, matematika in možgani, možganska telovadba (angl. *Brain Gym*), celostno poučevanje, usmerjeno na možgane (angl. *Whole Brain Teaching*), na možganih osnovano učenje (angl. *Brain-Based Learning*) ... Izdelali so številne računalniške programe, ki so v podporo vsem tem prizadevanjem, npr. Fast For Word in Earobics, ki pomagata pri preseganju bralnih težav (prim. tudi Sevier 2013).

Koga je potemtakem moč poimenovati »znanstvenik UMI«? Tokuhama-Espinosa odgovarja, da v določenih primerih to velja za različne akterje: od učiteljev, ki v svoje delo vključujejo spoznanja s področja nevroznanosti in psihologije, preko psihologov, ki premoščajo prepad med naravoslovjem in družboslovjem, pa do nevroznanstvenikov, ki laboratorijska spoznanja prenašajo v učilnice. Najpomembnejše je, trdi Tokuhama-Espinosa, da znanstveniki UMI tudi *delajo* to, o čemer govorijo (oziroma kar raziskujejo), in da so zmožni »prilagajanja lastnega jezika občinstvu, da bi bil razumljiv tudi drugim ljudem, ki niso strokovnjaki z njihovega področja« (Tokuhama-Espinosa 2013, 25).

Kaj nova znanost torej prinaša učiteljem? Čemu jo sploh potrebujejo?

Tokuhamma-Espinosa pravi, da učiteljem lahko nova spoznanja o tem, kako se možgani učijo, pomagajo pri izbiri najboljših načinov poučevanja: »Potrebujemo učitelje, ki poznajo delovanje možganov in vedo, kako se [možgani, op. p.] 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.« (prav tam, 26) Sousa pa iskriivo dodaja, da nevroznanost poskrbi »za to, da učitelji delajo pametneje in NE še bolj marljivo«, in doda: »Izobraževalci bi morali biti navdušeni nad tem, da raziskave nenehno ponujajo globlje razumevanje delovanja človeških možganov, a previdni pri uporabi teh odkritij v praksi.« (Sousa 2013, 29)

Oglejmo si zato nekaj ključnih spoznanj UMI, ki utegnejo koristiti šolam in izobraževalcem pri načrtovanju in izvajanju njihovega dela.

Ključna spoznanja UMI, relevantna za izobraževalce

Nekaj najodmevnejših spoznanj in principov, ki imajo posebej pomembne implikacije za šolstvo, še posebej na ravni organiziranja poučevanja in nekaterih z njim povezanih ureditev, povzema Sousa (2013, 29–31):

- da se človeški možgani nenehno in vse življenje reorganizirajo na temelju vloženega, pri čemer so posebno pomembne zgodnje izkušnje, ki pomembno določajo, kako se bodo možgani učili kasneje;
- da je delovni spomin v običajnih razmerah omejen na zmožnost zadrževanja največ pet do sedem vsebinskih enot;
- da na učenje in spomin močno vplivajo čustva in zanimanje, ker vzbujajo sisteme pozornosti v možganih;
- da se nevroni v možganih lahko regenerirajo, na kar med drugim ugodno vpliva telesna dejavnost; gibanje in telesna vadba imata pri učenju in pomnjenju ključno vlogo, ker vplivata na izločanje pomembne snovi (nevrotopični faktor BDNF), ki je udeležena pri oblikovanju dolgoročnega spomina;
- da v popoldanskem času zmožnost osredotočanja pozornosti upade;

- da stres in premalo spanja zaradi dviga kortizola zmanjšujeta možnost osredotočanja pozornosti in krnita spomin;
- da dobri bralci pri branju uporabljajo drugačne nevronske poti kot slabi;
- da popoln razvoj racionalnega dela najstniških možganov traja do približno 24. leta in da to pojasnjuje nepredvidljivost njihovega vedenja;
- da na kognitivne zmožnosti vpliva tudi izpostavljenost umečnosti ter celotna družbena in kulturna klima.

Nevroznanost prinaša tudi demistifikacijo nekaterih v šolstvu močno udomačenih »nevromitov«, kot na primer, da se vse za možgane pomembno zgodi do tretjega leta, da uporabljamo zgolj 10 % možganov, problematizira mit o specializiranosti desne in leve hemisfere in o spolnih razlikah na področju zgradbe in delovanja možganov ter druge trditve.

Od gornjih Sousovih implikacij raziskav UMI na »makro« raven oz. na raven nekaterih organizacijskih ureditev v šoli se zdaj preusmerimo še k implikacijam »mikro« procesov, na katere opozarjajo kognitivni znanstveniki v povezavi s procesi učenja in poučevanja.

Tako npr. Fischer (2013) na osnovi najsodobnejših spoznanj kognitivne znanosti izziva prevladujoče modele učenja in poučevanja, ki jih povzemajo metafore »kanalov«, »prenosa«, »skladiščenja« ipd. Ti modeli (in na njih temelječe prakse poučevanja in učenja) so zasnovani na predpostavki o možganih kot skladišču, v katero se (kot po kanalih) prenaša in nalaga znanje. Za Fischerja pa je odločilno, da znanje pridobivamo z (možgansko) dejavnostjo: aktivno nadzorovanje lastne (učne) izkušnje utira nove poti v možganih in dobesedno spreminja nevrone, sinapse in možgansko dejavnost v nasprotju s tem, ko smo informacijam samo izpostavljeni. Zato »skladiščenje podatkov v spominu preprosto ni dovolj [...]. 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.« (Fischer 2013, 14)

Zelo koristno je zato izdelovanje zemljevidov učnih poti in drugih sorodnih analitičnih orodij, ki omogočajo »odkrivanje in opisovanje učnih sekvenc, pa tudi njihovo povezovanje s kurikulumom, z značilnostmi nalog in veščinami poučevanja« (Fischer 2013, 17). Eno takšnih orodij je npr. razvojna lestvica stopenj in ravni znanja.

Lestvica razvoj znanja konceptualizira kot prehajanje skozi deset ravni (kognitivnih prelomov). »Ravni se vzpostavijo z dejanji, ki postajajo [...] 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. [...] Za vsako spretnost in za vsako raven se možgani na novo organizirajo ter tvorijo nove nevronske mreže, ki jih podpirajo.« (Fischer 2013, 17) Takšna razvojna lestvica naj bi bila univerzalna – velja za različne vrste učenja oz. za različne vrste spretnosti in znanja. Seveda pa se le-te razvijajo neodvisno ena od druge: razumevanje matematičnega odnosa med seštevanjem in množenjem npr. ne vpliva na vzpostavitev filozofskega razumevanja odnosa med namerami in odgovornostjo. Zato Fischer svari pred razumevanjem učnih poti kot linearnega »plezanja« in ponuja metaforo konstrukcijske mreže razvoja. Ključna za učitelje je pri tem ugotovitev, da je s poznavanjem teh procesov in z ustrežno podporo moč razvoj oz. učenje pospešiti.

Ali kot spoznanja UMI v svojem članku povzema Rutar (2012, 17): »Ni res, da se človek nauči toliko, kot mu dopuščajo možgani, temveč je res, da lahko z učenjem sili možgane k tvorjenju vse bolj kompleksnih struktur, ki brez takega priganjanja tudi ne nastajajo.«

Izzivi za poučevanje, skladni s spoznanji kognitivne znanosti

Kaj gornja spoznanja in ugotovitve prinašajo izobraževalcem? V kakšno vlogo jih postavljajo? Kako konceptualizirajo učenje in kako – v skladu s tem – poučevanje?

Glede na gornja spoznanja ne preseneča Mayerjeva opredelitev učenja kot konstrukcije znanja, ki se odvija, ko učenec na osnovi svoje učne izkušnje učno »snov« z aktivnim procesiranjem organizira v dobro povezano mentalno reprezentacijo (miselno predstavo) in jo poveže s predznanjem. Učenje je tako dolgotrajna sprememba v učenčevem znanju, ki je posledica njegovih učnih izkušenj oz. preišljene priprave le-teh s strani učitelja, poučevanje pa ustvarjanje takega učnega okolja, ki podpira učinkovitost učenja (Mayer 2013).

Še več: Mayer poučevanje razgrajuje na mikroraven, skladno z mikroravnijo učenja, o kakršni smo govorili zgoraj, in ga vidi kot odmerjeno in preišljeno podpiranje učenčevega aktivnega

kognitivnega procesiranja pri usvajanju bogatih, uravnoveženih in dobro organiziranih struktur znanja. Podpiranje naj bi potekalo v takšnih učnih situacijah, ki so učencem »pri urejanju informacij v glavi« v pomoč in ki npr. temeljijo na premišljenem vključevanju podpor/opor, da učenci pospešijo svoje učenje z razumevanjem, in na reguliranju stopnje obremenjevanja kognitivnih zmožnosti (Mayer 2013; prim. tudi Rutar Ilc, 2105).

Več avtorjev opozarja, da učitelji prevečkrat izhajajo iz tega, kako sami (naknadno, ko že imajo »veliko sliko« celotne discipline in vpogled v vse ključne koncepte) razumejo neke vsebine, manj pa upoštevajo, kako se učenci prvič srečujejo s temi vsebinami in kako jih doživljajo kot razdrobljene in kaotične: »Glavni cilj poučevanja je zato prav pomoč učencem, da po korakih usvajajo perspektive strokovnjakov in v svojih možganih drugega za drugim povezujejo koščke znanja. (Linn 2006) Vsako učenje, ki se osredotoča na abstraktne povezave, je pri tem v pomoč.« (Schneider in Stern 2013, 70)

Kako to doseči?⁵

Prvi vstop v pridobivanje znanja je aktiviranje predznanja in njegovo povezovanje z novo pridobljenim znanjem. Glede na poučevanje, kako pomembno je upoštevati povezanost čustev in motivacije s kognicijo, imata v tej fazi veliko vrednost tudi osmišljanje novega znanja in navezava na interese in vedoželjnost učencev.

Pri samem usvajanju znanja naj bi nato učitelji učencem iz delčkov po korakih pomagali sestaviti celoto oz. sistem, pri tem pa omogočati hierarhično urejanje množice informacij v visoko organizirane enote, ki zasedajo manj delovnega spomina in omogočajo boljši pregled, priključitev in so organizirane okrog povezovalnih »idej« oz. konceptov. Do uvida v t.i. »globinske« strukture lahko učitelji učence pripeljejo z nazornimi strategijami, kot so npr. strategija stopnjevane primerjanja primerov, analogije, grafične podpore ipd.

Pri uporabi znanja oz. pri reševanju problemov pa naj bi učencem pomagali reševati probleme z razstavljanjem na manjše, obvladljive probleme ali korake in s smiselnim povezovanjem konceptov s postopki. Za uporabo znanja je odločilna tudi avtentičnost, torej preizkušanje in uporaba pridobljenega znanja pri reševanju praktičnih problemskih izzivov. Za negovanje kreativno-

⁵ Pri priporočilih izhajamo iz že zapisanih navedenih ugotovitev, npr. Sousa, pa tudi drugih tu predstavljenih avtorjev, predvsem pa iz članka Hintonove in Fischerja (2013) »Učenje iz razvojne in biološke perspektive« (prim. tudi Rutar Ilc 2013).

sti je zelo pomembno tudi reševanje odprtih problemskih izzivov ter spodbujanje t. i. generativnega procesiranja – ustvarjanja novih idej in rešitev, pa tudi novih problemov.

Pri vsem skupaj pa kaže (v skladu s prej navedenimi ugotovitvami) upoštevati realne zmogljivosti delovnega spomina in ustrezno uravnavati stopnjo obremenjevanja kognitivnih zmognosti (npr. zmanjševanje nebitvenega, obvladovanje bistvenega, ločevanje med obojim; Mayer 2013) in vključevati priložnosti za aktivacijo in regeneracijo, med drugim z vključevanjem telesne dejavnosti in sproščanja (prim. tudi Rutar Ilc 2013).

»Obremenjevanje možganov je koristno; vedeti pa je treba, kako jih obremenjevati, kako dolgo časa in kakšni morajo biti vmesni odmori. Prav odmori [...] so izjemno pomembni, saj z njimi pomagamo možganskim mrežam, da utrjujejo povezave med novimi informacijami in drugimi nevroni,« zapiše Rutar (2012, 17) in še dodaja, povzemajoč številne avtorje s področja nevroznanosti: »Dejavnosti, ki močno vplivajo na oblikovanje nevronske mreže in sproščanje dopamina, so tudi [...] telesna aktivnost, osebni odnos do učnih vsebin, možnosti izbiranja, igranje, socialne interakcije in medsebojni odnosi, novosti, intrinzične nagrade (občutek osebnega zadovoljstva in veselja zaradi doseženega).« (Rutar 2012, 19)

Izjemno velik poudarek je glede na spoznanja kognitivne znanosti namenjen podpiranju učencev pri organiziranju informacij v učinkovite miselne reprezentacije oz. sheme. Tako Hinton in Fischer (2013) izrecno poudarjata, da pomenijo učinkoviti načini predstavljanja dostop do razumevanja temeljnih pojmov in konceptov in podporo pri konstruiranju kompleksnih mentalnih reprezentacij, s pomočjo katerih si organiziramo informacije in naredimo povezave v »glavi« (Hinton in Fischer 2013).

Organizacija učnih izkušenj oz. način predstavljanja pomembno vplivata na organiziranje znanja v umu preko urejenosti podatkov, nazorno predstavljenih konceptov, mrež povezav, navodil in delovnih listov, ki podpirajo učenje z odkrivanjem, s strukturiranimi razpravami, ustrezno časovno organizacijo ipd.

Izzivi za organizacijo in vodenje šol, skladni s spoznanji kognitivne znanosti

Po zgledu, ki nam ga ponuja medicinsko raziskovanje (v katerem prevladuje praksa, da ima vrhunska medicinska šola vsaj eno učno bolnišnico, ki povezuje raziskovalno in praktično delo), avtorji UMI priporočajo ustanavljanje raziskovalnih šol, v katerih bi

bil pomemben del delovanja usmerjen v raziskovanje poučevanja in učenja. Te šole bi – podobno kot nekoč Deweyjeve laboratorijske šole – vpeljevale in preizkušale praktično delo, ki bi temeljilo na hipotezah psihologije in kognitivne znanosti: »Nujno moramo ustanovljati prave raziskovalne šole, ki bodo kot ključne ustanove pomagale graditi trdne raziskovalne temelje za pedagoške prakse in izobraževalne politike.« (Fischer 2013, 21)

V ta namen bi potrebovali celo posebno vrsto izobraževalcev, ki bi zmogli povezati raziskovalno delo in vsakdanje šolske prakse oz. ki bi izsledke kognitivne znanosti in nevroznanosti pomagali uporabiti pri poučevanju in učenju v učilnicah. Fischer jih imenuje *edukacijski povezovalci ali inženirji*, Gardner pa govori tudi o *nevroizobraževalcih*. »Zgraditi moramo institucije, v katerih bo nastajalo uporabno znanje, obenem pa moramo usposabljati strokovnjake, ki bodo ustvarili nov svet, v katerem se bo raziskovanje uma in možganov neposredno povezovalo z izobraževanjem in njegovim načrtovanjem.« (Fischer 2013, 21)

Ustanavljanje takih šol in praks pa naj bi spremljalo tudi ustvarjanje velikih baz podatkov o spoznanjih s področja učenja.

Zato je resnično presenetljivo, da se v šolah cela vrsta praks, kot npr. (mono)disciplinarna logika, urniki in organizacija predmetnikov, dolžina ur in dinamika odmorov, odnos do (načrtne, organizirane) telesne dejavnosti in sproščanja med poukom ipd., že stoletja ni spremenila. Tudi arhitekturo šol čaka še veliko izzivov (Rutar 2012). Vse to so spremenljivke, ki bi morale biti v 21. stoletju podvržene temeljitemu premisleku, če že ne radikalni preobrazbi.

Kaj torej lahko že danes – v obstoječih okvirih – naredimo za to pri vsakdanjih šolskih ureditvah in praksah v naših šolah? Kdo vse lahko k temu prispeva? Kakšna je vloga ravnateljev in kolikšen je manevrski prostor za njihov tovrstni vpliv?

Strokovno so za vlogo omenjenih »edukacijskih povezovalcev« oz. nevroizobraževalcev najbolj prikladni svetovalni delavci, še posebej psihologi. Sami lahko najprej raziščejo možnosti, ki se ponujajo na tem področju, pripravijo nekaj praktičnih izhodišč in namigov za učitelje, nato pa lahko skupaj z ravnateljem, ki se zaveda pomena spoznanj kognitivne znanosti, pri učiteljskem zboru spodbudijo prizadevanja za upoštevanje tovrstnih ugotovitev pri pouku.⁴ Vsak aktiv ali zainteresirana skupina učiteljev lahko raz-

⁴ Zdaj imamo pri nas na voljo že toliko strokovnih besedil, da si lahko za začetek pomagajo z njimi.

išče priložnosti, ki jih ima za upoštevanje navedenih priporočil, in načrtuje strategije (npr. za obravnavo problemov po premišljenih korakih, za podpiranje učenja z odkrivanjem s pomočjo domišljenih vprašanj oz. »postaj«, za nazorno povezovanje znanja zaokroženih celot v veliko sliko, za navezovanje na predznanje, za formativno preverjanje, ki je v podporo učenju, za vključevanje interesov učencev ... Marsikaj od tega je v projektih, povezanih z negovanjem učenja učenja, že nastavljeno).

V takšno akcijo lahko učiteljski zbor na ravnateljevo pobudo vstopi po principih akcijskega raziskovanja – v samoorganizaciji ali ob pomoči zunanjih strokovnjakov ali institucij (npr. po analogiji z dejavnostmi, ki so v zvezi s spodbujanjem učenja učenja potekale tako v Šoli za ravnatelje kot na Zavodu RS za šolstvo). Ogromno rezerv je namreč v domeni učiteljev in njihovih strategij poučevanja. Eden najpreprostejših med prej omenjenimi izzivi, povezanimi s poučevanjem, ki ponuja obilo izvedbenih možnosti, je npr. učinkovito predstavljanje (idej, konceptov, »snovi« ...). Na pedagoški konferenci je mogoče vsakič rezervirati kratek čas za predstavljanje različnih strategij, ki jih učitelji v ta namen že uporabljajo, ali pa za predstavljanje novih, ki bi jih še radi preizkusili. Velik potencial pri tem imata lahko mreženje med šolami in vključevanje zainteresiranih strokovnjakov. Pomembni pri tem so skupno (složno) aktivno zavzemanje večine kolektiva za tovrstne spremembe, jasna ravnateljeva podpora, utemeljevanje, spremljanje učinkov in strateški pristop. Vendar ne kaže pozabiti temeljnega načela pri uvajanju sprememb, in sicer da bodo ljudje dobro počeli tisto, v kar verjamejo in česar si želijo, in ne tistega, v kar jih nekdo (pri)sili. Veliko je bilo v tej smeri narejenega že z uvajanjem bolj aktivnih in avtentičnih oblik učenja (seveda skrbno premišljenih in ciljno zasnovanih), vključno s tistimi, ki v ta namen uspešno uporabljajo elektronsko in drugo tehnologijo, kar vse v naših šolah v zadnjih letih pospešeno poteka v okviru različnih pobud, projektov in tudi prenovitvenih prizadevanj.

V najboljšem primeru bi lahko z ustreznim strateškim pristopom, naravnanim k sistematičnemu spodbujanju različnih miselnih procesov (v preteklih letih smo na tem področju v našem šolskem prostoru veliko naredili z usposabljanjem učiteljev za uporabo taksonomij učnih ciljev in procesov), neposredno dosegli smotrno, kompleksno in ciljno aktiviranje možganov (oz. nevronske mreže). Po drugi strani pa so za organizacijo dela na šoli zelo pomembne tudi druge omenjene ugotovitve: upoštevanje telesne dejavnosti in regeneracije, primerno oz. ustrezno sto-

pnjevano obremenjevanje, sproščanje in počitek, vključno z aktiviranjem čustev in interesov. Prav tako je izjemno pomembno, da učenje ne poteka v stresu oz. da ni zgolj poskus zmanjševanja strahu (pred šolo in učiteljem) ter izogibanja težavam (ki jih npr. prinašajo slabe ocene ter jeza in kazni odraslih ali sram pred sošolci).

V domeni ravnatelja in svetovalnega delavca je, da na to opozarjata in da učitelje vabita k premišljenemu preizkušanju na tem področju oz. k preseganju zasidranih, pogosto neproduktivnih rutin. V domeni učiteljev samih pa je, da preizkušajo, na kakšne načine lahko zagotovijo spodbudno učno okolje in klimo pri pouku, kako lahko še bolj kot doslej vključujejo čustva in nagovarjajo motivacijo in interes učencev. Eksperimentirajo lahko, na kakšne načine (tudi preko domačega dela in učenja) se učenci bolj učinkovito in kakovostno učijo ter bolje pomnijo. Izmenjava izkušenj o tem (še posebej, če jo spremljajo dokazila) lahko to prakso bogati in krepí. Seveda pa je ravnatelj prvi, ki lahko pozove k temu, daje sporočilo o pomembnosti teh dejavnikov za učinkovito učenje in učiteljem jasno pokaže, da to od njih pričakuje (in ne – če malce karikiramo – nasprotno: da je skeptičen do »nekkih novotarij, ki si jih izmišljujejo psihologi«).

K razmisleku o organizaciji šolskega dneva, o omogočanju sprostitev in gibanja oz. o vključevanju tega v pouk pa velja pritegniti tudi športne pedagoge. Skupaj z učitelji (ali aktiví) lahko raziskujejo možnosti za kar najučinkovitejše vključevanje gibanja in drugih oblik regeneriranja v šolski dan, s čimer se zmanjšujejo možnosti, da si bodo priložnost za to – seveda na veliko bolj kaotičen in moteč način – »vzeli« učenci sami.

Eden od pomembnih izzivov je tudi preseganje monodisciplinarnih ureditev kurikula. Učenje naravno poteka kot »interdisciplinarni« ali celo »transdisciplinarni« proces, vezan na resnične življenjske okoliščine. Poziv k večji interdisciplinarnosti ne pomeni zanikanja disciplin niti tega, da bi vse učenje moralo potekati interdisciplinarno, vsekakor pa terjá resnejši premislek o priložnostih za tovrstno usvajanje znanja, ki ne bo vezano samo na občasne povezave zainteresiranih posameznikov in enkratne dogodke, kakršni so šolski projekti (več o tem prim. v Rutar Ilc in Pavlič Škerjanc 2010).

Tovrstne spremembe seveda za seboj potegnejo spremembe predmetnikov in urnikov. Že danes v šolah po svetu, zadnja leta pa tudi v nekaterih pri nas (npr. v t. i. evropskih oddelkih in drugih poskusih in projektih) sistematično in z jasno usmerjenostjo

preizkušajo različne oblike fleksibilnih predmetnikov, ki vključujejo večje strnjene enote pouka in ne samo že znanih »blok ur«. Pri tem je pomembno, da so te predvsem drugače zastavljene (z veliko več premišljeno načrtovane dejavne vloge učencev), ne pa zgolj to, da so daljše. Še več enakega (npr. učiteljevih predavanj) je namreč lahko v velikih količinah celo kontraproduktivno.

Veliko vlogo pri opogumljanju za uvedbo strnjenih oblik dela in organiziranje fleksibilnega predmetnika imajo zagotovo ravnateljji. Če verjamejo v potencial te prakse, če jo znajo utemeljiti, osmisliti in organizacijsko podpreti, lahko na svoji šoli odprejo vrata številnim prej omenjenim spremembam. Fleksibilni predmetnik omogoča več kroskurikularnega povezovanja znanja, bolj smiselno kombinacijo zaporedij predmetov, aktivne oblike dela, sodelovalno učenje, vključevanje interesov in čustev učencev v pouk ...

Če s takimi praksami metaforično podiramo zidove, pa nas na koncu čaka tudi dobesedno podiranje zidov in radikalno spreminjanje šolskih ureditev, kot so to že začeli v angleški pobudi šol za 21. stoletje in k čemur ne nazadnje pozivajo tudi mednarodni izobraževalni dokumenti, npr. 21st Century Learning Environments, ki so nastali v okviru pobude Partnership for 21st Century Skills (<http://www.p21.org>), in OECD-jevi, npr. Innovative Learning Environments (OECD 2013).

Za konec se ob aktualnih razpravah o »drugačnih«, »vzgojno zahtevnih« novih generacijah lahko vprašamo, kako navedena razmišljanja prispevajo k žgoči vzgojni problematiki v šolah.

Najprej naj ugotovimo, da je le-ta deloma morda celo izraz neodzivnosti šol na spremembe, o katerih smo pravkar govorili. Prav dialektični preplet učnih okolij, ki bodo bolj prilagojena načelom učenja, in učnih izzivov, ki bodo sistematično in ciljno spodbujali možgane h kompleksnim miselnim dejavnostim, pa lahko pomaga pri preseganju nasprotja med nekritičnim otrokocentričnim pristopom (ki spodbuja razvajenost in razpuščenost) na eni in obujanjem preživelih avtoritarnih vzgojnih norm kot paničnega odziva na drugi strani.

Literatura

- Bain, J. 1994. *Understanding by Learning or Learning by Understanding: How shall we teach?* Brisbane: Griffith University.
- Bransford, J. D., A. L. Brown in R. R. Cocking. 2000. *How People Learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- Brown A. L., in A. S. Palincsar. 1989. »Guided, Cooperative Learning and

- Individual Knowledge Acquisition.« *V Knowing, Learning and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*, ur. L. Resnick, 393–453. Hillsdale, NJ: LEA.
- Cerbin, B. 2000. »Learning with and Teaching for Understanding.« Background Paper Prepared for the Wisconsin Teaching Fellows Summer Institute, 24. julij–3. avgust.
- De Corte, E. 2013. »Zgodovinski razvoj razumevanja učenja.« *V O naravi učenja*, ur. H. Dumont, D. Istance in F. Benevidas, 37–64. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo in OECD.
- Fischer, K. W. 2013. »Um, možgani in izobraževanje: postavljanje znanstvenih temeljev za učenje in poučevanje.« *Vzgoja in izobraževanje* 44 (6): 11–22.
- Hinton, C., in K. W. Fischer. 2013. »Učenje iz razvojne in biološke perspektive.« *V O naravi učenja*, ur. H. Dumont, D. Istance in F. Benevidas, 103–122. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo in OECD.
- Linn, M. C. 2006. »The Knowledge Integration Perspective on Learning and Instruction.« *V The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, ur. R. K. Sawyer, 243–264. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. 2013. »Učenje s tehnologijo.« *V O naravi učenja*, ur. H. Dumont, D. Istance in F. Benevidas, 163–182. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo in OECD.
- OECD. 2007. *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*. Pariz: OECD.
- OECD. 2013. *Innovative Learning Environments*. Pariz: OECD.
- Radin, J. L. 2009. »Brain-Compatible Teaching and Learning: Implications for Teacher Education.« *Educational Horizons Fall* 88 (1): 40–50.
- Rutar, D. 2012. »Kako možgani vplivajo na učenje in kako učenje vpliva na možgane.« *Vzgoja in izobraževanje* 43 (6): 25–30.
- Rutar Ilc, Z. 2012. »Poučevanje za razumevanje (p)ostaja izziv za izobraževalce.« *Vzgoja in izobraževanje* 43 (5): 2–14.
- Rutar Ilc, Z. 2013. »Kaj ima kognitivna znanost povedati učiteljem?« *Vzgoja in izobraževanje* 44 (6): 2–10.
- Rutar Ilc, Z., in K. Pavlič Škerjanc, ur. 2010. *Medpredmetne in kurikularne povezave: priročnik za učitelje*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Schneider, M., in E. Stern. 2013. »Kognitivni pogled na učenje: deset temeljnih ugotovitev.« *V O naravi učenja*, ur. H. Dumont, D. Istance in F. Benevidas, 65–82. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo in OECD.
- Sevier, J. 2013. »Brains, Minds and Education: Studies in Educational Neuroscience Help Build Better Classrooms; Advanced Degrees in Education.« *SEEN* 15 (1): 112–115.
- Sousa, D. A. 2013. »UMI – um, možgani in izobraževanje: vpliv

nevroznanosti na vede o izobraževanju.« *Vzgoja in izobraževanje* 44 (6): 29–32.

Tokuhama-Espinosa, T. 2013. »Zakaj znanost um, možgani in izobraževanje plemeniti ›novo‹ izobraževanje, temelječe na poznavanju možganov, z znanostjo?« *Vzgoja in izobraževanje* 44 (6): 23–28.

- Zora Rutar Ilc je viša svetovalka na področju srednjega šolstva na Zavodu za šolstvo.
zora.rutar@zrss.si