

Centar za obrazovna istraživanja i inovacije

Razumeti mozak: Rođenje nauke o učenju

Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj

Sa engleskog preveli:

Jelena Kleut

Stručni recenzent:

Dr Vanja Ković

Prevod i stručnu recenziju ovog izdanja je finansirao
Fond za otvoreno društvo - Srbija

ORGANIZACIJA ZA EKONOMSKU SARADNJU I RAZVOJ (OECD)

OECD je jedinstveni forum u okviru kog zajedno deluju vlade 30 demokratskih država kako bi odgovorile na ekonomske, društvene i ekološke izazove globalizacije. OECD takođe predvodi napore u cilju razumevanja novih trendova i problema, poput korporativnog upravljanja, informacione ekonomije i izazova populacije koja stari, i pomaže vladama da na njih reaguju. Organizacija obezbeđuje okruženje u kome vlade mogu porediti svoja iskustva, tražiti odgovore na zajedničke probleme, identifikovati dobre prakse i raditi na koordinisanju domaćih i međunarodnih politika.

Zemlje članice OECD-a su: Australija, Austrija, Belgija, Češka, Danska, Finska, Francuska, Grčka, Holandija, Irska, Island, Italija, Japan, Kanada, Koreja, Luksemburg, Mađarska, Meksiko, Nemačka, Norveška, Novi Zeland, Poljska, Portugal, Sjedinjene Američke Države, Slovačka, Španija, Švajcarska, Švedska, Turska, Velika Britanija. Evropska komisija učestvuje u radu OECD-a.

OECD-ovo izdavačko preduzeće (OECD Publishing) čini javno dostupnim rezultate prikupljenih statistika Organizacije i rezultate istraživanja o ekonomskim, društvenim i ekološkim temama, kao i konvencije, smernice i standarde oko kojih su se dogovorile zemlje članice.

Za objavljivanje ovog dela odgovoran je Generalni sekretar OECD-a. Izloženi stavovi i korišćeni argumenti ne predstavljaju nužno zvanično gledište Organizacije ili vlada zemalja članica.

Predgovor

OECD-ov Centar za obrazovna istraživanja i inovacije (CERI) započeo je projekat „Nauke o učenju i proučavanje mozga” 1999. godine. Namera ovog novog projekta bila je da se podstakne saradnja između nauka o učenju i istraživanja mozga, sa jedne strane, i istraživača i kreatora politika, sa druge. Upravni odbor CERI-ja u ovom cilju prepoznao je težak i zahtevan zadatak, koji je, ipak, vredan truda. Posebno je vladala saglasnost u shvatanju da projekat ima izvrstan potencijal za unapređenje razumevanja procesa učenja tokom celog životnog ciklusa i da veliki broj važnih etičkih pitanja mora biti postavljen u ovom okviru. Zajedno su, ovi potencijali i pitanja, naglasili potrebu za dijalogom između različitih zainteresovanih strana.

Proučavanje mozga, polako ali sigurno, stiče značajno mesto u primeni u polju učenja. Druga faza projekta uspešno je inicirala razmenu između istraživačkih oblasti i između istraživača i postala je međunarodno priznata. Ovo je vodilo uspostavljanju mnogih nacionalnih inicijativa u zemljama OECD-a kako bi se nova saznanja o mozgu primenila u obrazovnoj praksi. Međutim, broj otkrića iz domena istraživanja mozga koja sektor obrazovanja može koristiti i dalje je mali, delimično i zato što ne postoji jasan konsenzus o mogućnostima primene istraživanja mozga u obrazovnim politikama. Ali, snažni su i brojni razlozi za podsticanje pionirskih centara za mozak i učenje i promovisanje stvaranja više mostova između dveju istraživačkih zajednica. Rezultati potvrđuju plastičnost mozga za ponovno učenje tokom životnog ciklusa i tehnologije neinvazivnog skeniranja mozga i neurod slikavanja otvaraju mogućnost za potpuno nove pristupe. Zbližavanje dveju istraživačkih zajednica sigurno donosi kvalitetnija otkrića.

Ova knjiga proističe iz izveštaja OECD-a Razumevanje mozga: Ka novoj nauci o učenju, objavljenom 2002. (na sedam jezika; najveći deo te publikacije prisutan je i u ovoj). Njen cilj je da upozna čitaoce sa mozgom, kako on uči i kako učenje može biti optimizirano razvojem i obukom i prilagođeno procesima nastave i prakse. Namera je da knjiga bude pristupačna i čitaocima laicima i zato je izbegavana previše stručna terminologija. Sadržaj knjige nastao je iz tri transdisciplinarnе mreže osnovane 2002. godine sa fokusom na jezičkoj pismenosti, matematičkoj pismenosti i doživotnom učenju. Četvrti fokus na emocije u učenje iniciran je 2004. godine i teče paralelno sa radom tri mreže. Veb sajt posvećen projektu poslužio je kao inovativni interaktivni izvor informisanja koji je donosio

povratne informacije i komentare ljudi iz obrazovne prakse i civilnog društva.

Značajnu finansijsku i materijalnu podršku od samog početka pružili su:

- Nacionalna fondacija za nauku (Direktorat za istraživanje, evaluaciju i komunikaciju, Odeljenje za obrazovanje, Sjedinjene Američke Države);
- Japansko Ministarstvo za obrazovanje, kulturu, sport, nauku i tehnologiju (MEXT) (Japan);
- Odeljenje za obrazovanje i veštine (DfES) (Velika Britanija);
- Finsko Ministarstvo obrazovanja (Finska);
- Špansko Ministarstvo obrazovanja (Španija);
- Fondacija za učenje tokom celog života (Velika Britanija).
- Značajnu naučnu, finansijsku i/ili organizacionu podršku pružili su RIKEN

Institut za nauku o mozgu (Japan), Sekler institut (SAD); Danska laboratorija za učenje (Danska); ZNL unutar Univerziteta u Ulmu (Nemačka); INSERM (Francuska), Univerzitet u Kembriđu (Velika Britanija), Akademija nauka (Francuska), gradska uprava i Univerzitet u Granadi (Španija), Kraljevska institucija (Velika Britanija).

U OECD-u je za „Nauke o učenju i proučavanje mozga” bio zadužen vođa projekta Bruno dela Šieza koji je i odgovoran za ovaj izveštaj, zajedno sa Kasandrom Dejvis, Koji Miyamoto i Keiko Momi. Značajan doprinos dale su Kristina Hinton, Eimen Keli, Ulrike Rimele i Roni Strobel-Dan, kao konsultanti. Verziju glavnog izveštaja (Prvi deo) na engleskom jeziku priredio je Dejvid Istans i na francuskom jeziku Bruno dela Šieza. Knjigu su delimično ili u potpunosti recenzirali Jarl Bengtson, Delfin Grandieus, Dejvid Instans, Kristina Hinton, Atsuši Iriki, Masao Ito, Jelemar Joles, Hideaki Koizumi, Majkl Posner, Ulrike Rimele, Adriana Ruiz Esparza, Roni Strobel-Dan i „Tim za mozak” CERI-ja.

Unutar sekretarijata, Jarl Negtson preuzeo je inicijativu da pokrene ovaj projekat i pružio stratešku i kritičnu podršku tokom njegovog trajanja; Tom Šuler do kraja je ispratio drugu fazu projekta. Venesa Kristof, Emili Grovz i Keri Tejler (u ovom redosledu) bile su zadužene za logističku podršku. Kasandra Dejvis uređivala je veb sajt projekta.

Barbara Išinger,
direktorka
Direktorat za obrazovanje

Reč zahvalnosti

U ime Sekretarijata, Bruno dela Šieza bi voleo da: Posveti ovo delo Jarlu Bengtsonu, ocu projekta „Nauke o učenju i proučavanje mozga“.

- Iskaže posebnu zahvalnost Eriku Hamiltonu, Masou Itou, Eimenu Keliju, Hideaki Koizumiju, Majklu Posneru i Emilu Servan-Šrajberu za njihovu veliku posvećenost projektu.
- Iskaže zahvalnost glavnim partnerima koji su podržali projekat svojim doprinosom: Ričardu Bartolemeju i njegovom timu, Kristoferu Bruksu, Eimen Keli, Huanu Galou i njegovom timu, Eriku Hamiltonu i njegovom timu, Masajuki Inoe i njenom timu, Sorenu Heru Jensenu i njegovom timu, Reijou Lukanenu i njegovom timu, Pjeru Lenau i njegovom timu, Francisku Lopezu Ruperezu, Hozeu Mortali i njegovom timu, Teiči Sato, Silviji Šmelkes del Vale, Hansu Sigardu Jensenu i njegovom timu, Finbaru Slounu.
- Iskaže zahvalnost eminentnim naučnicima koji su se uključili u projekat: Brajanu Baternvertu, Stanislasu Deaenu, Kristini Hinton, Jelemeru Jolesu, Heiki Litinen, Brusu Mekendlisu, Ulrike Rimele, Nuriji Sebastijan, Manfredu Špicer.
- Iskaže zahvalnost Hilari Bart, Antoniju Batrou, Danijel Berč, Leu Blomertu, Elisi Bonili, Džonu Brueru, Tomu Karu, Mari Šeur, Gaju Klekstonu, Franku Kofildu, Stenliju Kolkomu, Margaret Delazer, Ginevir Eden, Linei Eri, Mišelu Fajolu, Uti Firt, Majklu Fricu, Remu Frostu, Peteru Gerdenfors, Kristijanu Gerlahu, Uši Gosvami, Šeron Griffin, Piteru Hanonu, Takao Henšu, Ketrin Hili, Šuu Huau, Petri Herks, Valou Hučmaheru, Atsušiju Irikiju, Lejni Kolbšlajš, Rritu Kavašimi, Arturu Krejmeru, Mortenu Kringelbahu, Stivenu Koslinu, Janu de Langu, Sindi Lini, Džefu Mastersu, Majklu Miniju, Majklu Mileru, Fredu Morisonu, Risto Natanenu, Kevinu Oksneru, Dejvidu Papou, Raji Parasuramanu, Eraldo Paulesu, Kenu Pjuu, Denisu Ralfu, Rikardu Rosasu, Volfgangu Šinaglu, Marku Sejdenbergu, Dejvidu Servan-Šrajberu, Benetu Šejvicu, Seli Šejvic, Elizabet Spelke, Piou Tudeli, Heriju Ujlingsu, Dženet Verker, Denijelu Volpertu, i Johanesu Cigleru, članovima projektne mreže eksperata.
- Izrazi zahvalnost za prostor i gostoprimstvo koji su omogućili plodne transdisciplinarne sastanke (po hronološkom redosledu): Sekler institutu, SAD;

Univerzitetu u Granadi, Španija; RIKEN Institutu za nauku o mozgu, Japan; Nacionalnom savetu za obrazovanje, Finska; Kraljevskoj instituciji Velike Britanije; INSERM-u, Francuska; ZNL-u na Psihijatrijskoj bolnici Univerziteta u Ulmu u Nemačkoj; Laboratoriji za učenje, Danska; Španskom Ministarstvu obrazovanja; Akademiji nauka, Francuska; Istraživačkom institutu za nauku i tehnologiju za društvo (RISTEX) japanske Agencije za nauku i tehnologiju (JST), Japan; i Centru za neuronauku u obrazovanju na Univerzitetu u Kembridžu, Velika Britanija.

- Izrazi zahvalnost onima koji su pisali ili doprineli ovoj publikaciji: Kristoferu Bolu, Barti, Frenku Kofildu, Melani Dobros, Gevinu Dojlu, Keren Evans, Kurtu Fišeru, Remu Frostu, Kristijanu Gerlahu, Ušau Gosvamiju, Robu Harimenu, Lijet Helwig, Ketrin Hili, Kristini Hinton, Dejvidu Istansu, Marku Jamous, Jelemeru Jolesu, Eimenu Keliju, Sendrin Kelner, Hideakiju Koizumiju, Mortenu Kringelbahu, Raji Parasuramana, Odil Pavot, Majku Posneru, Ulrike Rimmel, Adrijani Ruiz Esparza, Nuriji Sebastijan, Emilu Servan-Šrajberu, Ronitu Strobela-Dahanu, Kolet Tejler, Rudolfu Tipeltu, Johanesu Cigleru.
- Izrazi zahvalnost prevodiocima: Jean-Daniel Brèque, Izabel Heliar, Duan Peres, Ember Robinson, Mari Serdžers.
- Izrazi zahvalnost kolegama iz Odeljenja za ljudske resurse za pokretanje i sprovođenje dva skupa o znanju o mozgu koji su održani u sedištu OECD-a i kolegama iz OECD-ovog Direktorata za javne poslove i komunikaciju za podršku i razumevanje.
- Iskaže zahvalnost zaposlenima u Centru za obrazovna istraživanja i inovacije (CERI) koji su bili uključeni u ovaj projekat. To su: Francisko Benavides, Trejsi Berns, Emi Forbs, Stivenu Žirasuolo, Dženifer Goubi, Delfin Grandrio, Dejvidu Istansu, Kurtu Larsenu, Sju Lindsej, Sindi Lageri-Babic, i Tomu Šuleru.
- I na kraju, zahvalnost upućuje „Timu za mozak“: Jarlu Bengtsonu, Venesi Kristof, Kasandri Dejvis, Emili Grovz, Kojiu Mijamoto, Keiko Momi i Keri Tejler, bez kojih ovaj projekat i ova knjiga ne bi bili mogući.

Sadržaj

Sažetak.....	000
--------------	-----

Prvi deo **Mozak koji uči**

<i>Prvo poglavlje</i> „ Abeceda “ mozga	000
Emocije.....	000
Funkcionalnost, neuronska osnova učenja.....	000
Genetika	000
Inteligencija.....	000
Jezik.....	000
Kafka.....	000
Kognitivne funkcije	000
Kvalitetan i zdrav život	000
Memorija	000
Mozak.....	000
Neuron.....	000
Periodi za učenje	000
Plastičnost.....	000
Praksa i holistika – učenje kroz rad	000
Predstave	000
Rad	000
Razvoj.....	000
Timske i društvene interakcije	000
Univerzalnost.....	000
Usvajanje znanja.....	000
Varijabilnost.....	000
Veštine	000
Zadovoljstvo u učenju	000
...V, Z, Ž.....	000
<i>Drugo poglavlje</i> Kako mozak uči tokom života	000

<i>Osnovni principi arhitekture mozga</i>	000
Funkcionalna organizacija	000
Struktura mozga.....	000
<i>Kako mozak uči tokom života</i>	000
Plastičnost i osetljivi periodi.....	000
Detinjstvo (od treće do desete godine)	000
Adolescencija (od desete do dvadesete godine).....	000
Odrasli i stariji.....	000
<i>Učenje u cilju odlaganja gubitka kognitivnih funkcija u starosti</i>	000
Borba protiv gubitka kognitivnih funkcija	000
Borba protiv oštećenja moždanih funkcija	000
Zaključci	000
Literatura.....	000
 <i>Treće poglavlje</i> Uticao okruženja na učenje mozga	000
 Društvene interakcije.....	000
Emocionalna regulacija	000
Motivacija	000
San i učenje.....	000
Zaključci	000
Literatura.....	000
 <i>Četvrto poglavlje</i> Jezička pismenost i mozak	000
 Jezik i razvojne osetljivosti	000
Pismenost u mozgu.....	000
Lingvistički posredovan razvoj pismenosti.....	000
Razvojna disleksija.....	000
Zaključci	000
Literatura.....	000
 <i>Peto poglavlje</i> Matematička pismenost i mozak	000
 Stvaranje matematičke pismenosti	000
Bebe računaju.....	000
Matematička pismenost mozga	000
Broj i prostor.....	000
Uloga obuke.....	000
Pol i matematika.....	000

Barijere u učenju matematike	000
Zaključci	000
Literatura.....	000
Šesto poglavlje Razotkrivanje „neuromitova”	000
Šta je „neuomit”?	000
„Nema vremena za gubljenje jer se sve u vezi sa mozgom dešava do treće godine”	000
„Postoje kritični periodi kada se neke stvari moraju podučavati i učiti”	000
„Ali, negde sam pročitao/la da svakako koristimo samo 10% mozga”	000
„Ja funkcionišem ‘levom stranom mozga’, dok ona funkcioniše ‘desnom’“	000
„Suočimo se s tim – muškarci i dečaci samo imaju različite mozgove od žena i devojčica”	000
„Mozak deteta ne može da uči dva jezika istovremeno”	000
„Poboljšajte svoje pamćenje!”	000
„Učite u snu!”	000
Zaključci	000
Literatura.....	000
Sedmo poglavlje Etika i organizacija obrazovne neuronauke	000
Etički izazovi pred obrazovnom neuronaukom	000
U koje svrhe i za koga?	000
Etička pitanja o upotrebi proizvoda koji utiču na mozak	000
Mozak se sreće sa mašinom – šta znači biti ljudsko biće?	000
Rizik preterano naučnog pristupa obrazovanju?	000
Stvaranje novog transdisciplinarnog pristupa razumevanju učenja.....	000
Transdisciplinarnost	000
Recipročne informacije sa obe strane – dvosmerni razvoj	000
Prevažilaženje nacionalnih granica putem međunarodnih inicijativa	000
Upozorenja i ograničenja.....	000
Literatura.....	000
Zaključci i izgledi za budućnost.....	000
Ključne poruke i zaključci	000
Ključne oblasti za dalja obrazovna neuronaučna istraživanja.....	000
Rođenje nauke o učenju	000
Literatura.....	000

Drugi deo Članci

Članak A. Mozak, razvoj i učenje u ranom detinjstvu.....	000
A.1. Uvod.....	000
A.2. Šta znamo o razvoju mozga kod novorođenčadi, odojčadi i dece nižih uzrasta?	000
A.2.1. Početak i proces razvoja mozga	000
A.2.2. Uloga iskustva	000
A.2.3. Vreme i redosled – važni faktoru u razvoju mozga.....	000
A.2.4. Plastičnost – ključna osobina mozga odojčeta.....	000
A.2.5. Kritični ili osetljivi periodi u neuronskom razvoju?.....	000
A.2.6. Osetljivi periodi i moždana plastičnost.....	000
A.2.7. Učenje tokom ranog detinjstva i posle njega.....	000
A.3. Koliko su važne prve godine razvoja i učenja?	000
A.3.1. U prilog ranoj intervenciji i obrazovnim programima	000
A.3.2. Učenje dominira ranim detinjstvom	000
A.3.3. Negativni konteksti za učenje	000
A.3.4. Obrazovanje i briga u ranom detinjstvu – važan, ali ne i svemoguć element.....	000
A.4. Šta znamo o okruženjima za učenje koja pospešuju razvoj u ranom detinjstvu?	000
A.4.1. Odnosi igre i učenja u ovom periodu	000
A.4.2. Kurikulum, pedagoški fokus i razvoj u ranom detinjstvu	000
A.4.3. Okruženja za učenje koja podstiču razvoj jezika	000
A.4.4. Strategije koje koriste nastavnici da bi podstakli učenje u ranom detinjstvu	000
A.5. Koji su izazovi pri sintezi neuronaučnih istraživanja i ranog obrazovanja?	000
A.6. Odgovor ljudi iz prakse	000
Literatura.....	000

Članak B. Mozak i učenje u adolescenciji	000
B.1. Uvod	000
B.2. Razumevanje razvoja mozga – šta tražimo?	000
B.2.1 Razvoj mozga na mikroskopskom nivou	000
B.2.2. Razvoj mozga na makroskopskom nivou	000
B.2.3. Razvoj mozga može se ispitivati na više nivoa.....	000
B.2.4. Tehnike neuroodslikavanja	000
B.2.5. Da li je teško reći u kojoj meri razvoj zavisi od prirode i/ili odgoja?	000
B.3. Mozak je skulptura izvajana iskustvom.....	000
B.3.1. Moždana aktivnost posmatrana tokom vremena	000
B.3.2. Moždana struktura posmatrana tokom vremena.....	000
B.3.3. Odnosi između mozga i ponašanja uglavnom su neposredni	000
B.3.4. Deca i odrasli ne koriste mozak na isti način	000
B.3.5. Mozak adolescenta i promene u ponašanju.....	000
B.3.6. Sažetak i opšte implikacije	000
B.4. Teorije učenja u adolescenciji i tokom života	000
B.4.1. Implikacije za podučavanje i učenje u periodu adolescencije.....	000
B.5. Izazovi i budući pravci: ka novoj sintezi?	000
B.6. Odgovor ljudi iz prakse: Imam san	000
B.6.1. Ponovno razmatranje podučavanja	000
B.6.2. Da li bi trebalo da definišemo nove ciljeve za škole i nove misije za nastavnike?	000
Literatura.....	000
Članak C. Mozak, kognitivnost i učenje odraslih.....	000
C.1. Uvod	000
C.1.1. Šta je učenje?	000
C.1.2. Mozak odraslih	000
C.1.3. Stuktura rada.....	000
C.2. Starosne promene u kognitivnosti i učenju kod odraslih	000
C.2.1. Kognitivno starenje.....	000

C.2.2. Doživotno učenje: perspektiva obrazovanja odraslih.....	000
C.3. Starenje i moždane funkcije: strukturalno neuroodslikavanje	000
C.4. Starenje i moždane funkcije: funkcionalno neuroodslikavanje.....	000
C.5. Individualne razlike u moždanim i kognitivnim promenama povezane sa godinama	000
C.6. Genetika i individualne razlike u kognitivnosti	000
C.7. Obuka i starenje	000
C.7.1. Kognitivna obuka.....	000
C.7.2. Obuka – razvojna perspektiva.....	000
C.8. Stvaranje pozitivnog okruženja za učenje odraslih	000
C.8.1. Učenje zasnovano na kompetencijama: priprema za rešavanje problema.....	000
C.8.2. Konstruktivističko učenje: upotreba subjektivnih iskustava.....	000
C.8.3. Situaciono učenje: organizovanje okruženja za učenje.....	000
C.9. Plan rada za budućnost	000
C.10. Odgovor ljudi iz prakse.	000
Literatura.....	000
<i>Dodatak A. Forumi.....</i>	000
<i>Dodatak B. Tehnologije neuroodslikavanja.....</i>	000

Pojmovnik

Dostupno u CERI kolekciji	000
Primeri	000
2.1. Terapija učenjem (Japan).....	000
2.2. Smanjene ili oštećene moždane funkcije i mogući tretmani.....	000
3.1. Ishrana	000
3.2. Pažnja posmatrana kroz neurološku prizmu kao sistem organa.....	000
3.3. Fizička aktivnost.....	000
3.4. Muzika.....	000

3.5. Igra.....	000
3.6. Video-igrice.....	000
3.7. Nivo zvuka	000
7.1. Um, mozak i obrazovanje.....	000
7.2. Centar za neuonauku u obrazovanju: Univerzitet u Kembridžu, Velika Britanija	000
7.3. Danska laboratorija za učenje.....	000
7.4. Harvardska diplomatska škola za obrazovanje	000
7.5. Stavovi nastavnika o neuronauci u obrazovanju	000
7.6. Tehnologija i svetska obrazovna perspektiva	000
7.7. Transferni centar za neuronauku i učenje, Ulm, Nemačka	000
7.8. JST-RISTEX, Nauka i tehnologija Japana – Istraživački institut za nauku i tehnologiju za društvo, Japan	000
7.9. Inicijative u oblasti obrazovne neuronauke u Holandiji.....	000
A.1. Emocije i pamćenje (učenje)	000
A.2. Inicijalni razvoj govora	000
A.3. Neuroni-ogledala.....	000
B.1. Principi u osnovi MRI-ja.....	000
B.2. Principi u osnovi PET-a i fMRI-ja.....	000
A. Šta je fMRI?	000
B. Blisko infracrvena optička topografija (NIR-OT) u naukama o učenju i proučavanju mozga	000

Tabele

2.1. Kako mozak uči – sažetak	000
2.2. Opadanje ili oštećenje funkcionisanja mozga i mogući odgovor	000

Grafikoni

2.1. Sinaptička veza između dva neurona.....	000
2.2. Osnovni delovi cerebralnog korteksa	000
2.3. Frontalni režanj.....	000
2.4. Mozak adolescenta.....	000
3.1. Unutrašnja struktura ljudskog mozga sa limbičkim sistemom	000
5.1. Cerebralne oblasti	000
7.1. Evolucija transdisciplinarnosti.....	000
7.2. Dvosmerna razmena između istraživanja i prakse	000
A. Funkcionalna magnetna rezonanca	000

Sažetak

Obrazovanje je kao dvosekli mač. Može se preobratiti u opasnu stvar, ako se njime ne barata na pravi način.

Vu Ting-Fang

Posle dve decenije pionirskog rada na istraživanju mozga obrazovna zajednica počela je da shvata da „razumevanje mozga” može doneti otvaranje novih puteva za unapređenje obrazovnih istraživanja, politike i prakse. U ovom izveštaju objedinjen je napredak postignut u pravcu obogaćivanja učenja teorijama o mozgu i ovaj progres iskorišćen je za otvaranje ključnih pitanja za obrazovnu zajednicu. Ne nudi brza i laka rešenja, niti tvrdi da je učenje zasnovano na teorijama o mozgu „lek za sve“. U njemu *jeste* ponuđena objektivna ocena trenutnog stanja u istraživanju koje preseca kognitivnu neuronauku i učenje i mapira istraživačke i strateške implikacije za naredne decenije.

Prvi deo, „Mozak koji uči”, osnovni je izveštaj koji je nastao destilacijom svih analiza i događaja tokom proteklih sedam godina projekta „Nauke o učenju i proučavanje mozga”. OECD-ovog Centra za obrazovna istraživanja i inovacije. Drugi deo „Članci” sadrži tri teksta posvećena „mozgu koji uči” u ranom detinjstvu, adolescenciji i u starijem dobu. Autori svakog od njih su po troje eksperata koji su objedinili svoje iskustvo i znanje u sinergiju različitih perspektiva neuronauke i obrazovanja. U Dodatku A ponovo su predstavljeni neki uvidi i dijalozi koji su nastali na interaktivnom sajtu projekta, otvorenom za civilno društvo, uključujući posebno forum nastavnika. Dodatak B upozna čitaoca sa razvojem u tehnologijama neuroodslikavanja, koje su se pokazale fundamentalnim za napredak o kojem se diskutuje u ovom izveštaju.

Prvo poglavlje nudi novajliji „abecedu” sadržaja izveštaja, navodi ključne reči i diskutuje o njima. Namera je da se ujedno ponudi kratak sažetak složenih pojmova i da se čitalac usmeri ka relevantnim poglavljima koja se detaljnije bave ovim oblastima. Zatim sledi, u prvoj polovini narednog poglavlja, kratak, ali značajni pregled arhitekture mozga i načina njegovog funkcionisanja.

Kako mozak uči tokom života

Neurolozi su dobro uočili da mozak ima veoma razvijenu sposobnost da se menja u skladu sa zahtevima okruženja, reč je o procesu koji se naziva *plastičnost*. Ovo obuhvata stvaranje i jačanje neki nervnih veza i slabljenje ili nestajanje drugih. Stepenn modifikacije zavisi od *tipa* učenja koje se u određenom momentu odvija, pored učenja tokom celog života koje vodi dubljim promenama. Takođe, zavisi i od *perioda* učenja, kod odojčadi se, recimo, dešava izuzetan porast sinapsi. Osnovna poruka, ipak, jeste da je *plastičnost* ključna odlika mozga tokom čitavog života.

Postoje optimalni ili „osetljivi periodi” tokom kojih su određeni tipovi učenja najefikasniji, uprkos plastičnosti koja traje tokom čitavog života. Za senzorne nadražaje, poput zvuka govora i za određena emotivna i kognitivna iskustva poput izlaganja jeziku, postoje relativno kruti i rani osetljivi periodi. Druge veštine, poput usvajanja rečnika, ne prolaze kroz krute osetljive periode i mogu se naučiti podjednako dobro u bilo kojem trenutku života.

Neuroodslikavanje adolescenata danas nam pokazuje da je mozak adolescence daleko od zrelog i prolazi kroz ekstenzivne strukturne promene i daleko posle puberteta. Adolescencija je izuzetno značajan period u pogledu emotivnog razvoja, delimično zbog bujice hormona u mozgu; i dalje nedovoljno razvijen prefrontalni korteks tinejdžera može objasniti nestabilno ponašanje u ovoj dobi. Ovu kombinaciju emocionalne nezrelosti i visokog kognitivnog potencijala obuhvatili smo frazom „velika konjska snaga, slabo upravljanje”.

Kod odraslih u starijim godinama, naviknutost ili iskustvo pred nekim zadatkom može smanjiti nivo aktivnosti mozga – može se reći da se radi o većoj efikasnosti obrade. Ali, moždane funkcije, takođe, opadaju što ga manje koristimo i sa protokom vremena. Studije su pokazale da učenje može biti efikasan način da se deluje protiv slabljenja funkcionisanja mozga: što je više mogućnosti za odrasle i starije ljude da nastave sa učenjem (bilo kroz obrazovanje odraslih, rad ili društvene aktivnosti), veće su šanse da se odloži početak i ubrzanje neurodegenerativnih bolesti.

Značaj okruženja

Rezultati iz istraživanja mozga pokazuju da su vaspitanje i nega krucijalni za proces učenja i počinju da pružaju nagoveštaje odgovarajuće okoline za učenje. Mnoštvo faktora okruženja koji utiču na poboljšanje funkcionisanja mozga jesu svakodnevene stvari – kvalitet društvenog okruženja i interakcije, ishrana, fizičko iskustvo i san – što se može činiti previše očiglednim, ali, u stvari, se lako zaboravlja na značaj ovih faktora koji utiču na obrazovanje.

Adekvatnim uslovljavanjem uma i tela moguće je iskoristiti sposobnost mozga za *plastičnost* i podsticanje procesa učenja. Ovo zahteva holistički pristup koji priznaje čvrste veze fizičke i intelektualne dobrobiti i čvrstu međuzavisnost emotivnog i kognitivnog.

U centru mozga je set struktura poznatih kao limbički sistem, istorijski nazivan „emotivni mozak”. Nagomilavaju se dokazi koji potvrđuju da naše emocije modifikuju nervno tkivo. U situacijama izrazitog stresa ili snažnog straha, društveno prosuđivanje i kognitivna performansa pate zbog kompromisa nervnih procesa emotivne regulacije. Pojedine vrste stresa značajne su za susret sa izazovima i mogu dovesti do bolje kognicije i učenja, ali kada se pređe određeni nivo, efekat postaje suprotan. Što se tiče pozitivnih emocija, jedan od najmoćnijih okidača koji motivišu ljude da uče je spoznaja koja dolazi sa razumevanjem novih pojmova – mozak na ovo dobro reaguje. Primarni cilj ranog obrazovanja trebalo bi da bude da osigura da deca imaju ovo iskustvo „prosvećenja” što je ranije moguće i da postanu svesna zadovoljstva koje može da proistekne iz učenja.

Upravljanje emocijama jedna je od ključnih veština efikasnih učenika, a samoregulacija je jedna od najvažnijih bihejvioralnih i emotivnih veština koje su potrebne deci i starijim ljudima u njihovim društvenim okruženjima. Emocije usmeravaju (ili ometaju) psihološke procese, poput sposobnosti usmeravanja pažnje, rešavanja problema ili podrške odnosima i vezama. Neuronauka, oslanjajući se na kognitivnu psihologiju i istraživanja razvoja kod dece, počinje da identifikuje kritične oblasti mozga čija aktivnost i razvoj su direktno povezani sa samokontrolom.

Jezik, pismenost i mozak

Mozak je biološki pripremljen da usvaja jezik od samog početka života; procesu usvajanja jezika potreban je katalizator iskustva. Postoji obrnuta proporcija između dobi i efikasnosti učenja mnogih aspekata jezika – uopšte posmatrano, što je niži uzrast izlaganja jeziku, uspešnije je njegovo učenje – i neuronauka je počela da identifikuje načine na koje mozak procesuirao jezik, u zavisnosti od toga da li je reč o deci ili o odraslim ljudima. Ovo razumevanje relevantno je za obrazovne politike posebno u pogledu nastave stranih jezika koja često ne počinje sve do adolescencije. Adolescenti i odrasli, naravno, mogu naučiti neki novi jezik, ali za njih je to učenje daleko teže.

Dvostruki značaj glasova (fonetika) i direktnog procesuiranja značenja (semantika) može doprineti klasičnoj debati u nastavi učenja koja postoji između onih koji zagovaraju razvoj specifičnih fonetskih veština, ponekad nazivan

i „silabička obuka” i onih koji zagovaraju učenje „celog jezika”. Razumevanje načina funkcionisanja oba ova procesa sugerise balansirani pristup opismenjavanju koji može u fokusu imati naglasak na jednom ili drugom opredeljenju, u zavisnosti od jezika koji se uči.

Većina moždanih kola koji deluju pri čitanju zajednička je velikom broju jezika, ali postoje neke razlike, kada specifični aspekti jezika zahtevaju distinktivne funkcije, poput različitih strategija dekodiranja ili prepoznavanja reči. Kod alfabetskih jezika, osnovna razlika o kojoj se diskutuje u ovom izveštaju je značaj „dubine” ortografije jezika: „duboki” jezik (u kome su glasovi predstavljeni na više različitih načina), kao u francuskom ili engleskom jeziku razlikuju se od „plitkih”, mnogo „konzistentnijih” jezika, kakvi su finski i turski jezik. U ovim slučajevima, u igru se uvode posebne strukture mozga kako bi podržale aspekte čitanja karakteristične za svaki od ovih jezika.

Disleksija je široko rasprostranjena i pojavljuje se u veoma različitim kulturnim i socio-ekonomskim kontekstima. Atipične karakteristike korteksa koje su lokalizovane u levoj hemisferi u zadnjim regionima mozga uglavnom se povezuju sa disleksijom, koja rezultira nemogućnošću uparivanja u procesuiranju glasova. Dok su *lingvističke* posledice ovih poteškoća relativno male (npr. brkanje reči koje slično zvuče), smetenje mogu biti mnogo značajnije za *pismenost* jer mapiranje fonetskih zvukova sa ortografskim simbolima predstavlja ključni element učenja alfabetskih jezika. Neuronauka otvara nove pravce za dalji rad i intervencije.

Matematička pismenost i mozak

Matematička pismenost, poput jezičke, stvara se u mozgu putem sinergije bioloških procesa i iskustva. Baš kao što su određene strukture mozga dizajnirane, tokom evolucije, za jezik, postoje analogne strukture za smisao za kvantitet. Takođe, kao i kod jezika, genetički definisane strukture mozga nisu dovoljne za matematiku jer moraju biti koordinisane sa dodatnim nervnim vezama koje nisu posebno dizajnirane za ovaj zadatak, ali, oblikovane iskustvom, u njemu učestvuju. Iz tog razloga značajna je uloga obrazovanja – bilo u školi, kod kuće ili kroz igru; i iz toga razloga pažnje je vredna uloga neuro-nauke u bavljenju ovim obrazovnim izazovom.

Iako je neuronaučno istraživanje numeričke pismenosti i dalje u povelju, napravljen je znatan pomak u protekloj deceniji. On pokazuje da čak i jednostavne numeričke operacije bivaju razmeštene u različitim delovima mozga i zahtevaju koordinaciju višestrukih struktura. Sâmo predstavljanje broja uključuje kompleksne veze koje spajaju osećaj za veličinu, vizuelne i verbalne

predstave. Računanje zahteva druge kompleksne mreže koje variraju u odnosu na operacije: deljenje je ključno zavisno od donjeg parijetalnog kola, dok sabiranje i množenje obuhvataju neke druge veze. Istraživanja složenijih matematičkih operacija relativno je malo, ali čini se da one zahtevaju makar delimično distinktivne veze.

Razumevanje razvojnih puteva koji čine osnovu za, recimo, učenje matematike iz perspektive mozga, može pomoći da razumemo kako da oblikujemo strategije podučavanja. Različite metode podučavanja vode stvaranju neuralnih puteva koji se razlikuju po efikasnosti: učenje ponavljanjem (drill learning), na primer, stvara neuralne puteve koji su manje efikasni od onih koji se razvijaju strateškim učenjem (strategy learning). Raste podrška iz oblasti neuronauke onim nastavnim strategijama koje uključuju učenje bogato detaljima, nasuprot onom koje počiva na davanju tačnih i netačnih odgovora. Ovo je u skladu sa *formativnim vrednovanjem*.

Iako je neuronska osnova diskalkulije – numeričkog ekvivalenta disleksiji – i dalje nedovoljno istražena, otkriće bioloških karakteristika povezanih sa specifičnim matematičkim uparivanjem sugerise da je matematika daleko od čistog kulturnog konstrukta: ona zahteva punu funkcionalnost i integritet specifičnih struktura mozga. Verovatno je da nedostatak neuronskih kola, što je u osnovi diskalkulije, može biti ublažen ciljanom intervencijom, zahvaljujući *plastičnosti* – fleksibilnosti – neuronskih kola pri matematičkim operacijama.

Razotkrivanje „neuromitova“

Tokom proteklih nekoliko godina, porastao je broj zabluda o mozgu – „neuromitova“. Ovo je relevantno za obrazovanje jer su mnogi od njih nastali kao pristupi ili ideje o učenju. Ove zablude često potiču iz nekih naučnih krugova što njihovo uočavanje i pobijanje čini još težim. Kako su nekompletni, ekstrapolirani izvan dokaza, ili jednostavno pogrešni, potrebno ih je razotkriti kako bi se sprečilo srljanje obrazovanja u slepe ulice.

Za svaki „mit“ ili grupu mitova diskutuju se o njihovom poreklu u popularnom diskursu i razlozima zbog kojih nisu potvrđeni neuronaučnim dokazima. Grupisani su u sledeće celine:

- „Nema vremena za gubljenje jer se sve u vezi sa mozgom dešava do treće godine“
- „Postoje kritični periodi kada se neke stvari *moraju* predavati i učiti“
- „Ali, negde sam pročitao/la da svakako koristimo samo 10 % mozga“
- „Ja funkcionišem 'levom stranom mozga', dok ona funkcioniše 'desnom““
- „Suočimo se sa time – muškarci i dečaci samo imaju različite mozgove od žena i devojčica“

- „Mozak deteta ne može da uči dva jezika istovremeno”
- „Poboljšajte svoje pamćenje!”
- „Učite u snu!”

Etika i organizacija obrazovne neuronauke

Značaj i mogućnosti koje obećava ovo novo polje nisu razlozi da se odbace fundamentalna etička pitanja koja se postavljaju.

U koje svrhe i za koga? Važno je ponovo promisliti upotrebu i mogućnosti zloupotrebe snimanja mozga. Kako obezbediti, na primer, da medicinske informacije koju snimanje pruža ostanu poverljive, a ne prosledene komercijalnim organizacijama ili, zašto da ne, obrazovnim institucijama? Što preciznije budemo mogli da snimimo mozak i specifične, do sada „skrivenе”, odlike pojedinaca, to je potrebnije zapitati se kako bi one mogle biti korisne za obrazovanje.

Upotreba proizvoda koji deluju na mozak: Granica između medicinske i nemedicinske upotrebe nije uvek jasna i postavljaju se određena pitanja, posebno o zdravim pojedincima koji koriste supstance koje deluju na mozak. Da li bi roditelji, na primer, trebalo da imaju pravo da svojoj deci daju supstance koje stimulišu uspeh u školi, uz rizike i paralele karakteristične za doping u sportu.

Mozak se sreće sa mašinom: Napredak u kombinovanju živih organa sa tehnologijom je stalan. Prednosti takvog razvoja su očigledne osobama sa invaliditetom kojima bi tako bilo omogućeno, na primer, da daljinski kontrolišu mašine. Ali, istovremeno, mogućnost primene tehnologije na kontrolisanje ponašanja, donosi duboku zabrinutost.

Suviše naučan pristup obrazovanju? Neuronauka može značajno doprijeti obrazovanju, ali ako omogući da se, na primer, „dobri” nastavnici pronalaze putem verifikacije njihovog uticaja na mozgove studenata, to bi bio potpuno drugačiji scenario. To bi nas dovelo u opasnost da se stvori obrazovni sistem koji je preterano naučan i visoko konformističan.

Iako je obrazovna neuronauka i dalje na početku, razvijaće se strateški ukoliko bude transdisciplinarna, tako da služi i naučnim i obrazovnim zajednicama i ima međunarodni domet. Stvaranje zajedničkog jezika ključni je korak, a drugi je uspostavljanje zajedničke metodologije. Recipročne odnose trebalo bi uspostaviti između obrazovne prakse i istraživanja učenja, analogne odnosu medicine i biologije, stvaranjem i održavanjem stalnog i dvostruko usmerenog protoka koji bi osnažio obrazovnu praksu dopunjenu saznanjima o mozgu.

Određen broj institucija, mreža i inicijativa već je uspostavljen i oni upućuju na moguće pravce. Kraći opisi nekoliko vodećih primera dostupni su u

ovom izveštaju. Oni obuhvataju JST-RISTEX, Nauka i tehnologija Japana – Istraživački institut za nauku i tehnologiju za društvo; Transforni centar za neuronauke i učenje, Ulm, Nemačka; Laboratoriju za učenje, Danska; Centar za neuronauke u obrazovanju: Univerzitet u Kembridžu, Velika Britanija; i „Um, mozak i obrazovanje“, Harvardsku diplomsku školu za obrazovanje, SAD.

Ključne poruke i teme za budućnost

Obrazovna neuronauka donosi vredno novo znanje koje doprinosi obrazovnim politikama i praksi: Na mnoga pitanja neuronauka odgovara koristeći postojeća znanja i svakodnevne opservacije, ali njihov važan doprinos je u obezbeđivanje pomaka od korelacije ka kauzaciji – razumevanja mehanizama koji stoje iza poznatih obrazaca – kako bi se lakše pronašla efikasna rešenja. Na druga pitanja neuronauka odgovara novim saznanjima, tako otvarajući nove puteve.

Proučavanje mozga obezbeđuje važne neuronaučne dokaze koji podupiru širi cilj doživotnog učenja: Nasuprot „netrpeljivosti prema starima“ i tvrdnjama da je obrazovanje provincija u kojoj stanuju samo mladi – mada, moćan kapacitet učenja u mladosti svakako stoji – neuronauka potvrđuje da je učenje aktivnost za ceo život i da što se više produžava, postaje sve efikasnije.

Neuronauka pruža dodatne argumente u prilog šire dobrobiti od obrazovanja, posebno za stariju populaciju: Neuronauka pruža važne dodatne dokaze u prilog „širih dobrobiti“ od obrazovanja (izvan čisto ekonomske, koja se tako visoko kotira među donosiocima politika) jer ukazuje da je obrazovanje značajan deo strategije protiv ogromnih i skupih problema staračke demencije u našim društvima.

Potreba za holističkim pristupom zasnovanim na vezama između tela i uma, emotivnog i kognitivnog: Nasuprot pristupima mozgu zasnovanih isključivo na kognitivnoj, na postignućima zasnovanoj perspektivi, predlaže se holistički pristup koji prihvata čvrste veze međuzavisnosti između fizičke i intelektualne dobrobiti, čvrstu vezu emotivnog i kognitivnog, analitičkih i kreativnih pristupa.

Razumevanje adolescencije – velika konjska snaga, slabo upravljanje: Saznanja o adolescentima posebno su važna jer se radi o periodu kada se u obrazovnoj karijeri pojedinca najviše stvari događa, sa dugotrajnim posledicama. U ovoj dobi, mladi ljudi imaju dobro razvijen kognitivni kapacitet (velika konjska snaga), ali su emocionalno nezreli (slabo upravljanje). Ovo ne znači da se donošenje važnih odluka može jednostavno odložiti, ali znači da izbori ne bi trebalo da zatvore vrata zauvek.

Bolje dopunjavanje kurikuluma i obrazovnih faza i nivoa saznanjima

iz neuronauka: Poruka je iznijansirana: ne postoje „kritični periodi” kada se *mora* učiti, ali postoje „osetljivi periodi” kada su pojedinci posebno spremni da se uključe u određene aktivnosti učenja (učenje jezika detaljno se diskutuje). Poruka izveštaja u vezi sa ranim stvaranjem snažne osnove za doživotno učenje, potvrđuje ključnu ulogu ranog obrazovanja dece i osnovnog školstva.

Obezbeđivanje neuronaučnog doprinosa osnovnim izazovima učenja, uključujući „3D”: disleksiju, diskalkuliju i demenciju. Na primer, doskora nisu bili poznati uzroci disleksije. Danas je primarno razumemo kao rezultat atipičnih karakteristika auditivnog korteksa (i verovatno, u nekim slučajevima, vizuelnog korteksa) i ove karakteristike mogu se uočiti u ranoj dobi. Rane intervencije obično su uspešnije od kasnijih, ali i jedna i druga opcija su moguće.

Personalizovanije vrednovanje u cilju unapređenja učenja, a ne odabira i isključivanja: Neuroodslikavanje potencijalno stvara snažan dodatni mehanizam na osnovu kojeg se mogu identifikovati karakteristike učenja pojedinca i na kojem se može zasnovati personalizovani pristup, ali, ujedno, može dovesti do kreiranja moćnijih sredstava odabira i isključivanja onih koja su trenutno dostupna.

Identifikovane su ključne oblasti kao prioriteta za dalje obrazovno neuronaučno istraživanje, ne kao iscrpni planovi rada već kao elementi koji su direktno zasnovani na ovom izveštaju. Ovaj plan rada za dalja istraživanja – koji pokriva bolje naučno razumevanje pitanja kao što su optimalno vreme za različite oblike učenja, emotivni razvoj i regulacija, kako specifični materijali i okruženja oblikuju učenje i kontinuirana analiza jezika i matematike iz perspektive mozga – trebalo bi, jednom kada se urade istraživanja, da pruže osnovu stvaranja transdisciplinarne nauke o učenju.

Ovo je aspiracija kojom se zaključuje izveštaj i koja mu daje naslov. Takođe, aspiracija izveštaja je da on bude u mogućnosti da poveže i iskoristi narastajuće znanje o učenju kako bi se stvorili obrazovni sistemi koji su ujedno personalizovani i relevantni za sve.

PRVI DEO

Mozak koji uči

Uvod

“Nicht das Gehirn denkt, sondern wir denken
das Gehirn.”
 (“Mozak ne misli, *mi* mislimo mozgom”).
Fridrih Niče

Mogu li zaista neuronauke¹ unaprediti obrazovanje? Ovaj izveštaj nudi složen, ali ipak konačan odgovor: „može, ali...”. Stekle su se okolnosti koje ukazuju na globalno pomaljanje obrazovne neurologije. Skori razvoj u oblasti neurologije značajno je povećao relevantnost discipline za obrazovanje. Tehnike snimanja omogućavaju posmatranje mozga koji radi, obezbeđujući uvide u perceptivne, kognitivne i emotivne funkcije koje su značajne za obrazovanje. Ovaj trend ka većoj primenjivosti neuronauke u obrazovanju praćen je sve receptivnijim društvom. U ovom izveštaju sumirano je stanje istraživanja u preseku neuronauke i učenje i ukazuje na istraživanja i politike koje mogu biti značajne za narednu deceniju. Rezultati naučnih istraživanja mogu pomoći svim zainteresovanim stranama u obrazovanju – uključujući učenike, roditelje, nastavnike i kreatore obrazovnih politika – da bolje razumeju proces učenja i da strukturiraju podsticajna okruženja za učenje. Ovo razumevanje može pomoći obrazovnim sistemima da se pomere ka politikama zasnovanim na dokazima, može informisati roditelje kako da stvore adekvatna okruženja za učenje svoje dece i pomoći onima koji uče da razviju svoje kompetencije.

Nikako ne tvrdimo da je neuronauka „lek za sve” – da će započeti revoluciju u obrazovanju, i svakako ne tvrdimo da će dati trenutne efekte. Vođe projekta su s vremena na vreme upozoravali da „neuronauka sama ne može da *reši* svaki, ako može i ijedan, obrazovni problem”. Odgovori na mnoga obrazovna pitanja mogu se pronaći drugde, unutar samog obrazovanja ili u drugim relevantnim društvenim naukama, ili u filozofiji. Ipak, postoje određena pitanja za koja je neuronauka posebno adekvatna i već pruža značajan doprinos obrazovanju: pružanje novih perspektiva na stare izazove, pokretanje novih pitanja, potvrđivanje ili odbacivanje starih pretpostavki ili potvrđivanje postojećih praksi. Ovaj

¹ Termin „neuronauka” (nekada se pojavljuje u pluralnoj formi, neuronauke) ovde se koristi u širokom određenju tako da obuhvati sva polja koja se preklapaju, uključujući neurobiologiju, kognitivnu neuronauku, bihejvioralnu neuronauku, kognitivnu psihologiju itd.

izveštaj pokazuje da je potreban istinski transdisciplinarni pristup, koji se oslanja na mnoge discipline, kako bi se odgovorilo na na sve kompleksnija pitanja sa kojima se naša društva suočavaju².

Neuronauka počinje da pruža detaljna objašnjenja o tome *kako* ljudska bića – ili ljudski mozgovi – reaguju na različita iskustva učenja i učioničko okruženje i *zašto* reaguju na takav način. Ovo razumevanje bitno je za obrazovanje jer su mnoge obrazovne politike i praksa zasnovani na samo delimičnim informacijama. U najboljem slučaju kvalitativna i kvantitativna istraživanja doprinela su nekim obrazovnim politikama i praksi, istražujući različite prakse učenje, okruženja i ishoda. Iako imamo solidnu osnovu znanja o oblicima učenja koji su povezani sa uspehom ili neuspehom, u velikoj meri nam nedostaju detaljna objašnjenja ovih rezultata, a mnoštvo podataka o procesima koji su u osnovi učenja i dalje su „crna kutija”.

Kada roditelji, nastavnici i kreatori politika, na primer, pokušaju da identifikuju pravo vreme za učenje stranog jezika kod dece, „odluka zasnovana na informacijama” može biti doneta upoređivanjem iskustava i postignuća učenika koji su započeli učenje stranih jezika u različito doba. Ovo može voditi do zaključka da nastava stranog jezika od određenog uzrasta daje najbolje rezultate. Mada ovaj podatak sam po sebi može biti koristan, on ne potvrđuje da je samo *vreme* za nastavu stranog jezika ono što je zapravo važno za uspešne ishode, niti pokazuje *kako* učenje stranih jezika može biti efikasno u određenoj dobi.

Čitaoci će primetiti određen broj tvrdnji u ovom izveštaju koje su date sa rezervom (npr. zasnovane na ograničenim dokazima) ili su ponavljanje ustaljenih principa (npr. „mudrosti“ iz decenija ili čak vekova prakse i istraživanja obrazovanja³), ili one za koje ne postoji konsenzus unutar naučnih zajednica (ali nećemo ulaziti u same naučne kontroverze, jer bi to prevazišlo obim rada). Privremeni zaključci su, međutim, iskrene refleksije na trenutno stanje istraživanja u ovoj oblasti i imaju korisnu namenu u identifikovanju pravaca istraživanja za budućnost. Dopunjavanje onog što je već poznato naučnim dokazima može biti od koristi kada osnažuje podršku praksama koje prethodno nisu imale racionalnu osnovu. Neuronauka može takođe otkriti da neke po-

² Sekretarijat OECD-a bi želeo da se jasno distancira od bilo kojeg tumačenja ove publikacije koje bi, zasnovano na individualnim razlikama i različitim stilovima učenja, pokušalo da dovede u vezu određene gene i koeficijent inteligencije (IQ) te imalo rasističke konotacije ka bilo kojoj grupi ili grupama ljudi unutar naše ljudske zajednice. Takve interpretacije moraju se osuditi.

³ Čitalac može uočiti da ovoj izveštaj ne predstavlja iscrpno, enciklopedijsko poređenje rezultata neuronauke i različitih teorija o učenju. Postojanje znanja i dalje ne dopušta da se veze između dve strane sistematski povuku, mada bi to uskoro trebalo da bude moguće. Gde veze već postoje, upućujemo na njih bez pružanja detaljnih objašnjenja.

stojeće prakse nisu opravdane iz perspektive saznanja o učenju mozga. Neke dugotrajne debate u obrazovanju mogu se danas pokazati kao zastarele. Ali, prakse će biti obogaćene novim elementima koje neuronauka može da osvetli. Iz svih ovih razloga, nastajanje naučnih dokaza će zasigurno osnažiti obrazovne politike i praksu.

Ova knjiga osmišljena je i napisana tako da omogući čitaocu da se usredredi samo na jedno ili dva poglavlja, u zavisnosti od svojih interesovanja. Stoga se nadamo da se svako poglavlje može čitati nezavisno od ostalih. Cena ove fleksibilnosti je, naravno, povremeno ponavljanje. Ništa nije savršeno. Zahvaljujemo se na razumevanju.

PRVI DEO

Prvo poglavlje

„Abeceda“ mozga

„Jedino dobro je znanje i jedino zlo je neznanje.“

Sokrat

„Ne znati je loše. Ne želiti da saznaš je još gore.“

(afrička poslovice)

*U Prvom poglavlju nudimo „abecedu“ sadržaja ovog izveštaja navodeći ključne reči i pojmove, kojima se bavimo u narednim poglavljima. Počinje sa odrednicama **Emocije i Funkcionalnost**, preko **Varijabilnosti, Zadovoljstva** u učenju sve do slova **V, Z, Ž**. Čitalac može da odabere temu koja ga/je interesuje i kratki opis upućuje na relevantna poglavlja koja nude detaljnije podatke o temi. Ovo poglavlje relevantno je za sve one koji su zainteresovani za pitanje „nauka o učenju i proučavanje mozga“, uključujući one koji uče, roditelje, nastavnike, istraživače i kreatore obrazovnih politika.*

Emocije

Emocionalni elementi dugo su bili zanemareni u institucionalnom obrazovanju. Otkriće emotivne dimenzije učenja unutar neuronauka pomaže da se izleči ovaj nedostatak (videti Treće poglavlje).

Za razliku od „afekta“, koji predstavlja njihovu svesnu interpretaciju, emocije nastaju iz cerebralnih procesa i neophodne su za adaptaciju i regulaciju ljudskog ponašanja.

Emocije su složene reakcije koje se uopšteno opisuju putem tri komponente: posebnog mentalnog stanja, psihološke promene i implusa da se reaguje. Stoga se, kod osoba suočenih sa situacijom koja se percipira kao opasna, pojavljuju reakcije koje se sastoje od određene cerebralne aktivacije veza zaduženih za strah, telesnih reakcija tipičnih za strah (npr. ubrzani puls, bledilo i znojenje) i reakcije „bori se ili beži“.

Svakoј emociji odgovara distinktivan funkcionalni sistem i svaka ima svoju stvenu cerebralnu vezu, koja obuhvata strukture u onome što ćemo zvati „limbički sistem“ (takođe nazivan i „sedište emocija“), kao strukture korteksa, uglavnom prefrontalnog korteksa, koji ima odlučujuću ulogu u regulaciji emocija. Prefrontalni korteks ljudskih bića sazreva posebno kasno, sa krajem razvoja koji se odvija u trećoj deceniji razvoja individue. Ovo znači da cerebralna adolescencija traje mnogo duže nego što se doskora mislilo, što pomaže da se objasne određene karakteristike ponašanja: konačan razvoj prefrontalnog korteksa te i regulacija emocija i kompenzacija mogućeg pojačanog rada limbičkog sistema pojavljuju se relativno kasno u razvoju individue.

Neprestane razmene onemogućavaju odvajanje i razlikovanje psihološke, emotivne i kognitivne komponente određenog ponašanja. Jačina ove međupovezanosti objašnjava značajan uticaj koji emocije imaju na učenje. Ukoliko se emocija koje je percipirana kao pozitivna poveže sa učenjem, doprineće uspehu, dok negativno percipirane emocije rezultiraju neuspehom.

Funkcionalnost, neuronska osnova učenja

Neuronaučna definicija učenja povezuje ovaj proces sa biološkom osnovom. Iz ove perspektive, učenje je rezultat integrisanja svih percipiranih i obrađenih informacija. Ova integracija odvija se u obliku strukturnih modifikacija unutar mozga. Zaista, pojavljuju se mikroskopske promene, koje omogućavaju da obrađene informacije ostave fizički „trag“ o svom prolasku.

Danas je korisno, čak je i od suštinske važnosti, nastavnicima i svima koji se bave obrazovanjem da razumeju naučne osnove procesa učenja.

Genetika

Verovanje da postoji jednostavna uzročno-posledična veza između genetike i ponašanja veoma je često. Snimanje linearnih odnosa između genetskih faktora i ponašanja na korak je od potpunog determinizma. Gene aktivira ponašanje, već se sastoji od nizova DNA koji sadrže relevantne informacije potrebne za proizvodnju proteina. Ekspresija gena varira u zavisnosti od brojnih faktora, posebno okruženja. Jednom kada se protein sintetiše u ćeliju, on zauzima posebno mesto i ima određenu ulogu u funkcionisanju ćelije. U ovom smislu, tačno je da ukoliko geni utiču na funkciju, oni konsekventno oblikuju i ponašanje. Međutim, reč je o kompleksnoj, nelinearnoj vezi sa različitim nivoima organizacije koji utiču jedan na drugi.

Kako istraživanja polako, ali sigurno, napreduju, verovanje u granicu između urođenog i usvojenog nestaje, otvarajući put gledištu o međuzavisnosti između faktora genetike i okruženja pri razvoju mozga.

Svako predviđanje ponašanja na osnovu genetike biće nekompletno: svaki pristup isključivo zasnovan na genetici ne samo da nije naučno utemeljen već je i etički upitan i politički opasan.

Inteligencija

Pojam inteligencije uvek je bio predmet kontroverzi. Može li samo jedan koncept objasniti sve intelektualne sposobnosti pojedinca? Mogu li se ove sposobnosti izolovati i meriti? I posebno, šta one pokazuju i predviđaju o cerebralnom funkcionisanju individue i o društvenom ponašanju.

Pojam inteligencije asocira na „veštine“, bilo da je reč o verbalnim veštinama, prostornim veštinama, veštinama rešavanja problema ili veoma složenim veštinama bavljenja kompleksnim stvarima. Međutim, svaki od ovih aspekata zanemaruje koncept „potencijala“. Ipak, neurobiološka istraživanja učenja i kognitivnih funkcija jasno pokazuju da ovi procesi prolaze kroz neprestanu evoluciju i zavise od niza faktora, posebno emocionalnih i onih iz okruženja. Ovo znači da bi stimulatивно okruženje svakom pojedincu trebalo da ponudi mogućnost da kultiviše i razvije svoje veštine.

Iz ove perspektive, mnogi pokušaju da se putem testova izmeri inteligencija (uglavnom merenjem IQ-a i slično) previše su statični i proveravaju standardizovane i kulturno (nekad čak ideološki) specifične sposobnosti.

Zasnovani na a priori pretpostavkama, testovi inteligencije su restriktivni i stoga problematični. Šta se može zaključiti o praksama ili čak izborima u vezi

sa karijerom na osnovu ove „računaljke inteligencije“ ili diksutablinom pripisivanju različitih nivoa inteligencije?

Jezik

Jezik je ljudima svojestvena kognitivna funkcija namenjena komuniciranju. Ona otvara prostor korišćenju sistema simbola. Kada se konačni broj arbitrarnih simbola i set semantičkih principa kombinuje prema pravilima sintakse, moguće je stvaranje beskonačnog broja iskaza. Sistem koji tako nastaje jeste jezik. Različiti jezici koriste se fonemama, grafemama, gestovima i drugim simbolima kako bi predstavili objekte, koncepte, emocije, ideje i misli.

Stvarna ekspresija jezika jeste funkcija koja povezuje makar jednog govornika i jednog slušaoca, čije uloge se smenjuju. Ovo znači da se jezik može podeliti prema smeru (percepcija ili produkcija) i prema obliku iskaza (usmeno ili pisano). Usmeni jezik usvaja se prirodno u detinjstvu, jednostavno izlaganjem govoru, dok je za sticanje znanja pisanog jezika potrebna intencionalna obuka (videti Četvrto poglavlje).

Jezik je jedna od prvih funkcija za koju je dokazano da ima cerebralnu osnovu. U XIX veku, studije afazije koju su vodili dvojica naučnika (Broka i Vernike) otkrile su da su određeni delovi mozga uključeni u obrađivanje jezika. U međuvremenu su studije potvrdile da ove oblasti pripadaju cerebralnim vezama uključenim u funkcionisanje jezika (Četvrto poglavlje).

Akumuliranje velikog korpusa neuronaučnih saznanja o jeziku bilo je moguće zbog velikog interesovanja koje je disciplina pokazala za ovu funkciju. Razumevanje jezičkih mehanizama i načina na koji se oni uče već ima značajan uticaj na obrazovne politike.

Kafka

Kada u „Zamku“ opisuje uzaludne napore glavnog lika da ostvari svoje ciljeve („Postoji cilj, ali nema načina“: „Es gibt zwar ein Ziel, aber kein Weg zum Ziel“), Franc Kafka opisuje očajanje koje pojedinac oseća kada se suoči sa gluvošću i slepom birokratskom mašinom. Na ovo podseća i priča Dina Bucatija (Dino Buzzati) „K“, tragedija nerazumevanja koja opisuje kako tužno, ali i opasno može biti prekasno spoznavanje stvarnosti...

Mnogo je otpora u prihvatanju neuronaučnih otkrića u obrazovnim politikama i praksi, dovoljno da obeshrabre i najvatrenije zagovarače. Razlozi su razni – jednostavno nerazumevanje, mentalna inercija, kategoričko odbijanje da

se razmotre neke „istine“ do korporacijskih refleksa da se odbrane postojeće pozicije, čak i uparložena birokratija. Brojne su prepreke transdisciplinarnom naporu da se stvori novo polje, ili čak skromnije da se iz nove perspektive osmotre obrazovne teme. Ovo predstavlja delikatan problem „menadžmenta znanja“. Konstruktivan skepticizam ne može naškoditi i svaki inovativan projekat naći će se u nekom trenutku poziciji „K“, i tražiti put da izađe iz „Zamka“. Uprkos poteškoćama, postoji put: da citiramo Lao Cea: „Put je cilj.“

Štaviše, same neuronauke nenamerno stvaraju obilje „neuromitova“ zasnovanih na nerazumevanju, lošim interpretacijama i čak iskrivljavanju istraživačkih rezultata. Ovi mitovi, koji se uvreže u javnosti putem medija, moraju se uočiti i razotkriti. Oni postavljaju mnoštvo etičkih pitanja na koja se u demokratskom društvu mora odgovoriti putem političke debate.

Možemo se zapitati da li je (makar srednjoročno) prihvatljivo, u bilo kojoj refleksiji na obrazovanje, ne uzeti u razmatranje ono što je poznato o mozgu koji uči. Da li je etički ignorisati polje relevantnog i originalnog istraživanja koje baca novo svetlo na fundamentalno razumevanje obrazovanja?

Kognitivne funkcije

Izučavane na različitim nivoima, kognitivne funkcije baštine postignuća multidisciplinarnog istraživačkog poduhvata. Iz tog razloga, komplementarno, neuronauke, kognitivna neuronauka i kognitivna psihologija nastoje da razumeju ove procese.

Kognicija se definiše kao niz procesa koji omogućavaju obradu informacija i razvoj znanja. Ovi procesi nazivaju se „kognitivnim funkcijama“. Među njima, više kognitivne funkcije odgovaraju najsloženijim procesima ljudskog mozga. One su proizvod poslednje faze evolucije mozga i uglavnom su smeštene u korteksu, koji je posebno visoko razvijena struktura kod ljudi (videti Drugo poglavlje).

Primeri ovih funkcija određeni su aspekti percepcije, pamćenja i učenja, ali i jezika, mišljenja, planiranja i donošenja odluka.

Kvalitetan i zdrav život

Poput drugih organa ljudskog tela, mozak najbolje funkcioniše kada se živi zdravo. U skorašnjim studijama posmatran je uticaj ishrane i fizičke aktivnosti na cerebralne sposobnosti i posebno na učenje. Rezultati pokazuje da balansirana ishrana dobrinosi razvoju i funkcionisanju mozga, ujedno spre-

čavajući neke probleme u ponašanju i učenju (videti Treće poglavlje). Slično tome, neke fizičke aktivnosti pozitivno utiču na funkcionisanje ljudske kognicije, modifikujući aktivnost u nekim regionima mozga.

San je takođe determinišući faktor u razvoju i funkcionisanju mozga (Treće i Šesto poglavlje). Svako kome je nekad nedostajalo sna zna da su prve na udaru kognitivne funkcije. Tokom sna odvijaju se neki procesi zaduženi za plastičnost i konsolidaciju znanja, procesi koji sledstveno imaju značajnu ulogu pri pamćenju i učenju.

Faktori okruženja (buka, ventilacija itd.) i fiziološki faktori (ishrana, vežbanje, san itd.) utiču na učenje. Na kratke staze, napredak u ovoj oblasti trebalo bi da donese konkretnu primenu u školskim i obrazovnim praksama.

Memorija

Tokom procesa učenja, ostaju tragovi obrade i integracije informacija. Na ovaj način aktivira se pamćenje. Memorija je kognitivni proces koji omogućava pamćenje prethodnih iskustava, paralelno sa usvajanjem novih informacija (razvojna faza traga) i pamćenja informacija (faza reaktiviranja ovog traga). Što se više tragova reaktivira, memorija je više „obeležena“. Drugim rečima, biće manje ranjiva i manje verovatno će informacija biti zaboravljena.

Memorija je zasnovana na učenju, a koristi od učenja trajne su zahvaljujući njoj. Ova dva procesa su u tako dubokoj vezi da je memorija podložna istim faktorima koji utiču na učenje. Iz tog razloga, memorisanje događaja ili informacija može biti poboljšano snažnim emocionalnim stanjem, posebnim kontekstom, povećanom motivacijom ili pažnjom.

Učenje neke lekcije previše često znači njeno reprodukovanje. Obuka i testiranje obično su zasnovani na ponovnom dolaženju do podataka i stoga na memorisanju informacija, često po cenu usvajanja veština ili čak razumevanja sadržaja. Da li je opravdana ova uloga data veštinama memorisanja? Ovo pitanje od velike je važnosti za oblast obrazovanja i počinje da privlači pažnju neuronaučnika.

Mozak

Iako ima fundamentalnu ulogu, mozak je i dalje deo celine organizma. Individua ne može biti svedena samo na ovaj organ pošto je mozak u stalnoj interakciji sa drugim delovima tela.

Mozak je sedište naše mentalne aktivnosti. Ima vitalne funkcije jer utiče

na brzinu rada srca, telesnu temperaturu, disanje itd., i zadužen je za takozvane „više“ funkcije, poput jezika, mišljenja i svesti.

Ovaj organ čine dve hemisfere (leva i desna) i svaka je podeljena u režnjeve (okcipitalni – potiljačni, parijetalni – temeni, temporalni – slepoočni i frontalni – čeonni) – dalje objašnjeni u Drugom poglavlju.

Osnovne komponente cerebralnog tkiva su gliste i nervne ćelije (neuroni). Nervna ćelija smatra se osnovnom funkcionalnom jedinicom mozga zbog izrazite međupovezanosti i zbog specijalizovanosti za komunikaciju. Nervi su organizovani u funkcionalne mreže smeštene u određenim delovima mozga.

Neuron

Organizovani u veoma povezane mreže, neuroni imaju električne i hemijske odlike koje im omogućuju da rasprostiru nervne impulse (videti Poglavlje 2, posebno Grafikon 2.1.). Električni potencijal širi se unutar nervne ćelije i hemijski proces prenosi informacije od jedne do druge ćelije. Nervne ćelije su, shodno tome, specijalizovane za komunikaciju.

Električni prenos unutar ćelije je jednosmeran. Dendriti ili ćelijska tela primaju podsticaje. Kao odgovor na njih, neuron stvara akcioni potencijal. Frekventnost ovih potencijala varira u zavisnosti od podsticaja. Zato se akcioni potencijali prenose putem aksona.

Zona nazvana *sinapsa* služi kao spoj između dva neurona. Sinapsa se sastoji iz tri komponente: završetaka aksona, sinaptičke pukotine i dendrita postsinaptičkog neurona. Kada akcioni potencijala stigne do sinapse, oslobađa hemijsku supstancu koja se zove neurotransmiter, koji premošćuje sinaptičke pukotine. Ovu hemijsku reakciju regulišu tip i količina neurotransmitera, ali i broj receptora koji su uključeni. Količina neurotransmitera koja je oslobođena i broj uključenih receptora responsivni su na iskustvo, što je ćelijska osnova plastičnosti (videti u nastavku). Uticaj na postsinaptičke neurone može biti ekscitatorni i inhibitorni.

Iz tog razloga, ova kombinacija električne i hemijske aktivnosti neurona prenosi i reguliše informacije unutar mreža koje formiraju.

U cilju poboljšanja razumevanja cerebralne aktivnosti, koriste se različite tehnologije funkcionalnog neuroodslivanja (fMRI, MEG, PET, OT itd.) (videti Dodatak B), koje omogućuju vizuelno predstavljanje i izučavanje aktivnosti promene krvotoka koje stvaraju nervne aktivnosti.

Studije koje lociraju cerebralne mreže otvaraju važna vrata našem razumevanju mehanizama učenja. Što je bolja temporalna ili specijalna rezolucija, to je preciznija lokalizacija, a shodno tome i naše razumevanje cerebralne funkcije.

Periodi za učenje

Određeni periodi u razvoju individue posebno su pogodni za učenje određenih veština. Tokom ovih ključnih trenutaka mozgu je potreban određen vid stimulacije kako bi uspostavio i održavao dugoročan razvoj uključenih struktura. Ovo su faze u kojima individualno iskustvo postaje primarni faktor, odgovoran za duboke promene.

Ovi periodi nazivaju se „osetljivi periodi“ ili periodi za učenje pošto predstavljaju optimalne trenutke kada pojedinac treba da uči određene veštine. Oni su deo prirodnog razvoja, ali kako bi promene (učenje) bile efektne, potrebno je iskustvo. Ovaj proces može se opisati kao učenje koje „očekuje iskustvo“, takvo je recimo usvajanje usmenog jezika (videti Četvrto poglavlje). Ono nije isto kao učenje koje „zavisí od iskustva“ kakvo je učenje pisanog jezika, koje može da se odvija u bilo kojem trenutku života.

Ukoliko se učenje ne javi u okviru ovih perioda za učenje, ne znači da se neće uopšte pojaviti. Učenje se odvija tokom celog života, mada je za njega izvan ovih perioda potrebno više vremena i kognitivnih resursa i često ono nije toliko efektno.

Bolje razumevanje osetljivih perioda i učenja koje se odvija tokom ovih perioda jeste ključni pravac za buduća istraživanja. Sve kompletnija mapa omogućiće nam da bolje povežemo obuku sa odgovarajućim osetljivim periodom u obrazovnim programima, sa pratećim pozitivnim pomakom u efikasnosti učenja.

Plastičnost

Mozak je sposoban da uči zato što je fleksibilan (videti Drugo poglavlje). Menja se u skladu sa stimulansima iz okruženja. Fleksibilnost je jedna od unutrašnjih odlika mozga – njegove plastičnosti.

Ovaj mehanizam deluje na različite načine na nivou sinaptičkih veza (Grafikon 2.1). Neke sinapse mogu se stvoriti (sinaptogeneza), druge eliminisati (sinaptička eliminacija) i njihova efikasnost može se oblikovati, na osnovu informacija koje obrađuje i integriše mozak.

„Tragovi“ koji nastaju učenjem i memorisanjem plod su ovih modifikacija. Sledstveno, plastičnost je neophodan uslov za učenje i inherentno svojstvo mozga: prisutno je tokom čitavog života.

Plastičnosti i njegove implikacije predstavljaju vitalne karakteristike mozga. Edukatori, kreatori politika i svi koji uče mogu se okoristiti razumevanjem sposobnosti da učimo tokom čitavog života i zaista moždana plastičnost pruža snažne dokaze u prilog „doživotnom učenju“. Ne bi li osnovna škola bila dobro mesto da počnemo da učimo učenike kako i zašto su sposobni da uče?

Praksa i holistika – učenje kroz rad

„Čujem i zaboravim,
vidim i zapamtim,
uradim i razumem”
Konfučije

Davno zaboravljen među edukatorima, ovaj citat ponovo je zadobio značaj u XX veku sa pojavom konstruktivizma. Nasuprot teorijama koje su usredsređene na stručne edukatore koji prenose znanje, ova struja razvila je novi koncept učenja: konstruktivizam znanja. Učenje postaje usmereno ka učeniku i oslanja se na razvoj prethodnog znanja zasnovanog na iskustvu, željama i potrebama svakog pojedinca.

Stoga je ovaj teorijski pokret inicirao takozvane aktivne ili iskustvene prakse „učenja kroz rad”. Cilj je aktivno uključivanje učenika u interakciju u humanom i materijalnom okruženju, na osnovu ideje da ovo vodi dubljoj integraciji informacija, nasuprot percepciji. Aktivnosti nužno impliciraju operacionalizaciju – implementaciju pojmova. Onaj ko uči ne samo da mora da usvoji znanja, već mora biti sposoban da ih učini operativnim u stvarnoj primeni. Zato učenik postaje „aktivan”, što donosi bolji nivo učenja.

Ne donose sva neuronaučna otkrića inovacije u didaktici. Međutim, ona nude temeljnu teorijsku osnovu za dobro isprobane prakse do kojih se došlo iskustvom. Ovi naučni uvidi služe utemeljivanju empirijskog i intuitivnog znanja do kojeg se već došlo i objašnjavaju zašto su neke prakse uspele, a neke propale.

Predstave

Ljudska bića neprestano percipiraju, obrađuju i integrišu informacije, odnosno uče. Pojedinci imaju svoje predstave koje se postepeno izgrađuju na osnovu iskustva. Ovaj organizovani sistem prevodi spoljni svet u ličnu percepciju. Sistem predstava pojedinca upravlja njegovim ili njenim procesima mišljenja.

Od Platonove „Pećine” filozofija se bavila pitanjem predstava. Očito cilj ovde nije da se odgovori na vekovna pitanja čovečanstva, mada nije nemoguće da će jednog dana naše znanje o funkcionisanju mozga dati nove doprinose ovoj većnoj filozofskoj debati.

Rad

Mnogo je posla već urađeno i mnogi važni zadaci su ispunjeni kako bi se razvila obrazovna neuronauka i ovo pomaže izgradnji još većeg transdisciplinarnog polja – nauke o učenju (videti Sedmo poglavlje). Ovaj napredak, međutim, čini se malim u poređenju sa onim što bi trebalo još da urade oni koji nas budu pratili u ovom polju. Možemo se nadati da će oni naići na manje barijera, posebno pošto će morati da se bave još većim korpusom znanja. Jer, dešava se...

Razvoj

Mozak se neprestano menja – razvija – tokom života. Ovim razvojem upravljaju i biologija i iskustvo (videti Drugo poglavlje). Genetske tendencije mešaju se sa iskustvom i određuju strukturu i funkcije mozga u određenom trenutku u vremenu. Zbog ove neprestane interakcije svaki mozak je jedinstven.

Iako je raspon individualnih razlika u razvoju mozga veoma veliki, mozak ima karakteristike koje zavise od dobi i one mogu imati važne posledice na učenje. Naučnici počinju da mapiraju ove promene u sazrevanju i da razumevaju kako interakcije biologije i iskustva upravljaju razvojem.

Razumevanje razvoja iz naučne perspektive može imati moćne efekte na obrazovnu praksu. Kako naučnici otkrivaju promene mozga koje su povezane sa godinama, nastavnici će biti u mogućnosti da ih koriste u osmišljavanju didaktičkih pristupa koji su adekvatniji i efikasniji za određenu starosnu dob.

Timske i društvene interakcije

Društvene interakcije su katalizatori učenja. Bez njih pojedinac ne može ni da uči ni da se razvija adekvatno. Kada se suočava sa društvenim kontekstom, učenje pojedinca se poboljšava u odnosu na bogatstvo i raznolikost konteksta.

Otkriće je okidač procesa korišćenja i izgradnje znanja i veština. Susret sa drugima omogućuje pojedincu da razvija strategije i rafinira svoje razmišljanje. Zbog toga je društvena interakcija nužan uslov i ranog razvoja cerebralnih struktura i normalnog razvoja kognitivnih funkcija (videti Treće poglavlje).

Koliko prostora ostavljaju škole za interakciju među učenicima? Pojava novih tehnologija u obrazovnom sektoru ima dalekosežne posledice po interaktivnost u učenju. Šta je efekat ovih promena na samo učenje?

Na ova pitanja odgovor će dati narastajuće polje socijalne neuronauke, koja se bavi društvenim procesima i ponašanjem.

Univerzalnost

Brojne odlike karakterišu ljudsku vrstu i razvoj mozga jedna je od njih. Nastaje iz programa zapisanog u genetskom nalađu svakog pojedinca i programiran je kao deo „baleta“ u kojem se perfektно regulisani geni neprestano neguju iskustvom.

Jedna od unutrašnjih karakteristika mozga je plastičnost (videti Drugo poglavlje). Mozak neprestano percipira, obrađuje i integriše informacije iz ličnog iskustva i zato dolazi do promena u fizičkim vezama između mreža neurona. Ovaj neprestani razvoj rezultat je normalnog rada mozga i podrazumeva neprestanu sposobnost učenja. Ovo znači da je razvoj trajna i univerzalna odlika cerebralne aktivnosti i da ljudi mogu učiti tokom čitavog života.

„Svi imaju pravo na obrazovanje“ (Univerzalna deklaracija o ljudskim pravima, 10. decembar 1948, član 26). Obrazovanje reguliše učenje tako da svako ima pristup osnovama čitanja, pisanja i računanja (videti Četvrto i Peto poglavlje).

Međunarodne evaluacije sprovode se da bi se proverili kvalitet i trajanje različitih obrazovnih sistema. Mada je teško „meriti“ stečeno znanje u različitim kulturama, takve evaluacije stvaraju svest o potrebi neprestanog poboljšanja obrazovanja.

Usvajanje znanja

Neuronaučni pristup učenju nudi temeljno naučni teorijski okvir obrazovnim praksama. Ovo polje koje brzo narasta, polako ali sigurno, stvara temelje za „nauku o učenju“.

Živo biće sazdano je iz različitih nivoa organizacije. Rezultat ovoga je da i svaki ljudski proces može biti definisan različito u zavisnosti od nivoa koji se koristi i posmatra. Ovo važi i za proces učenja u kojem definicije variraju u odnosu na perspektivu osobe koja ga opisuje.

Razlike između ćelijskih i biheviorističkih definicija odslikavaju različita gledišta neuronauka i obrazovnih nauka. Neuronaučnici posmatraju učenje kao cerebralni proces u kojem mozak reaguje na nadražaje, što obuhvata percepciju, obradu i integraciju informacija. Edukatori posmatraju učenje kao aktivan proces koji vodi usvajanju znanja, što podrazumeva trajne, merljive i specifične promene u ponašanju.

Varijabilnost

Iskustvo ima ključnu ulogu u razvoju pojedinca i stvaranju ljudskih bića, ali ostaje lično i subjektivno. Predstave koje nastaju kao rezultat iskustva stoga se razlikuju od osobe do osobe. Iskustvo takođe ima važnu ulogu u stvaranju preferiranih stilova, zbog kojih učenici koriste određene strategije učenja prilagođene situaciji.

Određene vrste učenja stvaraju promene – tranziciju iz jednog stanja u drugo. Ipak, raznolikost ličnog iskustva i predstava već na početku impliciraju različite uslove za svaku osobu. Dodatno, modifikacije koje su rezultat učenja variraju prema motivaciji, interakcijama i strategijama. Iz ovog razloga, uticaj obuke se razlikuje od osobe do osobe, i mi govorimo o varijabilnosti.

Učenici u jednoj učionici koji slušaju isti predmet neće naučiti iste stvari. Njihove predstave koncepata koji su predstavljeni variraće jer nemaju svi jednako osnovno znanje niti uče na isti način. Zbog toga se njihove predstave neće razvijati na isti način. Svi će oni imati tragove ovog iskustva učenja, ali oni će se razlikovati i biti specifični za svakog pojedinca.

Iskustvo učenja mora uzeti u obzir individualne razlike tako da je diverzifikacija kurikuluma u cilju prepoznavanja ovih razlika sve važniji obrazovni cilj.

Pitanje razlika u korteksu između muškaraca i žena neprestano se postavlja. Za sada, neuronaučni podaci ne potvrđuju niti negiraju ovu vezu.

Veštine

Pojam „veštine“ često se koristi u engleskom jeziku kada se diskutuje o ponašanju i učenju. Ponašanje može se izdeliti u veštine, shvaćene kao „prirodne jedinice“ ponašanja.

Jezik, na primer, može biti podeljen u četiri „metaveštine“ prema transmisiji ili recepciji ili sredstvima komuniciranja. Ove metaveštine su usmeno razumevanje, usmena proizvodnja, čitanje i pisanje. Svaka od njih može se dalje podeliti na posebne veštine. Usmeno razumevanje, na primer, sastoji se od nekih deset veština koje obuhvataju kratkotrajno pamćenje serije zvukova, raspoznavanje distinktivnih glasova jezika, razlikovanje reči i prepoznavanje gramatičkih kategorija.

Svakoj veštini odgovara specifična klasa aktivnosti. Ovim se postavlja pitanje o evaluaciji individualnog napretka i pitanje o razlici između veština i znanja. Šta da očekujemo od dece? Veštine ili znanja? Šta želimo da „merimo“ kada testiramo decu?

Zadovoljstvo u učenju

„Reci mi i zaboraviću,
nauči me i upamtiću,
uključi me i naučiću.”

Bendžamin Frenklin

Ova maksima ponovo daje uključivanju ulogu esencijalnog uslova učenja. Uključivanje se može sumirati kao posvećenost pojedinca nekoj aktivnosti. Ovako shvaćeno, ono je direktni rezultat procesa motivisanja pojedinaca da se ponašaju na određen način ili da teže određenom cilju. Okidači ovog procesa mogu biti interni ili eksterni faktori. Zbog toga govorimo o unutrašnjoj motivaciji, koja zavisi isključivo od potreba i želja onoga/one koja uči ili o spoljašnjoj motivaciji, koja uzima u obzir eksterne uticaje na individue. Motivacija uglavnom zavisi od samopouzdanja, samopoštovanja i koristi koje pojedinci mogu steći od ciljanog ponašanja ili postizanja cilja.

Kombinacija motivacije i samopoštovanja ključna je za uspešno učenje. Kako bi se ovim faktorima dalo mesto koje zaslužuju unutar struktura učenja, sistem tutorstva dobija sve značajnije mesto. Tutorstvo učenicima nudi personalizovanu podršku i bolje je prilagođeno njenim/njegovim potrebama. Ličnija klima za učenje ima za cilj motivisanje učenika, ali ne bi trebalo da odbaci ključnu ulogu društvenih interakcija u svim oblicima učenja. Personalizacija ne bi trebalo da vodi izolaciji učenika.

Motivacija, posebno unutrašnja, ima ključnu ulogu u uspešnosti učenja. Pojedinač lakše uči ukoliko to radi za sebe, sa željom da razume.

Iako je trenutno teško oblikovati obrazovne pristupe koji bi izašli iz okvira „štapa i šargarepe” i za cilj imali ovu unutrašnju motivaciju, koristi od ovog pristupa su tolike da je od ogromnog značaja za istraživanje da usmeri svoje napore ka ovoj oblasti.

... V, Z, Ž

... priča je daleko od kraja. Ovaj projekat CERI-ja samo je početak avanture i sada je na drugima da preuzmu barjak. Mnogi su se već uključili (videti Sedmo poglavlje). A više od ova tri preostala slova potrebno je da bi se napisala abeceda mozga. Naše znanje je poput samog mozga: neprestano evoluiru.

PRVI DEO

Drugo poglavlje

Kako mozak uči tokom života

„Moj mozak? To mi je drugi najdraži organ.“

Vudi Alen

Ovo poglavlje donosi pristupačan opis arhitekture mozga. U njemu je opisano kako mozak uči tokom života i daje se pregled tri ključna perioda u životu: odojčad i deca, adolescenti i odrasli (uključujući starije). Takođe, diskutuje se o uzrocima smanjenja kognitivnih funkcija i disfunkcija koje nastaju starenjem, a koje se mogu odložiti učenjem. Pošto su osnovni principi i dalje analize, sa dodatkom grafikona i tabela, namenjeni laicima, ovo poglavlje posebno je korisno čitaocima koji nisu upoznati sa neuronaučnim saznanjima o mozgu.

Učenje je veoma kompleksan proces i njegove definicije variraju u zavisnosti od konteksta i perspektive. Definicije koje koriste neurolozi i istraživači obrazovanja mogu biti veoma različite i ovo može predstavljati izazov u dijalogu dveju zajednica. Na primer, neuronaučnik Koizumi (Koizumi, 2003) definiše učenje kao „proces u kojem mozak reaguje na stimulanse stvarajući neuronske veze koje deluju kao kola za obradu informacija i obezbeđuju skladištenje informacija”. Nasuprot ovome, Kofild (Coffield, 2005), iz obrazovne perspektive, smatra da se učenje odnosi na „značajne promene u sposobnostima, razumevanju, stavovima i vrednostima pojedinaca, grupa, organizacija ili društva”; autor eksplicitno isključuje „usvajanje onih informacija koje ne doprinose takvim promenama”.

Ovo poglavlje nema za cilj da ponudi opštu definiciju učenja, čak ni pregled različitih definicija. Umesto da ustanovi da značenje pojma učenje varira u zavisnosti od konteksta, svrha ovog poglavlja jeste da se izlože osnovni principi arhitekture mozga i da se opiše ono što se događa u mozgu tokom različitih perioda u životu pri obradi informacija. U njemu se takođe razmatraju načini na koje funkcionisanje mozga može biti unapređeno, periodi kada počinju da slabe funkcije mozga ili faze kada su one već oštećene usled starosti ili bolesti.

Razvoj novih tehnologija neuroodslikavanja (brain imaging) (videti Dodatak B) omogućio je razvoj kognitivne neuronauke⁴. Neuronaučnici se sve više okreću učenju kako bi primenili nova saznanja i postavili okvir za istraživačka pitanja u budućnosti. Neka saznanja iz neuronauke mogu biti veoma važna za razvoj kurikuluma, nastavu i načine opismenjavanja. Kognitivna neuronauka može rasvetliti načine na koje učenje odraslih može pomoći u lečenju problema starenja, kakvi su gubitak pamćenja ili teža hronična oboljenja, poput staračke demencije (npr. Alchajmerova bolest)⁵. Sve veći broj neuronaučnih saznanja o učenju tokom čitavog života predstavlja osnovnu nit koja povezuje analizu u ovom poglavlju.

⁴ Kognitivna neuronauka bavi se naučnim izučavanjem nervnih mehanizama koji su u osnovi kognicije. Kognitivna neuronauka preklapa se sa neuronaukom koja izučava celokupno funkcionisanje mozga, i kognitivnom psihologijom, koja je usmerena ka neuralnim osnovama mentalnih procesa i njihovom manifestacijom u ponašanju.

⁵ Demencija je bolest koja obuhvata smanjenje intelektualnih sposobnosti, poput pamćenja, koncentracije, rasuđivanja, i rezultat je organske bolesti ili poremećaja mozga (videti u nastavku).

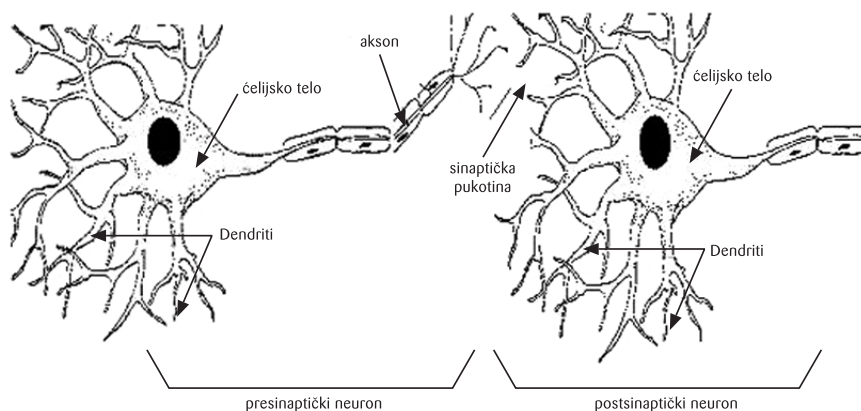
Osnovni principi arhitekture mozga

Mozak je sazdan od ogromne količine neurona i glijalnih ćelija⁶, koji čine osnovne operativne jedinice mozga. Tokom perioda najrapidnijeg prenatalnog razvoja mozga, koji se odvija između desete i dvadesete i šeste nedelje posle začeća, procenjuje se da mozak raste brzinom od 250.000 neurona po minuti. Pri rođenju, mozak sadrži najveći broj ćelija koje će ikada imati, i taj broj varira od 15 do 33 milijarde. Ovaj veliki raspon odražava nemogućnost preciznog brojanja ćelija, kao i činjenicu da broj ćelija varira od osobe do osobe. Po rođenju, neuronske mreže se modifikuju: neke veze između neurona se formiraju i jačaju, neke slabe i nestaju. Zbog toga sposobnost učenja ne zavisi samo od broja neurona već i od bogatstva veza između njih. Postoji veliki prostor za promenu, posebno ako znamo da je svaki neuron obično povezan sa hiljadama drugih. Dugo se pretpostavljalo da se ove promene odvijaju primarno u detinjstvu jer do šeste godine mozak već dostiže 90 % veličine mozga odraslih. Danas je potrebno revidirati ovu tvrdnju jer naučni dokazi pokazuju da se mozak menja tokom čitavog života.

Procesi učenja i pamćenja smešteni su u mreže povezanih neurona. Svaki neuron ima tri dela: dendrite, telo ćelije i akson (videti Grafikon 2.1). Dendriti su veoma razgranati procesi koji primaju hemijske signale od drugih ćelija. Dendriti prenose električne signale ka telu ćelije. Dendriti primaju, a aksoni šalju signale drugim neuronima. Telo ćelije sadrži jedro (nukleus) sa DNA i ovo je mesto na kojem se sintetiše protein. Električni signali zatim putuju kroz akson, što je dug proces za koji je zadužen masni mijelinski omotač koji se pruža iz tela ćelije. Akson se grana u aksonske završetke kroz koje se oslobađaju hemijski signali koji prenose informaciju dendritima drugih ćelija. Neuron koji *šalje* informaciju naziva se presinaptički neuron, a neuron koji *prima* informaciju postsinaptički neuron. Između aksona presinaptičkog neurona i dendrita postsinaptičkog neurona postoji mali prostor – sinaptička pukotina. U stvarnosti se završeci aksona mnogih presinaptičkih neurona spajaju sa dendritima svakog postsinaptičkog neurona. Zato, kombinovana aktivnost mnogih presinaptičkih neurona određuje mrežne efekte na svaku postsinaptičku ćeliju. Relativni nivo aktivnosti svake sinaptičke veze reguliše jačanje ili slabljenje, i na kraju, samo njeno postojanje. Smatra se da je, posmatran u celosti, ovaj fenomen odgovoran za strukturno kodiranje procesa učenja i pamćenja mozga.

⁶Glijalne ćelije su nervno tkivo centralnog nervnog sistema, koje se razlikuju od neurona koji prenose signale: one se nalaze između neurona i obezbeđuju im podršku i insulaciju.

Grafikon 2.1. Sinaptička veza između dva neurona



Izvor: Kristina Hinton (Christina Hinton) za OECD

Nekoliko faktora oblikuje komunikaciju između neurona. Neuronu mogu povećati broj konekcija putem procesa koji se naziva *sinaptotogeneza*. Međutim, broj sinapsi može se smanjiti – „sinaptička eliminacija”. Između rasta i nestajanja, *jačina veza* između dva neurona može se oblikovati kombinovanim efektom koji uzrokuje količina neurotransmitera koja se oslobađa iz aksionskih završetaka, brzina odstranjivanja neurotransmitera iz sinaptičke pukotine i broj receptora na površini primajućeg neurona. Ove promene vode do jačanja ili slabljenja postojećih sinaptičkih veza. Putem ovih mehanizama mreže neurona oblikuju se u odgovoru na iskustvo – mozak je sposoban da se prilagodi okruženju.

Pored sinaptičkih promena, neuroni prolaze kroz proces sazrevanja koji se naziva mijelinizacija u kojem omotač, formiran od supstance koja se naziva mijelin, obavija akson. Za razumevanje ovog procesa potrebno je razmotriti komuniciranje neurona. Komuniciranje se odvija puštanjem neurotransmitera od aksona neurona i akson mora dobiti signal kada da otpusti neurotransmiter. Za ovo je zadužen električni impuls koji putuje od tela neurona do aksona⁷. Akson deluje kao žica koja brže prenosi napon (npr. električne impulse) ukoliko je izoliran. Iako većina aksona nije izolirana pri rođenju, oni će postepeno steći mijelinski omotač koji deluje kao izolator. Kada je ak-

⁷ Ovo se dešava na sledeći način. Neuron A otpušta neurotransmiter u sinaptičku pukotinu između neurona A i B. Nešto neurotransmitera proći će sinaptičku pukotinu i vezati se za receptore neurona B. Pumpe u membrani neurona B se otvaraju tako da joni izvan ćelije mogu u nju da uđu, dok ostali ostaju izvan. Ukoliko je uticaj neurona B dovoljno snažan – ukoliko se aktivira dovoljan broj pumpi – električni napon ćelije će se promeniti tako da se duž aksona odvije serijska reakcija, pri čemu električni impuls može propudovati od tela ćelije nadole ka aksonu.

son insuliran – mijeliniziran – električni impuls može „preskočiti” do aksona u pukotine između masnih omotača. Mijelinizirani aksoni mogu preneti informacije sto puta brže od nemijeliniziranih.

Funkcionalna organizacija

Mozak je veoma specijalizovan, a njegovi različiti delovi izvode različite aktivnosti obrade informacija – princip funkcionalne lokalizacije – na skoro svakom nivou moždane organizacije. Svaki deo obavlja različite zadatke i sastoji se iz mnoštva povezanih neurona. Zajednički je princip da se neuroni koji imaju istu ili sličnu funkciju povezuju jedni sa drugima u ansamble. Ovi skupovi neurona povezani su sa drugim skupovima i tako direktno ili indirektno povezani sa mnogim drugim oblastima i komplikovanim kolima. Oblasti mozga visoko su specijalizovane i opslužuju veoma različite podfunkcije. Na primer, neke grupe u vizuelnom korteksu kodiraju boje dok druge posebne grupe kodiraju pokrete ili oblike. Kad god „vidimo” neki objekat, naš mozak stvara proizvod koji je rezultat rada mnogih specijalizovanih oblasti od kojih svaka doprinosi nekom aspektu naše percepcije. Kada je potrebna saradnja mnoštva mreža kako bi se ostvarila neka funkcija, one se nazivaju *kognitivne mreže*.

Neke funkcije aktivne su već pri rođenju. Takav je slučaj, na primer, sa moždanom operacijom koja segmentira govor u reči (Simor i Molfese, 1997)⁸. Studija o francuskoj novorođenčadi pokazala je da ona reaguje na intonaciju i ritam francuskog jezika (prozodija) već pet dana po rođenju (videti Četvrto poglavlje). Ovo učenje počinje već u prenatalnom periodu (Pena et al., 2003). Druge funkcije su manje genetski formirane. Za sposobnost čitanja potrebna je složena mreža koja obuhvata mnogo različitih oblasti mozga. Ova mreža ne postoji pri rođenju, već se mora formirati povezivanjem i koordiniranjem aktivnosti brojnih specijalizovanih oblasti (Četvrto i Peto poglavlje).

Ne postoje dva ista mozga. Iako svako ljudsko biće ima isti sklop moždanih struktura, veličina ovih struktura, njihova organizacija i jačina ćelijskih veza od kojih se sastoje značajno se razlikuju od osobe do osobe. Za početak, genetsko nasleđe svake osobe daje nešto drugačiju organizaciju mozga. Zatim, iskustvo i okruženje deluju na ovu bazičnu strukturu i donose strukturne promene u organizaciji mozga, tako da različita iskustva mogu proizvesti delimično različite neuronske mreže za iste kognitivne procese.

⁸ Razlikovanje reči u govoru je, međutim, otežano ukoliko ne postoji razmak između izgovora pojedinačnih reči.

Struktura mozga

Ljudsko telo je simetrično od vrha glave do stopala (npr. levo i desno oko, ruke, noge itd.). I mozak je podeljen na dva osnovna dela, *levu i desnu hemisferu*. Desna hemisfera kontroliše najveći deo aktivnosti leve strane tela i obrnuto. Zato, udarac u levu hemisferu ima posledice po desnu stranu mozga.

Pokazano je da desna hemisfera igra ključnu ulogu u prostornim sposobnostima i prepoznavanju lica, dok su u levoj hemisferi smeštene ključne mreže potrebne za jezik, matematiku i logiku. Dve hemisfere komuniciraju putem veze koju čini 250 miliona nervnih vlakana, nazvanih korpus kalozum (*corpus callosum*). Čak i ako postoje neke aktivnosti koje su dominantno locirane u jednoj hemisferi, obe doprinose ukupnoj aktivnosti mozga, obe su veoma kompleksne i povezane različitim podsistemima. Zato je previše pojednostavljeno opisivanje osoba kao „onih koje uče levom ili desnom stranom mozga” (videti diskusiju o „neuromitovima“ u Šestom poglavlju).

U *cerebrumu* se nalazi korteks – 2-4 mm debeo višeslojan omotač ćelija na površini koja pokriva 2.000 cm². Korteks se sastoji iz sive i bele mase⁹. Kako bi stao u lobanju, korteks ima mnogo vijuga (girusa) i brazdi (sulkusa). U njemu je smešten veći deo neurona ljudskog mozga i oni uglavnom deluju pri višim funkcijama.

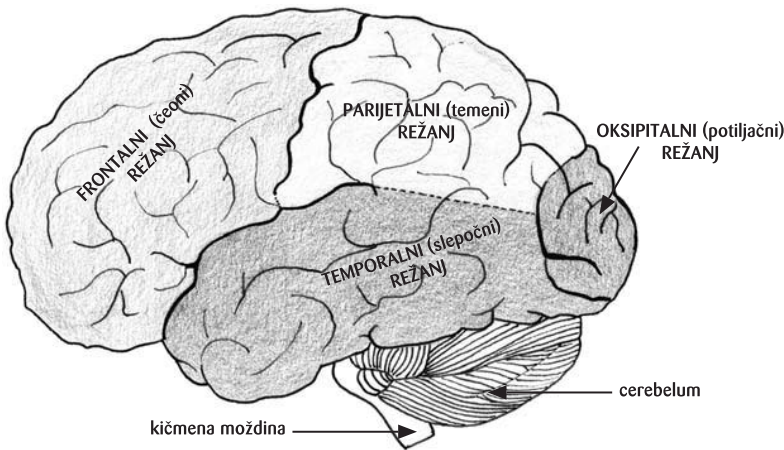
Režnjevi

Svaka hemisfera sastoji se iz režnjeva (regiona ili lobusa) (videti Grafikon 2.2). Iako svaka složena veština zavisi od koordinirane aktivnosti neuronskih mreža iz nekoliko režnjeva, svaki režanj može se okvirno povezati sa određenim funkcijama (iako sažetak koji sledi predstavlja trenutno stanje u istraživanjima i može biti izmenjen u budućnosti). *Frontalni režanj* uključen je u planiranje i akciju, *temporalni režanj* ima važnu ulogu pri slušanju, pamćenju i prepoznavanju objekata, *parijetalni režanj* uključen je u osećaje i prostornu obradu, i *okcipitalni režanj* ključan je za vid. Svaki režanj sastoji se od povezanih mreža neurona koje su specijalizovane za posebnu obradu informacija¹⁰.

⁹ Siva masa sastoji se uglavnom iz tela ćelija i dendrita neurona, dok se bela masa uglavnom sastoji iz aksona koji povezuju različite oblasti mozga.

¹⁰ Bilo kakvo oštećenje ovih mreža poremetiće veštine za koje su mreže odgovorne i svaka posebna strukturna anomalija rezultira određenim deficitom.

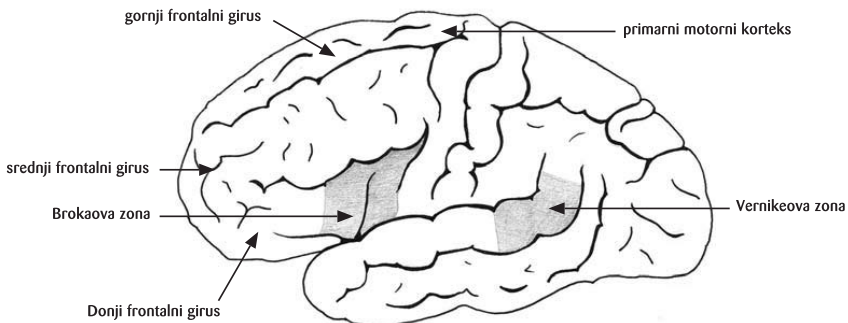
Grafikon 2.2. Osnovni delovi cerebralnog korteksa



Izvor: Odil Pavo (Odile Pavot) za OECD

Frontalni režanj čine *primarni motorni korteks, gornji frontalni girus i srednji frontalni girus, kao i donji frontalni girus* (videti Grafikon 2.3). Primarni motorni korteks zadužen je za voljnu kontrolu pokreta tela, gornji frontalni girus za planiranje i izvršenje ponašanja, i srednji frontalni girus za više izvršne funkcije i proces odlučivanja. Brokaova zona u donjem frontalnom girusu važna je za govorenje, obradu jezika i razumevanje. Brokina oblast povezana je sa Vernikeovom oblašću koja se nalazi na spoju temporalnog i parijetalnog reznja u levoj hemisferi i zadužena je za prepoznavanje govora¹¹.

Grafikon 2.3. Frontalni režanj



Izvor: Odil Pavo za OECD

¹¹ Oštećenje Brokaove zone može dovesti to Brokaove afazije koja ograničava sposobnost pojedinca da stvara i razume složene rečenice. Oštećenje Vernikeove zone takođe otežava procesuiranje jezika (videti Četvrto poglavlje).

Frontalni režanj omogućuje više kognitivne funkcije uključujući planiranje, rasuđivanje, pamćenje, rešavanje problema i ponašanje. Frontalni korteks ima izvršnu funkciju u kontroli i koordinaciji ponašanja (uključujući društveno nepoželjno ponašanje¹²). Kako ljudski mozak sazreva, odvija se progresivna mijelinizacija od zadnjeg ka prednjem delu mozga. Pošto mijelinizirani aksoni prenose impulse brže nego oni nemijelinizirani, zrelost mozga povezuje se sa boljim izvršnim funkcionisanjem dok je demijelinizacija (gubitak mijelina) povezan sa bolestima poput multiple skleroze¹³.

Parijetalni režanj može se podeliti na gornji parijetalni lobul (režanj) i donji parijetalni lobul, koji su dalje podeljeni na intraparijetalne sulkuse (brazde). Prekuneus, postcentralni girus i supramarginalni girus i angularni girus delovi su parijetalnog režanja. Oblasti parijetalnog režnja povezuju se sa učenjem matematike (videti Peto poglavlje). Parijetalni režanj takođe integriše senzorne informacije i vizuelno-spacijalno procesuiranje. Angularni girus povezuje se sa jezikom i kognicijom uključujući obrađivanje metafora i drugih apstraktnih pojmova.

Temporalni režanj zadužen je za auditivnu obradu i slušanje, uključujući govor koji je posebno smešten u levom temporalnom režnju. On se povezuje sa imenovanjem, razumevanjem i drugim jezičkim funkcijama. *Levi fuziformni girus* deo je temporalnog režnja i zadužen je za prepoznavanje reči, brojeva, lica i obrađivanje informacija o brojevima.

Okcipitalni režanj lociran je u zadnjem delu mozga iznad cerebeluma. Unutrašnji deo ovog režnja čini primarni vizuelni korteks. Okcipitalni režanj povezuje se sa obradom vizuelnih informacija, razlikovanjem boja i pokreta.

¹² Oštećenje ili nezrelost frontalnog režnja povezuje se sa impulsivnošću, smanjenom sposobnošću da se planira složen sled aktivnosti ili nastavljanjem akcije bez prilagodljivosti ili impulsa za preživljavanje. Primer posledica oštećenja frontalnog režnja predstavio je Dejvida Servan-Šrajbera (David Servan-Schreiber) na Njujorškom forumu (u organizaciji CERi-ja i Sekler instituta) o Mehanizmima mozga i ranom učenju (Brain Mechanisms and Early Learning, 2000) navođenjem studije Antonija Damasija (Antonio Damasio) o prethodno uspešnom i inteligentnom (IQ 130, prema tradicionalnom merenju) računovođi iz Ajove. Ovom računovođi je zbog povrede odstranjen deo mozga. Posle operacije, dok je još bio pod medicinskim nadzorom, imao je IQ daleko iznad proseka još nekoliko godina. Međutim, njegovo socijalno rasuđivanje bilo je oštećeno, te je izgubio posao, i nije bio u mogućnosti da zadrži druge poslove, upustio se u niz sumnjivih poslovnih poduhvata i na kraju se razveo od svoje sedamnaestogodišnje supruge da bi se oženio znatno starijom ženom.

¹³ Multipla skleroza je hronična autoimuna bolest koja nastaje u centralnom nervnom sistemu. Mijelin se polako dezintegriše u plakove uz moždano ili kičmeno stablo (ili oba) čime se ometaju nervni putevi i zbog čega se javlja slabljenje mišića, gubitak koordinacije, poremećaj vida i govora.

Kako mozak uči tokom života

„Ko prestane da bude učenik, nikada nije ni bio učenik.“

Džordž Iles

Nedavno je otkriveno da delovi mozga, uključujući hipokampus koji ima odlučujuću ulogu u učenju i pamćenju, stvaraju nove neurone tokom čitavog života. Ovo rođenje novih neurona (neurogeneza), odvija se uporedo sa smrću neurona pri čemu se struktura mozga menja tokom života. Štaviše, neuroni neprestano rafiniraju svoje veze stvaranjem sinapsi (sinaptogeneza), gubitkom (sinaptička eliminacija), njihovim jačanjem ili slabljenjem. Novi neuroni se rađaju i nove veze se uspostavljaju tokom čitavog života i, kako mozak obrađuje informacije iz okruženja, najaktivnije veze jačaju, a najmanje aktivne slabe. Tokom vremena, neaktivne veze postaju sve slabije i kada nervne veze postanu trajno neaktivne, sama ćelija može odumreti. Istovremeno, aktivne veze jačaju. Putem ovih mehanizama, mozak biva prekrojen tako da odgovara okruženju. Postaje efikasniji, razvijajući optimalnu arhitekturu na osnovu iskustva (Sebastian, 2004; Goswami, 2004; Koizumi, 2005). Ove strukturalne promene u osnovi su učenja.

Plastičnost i osetljivi periodi

Već neko vreme neuronaučnici znaju da se mozak značajno menja tokom života reagujući na iskustva učenja. Ova fleksibilnost mozga da reaguje na zahteve okruženja naziva se *plastičnost*. Mozak se fizički modifikuje jačanjem, slabljenjem ili nestankom postojećih veza i pojavom novih. Stepem modifikacije zavisi od tipa učenja koje se odvija, uz dugotrajno učenje koje vodi do dubljih promena.

Sposobnost mozga da ostane fleksibilan, spreman i orijentisan na rešenja postoji zahvaljujući funkciji plastičnosti tokom celog života. Pre se smatralo da su samo mozgovi odojčadi plastični. Razlog tome je izuzetan rast novih sinapsi sa kojima nastaje i usvajanje novih veština. Međutim, podaci do kojih se došlo u protekle dve decenije potvrđuju da *mozak zadržava plastičnost tokom čitavog života. A pošto je plastičnost u osnovi učenja, možemo učiti u bilo kojem periodu, mada na donekle drugačije načine u različitim fazama* (Koizumi, 2003; OECD, 2002).

Možemo razlikovati dva tipa plastičnosti: *u očekivanju iskustva i zavisno od iskustva*. Plastičnost u očekivanju iskustva predstavlja genetski inicirane strukturne modifikacije mozga u ranoj dobi, dok je plastičnost zavisna od

iskustva strukturna modifikacija mozga koja nastaje kao rezultat izlaganja kompleksnim okruženjima tokom života¹⁴. Mnogi istraživači veruju da je plastičnost u očekivanju iskustva karakteristika šireg razvoja vrste: to je prirodni uslov zdravog mozga, odlika koja nam omogućuje da neprestano učimo sve do starosti.

Slično plastičnosti, i učenje može biti dvojako, u očekivanju iskustva ili zavisno od iskustva. *Učenje u očekivanju iskustva* odvija se kada se mozak sreće sa relevantnim iskustvom, idealno u optimalnom periodu koji se naziva „osetljivi period”. Osetljivi period je vreme kada je verovatno najbolje da se određeni biološki događaj pojavi¹⁵. Istraživači su dokumentovali osetljive periode za određene tipove senzornih stimulansa, poput vida i glasova, i za određena emotivna i kognitivna iskustva, kakvo je izlaganje jeziku. Međutim, postoji mnoštvo mentalnih veština, kao što je usvajanje rečnika i sposobnost da se vide boje, koje ne prolaze kroz uske osetljive periode. Njih smatramo *učenjem zavisnim od iskustva* i ono se odvija tokom celog života.

Različiti oblici plastičnosti imaju različite uloge u različitim fazama života. Naredni deo bavi se trima fazama: ranim detinjstvom, adolescencijom i dobom zrelosti (uključujući starost) i nudi opis specifičnih karakteristika učenja u svakoj od faza. U Drugom delu se, takođe, razmatraju ove faze.

Detinjstvo (od treće do desete godine)

„Smer obrazovanja u kojem krene čovek, odrediće njegovu budućnost.“

Platon

Nega i obrazovanje u ranom detinjstvu privlačili su ogromnu pažnju tokom protekle decenije. Delimično zato što su istraživanja ukazivala na značaj kvaliteta ranog iskustva za dečji kratkoročni kognitivni, društveni i emotivni razvoj, kao i na njihov dugoročan uspeh u školi i kasnije u životu. Princip ravnopravnog pristupa kvalitetnom predškolskom obrazovanju i vaspitanju prihvaćen je kao ključni element koji postavlja temelje za učenje tokom čitavog života za svu decu i kao element koji deluje u pravcu zadovoljenja širih obrazovnih i društvenih potreba porodica. U većini zemalja OECD-a postoji tendencija da se svoj deci obezbede makar dve godine besplatne usluge obrazovanja pre početka obaveznog obrazovanja. Vlade pokušavaju da poboljšaju obučenosť zaposlenih i radne uslove i da razviju adekvatne pedagoške okvire za decu nižih uzrasta (OECD, 2001). Neuronauka nije u mogućnosti da pruži

¹⁴ Mijelinizacija se takođe smatra procesom plastičnosti koja zavisi od iskustva (Stevens and FIELDS, 2000).

¹⁵ Potrebno je naglastiti da bi osetljive periode trebalo posmatrati kao „periode mogućnosti”, a ne kao vreme koje je izgubljeno ukoliko se mogućnost propusti.

rešenja za sve izazove obrazovanja dece nižih uzrasta, ali neuronaučni rezultati mogu da ponude korisna saznanja za utemeljeno donošenje odluka u ovoj oblasti.

Deca najnižih uzrasta sposobna su da razviju sofisticirano razumevanje fenomena koji ih okružuju – oni su „aktivni učenici“ (US National Research Council, 1999). Čak i u momentu rođenja, mozak deteta nije *tabula rasa*. Veoma rano deca razvijaju teorije o svetu i menjaju ih u svetlu novih iskustava. U domene ranog učenja spadaju lingvistika, psihologija, biologija, fizika, kao i načini funkcionisanja jezika, ljudi, životinja, biljaka i predmeta. Rano obrazovanje mora da uzme u obzir i distinktivne umne i individualne konceptualizacije male dece i ovo može pomoći u identifikovanju poželjnih modela učenja, npr. kroz igru¹⁶.

Odojčad imaju sposobnosti i u vezi sa brojevima. Istraživanja pokazuju da u veoma ranom uzrastu, u prvim mesecima života, ona već mogu da spoznaju broj objekata u okruženju (McCrink i Wynn, 2004). Postoje dokazi da mogu da operišu brojevima (Dehaene, 1997). Matematičke veštine razvijaju se u interakciji sa okruženjem tako što se nadograđuje izvorni smisao za brojeve (za detalje videti Peto poglavlje). Obrazovno pitanje je, zato, kako najbolje iskoristiti i razviti osnovu već postojećih sposobnosti dece. Da li postoji optimalno vreme i poželjni oblici učenja?

Dugo je među laicima vladalo uverenje da od rođenja do treće godine života dete najbolje reaguje na učenje (Bruer, 1999)¹⁷. Prema ovom gledištu, ako dete nije u potpunosti i kompletno izloženo različitim stimulansima, neće biti u mogućnosti da nadoknadi rane stimulanse kasnije u životu. Međutim, čak i za veštine za koje postoje osetljivi periodi, sposobnost učenja neće biti u

¹⁶ Prema mišljenju Alison Gopnik (Alison Gopnik) (na Njujorškom forumu koji su organizovali CERi i Sekler institut na temu „Mehanizmi mozga i rano učenje“; Brain Mechanisms and Early Learning, 2000), odojčad su već opremljena za učenje jezika. Ali, ona takođe uče o načinima na koje ljudi oko njih misle, osećaju i dovode ovo saznanje u vezu sa sopstvenim razmišljanjem i osećanjima. Deca uče svakodnevnu psihologiju. Takođe, uče svakodnevnu fiziku (kako se predmeti pokreću i kako baratati njima) i svakodnevnu biologiju (kako funkcionišu živa bića, biljke i životinje). Oni usvajaju ove složene domene i pre zvaničnog školovanja. Bilo bi zanimljivo videti da li bi školske prakse mogle direktno da se nadograđe na znanja koja su deca usvojila u svom najranijem okruženju. Na primer, rano obrazovanje moglo bi da obuhvati psihologiju. U slučaju fizike i biologije škole bi mogle da počnu da uče decu počevši sa prirodnim shvatanjima (i zabludama) o stvarnosti kako bi se ostvarilo dublje razumevanje naučnih koncepata koji ih opisuju. Škole bi mogle više da iskoriste igru, spontano istraživanje, predviđanje i povratne informacije koje se toliko koriste u spontanom učenju u kući. Škole bi trebalo najmlađim učenicima da ponude mogućnost da budu naučnici, a ne samo da im pričaju o nauci.

¹⁷ Uvek je postojalo nerazumevanje prve tri godine života i pogrešno tumačenje naučnih podataka o sinaptogenezi dovelo je do nekoliko popularnih zabluda kojima se detaljnije bavimo u Šestom poglavlju. Posledica „neuromitova“ u vezi sa ranim detinjstvom bilo je bujanje industrije materijala za učenje „zasnovanih na mozgu“, na primer „CD-ovi za stimulisanje mozga vaše bebe“. Ovo dobro ilustruje značaj pravilnog razumevanja naučnih dokaza za kreiranje obrazovnih praksi.

potpunosti izgubljena posle ovog vremena. Iako ne postoje naučni dokazi da prekomerno stimulisanje normalnog, zdravog odojčeta može imati korisne efekte, postoje dokazi koji upućuju da to može biti uzaludno trošenje vremena (Sebastian, 2004). Rezultati na kojima su zasnovane ove tvrdnje odnose se na veoma bazične funkcije, poput vida; nije ih moguće primeniti direktno na učenje kognitivnih veština. Za razumevanje načina na koje rano iskustvo u detinjstvu utiče na kasniji razvoj, potrebno je obimno istraživanje kohorte¹⁸.

Međutim, u nekim oblastima učenja, poput usvajanja jezika (videti Četvrto poglavlje) postoje osetljivi periodi. Ovo ne znači da je učenje stranog jezika posle određene dobi nemoguće i studije pokazuju da efikasnost učenja zavisi od samih jezika koji se uče. Nevil (Neville) (OECD, 2000) je uočio da učenje stranog jezika obuhvata i razumevanje i proizvodnju, koji zahtevaju ovladavanje različitim procesima. Dva od ukupnog broja procesa – gramatika i semantička obrada – bazirani su na različitim neuronskim sistemima unutar mozga. Procesuiranje gramatike bazira se više na frontalnim oblastima leve hemisfere, dok semantička obrada (npr. učenje vokabulara) aktivira zadnje lateralne regione i leve i desne hemisfere. Što se kasnije nauči gramatika, mozak je aktivniji u procesu učenja¹⁹. Umesto procesuiranja gramatičkih informacija samo u levoj hemisferi, učenici koji kasnije uče gramatiku obrađuju iste informacije u obe hemisfere. Ovo pokazuje da odlaganje izloženosti jeziku navodi mozak da koristi drugačiju strategiju. Studije koje ovo potvrđuju dodatno su pokazale da ljudi sa ovom bilateralnom aktivacijom mozga imaju više poteškoća u pravilnom korišćenju gramatike – bilateralna aktivacija upućuje na veće teškoće u učenju. Zato, što je ranije dete izloženo gramatici stranog jezika, ono će njome brže i lakše ovladati. Semantičko učenje, međutim, nastavlja se tokom života i nije vremenski ograničeno.

Drugi primer za osetljive periode je usvajanje glasova. Studije pokazuju da su odojčad u prvih nekoliko meseci života sposobna da razlikuju male, ali relevantne razlike između samoglasnika i suglasnika koji slično zvuče, i u maternjem i u stranim jezicima. Novorođenčad mogu da nauče da razlikuju kontraste između teških glasova za nekoliko sati, čak i dok spavaju, nasuprot gledištu da je san statično stanje kada su sposobnosti pažnje i učenja smanjene ili odsutne (Cheour et al., 2002a; videti i Treće poglavlje). Međutim, tokom

¹⁸ Kozorovitska i saradnici (Kozorovitsky et al, 2005) osporavaju tvrdnju da iskustvo ranog detinjstva indukuje strukturne i biohemijske promene u mozgu odraslog primata. Godine 2004. Istraživački institut za nauku i tehnologiju za društvo (RISTEX) Japanske agencije za nauku i tehnologiju (JST) inicirao je istraživanja moždane kohorte koja su delimično za cilj imala da istraže i ovo pitanje (videti Sedmo poglavlje, Primer 7.8).

¹⁹ Povećana moždana aktivacija često znači da je mozgu neki zadatak teži za procesuiranje: videti na primer, nižu moždanu aktivaciju pri čitanju kod eksperata nego kod novajlija u testovima prepoznavanja reči.

prvih godina života, ova sposobnost u pogledu stranih jezika sužava se kako osetljivost na zvukove maternjeg jezika raste. Smanjenje percepcije nematernjih jezika dešava se tokom prve godine života, a najviše opada između osmog i desetog meseca (Werker, 2002; Kuhl, 1979). Ova promena poboljšava efikasnost moždane funkcije koja se prilagođava prirodnom okruženju. Treba reći i da nije dovoljno samo izložiti novorođenčad stranom jeziku putem CD-a kako bi ona zadržala osetljivost prema glasovima stranog jezika²⁰.

Usvajanje glasova stranog jezika je, ipak, moguće i izvan osetljivih perioda. Šeurova i saradnici (Cheour et al., 2002b) pokazali su da deca uzrasta od treće do šeste godine mogu naučiti da razlikuju glasove stranog jezika u prirodnom jezičkom okruženju u roku od dva meseca i to bez posebne obuke. Makandlis tvrdi da, uz kratku obuku, odrasli Japanci mogu naučiti da razlikuju glasove *r* i *l* (McCandliss, 2000)²¹. Međutim, kako je najvažniji aspekt učenja jezika sposobnost komuniciranja, koja ne znači nužno pravilno razlikovanje glasova, otvoreno je pitanje da li je potrebno ulagati vreme u obuku razlikovanja glasova stranog jezika, imajući u vidu nivo pravilnosti izgovora koji je potreban u različitim situacijama.

Adolescencija (od desete do dvadesete godine)

„Osnova svake države jeste obrazovanje mladih.“

Diogen Laertije

Dok tehnike neuroodslikavanja mozga nisu bile dostupne, među naučnicima, uključujući i psihologe, vladalo je uverenje da je do dvanaeste godine mozak uglavnom gotov proizvod. Jedan od razloga za ovo uverenje jeste činjenica da se stvarna veličina mozga malo menja tokom detinjstva. Kada dete dođe do šeste godine, mozak već ima veličinu od 90 do 95 % mozga odraslog. Uprkos veličini, mozak adolescenta možemo razumeti kao „rad u toku“. Neuroodslikavanje je pokazalo da se povećanje volumena mozga i mijelinizacija nastavlja tokom adolescencije sve do kasnijih godina (npr. između dvadesete i tridesete godine). Studije neuroodslikavanja nad adolescentima koje je izveo Džej Gid iz Nacionalnog instituta za mentalno zdravlje SAD, pokazuju ne samo da je mozak adolescenta daleko od zrelog već i da i siva i bela moždana masa prolaze kroz velike strukturne promene i posle puberteta (Giedd et al., 1999; Giedd, 2004). Gidove studije pokazuju da postoji drugi talas proliferacije i si-

²⁰ Roditelji se mogu pitati šta je potrebno da bi se adekvatno razvila detetova sposobnost za maternji i strani jezik. Trenutno ne postoji dovoljno dokaza da se kaže išta konkretno na ovu temu i ona mora biti dalje istražena, i u budućem radu OECD-a i CERI-ja.

²¹ Poznato je da osobe kojima je japanski jezik maternji imaju velike poteškoće da razlikuju glasove *r* i *l* u engleskom jeziku (te da, na primer, ne razlikuju „load“ i „road“).

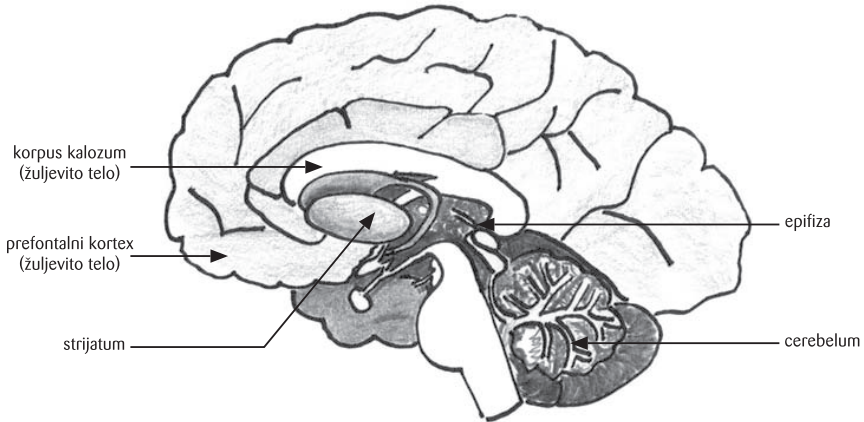
naptičke eliminacije koje se odvija kasnije u detinjstvu i da se konačni kritični deo drugog talasa, koji utiče na neke od najviših mentalnih funkcija, dešava u kasnim tinejdžerskim godinama. Ove nervne mene menjaju broj sinapsi između neurona (Wallis et al., 2004; Giedd et al., 1999; Giedd, 2004).

Nekoliko delova mozga menja se u adolescenciji (videti Grafikon 2.4). Prvo se menja *desni ventralni strijatum*, koji reguliše ponašanje motivisano nagradom²². Ove razlike mogu usmeravati mozak adolescenta ka rizičnom ponašanju²³ koje donosi velike nagrade. Zatim, *korpus kalosum* se razvija pre puberteta i tokom njega. Treće, *epifiza*, koja proizvodi hormon melatonin, koji je značajan za san, navodi hormone da luče melatonin mnogo kasnije tokom dana u adolescenciji, nego kod dece i odraslih. Četvrto, *cerebelum*, koji upravlja telesnim stavom, pokretom i ravnotežom, nastavlja da se razvija i u kasnoj adolescenciji. Cerebelum takođe utiče i na druge delove mozga koji su odgovorni za motorne aktivnosti i uključen je u kognitivne funkcije, uključujući jezik²⁴. Na kraju *prefrontalni korteks*, koji je odgovoran za važne izvršne funkcije uključujući visok nivo kognicije, poslednji je deo mozga u kojem se odvija sinaptička eliminacija. Ova oblast razvija se tokom predtinejdžerskih godina, a zatim se smanjuje kako se neuronske veze gube tokom adolescencije. Nedavno sprovedena istraživanja pokazuju da razvoj prefrontalnog korteksa u adolescenciji utiče na emocionalnu regulaciju.

²² Istraživanja Džejmisa M. Bjorka iz Nacionalnog instituta za alkoholizam pokazuju da je ova oblast manje aktivna i nanosi više štete tinejdžerima, nego odraslima, tokom kockanja koje donosi nagradu (Bjork et al., 2004).

²³ Nedovoljno razvijeni desni ventralni striatum nije jedini faktor koji objašnjava rizično ponašanje koje donosi nagradu kod adolescenata. Na njega utiču i faktori okruženja, poput siromaštva, strukture porodice i komšiluka.

²⁴ Do ovog saznanja u neuronauci došlo se tokom poslednjih dvadeset godina. Cerebelum je povezan sa cerebralnim korteksom putem cerebro-cerebelarne komunikacione mreže. Pomažući cerebralnom korteksu svojim suptilnim komputacionim sposobnostima, cerebelum je značajan za sve veštine, bilo motorne ili mentalne (poput razmišljanja). Simptomi autizma i shizofrenije poput obmanjivanja ili halucinacija danas se, makar delimično, objašnjavaju disfunkcijom cerebeluma. Ketrin Limperopulos (Cathrine Limperopoulos) sa Univerziteta Harvard pokazala je da postoji veza između razvoja cerebruma i cerebeluma. Kada dođe do povrede cerebruma, cerebelum ne uspeva da se razvija do normalne veličine. Kada dođe do povrede u jednoj cerebelarnoj hemisferi, suprotna strana cerebruma manja je od normalne. Limperopulos i njene kolege smatraju da, pored motornih problema, deca rođena sa cerebelarnim povredama imaju problema sa višim kognitivnim procesima kao što su komuniciranje, društveno ponašanje i vizuelna percepcija. Rezultati upućuju na značaj cerebro-cerebelarne komunikacije u razvoju mozga, te poremećaji mogu prouzrokovati poteškoće pri mentalnim procesima komuniciranja, društvenog ponašanja i učenja (Masao Ito, 2005, na zahtev Sekretarijata OECD-a).

Grafikon 2.4. **Mozak adolescenta**

Izvor: Odil Pavo za OECD

Rodne razlike u kognitivnom razvoju adolescenata izučavane su iz perspektive razvoja govora i lateralizacije²⁵ jezičkih funkcija u ljudskom mozgu (Blanton et al., 2004). Ova istraživanja pokazala su povezanost uzrasta i povećanja bele i sive mase u levom donjem frontalnom girusu²⁶ kod jedanaestogodišnjih dečaka, za razliku od devojčica istog uzrasta. Celokupna ova oblast, uočeno je, veća je kod dečaka. Kod dečaka i kod devojčica postoji asimetrični razvoj, pri čemu desna strana raste brže, ali svaka u nešto drugačijim oblastim prefrontalnog korteksa.

Adolescencija je period dubokih mentalnih promena koje utiču na emocionalni sklop – društvenu svest, karakter, tendenciju ka razvoju mentalnih oboljenja. To je period kada je osoba posebno otvorena za učenje i društveni razvoj i to je period kada se može javiti antisocijalno ponašanje²⁷. Adolescencija je ključan period u smislu emotivnog razvoja delimično zbog bujanja hormona u mozgu. Polni hormoni imaju važan udeo u intenzivnim emocijama tinejdžera i nedavno je otkriveno da su aktivni u emotivnom centru mozga (npr. limbičkom sistemu, videti Grafikon 3.1). Ovi hormoni direktno utiču na serotonin i druge neurohemijske supstance koje regulišu raspoloženje i doprinose poznatom tinejdžerskom traženju zadovoljstva. (Studija o proceni

²⁵ Lokalizacija funkcija na levoj ili desnoj strani mozga.

²⁶ Donji frontalni girus ima važnu ulogu u procesuiranju jezika, razvoju govora i višim nivoima kognicije.

²⁷ U tinejdžerskim godinama pojava antisocijalnog ponašanja se desetstruko povećava (Moffitt, 1993).

rizika koja koristi igru simulacije vožnje, u kojoj su učestvovali adolescenti i odrasli, pokazala je da se adolescenti ponašaju rizičnije kada igraju u grupi svojih vršnjaka, mada su ispitanici iz obe grupe igrali na sigurno kada su bili sami [Steinberg, 2004]). Prema psihologu Lorensu Templu (Laurence Temple) „delovi mozga koji su odgovorni za stvari poput traženja doživljaja postaju veoma aktivni u vreme puberteta, ali su delovi zaduženi za rasuđivanje u procesu sazrevanja tokom adolescencije. Pojava nalikuje paljenju motora automobila bez veštog vozača za volanom” (Wallis et al., 2004). I dalje nedovoljno razvijen prefrontalni korteks kod tinejdžera može stoga imati značajnu ulogu u pojavi nestabilnog ponašanja tokom adolescencije²⁸.

Najnovija istraživanja nezrelosti adolescentskih funkcija odlučivanja mogu imati direktne implikacije na politike koje se bave ovom starosnom grupom. Na primer, „sortiranje” se obično dešava u nižim razredima srednje škole (razvrstavanje, usmeravanje ili čak selekcija) što možda nije u skladu sa nedovoljno razvijenim mozgom adolescenta²⁹. Potrebno je promisliti o zakonima koji postavljaju minimalnu starosnu granicu za dobijanje vozačke dozvole. Prema podacima Osiguravajućeg zavoda za bezbednost na putevima u SAD, četiri je puta verovatnije da tinejdžeri budu učesnici u sudarima, a tri puta je verovatnije da izgube život na putu. U svetlu ovog rezultata, neke države u SAD razmatraju promene zakona tako da prošire obuku i ograniče broj putnika i upotrebu mobilnih telefona za neke vozače tinejdžere³⁰.

Takođe, adolescencija je period kada se javljaju glavna mentalna oboljenja poput depresije, shizofrenije³¹ i bipolarnog poremećaja, koje mogu doprineti visokim stopama samoubistava kod tinejdžera. Kasani i Šerman (Kashani i Sherman, 1988) sproveli su epidemiološku studiju u SAD i otkrili da se depresija³² javlja kod 0,9 % predškolske dece, kod 1,9 % dece osnovnoškolskog uzrasta i kod 4,7 % adolescenata. Depresija se pre javlja kod adolescentkinja, dva puta je verovatnija, verovatno zbog činjenice da su one više društveno

²⁸ Usled nedovoljno razvijenog korteksa, tinejdžeri koriste alternativne oblasti mozga, amigdalu (za više detalja videti Treće poglavlje). U eksperimentu u kojem je korišćen fMRI, deca i odrasli imali su zadatak da prepoznaju emocije na licima sa fotografija. Rezultati pokazuju da se adolescenti u velikoj meri oslanjaju na amigdalu, dok se odrasli više oslanjaju na frontalni režanj (Baird et al., 1999).

²⁹ Šta više, rezultati OECD-ovih PISA istraživanja pokazuju nedovoljnu delotvornost politika ranog odabira. Neuronauke mogu dalje da rasvetle ovaj zaključak istraživanjem interakcije emocionalnog dela mozga adolescenata sa određenim tipovima učioničkog okruženja.

³⁰ Međutim, stariji vozači imaju više iskustva od mladih vozača, što može doprineti razlikama u statistici saobraćajnih nezgoda.

³¹ Studije MRI pokazuju da prosečni tinejdžeri izgube oko 15 % sive mase, dok oni kod kojih se javi shizofrenija izgube i do 25 % (Lipton, 2001).

³² Ovaj klinički uslov varira od jednostavne tuge do velike depresije ili bipolarnog poremećaja, pri čemu u faktore rizika spadaju porodična istorija i loš uspeh u školi.

orijentisane, zavisnije od pozitivnih društvenih odnosa i ranjivije na gubitak društvenih veza (Allgood-Merten, Lewinsohn i Hops, 1990). Ovo povećava njihovu osetljivost na interpersonalne stresove koji su česti među tinejdžerima. Postoje dokazi koji ukazuju na to da se devojčice bore protiv stresa metodom koja obuhvata manje negiranja i fokusiranja i ponovljeno razmišljanje o stresnom događaju (Nolen-Hoeksema i Girgus, 1994). Viša stopa depresije kod devojčica, stoga, može biti rezultat veće osetljivosti u kombinaciji sa odbrambenim mehanizmima koji su drugačiji nego kod dečaka.

Više istraživanja individualnih razlika u kritičnim godinama adolescencije, posebno rodni razlika, mogla bi nam pomoći da razumemo različite puteve razvoja mozga i načine na koje pojedinci odgovaraju na stimulanse iz okruženja. Mogla bi nam pomoći i da objasnimo činjenicu da pojava pokušaja samoubistva dostiže vrhunac negde pri sredini adolescentske dobi, sa stopom smrtnosti koja se povećava u tinejdžerskim godinama, čime postaje treći uzrok smrtnosti u tom uzrastu (Hoyert, Kochanek i Murphy, 1999). Pošto je rizik školskog neuspeha i samoubistva najveći među depresivnim adolescentima, potrebna su dodatna istraživanja tinejdžerskog mozga koja bi rasvetlila ova mentalna oboljenja i doprinela ranoj dijagnostici i prevenciji.

U Tabeli 2.1. sumirana je dosadašnja diskusija o učenju mozga u različitim fazama detinjstva i adolescencije. Ova tabela svakako nije kompletna, delimično zato što postoji još mnogo nerazotkrivenih tema, a kognitivna neuronauka još nije detaljno rasvetlila proces učenja odraslih i starijih, koji nisu predstavljeni u tabeli. S obzirom na to da takva istraživanja mogu doprineti razumevanju ključnih izazova društava koja stare, važan je dalji napredak u ovoj oblasti.

Tabela 2.1. **Kako mozak uči – sažetak**

	Detinjstvo (3-10 godina)	Rana adolescencija (10-13 godina)	Adolescencija (13-20 godina)
Sazrevanje mozga ¹	frontalni region leve hemisfere	desni ventralni strijatum cerebelum korpus kalozum epifiza	prefrontalni korteks cerebelum
Povezane funkcije ²	jezik (gramatika)	nagrade koje motivišu stav tela i pokret jezik san	izvršne funkcije stav tela i pokret
Optimalno vreme za učenje ³	jezik (gramatika), akcenti ⁴ muzika ⁵	nije razmatrano	nije razmatrano

1. U redu o sazrevanju mozga nije data iscrpna lista svih promena koje nastaju.
2. U redu o povezanim funkcijama nije data iscrpna lista svih funkcija povezanih sa navedenim oblastima mozga.
3. Mogu postojati i druge razvojne osetljivosti koje nisu pomenute u ovoj tabeli.
4. Iako se neki elementi jezika efikasnije uče u detinjstvu, jezik se može naučiti tokom čitavog života. Štaviše, u tabeli je dat prosečan optimalni uzrast za učenje jezika, i razlikuje se od osobe do osobe.
5. Iako se neki elementi muzike efikasnije uče u detinjstvu, muzika se može učiti tokom čitavog života. Štaviše, u tabeli je dat prosečan optimalni uzrast za učenje muzike, i razlikuje se od osobe do osobe.

Odrasli i stariji

„Obrazovanje je najbolja ponuda za starije godine.“

Aristotel

Učenje odraslih postalo je posebno važno u protekloj deceniji, pošto je jasno da društva sve više postaju zasnovana na učenju. Visoke stope nezaposlenosti među niskokvalifikovanim i priznavanje važne uloge ljudskog kapitala za ekonomski rast i društveni razvoj, vodi do potrebe za većim mogućnostima učenja odraslih. Ipak, učešće učenja odraslih nije uvek veliko i oko pedesete godine ono značajno opada. Sada glavni izazov predstavlja učiniti učenje odraslih atraktivnijim uz odgovarajuće pedagoške metode (OECD, 2005).

Nasuprot nekada popularnom mišljenju da mozak svakodnevno gubi 100.000 neurona (ili i više kod ljudi koji puše i piju), nove tehnologije pokazuju da ne postoji starosna korelacija ukoliko se broji ukupan broj neurona u svakoj oblasti cerebralnog korteksa (Terry, DeTeresa i Hansen, 1987). Starosna korelacija važi samo za jedan broj „velikih“ neurona u cerebralnom korteksu. Broj ovih velikih neurona opada, a posledica je povećanje broja malih neurona, tako da ukupan broj ostaje isti. Međutim, sa gubitkom neurona, javlja se smanjenje neuronskih veza i broja sinapsi. Iako smanjena povezanost upućuje na smanjenu plastičnosti, nije reč o smanjenju kognitivnih sposobnosti. Naprotiv, usvajanje veština rezultat je eliminacije nekih veza i jačanja drugih. Zato, ljudi nastavljaju da uče tokom celog života.

Da li stariji uče na isti način kao mladi? Postoji dovoljno dokaza koji pokazuju da u izvođenju niza kognitivnih zadataka, odrasli manje specifično i diferencirano koriste mozak (Park et al., 2001). U nedavno izvedenom japanskom istraživanju poređeno je jezičko znanje mlađih i starijih odraslih Japana (Tatsumi, 2001). Ispitanici su zamoljeni da glasno izgovore koliko god mogu reču u datoj semantičkoj i fonološkoj kategoriji u toku trideset sekundi. Broj reči koje su stariji ispitanici mogli da izgovore bio je 75 % manji od mla-

đih, što je pokazalo niži stepen baratanja rečima. Takođe, bilo im je teže da se sete poznatih imena, sa ukupnim prosečnim učinkom od oko 55 % u odnosu na mlade. Tokom samog zadatka korišćena je pozitrona emisiona tomografija (PET) za praćenje aktivacije. Tokom prisećanja ličnih imena kod mladih ispitanika aktiviraju se prednji temporalni režanj i frontalni režanj. Tokom prisećanja naziva živih i neživih bića i izgovaranja glasova, aktiviraju se levi donji zadnji temporalni režanj i levi donji frontalni režanj (odnosno Brokina oblasti, videti Grafikon 2.3). Za razliku od njih, kod starijih ispitanika aktivira se manji broj oblasti, a neke se čak i ne aktiviraju, dok su određene oblasti koje nisu bile aktivne kod mladih ispitanika, kod ove grupe bile aktivne (Tatsumi, 2001).

Bilo bi prerano zasnovati zaključke na ovim uvidima kojima je potrebno dalje istraživanje. Jedno tumačenje ovih obrazaca aktivacije mozga jeste da se različite oblasti mozga aktiviraju kod starijih odraslih kako bi se kompenzovao nedostatak pri prisećanju reči. Sa druge strane, i u prilog vitalnosti starijeg mozga, iskustvo ili fluentnost sa nekim zadatkom nužno smanjuju nivoe aktivnosti potrebne za efikasnu obradu, a ovi zadaci mogu biti premešteni u različite oblasti mozga.

Učenje u cilju odlaganja gubitka kognitivnih funkcija u starosti

Mnogi kognitivni procesi u mozgu gube se kada prestanemo da ih koristimo, što potvrđuje široko rasprostranjeno poverenje u koncept doživotnog učenja. Umesto poslovičnog „ne možeš starog psa naučiti novim trikovima” poruka je „iskoristi ga ili izgubi”, sa daljim pitanjima načina na koji se to može postići. Ovo je važno pitanje pošto način na koji se mozak koristi utiče na brzinu njegovog starenja. U ovom poglavlju biće opisano smanjenje funkcionisanja mozga koje dolazi s godinama, kao i mogući načini na koje se učenje može suprotstaviti ovom procesu.

Borba protiv gubitka kognitivnih funkcija

Iako je naš mozak dovoljno fleksibilan da bi doživotno učenje bilo moguće, između dvadesete i osamdesete godine javlja se opšti trend smanjenja većeg dela kognitivnih sposobnosti. Utisak je da gubitak funkcija počinje mnogo kasnije posle dvadesete godine, jednostavno jer tada ono postaje uočljivije

kod starijih ljudi. Gubitak izvršne funkcije i dugotrajne memorije kod odraslih srednje dobi ne mora biti očigledan pojedincu, jer se nalazi u senci povećane stručnosti i veštine (Park et al., 2001). Još mnogo toga je ostalo nerazjašnjeno u vezi sa interakcijom između povećanog znanja i smanjenja izvršnih funkcija i pamćenja tokom života, te je potrebno dalje istraživanje ove oblasti. Ne smanjuju se sve kognitivne funkcije na isti način. Najjasnije se smanjenje uočava kod zadataka kakvi su poređenje slova, poređenje obrazaca, rotacije slova, kod vremena potrebnog za računanje i čitanje, navođenog prisećanja, slobodnog prisećanja itd. Takođe, primećeno je povećanje kognitivnih kapaciteta tokom života, do sedamdesete godine (sa opadanjem do osamdesete). Ovo je slučaj, na primer, sa vokabularom kod kojeg se odvija povećanje iskustva i opšteg znanja, koje stoji kao protivteža slabljenju drugih kognitivnih sposobnosti (Park et al., 2001; Tisserand et al., 2001; 2002).

Smanjenje kognitivnih funkcija u starosti nema jedan uzrok već nastaje usled problema sa različitim kognitivnim mehanizmima. Verovatno se svi različiti kognitivni procesi, kao i njihova brzina, smanjuju sa godinama i doprinose poteškoćama pri izvođenju viših kognitivnih funkcija kakvi su rasuđivanje i pamćenje (Park et al., 2001). Studije koje se bave diferencijalnim smanjenjem neurokognitivne funkcije sa godinama pokazuju da se brzina obrade informacija smanjuje već u četvrtoj deceniji života, posebno kod onih kognitivnih funkcija koje zavise od oblasti i veza u prefrontalnom korteksu. Stoga su, takozvane, „izvršne funkcije” među prvima koje stradaju sa godinama, što se ispoljava kao smanjenje u efikasnosti u obradi novih informacija, pojačano zaboravljanje, nedostatak pažnje i koncentracije i smanjenje mogućnosti učenja. Uticaj godina u prefrontalnom korteksu razlikuje se od efekata starenja na dorzolateralne i medijalne oblasti, koje su više pod uticajem od orbitalnog regiona. Ova razlika verovatno dovodi do nedostatka integriteta oblasti prefrontalnog korteksa i uzrokuje smanjenje kognitivnih funkcija s godinama (Tisserand et al., 2001; 2002).

Smanjenje u funkcionisanju viših kognitivnih funkcija ne utiče nužno na kreativnost. Zapravo, postoje dokazi da je kreativnost uglavnom nezavisna od drugih kognitivnih funkcija³³. Istraživanja u kojima su praćeni efekti starenja na kognitivne funkcije odraslih Japanaca između dvadeset pete i osamdeset treće godine, pokazala su da ne postoji starosna razlika u fluentnosti, sposobnosti originalnog razmišljanja, produktivnosti i primeni sposobnosti kreativnosti. Međutim, zaključeno je da postoje rodne razlike pri fluentnosti i produktivnosti, pri čemu su žene imale bolje rezultate. Ovi rezultati navode na

³³ Jelemmer Joles, Drugi skup CERL-jeve mreže za doživotno učenje, Tokijo, 2003.

zaključak da se određene kreativne sposobnosti zadržavaju tokom godina³⁴.

Pored iskustva, „dobra forma” je još jedan faktor koji utiče na kognitivne funkcije (videti Treće poglavlje). Ideja da su fizička i mentalna dobra forma povezane je stara, kako kaže rimski, latinski pesnik Juvenal „mens sana in corpore sano” („u zdravom telu zdrav duh”). Pregled literature o životinjama nudi razloge za optimizam povodom poboljšanja kognitivnih funkcija (Anderson et al., 2000). Štaviše, nedavno urađena metaanaliza postojećih longitudinalnih podataka sugeriše pozitivne i jake veze između povećane fizičke aktivnosti i kognitivne vitalnosti ljudi, posebno kod izvršnih procesa (npr. upravljanje ili kontrola mentalnih procesa). Podaci koji nastaju nagoveštavaju da se oblasti mozga koje su povezane sa izvršnim procesima i memorijom, kakvi su frontalni korteks i hipokampus, značajno smanjuju sa godinama, mnogo više nego drugi regioni. Takvo smanjenje može se usporiti dobrom fizičkom formom. Posebno je pokazano da poboljšanje izvršenja zadataka zavisi od kardiovaskularnog funkcionisanja. Studije koje se bave obukom daju pozitivne rezultate za prostornu orijentaciju, induktivno zaključivanje i kompleksne aktivnosti uzastopnih zadataka, poput vožnje. Generalno, sve je više dokaza koji pokazuju da mere u vezi sa ponašanjem, uključujući povećano bavljenje fizičkim aktivnostima i učenje, mogu doneti poboljšanje funkcionisanja mozga u starijim godinama. Važno pitanje za budućnost jeste primenljivost rezultata izvan laboratorija.

Borba protiv oštećenja moždanih funkcija

Drugi dokaz fleksibilnosti mozga može se pronaći u funkcionalnoj reorganizaciji koja se događa posle ozbiljnih oštećenja. Jedna beba rođena je sa cerebralnim korteksom koji nije bio adekvatno formiran. Kako je ovaj deo mozga zadužen za sve oblike svesnog iskustva, percepciju, emocije, zaključivanje i planiranje, beba je bila u stanju vegetacije. Normalno, dijagnoza je da beba nije u stanju da vidi i čuje i da se ništa ne može uraditi povodom toga. Međutim, roditelji su bili ubeđeni da dete nešto vidi, te je u četrnaestom mesecu njen mozak pregledan korišćenjem optičke topografije. Ovaj pregled otkrio je da se aktivirao primarni vizuelni region u okcipitalnom režnju. Ovaj primer pokazuje koliko je mozak fleksibilan u ranom uzrastu, adaptira se prema okruženju i kompenzuje izgubljene funkcije (Koizumi, 2004). Dublje razumevanje ovih mehanizama kompenzacije može doprineti efikasnim ranim tretmanima i rehabilitaciji, poput nedavno pokrenutog trogodišnjeg istraživanja u Velikoj

³⁴ Hideaki Koizumi, Treći sastanak CERI-jeve mreže za doživotno učenje, Tokijo, 2004.

Britaniji u kojem se posmatra 60 dece uzrasta od deset do šesnaest godina. Istražuje se uticaj povreda mozga na govor i sposobnost učenja i načini na koje mozak reorganizacijom kompenzuje povrede (Action Medical Research, 2005).

Postoje dokazi koji pokazuju da i oštećeni mozgovi odraslih zadržavaju plastičnost. Jezička sposobnost u dominantnoj sferi koja je izgubljena usled moždanog udara, može se ponovo pojaviti u kontralateralnoj hemisferi. U nekim slučajevima povraćena je aktivacija jezika u dominantnoj sferi skoro godinu dana posle povrede i neke studije su čak pokazale da se reorganizacija može dogoditi i dva meseca posle povrede kod starijih ljudi, oporavkom od hemipareze posle udara (Kato et al., 2002; Koizumi, 2004).

Neurodegenerativni poremećaji

Jedan od ozbiljnih izazova za društva koja stare, u kojima je dužina života pomerena do preko osamdesete godine i više, jesu oboljenja koja dolaze s godinama, poput Alchajmerove bolesti. Neurodegenerativni poremećaj se najakutnije oseća u kognitivnom funkcionisanju. Takva oboljenja uskraćuju individuama osećaj sopstva i društvu oduzimaju akumuliranu stručnost i mudrost. Sa starenjem populacije, ovaj problem će se povećavati.

Dok stalno napreduje istraživanje procesa starenja, nagomilava se i korupus istraživanja starenja mozga koji je usredsređen na tipične bolesti, koji su delimično motivisani ogromnim troškovima neurodegenerativnih oboljenja za društvo. Ovo je rastući problem jer je 2001. godine procenjeno da oko 18 miliona ljudi širom sveta boluje od Alchajmerove bolesti, a predviđa se da će se do 2025. godine broj udvostručiti na 34 miliona. Pošto je Alchajmerova bolest hronično i progresivno neurodegenerativno oboljenje, troškovi zbrinjavanja pacijenata su ogromni (World Health Organisation, 2001)³⁵. Nade se polažu u ranu dijagnostiku i odgovarajuće intervencije koje odlažu početak ili ubrzanje neurodegenerativnih bolesti u starijoj dobi. Doživotno učenje obećava posebno efikasne strategije za borbu protiv senilnosti i stanja poput Alchajmerove bolesti. Fokusiranje na degeneraciju neurona takođe nudi važne uvide u normalno funkcionisanje mozga.

Alchajmerova bolest odgovorna je za nepovratno oštećenje mozga. Simptomi ove bolesti obično se javljaju kod starijih odraslih i obuhvataju naglašene poremećaje u kognitivnim funkcijama, pamćenju, jeziku i sposobnostima

³⁵ U SAD je procenjeno da je 2000. godine, direktni i ukupni (direktni i indirektni) nacionalni izdatak bio otprilike 536 milijardi, odnosno 1,74 biliona. Slični podaci nisu dostupni za druge zemlje (World Health Organisation, 2001).

percepcije. Patologija povezana sa Alchajmerovom bolešću je formiranje plakova u mozgu. Ove promene posebno su očite u hipokampusu, delu „limbičkog sistema“, koji je ključan za kratkotrajno pamćenje (i za slanje novog materijala korteksu, koji bi trebalo skladištiti u dugotrajnoj memoriji). Kako još ne postoje pouzdani metodi za previđanje Alchajmerove bolesti, rani početak može se bolje dijagnostifikovati bihejvioralnim ili genetskim testiranjem. Bihejvioralna dijagnoza ranog početka je teška jer se malo zna o kognitivnim promenama povezanim sa normalnim starenjem: smanjenje kognitivnih funkcija u starosti poklapa se i slično je predkliničkim simptomima Alchajmerove bolesti.

Neki veruju da bi bilo profitabilno usmeriti istraživačke resurse na izučavanje pažnje, ukoliko se početak Alchajmerove bolesti uoči rano, i to iz dva razloga. Prvo, funkcije pažnje su oštećene čak i kod blago obolelih, što bi moglo ponuditi korisno rano upozorenje. Drugo, osnovna disfunkcija u Alchajmerovoj bolesti jeste u pamćenju, kojem se često može prići izučavanjem pažnje (videti Primer 3.2). Neuronske sisteme koji posreduju pri funkciji pažnje relativno dobro poznajemo jer su mnogo izučavani. Dva aspekta spacijalne selektivne pažnje – skretanje pažnje i prostorno odmeravanje (*space scaling*) – naglašeno su oštećeni u ranim fazama Alchajmerove bolesti. Zadaci kojima se procenjuju ove funkcije mogu nam ponuditi korisnu ranu dijagnozu. Studije koje obuhvataju evociranje električnih potencijala (event-related brain potential – ERP), pozitronsku emisiju tomografiju (PET) i funkcionalnu magnetnu rezonancu (fMRI) ukazuju da zadaci u vezi sa pažnjom zaista obezbeđuju osetljive bihejvioralne testove ranih oštećenja.

Drugi pristup ranom uočavanju Alchajmerove bolesti je identifikovanje odraslih bez očiglednih simptoma koji imaju genetski rizik razvijanja ove bolesti. Skorašnje studije sugerišu da je nasleđe apolipoproteina E (APOE) gena ključno za razvoj Alchajmerove bolesti³⁶. U poređenju sa onima bez e4 alela, nosači sa e4 alelom pokazuju deficite u spacijalnoj pažnji koji su kvalitativno slični onima koje imaju klinički dijagnostifikovani pacijenti oboleli od Alchajmerove bolesti. Takav deficit obuhvata povećano rasipanje pažnje i smanjenu sposobnost spacijalne pažnje i odmeravanja. Ovi deficiti mogu se javiti i kod inače zdravih odraslih ljudi bez ikakvih simptoma sve do pedesetih godina.

I bihejvioralni i genetički indikatori mogu dovesti do razvoja i testiranja novih markera za predviđanje ozbiljnih kognitivnih oštećenja kod starijih ljudi. Opremljeni sa unapređenim dijagnostičkim dokazima, možemo razviti farmakološke i bihejvioralne tretmane i intervencije koji će poboljšati kognitivne funkcije odraslih. Pokazano je da koristi uvežbavanje budnosti pažnje i

³⁶ APOE gen je nasledan pošto ima tri alela, e2, e3 i e4 sa e4 alelom koji se povezuje za povećanim rizikom od Alchajmerove bolesti (Greenwood et al., 2004).

vigilnosti (navođena pažnja), koja ublažava simptome Alchajmerove bolesti smanjenjem deficita pažnje i poboljšanjem učenja kod zdravih odraslih ljudi i kod onih koji boluju od Alchajmerove bolesti. Ove intervencije nude nadu jer fine strukture sinaptičkih veza u mozgu nisu pod direktnom genetskom kontrolom već su oblikovane i preoblikovane iskustvom tokom života.

Alchajmerova bolest dovodi i do depresije³⁷. Depresija je bolest koja se povezuje sa nizom simptoma u koje spadaju gubitak energije, koncentracije i zainteresovanosti, nesanica, gubitak apetita, nemogućnost osećaja zadovoljstva (anhedonija). Za razliku od depresije mladih, kod starijih je identifikovanje uzroka depresije komplikovanije, te i teže za lečenje. Kao i kod drugih staračkih oboljenja, depresija nameće veliki zdravstveni i društveni teret; danas je depresija kod starijih drugo najfrekventnije oboljenje posle demencije. Osnovna razlika između depresije kod različitih starosnih grupa je niži genetski doprinos oboljenju kod starijih. Pored spomenutih organskih uzroka, depresija kod starijih ljudi može se ponekad objasniti uskraćivanjem društvenih uloga, gubitkom važnih i bliskih ljudi i smanjenjem ekonomskih, psihičkih i fizioloških sposobnosti.

Nedavno je došlo do obećavajućeg pomaka u prevazilaženju neurodegenerativnih oboljenja u Japanu. Terapija učenjem (Primer 2.1) koja je razvijena i eksperimentalno primenjena u Fukuoki, u Japanu, jedan je od mogućih puteva u borbi protiv smanjenja moždanih funkcija.

ako se mnoge kognitivne sposobnosti smanjuju tokom godina, važno je napomenuti da se ne gube sve funkcije. Što više stariji ljudi budu imali priliku da nastave sa učenjem i koriste svoje znanje, bolji će biti ishodi odlaganja početka ili ubrzanja neurodegenerativnih bolesti. Podsticanje učenja odraslih je zato važno i u suprotnom stariji ljudi mogu prestati da uče. Društvo bi trebalo da se potruži da starijima ne uskrati iznenada njihove društvene uloge, zaposlenje i osećaj samopoštovanja, na primer, tako što će pronaći načine da se poštuje doprinos „treće dobi”. Podsticanje starijih da rade sa mladima, na obostranu dobrobit, može pomoći smanjenju depresije u ovoj starosnoj grupi (u Tabeli 2.2 sumirane su osnovne teme obrađene u ovom poglavlju).

Primer 2.1. Terapija učenjem (Japan)

U bolje razumevanje i borbu protiv neurodegenerativnih oboljenja uložene su ogromne investicije. Jedna od uspešnih metoda intervencije u slučaju staračke demencije jeste terapija učenjem razvijena u Japanu. Reč je o

³⁷ Ovi poremećaju, poput Parkinsonove bolesti i infarkta takođe mogu dovesti do depresije.

metodi koja je zasnovan na saznanjima iz nauke o mozgu o funkcionisanju prefrontalnog korteksa, funkcionalnom neuroodslikavanju i o karakteristikama prefrontalnog korteksa. Njen cilj je „unapređenje mentalnih funkcija učenika – prefrontalne kognicije, komuniciranja, nezavisnosti ličnih potreba i tako dalje – putem studiranja, dok učenik i nastavnik komuniciraju, zajedno koristeći materijale koji su usmereni ka čitanju naglas i računanju” (Kawashima et al., 2005). Ovaj rad pokazuje da stariji ljudi kod kojih je razvijena staračka demencija mogu nastaviti da uče ukoliko im se obezbedi adekvatan materijal i okruženje.

Među funkcijama prefrontalnog korteksa, najrelevantniji za intervenciju su komuniciranje, nezavisnost i kratkotrajna memorija. Posle nekoliko godina istraživanja, rezultati pokazuju da jednostavni zadaci poput čitanja naglas i računanja aktiviraju mozak, uključujući prefrontalni korteks leve i desne hemisfere. Osnovni princip terapije učenjem jeste da se svaki dan odabere i ponovi veoma jednostavan zadatak koji aktivira mozak. Zadaci moraju da budu dovoljno jednostavni kako bi ljudi kod kojih je Alchajmerova bolest počela da se pojavljuje mogli na njima da rade. Normalno, kako učenje napreduje smanjuje se moždana aktivnost. Međutim, ključ terapije učenja je u odabiru jednostavnih zadataka tako da se aktivnost mozga ne smanjuje pri njihovom ponavljanju. Dva zadatka koja ispunjavaju ove uslove su čitanje naglas i jednostavno računanje.

Praćenje ljudi sa demencijom koji su učestvovali u terapiji učenjem pokazalo je pozitivne rezultate zasnovane na poređenju grupe sa staračkom demencijom koja je učestvovala u terapiji učenjem 20 minuta dnevno tokom 18 dana sa kontrolnom grupom koja nije učestvovala u terapiji. Kod učesnika terapije javlja se povećano funkcionisanje prefrontalnog korteksa, dok je kod druge grupe ova funkcija bila smanjena. Štaviše, sposobnost obavljanja stvari neophodnih za svakodnevni život bila je očuvana kod prve grupe, a kod druge se smanjila.

Pored izbora zadatka, bili su potrebni i odgovarajući uslovi za učenje. Veoma često okruženje nije adekvatno i zato smo u iskušenju da zaključimo da stariji ljudi ne mogu da uče. Jedan od ključeva za uspeh terapije učenjem jeste razvoj odgovarajućeg materijala i okruženja za učenje. Nekad se moraju lečiti periferni senzorni problemi kako se ne bi izolovale moždane funkcije, koje bi se inače smanjile (OECD/CERI „Lifelong Learning Network Meeting, Tokyo, 2005). Treba naglasiti i značaj komuniciranja tokom procesa učenja: trenutna pozitivna reakcija kojom se odaje priznanje dostignuću učenika važan je deo terapije učenjem.

Tabela 2.2. **Smanjene ili oštećene moždane funkcije i mogući tretmani**

	Odrasli	Stariji ljudi
Deo mozga koji prestaje da funkcioniše	Prefrontalni korteks Hipokampus	Prefrontalni korteks Hipokampus (formiranje staračkih plakova)
Kognitivni procesi koji prestaju	Više kognitivne funkcije: <ul style="list-style-type: none"> • neefikasnost u obradi novih informacija, • pojačano zaboravljanje, • nedostatak pažnje i koncentracije, • smanjena mogućnost učenja. 	Kognitivne funkcije: <ul style="list-style-type: none"> • pamćenje, • jezik, • sposobnost percepcije, • komuniciranje.
Poremećaji	Depresija	Staračka demencija (uključujući Alchajmerovu bolest) Depresija
Kako povratiti, sprečiti ili smanjiti brzinu oštećenja?	Fizička aktivnosti Učenje	Zadaci pažnje (budnost, vigilnost) kod ljudi kod kojih je rano uočena Alchajmerova bolest. Učenje (uključujući terapiju učenjem) kako bi se sprečila demencija.

Zaključci

Neuronaučnici su dobro zapazili da mozak poseduje veoma dobro razvijenu sposobnost da se menja u odnosu na zahteve okruženja – *plastičnost* – stvarajući i jačajući neke neuronske veze i slabeći i eliminišući druge. Plastičnost je ključna odlika mozga tokom celog života. Uprkos ovoj doživotnoj plastičnosti, postoje optimalni ili „osetljivi” periodi tokom kojih su određene vrste učenja najefikasnije. Za senzorne stimulanse poput glasova ili za određena emotivna i kognitivna iskustva kakvo je izlaganje jeziku, periodi su relativno kruti i javljaju se u ranom uzrastu. Druge veštine poput usvajanja vokabulara ne prolaze kroz osetljive periode i mogu se podjednako dobro naučiti tokom života.

Neuroodslikavanje adolescenata sada nam pokazuje kako je mozak adolescenta daleko od zrelog i da prolazi kroz velike strukturne promene i posle puberteta. Adolescencija je veoma značajan period u pogledu emotivnog razvoja, delimično zbog bujanja hormona u mozgu; i dalje nerazvijen prefrontalni korteks tinejdžera predstavlja jedno od objašnjenja za nestabilno ponašanje adolescenata. Kod starijih ljudi, fluentnost ili iskustvo sa nekim zadatkom može smanjiti nivo aktivnosti mozga – donekle je reč o većoj efikasnosti obrade. Ali, funkcije mozga se smanjuju što ga manje upotrebljavamo i sa protokom vremena. Studije pokazuju da učenje može biti efikasan lek protiv slabljenja funkcionisanja mozga: što je više prilika za stare i starije ljude da nastave sa učenjem, veće su šanse da se odloži početak ili ubrzanje neurodegenerativnih oboljenja.

Razumevanje načina rada i sazrevanja mozga može pomoći pri razvoju delotvornijih i za određene starosne dobi adekvatnijih metoda podučavanja i učenja za decu i odrasle. Razumevanje procesa starenja mozga može pomoći pojedincima da očuvaju kognitivne funkcije tokom života. Polako se oblikuje važna i naučno zasnovana konceptualizacija učenja.

Literatura

Action Medical Research (2005), "Speech and Language in Children Born Pre-term", www.action.org.uk/research_projects/grant/261/.

Allgood-Merten, B., P.M. Lewinsohn and H. Hops (1990), "Sex Differences in Adolescent Depression", *Journal of Abnormal Psychology*, Vol. 99, No. 1, pp. 55-63.

Anderson, B.J., D.N. Rapp, D.H. Baek, D.P. McCloskey, P.S. Coburn-Litvak and J.K. Robinson (2000), "Exercise Influences Spatial Learning in the Radial Arm Maze", *Physiol Behav*, Vol. 70, No. 5, pp. 425-429.

Baird, A.A., S.A. Gruber, D.A. Fein, L.C. Maas, R.J. Steingard, P.F. Renshaw, B.M. Cohen and D.A. Yurgelun-Todd (1999), "Functional Magnetic Resonance Imaging of Facial Affect Recognition in Children and Adolescents", *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 38, No. 2, pp. 195-199.

BBC News (2005), "Meditation 'Brain Training' Clues", 13 June, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/4613759.stm>.

Bjork, J.M., B. Knutson, G.W. Fong, D.M. Caggiano, S.M. Bennett and D.W. Hommer (2004), "Incentive-Elicited Brain Activation in Adolescents: Similarities and Differences from Young Adults", *Journal of Neuroscience*, Vol. 24, No. 8, pp. 1793-1802.

Blanton, R.E., J.G. Levitt, J.R. Peterson, D. Fadale, M.L. Sporty, M. Lee, D. To, E.C. Mormino, P.M. Thompson, J.T. McCracken and A.W. Toga (2004), "Gender Differences in the Left Inferior Frontal Gyrus in Normal Children", *Neuroimage*, Vol. 22, No. 2, pp. 626-636.

Bruer, J.T. (1999), *The Myth of the First Three Years*, Free Press, New York.

Cheour, M., O. Martynova, R. Näätänen, R. Erkkola, M. Sillanpää, P. Kero, A. Raz, M.L. Kaipio, J. Hiltunen, O. Aaltonen, J. Savela and H. Hämäläinen (2002a), "Speech Sounds Learned by Sleeping Newborns", *Nature*, Vol. 415, No. 6872, pp. 599-600.

Cheour, M., A. Shestakova, P. Alku, R. Ceponiene and R. Naatanen (2002b), "Mismatch Negativity Shows that 3-6-year-old Children Can Learn to Discriminate Non-native Speech Sounds within Two Months", *Neuroscience Letters*, Vol. 325, No. 3, pp. 187-190.

Coffield (2005), "It takes two to tango", paper written upon request of CERi in preparation of the 4th meeting of the CERi's Lifelong Learning Network, Wako-shi, 2004.

Dehaene, S. (1997), *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*, Oxford University Press, New York.

Giedd, J.N. (2004), "Structural Magnetic Resonance Imaging of the Adolescent Brain", *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1021, pp. 77-85.

Giedd, J.N., J. Blumenthal, N.O. Jeffries, F.X. Castellanos, H. Liu, A. Zijdenbos, T. Paus, A.C. Evans and J.L. Rapoport (1999), "Brain Development during Childhood and Adolescence: A Longitudinal MRI Study", *Nature Neuroscience*, Vol. 2, pp. 861-863.

Gopnik, A. (2000), "Cognitive Development and Learning Sciences: State of the Art", presentation at the 1st CERi forum on "Brain Mechanisms and Early Learning",

Sackler Institute, New York City, 17 June.

Goswami, U. (2004), "Neuroscience, Education and Special Education", *British Journal of Special Education*, Vol. 31, No. 4, pp. 175-183.

Greenwood, P.M., T. Sunderland, J. Friz and R. Parasuraman (2000), "Genetics and Visual Attention: Selective Deficits in Healthy Adult Carriers of the e4 Allele of the Apolipoprotein E gene", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 97, pp. 11661-11666.

Hoyert, D.L., K.D. Kochanek and S.L. Murphy (1999), National Vital Statistics Report, Vol. 47, No. 19, Deaths: Final Data for 1997, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, National Vital Statistics System, Hyattsville, MD.

Johnson, M.H. (1997), *Developmental Cognitive Neuroscience: An Introduction*, Blackwell, Oxford.

Kandel, E.R., J.H. Schwartz and T.M. Jessell (1991), *Principles of Neural Science*, Appleton and Lance, Norwalk, Connecticut, third edition.

Kashani, J.H. and D.D. Sherman (1988), "Childhood Depression: Epidemiology, Etiological Models, and Treatment Implications", *Integrated Psychiatry*, Vol. 6, pp. 1-8.

Kato, H., M. Izumiyama, H. Koizumi, A. Takahashi and Y. Itoyama (2002), "Near-infrared Spectroscopic Topography as a Tool to Monitor Motor Reorganisation after Hemiparetic Stroke: A Comparison with Functional MRI", *Stroke*, Vol. 33, No. 8, pp. 2032-2036.

Kawashima, R., K. Okita, R. Tamazaki, N. Tajima, H. Yoshida, M. Taira, K. Iwata, T. Sasaki, K. Maeyama, N. Usui and K. Sugimoto (2005), "Reading Aloud and Arithmetic Calculation Improve Frontal Function of People with Dementia", *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, Vol. 60, pp. 380-384.

Koizumi, H. (2002), "The Scope of the Symposium 8th International Conference on Functional Mapping of the Human Brain", June 2-6, Sendai, Japan.

Koizumi, H. (2003), "Science of Learning and Education: An Approach with Brain-function Imaging", *No To Hattatsu*, Vol. 35, No. 2, pp. 126-129.

Koizumi, H. (2004), "The Concept of 'Developing the Brain': A New Natural Science for Learning and Education", *Brain and Development*, Vol. 26, No. 7, pp. 434-441.

Kozorovitsky, Y., C.G. Gross, C. Kopil, L. Battaglia, M. McBreen, A.M. Stranahan and E. Gould (2005), "Experience Induces Structural and Biochemical Changes in the Adult Primate Brain", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 102, No. 48, pp. 17478-17482.

Kuhl, P.K. (1979), "Speech Perception in Early Infancy: Perceptual Constancy for Spectrally Dissimilar Vowel Categories", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 66, pp. 1668-1679.

Lipton, L. (2001), "Schizophrenia: A 'Wave' of Cortical Changes", *Neuropsychiatry Reviews*, Vol. 2, No. 8, October.

Maguire, E.A., D.G. Gadian, I.S. Johnsrude, C.D. Good, J. Ashburner, R.S. Frackowiak and C.D. Frith (2000), "Navigation-related Structural Change in the Hippocampi

of Taxi Drivers”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 97, No. 8, pp. 4398-4403.

McCandliss (2000), “Cortical Circuitry of Word Reading”, presentation at the 1st CERJ forum on “Brain Mechanisms and Early Learning”, Sackler Institute, New York City, 17 June.

McCrink, K. and K. Wynn (2004), “Large-number Addition and Subtraction by 9-month-old in Infants”, *Psychological Science*, Vol. 15, pp. 776-781.

Moffitt, T.E. (1993), “Adolescence-Limited and Life-Course-Persistent Antisocial Behaviour: A Developmental Taxonomy”, *Psychological Review*, Vol. 100, No. 4, pp. 674-701.

Neville, H. (2000), “Brain Mechanisms of First and Second Language Acquisition”, presentation at the 1st CERJ forum on “Brain Mechanisms and Early Learning”, Sackler Institute, New York City, 17 June.

New York Times (2003), “Is Buddhism Good for Your Health?”, S.S. Hall, 14 September.

Nolen-Hoeksema, S. and J.S. Girgus (1994), “The Emergence of Gender Differences in Depression during Adolescence”, *Psychological Bulletin*, Vol. 115, No. 3, pp. 424-443.

OECD (2000), Report on the First High Level Forum held on “Brain Mechanisms and Early Learning” at Sackler Institute, New York City, USA, 16-17 June.

OECD (2001), Report on the 2nd High Level Forum held on “Brain Mechanisms and Youth Learning” at University of Granada, Granada, Spain, 1-3 February.

OECD (2002), “Learning Sciences and Brain Research: Report of the Launching Meeting of Phase II”, Royal Institution, London, 29-30 April, pp. 7-8, www.oecd.org/dataoecd/40/36/15304667.pdf.

OECD (2005), Report on the Third Lifelong Learning Network meeting, 20-22 January 2005, Wako-shi, Japan.

Park, D.C., T. Polk, J. Mikels, S.F. Taylor and C. Marshuetz (2001), “Cerebral Aging: Integration of Brain and Behavioral Models of Cognitive Function”, *Dialogues in Clinical Neuroscience*, Vol. 3, pp. 151-165.

Pena, M., A. Maki, D. Kovacic, G. Dehaene-Lambertz, H. Koizumi, F. Bouquet and J. Mehler (2003), “Sounds and Silence: An Optical Topography Study of Language Recognition at Birth”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 100, No. 20, pp. 11702-11705.

Polk, T.A. and M. Farah (1995), “Late Experience Alters Vision”, *Nature*, Vol. 376, No. 6542, pp. 648-649.

Sebastián Gallé Núria (2004), “A Primer on Learning: A Brief Introduction from the Neurosciences”, from her paper delivered at the Social Brain Conference held in Barcelona, 17-20 July 2004, www.ub.es/pbasic/sppb/.

Servan-Schreiber, D. (2000), at the New York Forum on Brain Mechanisms and Early Learning at Sackler Institute, New York City, USA, 16 June 2000.

Simos, P.G. and D.L. Molfese (1997), “Electrophysiological Responses from a

Temporal Order Continuum in the Newborn Infant”, *Neuropsychologia*, Vol. 35, pp. 89-98.

Steinberg, L. (2004), “Risk Taking in Adolescence: What Changes, and Why?”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1021, pp. 51-58.

Stevens, B. and R.D. Fields (2000), “Response of Schwann Cells to Action Potentials in Development”, *Science*, Vol. 287, No. 5461, pp. 2267-2271.

Tatsumi, I. (2001), “A PET Activation Study on Retrieval of Proper and Common Nouns in Young and Elderly People”, Third High Level Forum, Tokyo, Japan, 26/27 April.

Terry, R.D., R. DeTeresa and L.A. Hansen (1987), “Neocortical Cell Counts in Normal Human Adult Ageing”, *Annals of Neurology*, Vol. 21, No. 6, pp. 530-539.

Tisserand, D.J., H. Bosma, M.P. van Boxtel and J. Jolles (2001), “Head Size and Cognitive Ability in Nondemented Older Adults are Related”, *Neurology*, Vol. 56, No. 7, pp. 969-971.

Tisserand, D.J., J.C. Pruessner, E.J. Sanz Arigita, M.P. van Boxtel, A.C. Evans, J. Jolles and H.B. Uylings (2002), “Regional Frontal Cortical Volumes Decrease Differentially in Aging: An MRI Study to Compare Volumetric Approaches and Voxel-based Morphometry”, *Neuroimage*, Vol. 17, No. 2, pp. 657-669.

US National Research Council (1999), *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, J.D. Bransford,

A.L. Brown and R.R. Cocking (eds.), National Academy Press, Washington DC.

Wallis, C., K. Dell and A. Park (2004), “What Makes Teens Tick; A Flood of Hormones, Sure”, *Time Magazine*, 10 May.

Werker, J.F. and R.C. Tees (2002), “Cross-language Speech Perception: Evidence for Perceptual Re-organisation during the First Year of Life”, *Infant Behavior and Development*, Vol. 25, pp. 121-133.

World Health Organization (2001), *World Health Report: Mental Health, New Understanding, New Hope*, WHO, Geneva.

PRVI DEO

Treće poglavlje

Uticaj okruženja na učenje mozga

„Osoba se ne rađa kao čovek, već postaje čovek.“

Erazmo

U ovom poglavlju proučavamo dokaze nastale istraživanjem mozga kako bismo razumeli kako različiti faktori okruženja, uključujući društveno okruženje i interakcije, ishranu, fizičku aktivnosti i san, utiču na procese učenja. Takođe, istražujemo ključne oblasti emocija i motivacije, povezujući ono što je poznato u neurauci sa obrazovnim temama. Takve informacije posebno su važne roditeljima i nastavnicima koji imaju centralnu ulogu u dečjem okruženju za učenje. Poglavlje je relevantno i kreatorima obrazovnih politika koji doprinose oblikovanju i održavanju poželjnih okruženja za učenje.

U ovom poglavlju opisujemo uslove pod kojima se mozak može dalje razvijati te tako doprineti sposobnostima učenja tokom životnog ciklusa. Rezultati proučavanja mozga ukazuju na značaj razvoja i nege za proces učenja i kreatorima politika i ljudima iz prakse oni počinju da nude nove informacije o odgovarajućem vremenskom periodu za različite tipove učenja. Mnogi od relevantnih pristupa su stvar zdravog razuma, poput obezbeđivanja boljeg mentalnog i fizičkog okruženja, međutim nekada su zapostavljeni u obrazovnim politikama. Pravilnim održavanjem kondicije uma i tela može se iskoristiti potencijal moždane plastičnosti i poboljšati proces učenja. Dalja istraživanja mozga u ovoj oblasti doprineće konstruktivnoj proceni kurikuluma i obuke nastavnika.

Iako će u ovom poglavlju biti predstavljeni opšti elementi koji podstiču proces učenja, optimalni proces razvoja mozga nije nužno isti za sve. Mozak je aktivan, plastičan organ koji se spremno adaptira na okruženje tokom celog života. S obzirom na genetske razlike i razlike u okruženju u kojem ljudi žive, svaki mozak je drugačije oblikovan. Veza između iskustva i moždane strukture je interaktivna: iskustvo izaziva promene u strukturi mozga, koje zauzvrat, utiču na efekte daljeg iskustva na mozak. Mozak zato neprestano, tokom čitavog života, prolazi kroz proces reorganizacije uslovljene iskustvom.

Dakle, individualne razlike u učenju nastaju kao rezultat neprestane i kumulativne interakcije između genetskih faktora i njihovog kontekstualnog okruženja. Okruženje utiče na ekspresiju gena relevantnih za učenje tokom čitavog života, a ova ekspresija rezultira strukturnim promenama mozga. Ove modifikacije zatim utiču na narednu genetsku ekspresiju, koja nastaje usled iskustva. Na ovaj način, svaki pojedinačni mozak akumulira strukturne ideosinkretičnosti kojima je posredovan proces učenja. Ovo znači da je veoma teško propisati idealno okruženje za učenje za sve – iako razumna nega mozga može koristiti svima, ona neće nužno biti jednako delotvorna u svakom slučaju¹. Nemerljiv je značaj okruženja za učenje, sa individualnim razlikama koje značajno oblikuje iskustvo i određeni tipovi obrazovanja i obuke. Dalje istraživačke agende moraju se pozabaviti tipovima učenja koji imaju najveći uticaj na mozak i ponašanje. Neophodno je uočiti individualne razlike pri učenju i uključiti ih u razmatranje načina na koje mozak može biti odgajan u različitim fazama života.

Relativno skorašnji razvoj neuronauke dovodi u pitanje kartezijsku tradiciju koja se oslanja na jasnu podelu uma i tela (Damasio, 1994). Fizičko zdravlje i stanje tela imaju direktan uticaj na mentalne sposobnosti i *vice*

¹ Na primer, holandska longitudinalna studija o starenju u Mastrohtu pruža dokaze da postoje velike individualne razlike u smanjenju različitih funkcija memorije i da nizak nivo obrazovanja utiče na izvršavanje funkcija daleko više nego starenje.

versa. Ovu vezu potrebno je uzeti u obzir u obrazovnim praksama, zajedno sa faktorima okruženja koji direktno utiču na fizičke ili mentalne sposobnosti.

Primer 3.1. Ishrana

Nedavna istraživanja potvrdila su koristi od staromodnog pristupa dečjoj ishrani – jedna kašika ulja jetre bakalara dnevno. Ovaj rasprostranjeni „napi-tak“, poput drugih ribljih ulja, posebno je bogat visoko nezasićenim masnim kiselinama (HUFA), koje se danas često nazivaju omega 3 masne kiseline. One su veoma važne za hormonski balans i imunološki sistem, koji su ključni za zdrav mozak. U modernoj ishrani, masne kiseline postale su relativno retke, mada su i dalje važne za normalan razvoj i funkcionisanje mozga. Iako ne treba da nas ponese entuzijazam u vezi sa omega 3 masnim kiselinama pre nego što detaljna istraživanja mozga potvrde ove tvrdnje, nasumični kontrolni pokušaj dodavanja omega 3 i omega 4 masnih kiselina nasuprot placeba sproveden je nad 117 dece (uzrasta od 5 do 12 godina) koja imaju razvojnu dispraksiju poznatu i kao razvojni poremećaj koordinacije (DCD). Rezultati su pokazali da, iako ne postoji jasan efekat na aktivan tretman motornih veština, dolazi do značajnog poboljšanja čitanja, pisanja i ponašanja u toku od 3 meseca tretmana u paralelnim grupama. Zaključak do kojeg se došlo jeste da dodavanje masnih kiselina ishrani može pružiti bezbednu i efikasnu mogućnost tretiranja problema u obrazovanju i ponašanju dece sa ovim poremećajem (Richardson and Montgomery, 2005).

Drugo istraživanje sprovedeno je u zatvorima u Velikoj Britaniji kako bi se proverilo da li adekvatan unos vitamina, minerala i esencijalnih masnih kiselina dovodi do smanjenja antisocijalnog ponašanja, uključujući nasilje. Veza je dokazana, i to posebno kod ljudi koji se loše hrane (Gesch et al., 2002).

Mada naučni dokazi potvrđuju da ishrana koja obiluje esencijalnim masnim kiselinama i dobrim doručkom dobrinosi zdravlju i poboljšava učenje, nedvosmislene poruke ovih istraživanja do danas nisu zastupljene u obrazovnim politikama te izostaje i njihova praktična primena. Zato je neophodno proširiti istraživanja i primeniti ove rezultate u obrazovnom domenu. Promovisanje zdravog ponašanja među učenicima trebalo bi da bude osnovna misija škola: pružanje znanja i veština koje su potrebne mladim ljudima kako bi postali zdravi i produktivni odrasli ljudi. Ovo će poboljšati njihove sposobnosti učenja, smanjiti odsustvo s nastave i doprineti fizičkoj kondiciji i mentalnoj spremnosti. Trebalo bi podstaći školske upravnike, članove školskih odbora, nastavnike, socijalne radnike i roditelje da tragaju za informacijama i literaturom o značaju ishrane za zdravlje i akademski uspeh dece.

Društvene interakcije

Postoje društveni uticaji na mozak koji direktno deluju na sposobnost mozga da optimalno funkcioniše za učenje. Značaj pozitivnih društvenih uticaja na psihologiju i ponašanje već je ustanovljen.

U poslednje dve decenije, sve više se zapaža da odojčad traže i učestvuju u društvenim interakcijama i komunikaciji. Iako se veliki deo ranog učenja čini automatskim, za njega je potrebno bogato i stimulativno okruženje u kojem su društvene interakcije veoma važne (Blakemore, Winston i Firth, 2004). Istraživanja na rumunskoj siročadi pokazalo je da nedostatak emocionalne pažnje može dovesti do poremećaja afektivne vezanosti (O'Connor, Bredenkamp and Rutter, 1999). Druga istraživanja koja su uključivala decu odraslu u ekstremnim društvenim okruženjima, u kojima nisu imala normalnu negu, pokazala su da ovaj manjak može dovesti do relativno trajne promene u hemiji detetovog mozga, prestanak proizvodnje hormona, na primer *oxitocina*² koji je značajan za emocionalne veze i društvene interakcije. Ovi rezultati govore u prilog shvatanju da su rana društvena iskustva veoma važna za razvoj moždanih sistema koji su u osnovi ključnih aspekata ljudskog društvenog ponašanja (Fries et al., 2005).

Razvilo se relativno novo polje društvene kognitivne neuronauke koje proučava mozak u društvenom kontekstu i neuronske mehanizme koji su u osnovi društvenih kognitivnih procesa. Upporedno skeniranje mozгова dvoje ljudi, pri čemu jedan subjekat samo posmatra šta drugi radi, otvara nove puteve za istraživanja u oblasti neuronauke i kognicije. Neuroodslikavanje pokazuje da čin posmatranja tuđih pokreta kod posmatrača utiče na periferni motorni sistem određenih mišića koji deluju pri pokretima koji se posmatraju (Fadiga et al., 1995). Istraživanja u kojima se koristi takozvani „sistem ogledala“ pokušavaju da identifikuju neuropsihološku aktivnost koja stoji iza sposobnosti razumevanja sopstvenih i tuđih aktivnosti. Ova vrsta mehanizama može biti ključna za nekoliko viših društvenih procesa u kojima su aktivnosti drugih interpretirane tako da direktno utiču na naše ponašanje. Oni se javljaju kada pripisujemo namere drugim ljudima i sebi i pri sposobnosti da imitiramo i podučavamo druge (Blakemore, Winston and Firth, 2004). Drugi primer studije iz ove oblasti jeste izučavanje empatije putem skeniranja parova u veoma kontrolisanim uslovima. Dok je mozak jednog partnera bio pod električnim šokom, mozak drugog je skeniran kako bi se videlo da li predviđa bol partnera. Pokazano je da se oblasti mozga koje se aktiviraju iščekivanjem bola voljene osobe preklapaju sa onim koje se aktiviraju pri sopstvenom osećaju bola (Singer et al., 2004).

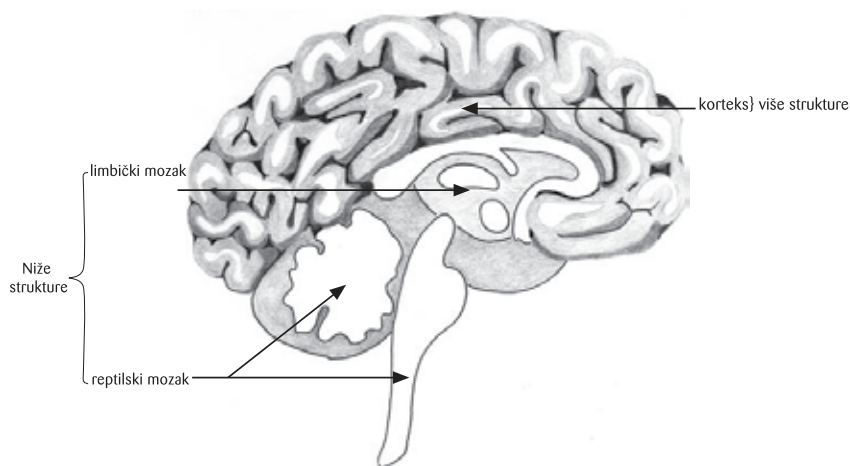
² Oksitocin ima važnu ulogu u društvenim situacijama i regulaciji emocionalnog ponašanja. Istraživanja na životinjama pokazala su da su povećani nivou stimulisani iskustvima senzornog zadovoljstva, poput utešnog dodira ili mirisa. Kako se povećava nivo ovog hormona, životinje stvaraju društvene veze i ova iskustva skladište se u memoriju.

Studije koje za cilj imaju razumevanje i posmatranje aktivnosti drugih mogu doprineti učenju i uticati na obrazovanje. Takve studije tek su u povoju i potrebno je dodatno istražiti koji tipovi učenja zahtevaju interakciju sa drugima, koje se emocije najčešće javljaju u mozgu, koju ulogu imaju kulturne razlike. Socijalna neuronauka trebalo bi da rasvetli ulogu nastavnika, identifikujući metode koje najviše utiču na učenje i trebalo bi da istraži uticaj medijske izloženosti na učenje. S obzirom na to da su neurobiološka istraživanja pokazala da intelektualne sposobnosti učenika zavise od zdravstvenog stanja, važno je da roditelji, edukatori, zdravstveni radnici i kreatori politika uoče da zdravlje učenika ključno doprinosi obrazovnim postignućima. Društveni faktori koji oblikuju emocionalni kontekst učenja takođe se moraju uzeti u obzir.

Emocionalna regulacija

U središnjem delu mozga nalazi se set struktura poznatih pod zajedničkim nazivom limbički sistem (videti Grafikon 3.1), a važan deo sistema čine amigdala i hipokampus³. Istorijski nazivan „emocionalni mozak“, ovaj region povezan je sa prefrontalnim korteksom. U situacijama izrazitog stresa ili straha, društveno rasuđivanje i kognitivne sposobnosti bivaju oslabljeni usled kompromisa sa emocionalnom regulacijom, uključujući odgovore na nagrade i rizik.

Grafikon 3.1. Unutrašnja struktura ljudskog mozga sa limbičkim sistemom



Izvor: Odil Pavo za OECD

³ Naziv amigdala odnosi se na skup neurona veličine i oblika badema, odakle i ime potiče. Naziv hipokampus odnosi se na skup neurona koji liče na oblik morskog konjića, te otuda naziv.

Pre više od dve hiljade godina Platon je izjavio da „svako učenje ima emocionalnu osnovu“, ali tek nedavno počeli su da se gomilaju dokazi koji pokazuju da naše emocije preoblikuju nervno tkivo. Stručnjaci u oblasti neurobiologije i obrazovanja danas posmatraju učenje kao složenu razmenu između kognitivnih, emocionalnih i psiholoških elemenata. Razlikovanje tri elementa korisno je u analitičke svrhe, ali zapravo oni su čvrsto isprepleteni u pogledu moždanih funkcija i iskustva učenja⁴.

Emocije su moćan i neizbežan deo života i učenja. Upravljanje emocijama jedna je od ključnih osobina uspešnih učenika. Regulacija emocija utiče na kompleksne faktore koji nadilaze jednostavno izražavanje emocija; emocije usmeravaju (ili remete) psihološke procese kakvi su sposobnost usmeravanja pažnje, rešavanje problema i održavanje društvenih veza (Cole, Martin and Dennis, 2004). Prema Dejvidu Servan-Šrajberu, „emocionalna kompetentnost ili inteligencija odnosi se na sposobnost pojedinca da samoreguliše, odnosno da upravlja impulsima i instinktima, ali uključuje i sposobnost saosećanja i sposobnost upuštanja u saradnju“ (OECD, 2002b).

„Emocionalna regulacija“ još nema univerzalno prihvaćenu definiciju:

- Tompson (Tompson, 1994) smatra da je reč o „spoljašnjim i unutrašnjim procesima zaduženim za praćenje, evaluiranje i modifikovanje emocionalnih reakcija... kako bi se ostvarili ciljevi“
- Gros (Gros, 2003) je definiše kao proces u kojem pojedinci utiču na emocije koje imaju, kada ih imaju i na to kako ih poimaju i izražavaju. Prema ovoj definiciji, regulacija emocija obuhvata: razumevanje, regulaciju raspoloženja, popravljavanje raspoloženja, odbranu i regulaciju afekta.
- Kol, Martin i Denis (Cole, Martin and Dennis, 2004) definišu emocionalnu samoregulaciju kao dinamičku interakciju višestrukih sistema ponašanja, psiho-fizioloških elemenata, pažnje i afekta koji omogućavaju efektivno učešće u društvenom svetu. Ova definicija odnosi se na proces koji se razlikuje od emocionalne aktivacije.

Ukoliko se emocionalna regulacija može meriti nezavisno od same emoci-

⁴ Naredni primer ilustruje interakciju kognicije i emocija: nastavnik vraća test Itanu, srednjoškolu, stavljajući praznu stranu papira ispred njega. Okreće papir i otkriva jedinicu gledajući u Itana. Itan aktivira strukturu korteksa kako bi se uključio u situaciju: ova ocena će omesti njegov cilj da dobro prođe i ubedi majku da zaslužuje snoubord za rođendan. Skoro simultano, njegovi limbički (odnosno amigdala) i pralimbički (odnosno insularni korteks) regioni mozga iniciraju emotivni odgovor na situaciju i on počinje da oseća negativne emocije. Međutim, Itan počinje kognitivno da reguliše situaciju: depersonalizuje situaciju opisujući test kao težak za svakoga i reinterpretira test kao samo deo njegove konačne ocene. Ove regulacione strategije odslikavaju se u povećanoj aktivnosti regiona mozga zaduženih za kognitivnu kontrolu i smanjenoj aktivnosti moždanih oblasti povezanih sa negativnim emocionalnim odgovorima (odnosno, amigdala). Regulacija ublažava emotivnu reakciju koja pospešuje kognitivnu procenu da je sposoban da se izbori sa situacijom. Ova kortikalno inicirana procena stapa se sa tekućim iskustvom i dalje hladi emocionalnu reakciju.

je, ona bi morala biti uočljiva i u mozgu. Neuronaučnici pristupaju ovom pitanju tako što izoluju ulogu prefrontalnog korteksa u obradi informacija (Ochsner et al., 2004; Eippert et al., 2006). Studije neuroodslikavanja pokazuju da je aktivacija prefrontalnog korteksa u vezi sa aktivnošću amigdale (Lewis and Stieben, 2004). Ova istraživanja rasvetljavaju emocionalnu regulaciju i individualne razlike i razvojne promene. U prošlosti, istraživanja u ovoj oblasti primarno su se bazirala na izveštajima roditelja i učenika o emocijama i ponašanju dece. Proučavanje mozga u ovoj oblasti pomoći će da se identifikuju novi načini merenja i regulacije emocija.

Primer 3.2. Pažnja posmatrana kroz neurološku prizmu kao sistem organa

Pažnja je uvek bila važna tema u psihologiji i obrazovanju jer je reč o mehanizmima subjektivnog iskustva i voljne kontrole. Tek sa razvojem neuroodslikavanja postalo je moguće posmatrati pažnju kao sistem organa sa sopstvenom anatomijom. Studije neuroodslikavanja pokazale su da specifične mreže nervnih oblasti izvode različite funkcije pažnje kakve su održavanje budnosti, orijentisanje ka senzornim informacijama i rešavanje konflikta među konkurentnim mislima ili osećanjima. Šta podrazumevamo pod mrežom? Neuroodslikavanje izvođenja zadataka pokazalo je da se različite oblasti mozga moraju orkestrirati čak i pri izvršavanju najlakših zadataka. Svaka od tih oblasti može izvoditi drugu operaciju računanja, koje zajedno omogućavaju izvršenje celog zadatka. Pod mrežom koja je u osnovi izvršenja zadatka smatramo niz aktivacija i njihovih mreža.

Mreže pažnje posebne su po tome što je njihova primarna svrha da utiču na rad drugih moždanih mreža. Iako je uticaj mreža pažnje moguće locirati u većini moždanih oblasti uključujući primarni senzorni, limbički sistem i motorni korteks, izvori ovih aktivacija su ograničeni.

Orijentisanje ka senzornim događajima najtemeljnije je izučavano od ovih mreža. Pokazalo se da je impresivna konvergencija moždanih oblasti koje služe kao izvor pojačavanja senzornih signala. Autori se uglavnom slažu da frontalna očna polja deluju zajedno sa gornjim i donjim parijetalnim oblastima regiona kao čvorišta korteksa za mrežu orijentisanja. Dodatno, istraživanja ukazuju na učešće pojedinih subkortikalnih regiona uključujući pulvinarni talamus i superiorni kolikulus. Većina istraživanja ovih mreža obuhvatala je vizuelne nadražaje, ali uticaji pažnje u orijentisanju pri drugim modalitetima su veoma slični. Naravno, lokacija amplifikacija senzornih poruka veoma se razlikuje u odnosu na čulne modalitete.

Dosadašnji dokazi ukazuju na to da i održavana budnost tokom izvođenja zadatka (tonus) i fazične promene, koje uzrokuje signal upozorenja, uključuju subkortikalne strukture – lokus ceruleus – koji je izvor moždanog norepinefrina. Mnoštvo dokaza pokazuje da tonusno stanje zavisi od netaknute cerebralne hemisfere. Lezije u ovoj sferi mogu proizvesti velike poteškoće pri odgovoru na neočekivane mete. Studije neuroodslkavanja pokazuju da signali upozorenja mogu imati snažnije uticaje na levu cerebralnu hemisferu.

Zadaci koji uključuju konflikt između stimulansa koji se takmiče nad kontrolom reakcije često uzrokuju aktivaciju unutrašnjeg cingularnog girusa i lateralnih prefrontalnih oblasti. Smatra se da konflikt, prouzrokovan stimulansom, predstavlja situaciju kada se različite neuronske mreže takmiče nad kontrolom svesti ili reakcije, autputa. Zbog ovoga se koristi termin „izvršna mreža za pažnju“ (executive attention network) jer mreža reguliše aktivnost drugih moždanih mreža zaduženih za misli i emocije. Ova mreža se razvija u detinjstvu i njeno sazrevanje povezano je sa onim što se u razvojnoj psihologiji naziva samoregulacija. Stoga je ova mreža posebno važna za postizanje uspeha u školi.

U zadacima koji se tiču pažnje, nedvosmisleno se pronalaze individualne razlike. Test mreža za pažnju je razvijen kako bi se procenila delotvornost svake od tri mreže. Dosadašnja istraživanja ukazuju na to da svaka mreža ima sopstvenu distinktivnu anatomiju, dominantne hemijske neuromodulatore i vremenski tok razvoja. Skorašnje studije posvećene su istraživanju načina na koji različiti aleli gena doprinose efikasnosti mreže i nekoliko studija ima za cilj da istraži uvežbavanje ovih mreža.

Razumevanje pažnje kao sistema organa obećava bolje razumevanje brojnih oblika povreda mozga i patologija koje uključuju probleme u pažnji.

Izvor: Majkl Posner (Michael Posner), Univerzitet u Oregonu

Emotivna stanja koja su prouzrokovana strahom ili stresom direktno utiču na učenje i pamćenje. Proučavanja mozga pokazala su kako negativne emocije blokiraju učenje i došlo se do zaključka da amigdala, hipokampus i hormoni stresa (glukokortikoidi, epinefrin i norepinefrin) imaju ključnu ulogu u posredovanju efekata negativnih emocija kakvi su strah i stres na učenje i pamćenje. Simultani telesni procesi, poput ubrzanog rada srca, znojenja i povećanog nivoa adrenalina, takođe se pojavljuju (Damasio, 1994; LeDoux, 2000) i povratno utiču na aktivnosti korteksa. Određeni nivo stresa važan je za optimalno prilagođavanje izazovima iz okruženja i može dovesti do bolje kognicije i učenja, ali iznad ovog nivoa, stres može biti opasan, i fizički i mentalno.

Stres nastaje usled velikih zahteva upućenih motornom ili kognitivnom sistemu i oseća se na emotivnom nivou. Na primer, ukoliko se neko suoči sa maskiranim revolverašem na ulici, što je obično opasna i stresna situacija, mozak brzo registruje opasnost i priprema kognitivni i motorni sistem za opstanak. Niz reakcija na revolveraša (uzročnika stresa) čini odgovor na stres: vigilnost i pažnja se povećavaju, telo se priprema za bitku ili beg, rad srca i krvni pritisak se povećavaju. Ujedno, usporavaju se varenje, rast i reproduktivni procesi, jer oni nisu neophodni za nepsredno preživljavanje i mogu se odložiti bez štete po organizam. Ovaj odgovor na stres posredovan je hormonima, epinefrinom i norepinefrinom, koji se luče u milisekundama. Do lučenja kortizola dolazi nekoliko sekundi kasnije. Ovi hormoni deluju na mozak i oblikuju kogniciju, značajno utičući na učenje i pamćenje⁵. Maskirani revolveraš se, na svu sreću, retko pojavljuje u učionici. Ali drugi, manje ekstremni izvori stresa mogu imati sličan efekat – na primer, agresivan nastavnik koji maltretira učenike ili nerazumljivo gradivo. Ukoliko se učenici susretnu sa situacijama koje iniciraju strah ili stres, dolazi do promena u njihovim kognitivnim funkcijama.

Potrebno je dalje istraživanje korišćenjem psiholoških, neurofarmakoloških i metoda neuroodslikavanja kako bi se objasnili mehanizmi koji su u osnovi uticaja stresa na učenje i pamćenje i kako bi se pronašli faktori koji stres mogu smanjiti i regulisati. Identifikovanje preventivnih mera protiv štetnog stresa zahteva istraživanje načina na koji se ljudi bore sa uzročnicima stresa i tako održavaju ili čak unapređuju svoju kognitivnu performansu. Jedna od poznatih preventivnih mera može biti fizička aktivnost (videti Primer 3.3). U nedavno sprovedenom istraživanju dokazano je da se kod vrhunski sportisti javlja niži novo psihološkog odgovora na stres (manja uznemirenost, veća hladnokrvnost), kao i niži nivo fiziološkog (mereno nivoom kortizola) odgovora na psiho-socijalne uzročnike stresa⁶ (Rimmele et al., 2007b). Više saznanja o neurobiološkim mehanizmima modulacije memorije hormonima stresa i amigdale i njihovih mogućih fizioloških i kognitivnih manipulacija bi očito bila relevantna za obrazovanje. Ovo se posebno odnosi na društva u kojima je pritisak da se uspe intenzivan i u kojima negativni uticaji, na primer putem medija, mogu dovesti do ozbiljnih problema sa učenjem i emotivnom stabilnošću dece (ako ne i odraslih!).

⁵ Na osnovu istraživanja nivoa hormona stresa kortizola može se napraviti hipoteza – u skladu sa istraživanjima na životinjama – da nizak i srednji nivo kortizola pospešuje učenje i pamćenje, dok visok nivo kortizola ima štetne efekte na učenje i pamćenje (McEwen and Sapolsky, 1995). Ovu hipotezu možemo dalje braniti nalazima da ekstremno ili hronično povišen nivo kortizola, koji se javlja kod nekih oboljenja ili tokom produženog stresa, dovodi do kognitivnog deficita i oštećenja memorije kod životinja i kod ljudi (McEwen and Sapolsky, 1995).

⁶ Drugo je pitanje da li se ovi efekti kod vrhunskih sportista mogu preneti na druge koji se sportom ne bave profesionalno.

Primer 3.3. Fizička aktivnost

Nedavno je pokazano da se potencijalne koristi od aerobika protežu izvan kardio-vaskularnog zdravlja ka unapređenju zdravlja mozga. Jasni dokazi postoje u studiji mozga u kojoj je praćen uticaj aerobik programa na kognitivne sposobnosti starijih odraslih ljudi. Istraživanje je sproveo Artur Krejmer (Arthur Kramer), koji je organizovao program koji obuhvata postepeno povećanje perioda šetanja tokom tri meseca, što je dovelo da povećane aktivnosti ključnih oblasti mozga kod starijih (55+ godina) subjekata (Colcombe and Kramer, 2004). Posle šest meseci, učesnici u programu su skenirani i dati su im mentalni testovi. Na testovima su imali 11 % bolji rezultat, a skeniranje je pokazalo promene u funkcijama mozga u srednjem frontalnom i superiornom parijentalnom regionu, oblastima koje se povezuju sa održavanjem usredsređenosti na određene zadatke i sa specijalnom pažnjom. Rezultati nude biološku bazu u prilog koristi vežbanja za zdravlje mozga starijih odraslih. Iako je ova studija eksplicitno bila usmerena ka relativno dobro funkcionišućim starijim odraslima bez poznatih kliničkih sindroma, metaanaliza kognitivnih sposobnosti starijih odraslih pokazala je da su efekti učestalijeg vežbanja identični za kliničku i nekliničku populaciju.

Dalje istraživanje ove oblasti može nam pomoći da odredimo da li postoji potreba za više fizičkih aktivnosti u školskim kurikulumima. Danas se istraživanja sprovode u Konzorcijumu za igre i učenje u Danskoj, u Laboratoriji za učenje (videti Primer 7.3), u kojoj se proučava veza između tela, uma, kognicije i učenja, zagovarajući sveobuhvatan pristup koji objedinjuje fizičke aktivnosti u nastavničke discipline, a ne samo časove fizičkog vaspitanja.

Postoje dokazi da fizička aktivnost vodi ka poboljšanju motorne koordinacije i kontrole (npr. ravnoteže, sveukupne motorne koordinacije, specifičnih motornih veština i svesti o telu) sa implikacijama za tretman problema u učenju i poremećaja pažnje (Rudel, 1985; Nicolson, Fawcett and Dean, 1995; Roth and Winter, 1994). Nekoliko studija je takođe potvrdilo vezu između različitih motornih aspekata i razvoja jezika (Ruoho, 1990; Rintala et al., 1998; Moser, 2001). Mozerova tvrdi da se ovi stavovi u prilog pozitivnih efekata vežbanja na kogniciju mogu razumeti kao doprinos proširenju tvrdnji o potrebi za boljim razumevanjem telesne i fizičke aktivnosti u svim vrstama obrazovnih programa, aktivnostima tokom slobodnog vremena i svakodnevnom životu uopšte (Moser, 2004). U školi, ovo je obično svedeno na časove fizičkog obrazovanja koji nisu dovoljno integrisani u druge delove kurikuluma.

Razumevanje osnovnih mehanizama uticaja vežbanja na funkcionisanje mozga može doprineti razumevanju kognitivnog zdravlja ljudi, uključujući pitanje o tome kako se u obrazovnim programima mogu iskoristiti programi vežbanja za poboljšanje učenja. U međuvremenu, čak i kvalitetna ventilacija može doneti poboljšanja: otvaranje prozora, s vremena na vreme, i pravilnije pauze za istezanje i svež vazduh doprinose postignućima učenika.

Proučavanje mozga, na osnovu kognitivne psihologije i istraživanja razvoja dece, u mogućnosti je da identifikuje njegove ključne regione čija aktivnost je u vezi sa sposobnostima i razvojem samokontrole⁷. Samoregulacija je još jedna od važnih veština emocija i ponašanja koje su potrebne deci u društvenom okruženju. Sposobnost kontrole impulsa kako bi se odložilo zadovoljenje takođe je važan deo emocionalne regulacije. Samoregulacija emocija u društvenom kontekstu obrazovnog okruženja značajan je prvi korak u razvoju detinje odgovornosti i stvaranju uspešnih odraslih ljudi⁸.

Sve veći korpus istraživanja govori u prilog tome da je emocionalna regulacija – verovatno – ključna komponenta emocionalne kompetencije koja je nužna za efikasne interakcije sa drugim ljudima u stresnim situacijama. Pitanje kako deca uče da se izbore sa stresnim, negativnim interakcijama obuhvata ne samo odlaganje osećaja nelagode i besa, već i njihove reakcije

⁷ Na primer, klasični eksperiment za merenje kognitivne kontrole je "Stupov zadatak" u kojem se ispitanicima pokazuju nazivi boja, koji su odštampani bojom koju imenuju (npr. reč „crveno“ crvenom bojom) ili različitom bojom (npr. reč „crveno“ odštampana plavom bojom). Ispitanici su zamoljeni da naglas kažu boju štampe, što je mnogo teže ako reč imenuje različitu boju, neko kada imenuje istu. Izvođenje ovog testa, čini se, aktivira veoma specifičnu oblast mozga koja se naziva prednja cingulatna oblast i koja se nalazi u frontalnoj srednjoj liniji odmah iza orbito-frontalnog korteksa. Prednja cingulatna oblast ima važnu ulogu u neuronskim mrežama koje su zadužene za uočavanje grešaka i za regulisanje ne samo kognitivnih procesa (kakav je ovaj test), već i emocija, kako bi se postigla intencionalna i voljna kontrola ponašanja (videti OECD, 2002a).

⁸ Studije neuroodslikavanja pokazuju da najmanje dve trećine istih moždanih oblasti biva aktivirano tokom vizuelnog zamišljanja i vizuelne percepcije. Mentalne predstave objekata i događaja aktiviraju uglavnom iste procese koji se javljaju pri sličnom iskustvu percepcije. Vizuelne predstave neprijatnih stimulansa (npr. spaljena tela ili lice pretučene osobe) izazivaju promene u provodljivosti kože i promene u radu srca. Dakle, mentalne reprezentacije deluju na telo. Zamišljanje neprijatnih stimulansa aktivira neke moždane oblasti čak i više nego prirodni stimulansi (npr., slika lampe ili stolice). Među aktiviranim oblastima je anteriorna insula, koja je uključena u registrovanje stanja autonomne aktivnosti tela. Ovi rezultati ukazuju na zaključak da ljudi mogu promeniti emotivno stanje formiranjem određenih mentalnih slika. Neki istraživači tvrdili su da takve procedure mogu da utiču na niz telesnih funkcija, uključujući endokrini i imunološki sistem. Ovaj pravac istraživanja neuroodslikavanja može se dalje razvijati ka testiranju tehnika zamišljanja u cilju prevazilaženja anksioznosti, stvaranja pozitivnog okruženja za učenje i podsticanja učenja, što bi dalo uvid u praktičnu primenljivost u obrazovnom okruženju.

na negativne emocije drugih. Ovo pitanje je značajno za razvoj i održavanje društvenih veza (Eisenberg and Fabes, 1992). Do danas se najveći broj istraživanja razvoja emocionalne samoregulacije bavio odojčadima i decom nižih uzrasta, primarno zbog dramatičnog kognitivnog sazrevanja koje se odvija u ovoj dobi (Calkins, 2004). U ranom detinjstvu, učenje o društvenim interakcijama izvan kruga porodice i vršnjaka, posebno je značajno. Društvena kompetencija važna je za decu i ona služi za predviđanje društvenih i akademskih postignuća, poput spremnosti za školu (Carlton and Winsler, 1999). U studiji koja se bavila društvenim kompetencijama dece predškolskog uzrasta, pokazalo se da emocionalna regulacija ima ogroman značaj za stvaranje i održavanje pozitivnih odnosa sa vršnjacima (Denham and Burton, 2003).

Majkl Posner (OECD, 2002b) govori o konceptu „kontrola bez napora“ koji čini sposobnost dece da samoregulišu sopstveno ponašanje i u školi i kod kuće⁹. Kontrola bez napora može se proceniti sintezom odgovora koje roditelji daju o koncentraciji dece na aktivnosti (fokusirana pažnja), sprovođenju ograničenja (inhibitorna kontrola) i uživanju u stimulaciji niskog intenziteta (zadovoljstvo niskog intenziteta) i njihovoj svesnosti o suptilnim promenama u okruženju.

Emocije i psihologija veoma su čvrsto povezani, kao zapravo i svi drugi različiti elementi koji čine um i telo. Zbog toga, trebalo bi da je moguće osmisliti učenje koje uzima u obzir emocije, koje bi se fokusiralo na psihološke faktore, mada se, imajući na umu složenost veza, ne može očekivati da je reč o jednostavnoj uzročno-posledičnoj vezi. Na primer, uvežbavanje rada srca tako da postane ravnomeran može fizički i psihološki doprineti emocionalnoj regulaciji¹⁰.

Uz razumevanje neurofunkcionalnih procesa i mehanizama mogu se kre-

⁹Jedna longitudinalna studija može ilustrovati veze između odloženog zadovoljstva i obrazovanja. Četvorogodišnjoj deci dat je zadatak da se suzdrže i da ne pojedu kolačić koji se nalazio ispred njih dok su sami u (inače praznoj) prostoriji, kako bi dobili dva kolačića kasnije, kada se istraživač vrati. Uočeno je da je odlaganje tokom kojeg su deca uspeła da se odupru impulsu da pojedu prvi kolačić veoma povezano sa njihovim akademskim uspesima merenim sposobnošću da se izbore sa frustracijama, stresom, istrajavanju pri zadacima i sa njihovom koncentracijom (OECD, 2002a).

¹⁰ U pilot programu emotivne pismenosti u Sauthemptonu, u Engleskoj, ovi principi korišćeni su za regulaciju rada srca učenjem ritmičkog disanja, koje je deo niza intervencija osmišljenih u cilju stabilizacije psihološkog stanja kako bi se ostvarilo koherentno emotivno stanje (OECD, 2003b). Drugi programi namenjeni su eksplicitno problemima nasilja koje danas eskalira u školama. Na primer, Rozenberg (Rosenberg, 1999) je razvio procese nenasilnog komuniciranja. Rozenbergovi metodi u principu rade na osvešćivanju pojedinaca o njihovim osnovnim potrebama i pomažu im da ih artikulišu poboljšanjem komunikacije, čiji nedostatak se smatra osnovnim uzrokom nasilnog ponašanja. U Kini milioni tinejdžera pate od različitih poremećaja učenja i ponašanja koji su navodno povezani sa nedostacima u emotivnom razvoju. U toj zemlji vlada pokušava da poboljša emocionalne kompetencije kako bi unapredila balansiranost i kvalitet života i kultivala pozitivne društvene interakcije (OECD, 2002c)

irati obrazovni programi koji bi pospešili razvoj emocionalne inteligencije i tako poboljšali sposobnost učenja mozga. Saznanja o sazrevanju mozga i o emocijama doprineće stvaranju strategija za emocionalnu regulaciju adekvatnih starosnoj dobi. Roditelji mogu stvarati podsticajno i stabilno emocionalno okruženje tako što će pomoći deci da razumeju i izraze svoje emocije. Drugi razlog za dalja istraživanja moždanih procesa putem kojih deca regulišu svoje emocije leži u doprinosu za uočavanje emocionalnih poremećaja i omogućavanju predikcije i prevencije.

Primer 3.4. **Muzika**

Za sviranje su potrebne motorne veštine i koordinacija između auditivne informacije i motorne kontrole. Takođe, potrebno je da mozak interpretira somatosenzorni dodir. Kod većine muzičara bolje je razvijena sposobnost korišćenja obe ruke nego kod drugih ljudi. Može se očekivati da ova povećana koordinacija između motornih regiona dveju hemisfera automatski ima neke posledice. Zaista, anteriorni korpus kalozum, koji sadrži snop vlakana koji povezuju dve motorne oblasti jeste veći kod muzičara, nego kod onih koji se ne bave muzikom (Weinberger, 2004).

Muzika takođe utiče na neke od sposobnosti mozga da uči, povećava auditivni i motorni korteks. Jedan od načina na koji mozak skladišti naučeni značaj nekog stimulansa jeste tako što posvećuje više moždanih ćelija obradi tog stimulansa. Studije o muzičarima pokazuju da oni poseduju dodatne specijalizacije, posebno visoko razvijene određene moždane strukture, ali još nije jasno kako se ova sposobnost može preneti na učenje drugih veština. Učenje preoblikuje mozak, povećavajući i reakcije pojedinačnih ćelija i broj ćelija, koje snažno reaguju na zvuke koji su pojedincu važni (Weinberger, 2004). Nemačko istraživanje u kojem je korišćena magnetna encefalografija (MEG) pokazala je da se kod muzičara aktivira veći deo auditivnog korteksa ako čuju zvuk klavira, nego kod onih koji se ne bave muzikom, kao i da što su ranije ljudi počeli da se bave muzikom, to se veća oblast aktivira (Pantev et al., 1998). Istraživanja su takođe pokazala da oblasti motornog korteksa koje odgovaraju posebno prstima leve ruke daju snažnije električne odgovore kod violinista (Pantev, 2003). Kod muzičara su uvećane auditivne i motorne strukture, što ukazuje da duži periodi obuke mogu promeni strukture koje su u osnovi nervnog sistema (Schlaug, 2003).

Proučavanje muzike može ponuditi korisne informacije o radu mozga. Istraživanja razotkrivaju kako mozak ima distinktivne mreže za percepciju,

procesuiranje i sviranje muzike. Sviranje, slušanje i stvaranje muzike uključuje praktično sve kognitivne funkcije. Pošto smo već ukazali na efekte pozitivnih emocija na učenje, dodajmo da i muzika stvara pozitivne efekte koji mogu pospešiti učenje. Ovo je još jedna tema za dalja istraživanja, uključujući mogućnosti da se saznanja o učenju muzike prenesu na druge oblasti.

Motivacija

„Mnoga zadovoljstva se mogu pronaći u beskorisnom znanju.“

Bertrand Rassel

Motivacija je ključna za uspešno učenje i u tesnoj je vezi sa razumevanjem i emocijama. Motivacija se može opisati kao ukupna snaga emocionalnih komponenti, koja odslikava meru do koje je organizam spreman da fizički i mentalno deluje na fokusiran način. Shodno tome, motivacija je duboko povezana sa emocijama pošto one predstavljaju način na koji mozak evaluira da li na pojave treba reagovati – da li se u njih treba uključiti, ako su prijatne, ili ih izbeći, ako su neprijatne. Iz tog razloga, moguće je formulisati hipotezu da emocionalni sistem stvara motivaciju.

Može se napraviti osnovna razlika između *spoljašnje motivacije* (povezane sa spoljašnjim faktorima) i *unutrašnje motivacije* (povezane sa unutrašnjim faktorima). Dok se spoljašnja motivacija javlja usled spoljašnjih uticaja na ponašanje – na primer, putem nagrade ili kazne, objektivne ili simbolične (McGraw, 1978) – unutrašnja motivacija odslikava želju da se ostvare unutrašnje potrebe i želje. Tradicionalni obrazovni sistemi fokusiraju se na spoljašnju motivaciju, putem kazne i nagrade; dosadašnja neuronaučna istraživanja usredsređuju se takođe na spoljašnju motivaciju u kontekstu učenja, jer se još ne razumeju dovoljno mehanizmi unutrašnjih pobuda i teško ih je istraživati tehnikama neuroodslikavanja. Međutim, pošto najveći deo učenja zavisi više od unutrašnjih nego od spoljašnjih faktora, neuronauka će morati da se pozabavi i unutrašnjim sistemima motivacije.

Primer 3.5. Igra

Igra može doneti promenu kada je reč o motivaciji, bilo da je reč o pripovedanju ili o nečemu što zaokuplja maštu u nastavnom okruženju. Istraživačima je pošlo za rukom da uspešno motivišu decu da urade standardizovane testove koji se sastoje iz višestrukih pokušaja koji se inače smatraju veoma dosadnim za ispitanike, tako što su ih pretvorili u igre. Deca bolje reaguju i bolje ih motivišu tradicionalni rekviziti za igru, poput lutaka. Nastavnici mogu da transformišu uobičajene barijere za učenje – opoziciono ponašanje, negativna raspoloženja, defanzivne stavove – korišćenjem takvih igara koje stvaraju pozitivno okruženje za učenje.

Istraživanja u kojima je korišćena bliska infracrvena optička topografija pokazala su značajno povećanje krvnog volumena u korteksu tokom lutkarske predstave, u odnosu na izvođenje slične aktivnosti na rutinski način (Peyton et al., 2005). U istraživanju koje su sprovedeli Nusbaum i saradnici (Nussbaum et al., 1999) kod 300 dece koja su koristila niz igara zasnovanih na igrici *Gejmboj* pojavila se visoka motivaciju, kako kod učenika koja su već poznavala tehnologiju igrice, tako i kod onih koji je nisu koristili izvan škole. Mekfarlen, Sperouhouk i Hild (McFarlane, Sparrowhawk and Heald, 2002), koji su proučavali stavove nastavnika o ograničenjima i mogućnostima video igrice, došli su do zaključka da nastavnici imaju pozitivne stavove prema avanturističkim igricama i simulacijama, a većina nastavnika je priznala da igrice doprinose razvoju različitih strategija koje su izuzetno važne za učenje (Gros, 2003).

Medijska laboratorija Masačusetskog instituta za tehnologiju (MIT) razvila je Sema (Sam), otelotvorenje konverzacijskog lika koji je dizajniran tako da pomogne deci u razvoju jezika. Sem omogućava deci da se upuste u prirodnu igru pripovedanja sa pravim objektima, u saradnji sa virtuelnim saigračem koji takođe ima pristup ovim objektima. Ovaj program pospešuje slušanje priča putem kompjuterskog interfejsa i omogućuje deci da pripovedaju priče koje su maštovitije i imaju složenije narative od onih koje bi nastajale da se deca igraju sama (Cassel et al., 2002).

Dakle, igrice ne samo da motivišu, već mogu pomoći učenicima da razviju maštu i aktivan pristup koji utiče na veštine, sposobnosti i strategije. Međutim, mnoge škole su skratile ili prestale da praktikuju školske odmore, a sve veći naglasak na testiranju ostavlja manje vremena za rekreativne, zabavne aktivnosti. Roditelji takođe dele odgovornost ukoliko angažuju decu u akademске aktivnosti koje treba da pospeše uspeh u školi ako one ne ostavljaju deci dovoljno vremena za igru. U vremenu kada učionice ispunjavaju striktno akademsku misiju, igra u učionici je u opasnosti da postane pre izuzetak nego pravilo.

Kada su se igrali u detinjstvu, većina ljudi je iskusila unutrašnju motivaciju koja je u osnovi uspešnog učenja. Mnogi će zadržati sposobnost da ostvare ono što Čikscentmihalji (Csikszentmihalyi, 1990) naziva „bujica“ (flow)¹¹ – stanje kada smo zaista zaokupljeni nekom aktivnošću koja nam pruža istinsko zadovoljstvo, a ne spoljašnju nagradu. Od mnogih okidača koji motivišu ljude da uče, uključujući želju za odobravanjem i priznanjem, jedan od najmoćnijih (ako ne i najmoćniji) jeste prosvetljenje koje proizlazi iz *razumevanja*. Mozak veoma dobro reaguje na ono što se događa, na primer, tokom „eureka“ momenta, kada mozak iznenada napravi veze i uoči obrasce između dostupnih informacija¹². To je najintenzivnije zadovoljstvo koje mozak može iskusiti, makar u kontekstu učenja, tako da se može opisati kao „intelektualni orgazam“ (B. della Chiesa). Posle ovog iskustva, želimo ga opet. Primarni cilj ranog obrazovanja trebalo bi da bude obezbeđivanje ovog „iskustva“ što je ranije moguće, kako bi deca postala svesna zadovoljstva koje može da proistekne iz učenja.

Primer 3.6. Video-igrice

Iznenadujuće malo se zna o argumentima u prilog video- igrice i o njihovim efektima na dečje zdravlje, kogniciju, društvenost i ponašanje. Istraživanja još ne idu u korak sa brzom evolucijom tehnologija.

U Ulmu, u Nemačkoj, u Transfernom centru za neuronauku i učenje (Primer 7.7), istraživači su počeli da prate uticaj korišćenja medija na psihološko i fizičko stanje dece. Slične studije sa Univerziteta u Ročesteru (Rochester) pokazale su da mladi koji provedu mnogo vremena igrajući brze video-igrice imaju bolje vizuelne veštine od svojih vršnjaka i da znatno bolje prate kompleksna vizuelna okruženja. Oni takođe „bolje prate više objekata simultano i efikasnije obrađuju brze promene vizuelnih informacija“ (Green and Bavelier, 2003). Današnja generacija kompjuterskih igara stavlja naglasak na prostorni i dinamički imaginarijum i zahteva od igrača da simultano zadržava pažnju na različitim delovima ekrana, što poboljšava vizuelne veštine i veštine pažnje.

¹¹ Čikscentmihalji (Csikszentmihalyi, 1990) opisuje „bujicu“ kao mentalno stanje u kojem je osoba unutrašnje motivisana da uči, te takvo učenje karakterišu snažna fokusiranost, puno angažovanje i optimalno samoostvarenje.

¹² Tokom konferenciju u Kopenhagenu koju su organizovali CERI i danska Laboratorija za učenje u novembru 2004, Peter Gerendfors (Peter Gärendfors) sa Univerziteta u Lundu (Švedska) uočio je da „eureka“ iskustvo odgovara momentu razumevanja u smislu „prepoznavanja obrasca“. Ovo dodatno objašnjava analogija sa igrom za decu. U igri se niz naizgled slučajnih tačaka povezuju jedna po jedna. Prateći broj svake tačke počevši od broja jedan, dete uočava kako haotičan skup tačaka postaje slika prepoznatljivog objekta. Da kažemo na drugi način, „razumeti znači transformisati informaciju u znanje“ (B. della Chiesa).

Ne može se ignorisati da u najpopularnijim kompjuterskim igrama preovlađuje nasilje. Neke studije pokazuju da prekomerno emotivno nabijen imaginarijum može povećati antisocijalno ponašanje (Anderson, 2004). Emocionalne reakcije koje ove igrice iniciraju – opasnost, nasilje, osećaj izazova – sve imaju ulogu u veoma nabijenom emocionalnom prizivu, koji ove igrice nude. Da li su igrice bezopasne ili uče decu da budu agresivnija, ili još nešto gore u ekstremnim slučajevima? Protivnici igara ukazuju na nove studije koje ustanovljavaju direktnu vezu između nasilnih igara i agresivnog ponašanja, a neki istraživači tvrde da igranje video igrice, u mozgu, služi kao okidač istih nasilnih reakcija kao da je reč o stvarnoj agresiji. Na primer, u studiji urađenoj na Univerzitetu u Ahenu, u Nemačkoj, muškarci su igrali igru u kojoj su ubijali teroriste kako bi spasli taoce. Tokom igre, isključili su se delovi mozga zaduženi za emocije, amigdala i anteriorni cingularni korteks (Weber et al., 2006). Isti obrazac uočen je skeniranjem mozga ljudi tokom činova zamišljene agresije. Birbaumer (Birbaumer) sa Univerziteta u Tibingenu, u Nemačkoj, smatra da će nekome ko redovno igra nasilne video-igrice ove mreže u mozgu toliko ojačati da će, suočen sa sličnom stvarnom situacijom, biti skloniji agresiji (Motluk, 2005).

Iako su poruke iz dosadašnjih istraživanja neusaglašene po pitanju da li je igranje kompjuterskih igara korisno ili štetno za decu, igranje im barem pomaže da poboljšaju kompjutersku pismenost, što je ključna stvar u današnjem društvu. Potrebno je još istraživanja kako bi se procenio uticaj medija na dečji kognitivni i emocionalni razvoj. Moderna tehnologija može se koristiti za: simuliranje stvarnih iskustava korišćenjem virtuelnih, omogućavanje privatnih aktivnosti kako bi se izbegao emocionalni stres grešenja pred vršnjacima i za podsticanje motivacije. Bolje razumevanje ove oblasti bilo bi korisno za kreatora školskih politika i za ljude iz prakse – izvan prihvaćenog značaja za obrazovanje u ranom detinjstvu – i pomoglo bi uspostavljanju igre kao „prirodnog resursa za učenje“, koji može da izbegne mnoge sistemske probleme sa kojima se danas sreće obrazovanje.

Iako neuronauka donosi novine u razumevanju motivacionih procesa koji podstiču učenje, potreban je dodatni rad da bi se ova saznanja povezala sa obrazovnim okvirom. Većina se slaže da škole danas nisu uvek zabavne, i neki će se složiti sa tvrdnjom da deluju kao ograničenje i da zapravo mogu da budu demotivišuće. Da bismo se ovim bavili, potrebno je da razumemo način na koji se mozak motiviše u interakciji sa spoljašnjim i unutrašnjim uticajima. Izazov je u pronalaženju načina da se razume svrha učenju i da se poboljšaju

unutrašnji podsticaji. Ovo je oblast u kojoj usmereno neuronaučno istraživanje može značajno doprineti obrazovanju.

San i učenje

Funkcija sna uvek je fascinirala naučnike, ali je donekle ostala biološka misterija. Osnovna pitanja o snu i dalje nisu razjašnjena. Sa neuropsihološkog gledišta, san je specifično stanje pobuđenosti mozga¹³. Nisu nam potrebna proučavanja mozga da znamo da je san potreban kako bi ljudi bili spremni i budni: očito su funkcije sna fundamentalne za život¹⁴. Istraživači jednoglasno smatraju da, dok se mnoge telesne funkcije mogu povratiti tokom budnog stanja, samo san može povratiti funkcije korteksa (Horne, 2000). Kvalitet sna usko je povezan sa dobrim stanjem organizma, dok loš san može negativno uticati na raspoloženje (Poelstra, 1984) i ponašanje (Dahl and Puig-Anitch, 1990). Latentni poremećaji sna neki put dovode do psiholoških simptoma (Reite, 1998). Kod odraslih se pospanost tokom dana povezuje sa poteškoćama u radu i društvenom životu, povećanim poteškoćama i povećanjem rizika, na primer, saobraćajnih nezgoda (Ohayon et al., 1997).

Istraživanja, od ponašanja do molekularnog nivoa, ukazuju na to da san doprinosi formiranju memorije kod ljudi i drugih sisara (Maquet, 2001). San je isprva povezan sa učenjem i neuralnom plastičnošću tokom istraživanja na životinjama, kod kojih je uočena velika korelacija između REM sna i izvođenja zadataka sa učenjem (Smith, 1996)¹⁵. Nedavna istraživanja na ljudima, nude dokaze da postoji veza između niskofrekventnog spavanja i sa njim povezanih sporih EEG oscilacija i konsolidacije pamćenja i neuralne plastičnosti na kojoj je konsolidacija bazirana (Hurber et al., 2004; Marshal et al., 2006). Pristupi bazirani na ljudskom funkcionalnom neuroodslikavanju (snimanje aktivnosti većih neuralnih mreža) i na genetskoj i farmakološkoj promeni mozga složni su u zaključku da nivoi sna (niskofrekventno spavanje i REM san) funkcionišu zajedno i orkestrirano kako bi se ponovo obradili nedavno nastali tragovi u memoriji i kako bi se ona konsolidovala (Stickgold, 2003). Dok se čini da REM

¹³ Tek 1953. godine Nataniel Kleitman (Nathaniel Kleitman) odbacio je do tada uvreženo mišljenje da je san samo prestanak svih moždanih aktivnosti (Siegel, 2003).

¹⁴ Nadoknada spavanja (*sleep rebound*) javlja se posle gubitka sna, a hronično odsustvo sna (tokom dve ili tri nedelje) na kraju, kod pacova, dovodi do smrti (Miyamoto and Hensch, 2003).

¹⁵ REM san je faza u kojoj se sanja, tokom koje mozak pokazuje obrasce aktivnosti slične onima kada smo budni. Do danas, nema konačnih odgovora o funkciji REM sna. Istraživanja je veza između REM sna i proceduralnog učenja i neki naučnici tvrde da ona postoji, međutim nije ustanovljena čvrsta veza između dela sna provedenog u REM fazi i sposobnosti učenja (Nelson, 2004).

san posebno doprinosi konsolidaciji memorisanih veština, niskofrekventno spavanje posebno unapređuje konsolidaciju eksplicitnih deklarativnih uspomena koje zavise od hipokampusa. Brojne studije o odsustvu sna govore u prilog ideji da san doprinosi stabilizaciji usvojene memorije. Dokazi nastali iz eksperimenata nad ljudima i životinjama potvrđuju koncept „oflajn“ reprocusuiranja skoriš iskustava tokom sna koje uzrokuje konsolidaciju memorije (Ji and Wilson, 2007; Rasch et al., 2007), a analiza talamokortikalnog sistema pokazuje da je sam san, zauzvrat, plastičan proces na koji utiče iskustvo tokom budnog stanja (Miyamoto and Hensch, 2003). Jedna od hipoteza je da san ima ključnu ulogu u neuronskoj plastičnosti, odnosno u održavanju odgovarajućih veza između neurona tako što ojačava važne veze između sinapsi i eliminiše slučajne. Tvrdi se da se celokupna neuronska plastičnost korteksa odvija u snu, jer korteks tada „apdejtuje“ iskustva, posebno događaje od prethodnog dana (Kavanau, 1997).

Poremećaji sna kod dece povezani su sa mnoštvom somatskih poremećaja, neurološkim oboljenjima i poremećajima u emocijama i ponašanju, kakvi su hiperaktivnosti ili teškoće pri učenju (Ferber and Kryger, 1995). Poremećaji sna su najčešći i uobičajeni u detinjstvu: epidemiološke studije pokazuju da skoro jedna trećina dece pati od problema sa snom (Simonds and Parraga, 1984; Kahn et al., 1989; Blader et al., 1997; Rona, Gulliford and Chinn, 1998). Anketa među kliničkim pedijatrima pokazala je da je reč o petoj po važnosti brizi roditelja (posle bolesti, ishrane, problema u ponašanju i fizičkih abnormalnosti; Mindell et al., 1994).

Iako u svim starosnim dobima postoje uobičajeni poremećaji sna (Wiggs and Stores, 2001), neki obrasci tipični su za određeno doba, poput promena koje se dešavaju tokom adolescencije. Istraživanje bazirano na upitniku o navikama spavanja u kojoj je učestvovalo 25.000 ljudi, između 10 i 90 godina, pokazalo je da deca tipično rano ustaju, ali kako ulaze u adolescenciju počinju da spavaju do kasnije (videti Drugi deo, Članak B), a najduže spavaju oko dvadesete godine, kada ova linija počinje da opada (Abbott, 2005). U pubertetu se povećava pospanost tokom dana, bez obzira na to da li se menja ukupno trajanje sna, što ukazuje na to da potreba za snom ne nestaje tokom adolescencije (Carskadon et al., 1980).

U nekim radovima oprezno se sugerije da su manjak sna i problemi sa spavanjem u vezi sa lošim akademskim postignućima: što manje spavamo, lošiji su rezultati (Wolfson and Carskadon, 1998). Pošto mnoga deca pate od hroničnog nedostatka sna, javlja se veoma stvarna zabrinutost o mogućim štetnim efektima po mozak koji se razvija. Iako su eksperimentalne studije o nedostatku sna kod dece veoma retke iz etičkih razloga, one koje su sprovedene bavile su se kognitivnim posledicama nedostatka sna. Jedno od ranije ura-

đenih istraživanja pokazalo je da su efekti jedne noći bez sna kod dece uzrasta od 11 do 14 godina isti onima koji se javljaju kod odraslih (Carskadon, Harvey and Dement, 1981). Delimično ograničenje sna, pokazalo se, dovodi do oštećenja kognitivnih funkcija. Rutinske aktivnosti, sa druge strane, mogu se izvoditi i posle neprospavane noći (Randazzo et al., 1998). Kraće trajanje sna vodi lošijem izvođenju zadataka kratkotrajne memorije (Steenari et al., 2003).

U prethodnim godinama sve veći broj studija ukazivao je na veze između poremećaja sna kod dece i različitih psiholoških simptoma, uključujući depresiju i probleme u ponašanju (Morrison, McGee and Stanton, 1992; Chervin et al., 1997; Dagan et al., 1997; Corkum, Tannock and Modlofsky, 1998; Dahl, 1998; Marcotte et al., 1998; Aronen et al., 2000; Smedje, Broman and Hetta, 2001). Poremećaj pažnje (Attention Deficit Hyperactivity Disorder – ADHD) neuropsihološki je poremećaj pri kojem se često pojavljuju problemi sa snom. Nekoliko studija zabeležilo je veći problem sa snom među decom sa ADHD-om (Chervin et al., 1997; Marcotte et al., 1998; Stein, 1998; Owens et al., 2000a). Deca sa ADHD-om, u poređenju sa kontrolnom grupom dece, imaju veći otpor da odu u krevet, probleme da zaspu, nervozu pred san, pospanost tokom dana i parasomnije i kraće trajanje sna, o čemu izveštavaju roditelji (Owens et al., 2000b). Uočeno je da su neki faktori okruženja takođe povezani sa problemima sna. Na primer, dugotrajno gledanje televizije, posebno pred spavanje, ima negativne efekte na san (Owens et al., 2000a). Štaviše, otpor da se ide na spavanje (Blader et al., 1997; Smedje, Broman and Hetta, 1998), kao i spavanje sa roditeljima dovodi se u vezu sa problemima zaspivanja (Lozoff, Wolf and Davis, 1984; Madansky and Edelbrock, 1990; Latz, Wolf and Lozoff, 1999).

Primer 3.7. Nivo zvuka

Uho ima ključnu ulogu u učionici: informacije neprestano prolaze ovim kanalom. Visok nivo buke utiče na uspeh dece u školi. U istraživanju londonskog Sautbenk univerziteta meren je nivo buke tokom nastave u 142 osnovne škole u Londonu i ovi rezultati upoređeni su sa objavljenim rezultatima standardnog nacionalnog ispita koji polažu učenici između sedam i jedanest godina. Rezultati su pokazali da što je bučnije okruženje, rezultati su lošiji, čak i kada su kontrolisani drugi mogući faktori lošeg uspeha, poput socioekonomskih (Shield and Dockrell, 2004).

Prema Smernicama za buku u zajednici Svetske zdravstvene organizacije, buka u okolini škola utiče na razgovor, smanjuje razumevanje i prenošenje poruka i stvara nervozu. Smernice za nivo buke u učionici nalažu

da, kako bi se čule i razumele poruke u učionici, pozadinski nivo buke ne bi trebalo da prelazi 35 dB tokom nastave. Za decu sa oštećenim sluhom potreban je i niži nivo, a za dečja igrališta na otvorenom nivo buke iz spoljnih izvora ne bi trebalo da premašuje 55dB, što je jednako vrednosti za naseljena mesta tokom dana.

Svaka diskusija o nedostatku ili kraćem snu pokreće pitanje „koliko je dovoljno“? Pošto su individualne razlike u potrebama za snom velike, nije moguće dati jednostavne smernice koje bi svima odgovarale¹⁶. Rani početak škole povezuje se sa povećanim nedostatkom sna i pospanošću tokom dana, ali i slabijim školskim rezultatima (Carskadon et al., 1998). Deca se mnogo više žale da su umorna tokom dana, i na poteškoće da zadrže pažnju i koncentraciju, u poređenju sa onom decom koja u školu odlaze kasnije (Epstein, Chillag and Lavie, 1998). Ostaje za diskusiju pitanje da li škola počinje previše rano: potrebno je više istraživanja pre nego što se donesu zaključci o ovim efektima, zajedno sa eksperimentima koji će dovesti do boljeg razumevanja sna i učenja (poput konsolidacije memorije). Postoje dokazi da kratko spavanje posle učenja nekog zadatka unapređuje njegovo izvršenje tako da uobičajeni izraz „ostavi da prespava“ nije samo primer „neuromitske“ poslovice (videti Šesto poglavlje). Robert Stickgold (Stickgold, 2003) sproveo je istraživanje nad grupom studenata Univerziteta u Harvardu i pokazao je da složene zadatke za koje je potrebna velika pažnja i koncentracija bolje izvode ispitanici koji su posle prvog izvođenja spavali 30 do 60 minuta.

Pošto se nedostatak sna, čini se, najčešće pojavljuje među decom, potrebna su dodatna istraživanja problema sa snom i više eksperimentalnih studija koje bi pomogle da se potvrdi veza sa psihološkim simptomima i smanjenim kognitivnim učinkom. Logitudinalne studije bi mogle da pokažu evoluciju potrebe za snom u različitim fazama života i ukažu koliko sna je potrebno u kojoj fazi kako bi mozak ostao spreman za učenje i kako bi se očuvalo dobro emocionalno stanje. Dalja istraživanja mehanizama i evolucije sna bila bi korisna kada bi se fokusirala na ono što se popravljalo u mozgu tokom sna, na procese učenja koji od toga imaju najviše koristi i uopšte na pitanje koliko sna je potrebno. Učinkovitost školskih lekcija, obuke na poslu ili konferencijama bi se povećala ako bi raspored i planiranje bili zasnovani na naučnim saznanjima o snu. Nastavnici bi mogli, na primer, da rasporede nastavu za adolescente

¹⁶ Postojeći dokazi pokazuju da „pomoć“ za produženje sna putem dugotrajne upotrebe pilula za spavanje ne donosi zdravstvenu korist i može zapravo skratiti životni vek (Siegal, 2003; videti i Sedmo poglavlje).

kasnije tokom dana i da posavetuju učenike da obnove gradivo posle prospavane noći. Roditelji mogu imati važnu ulogu u razvoju detetovog mozga tako što će osigurati dovoljno sna i pred spavanje izbegavati aktivnosti koje raspomamljuju mozak, kakve su kompjuterske igrice.

Zaključci

Saznanja nastala istraživanjem mozga pokazuju da je nega značajna za proces učenja i počinju da nude naznake adekvatnih okruženja za učenje. Mnogi od faktora okruženja koji poboljšavaju funkcionisanje mozga zapravo su svakodnevne stvari – kvalitet društvenog okruženja i interakcija, ishrana, fizička aktivnosti i san – one mogu delovati previše očigledno, ali, u stvari, se lako zaboravlja na značaj ovih faktora koji utiču na obrazovanje. Potreban je holistički pristup koji prihvata blisku povezanost fizičke i intelektualne dobrobiti i prožetost emocionalnog i kognitivnog.

Gomilaju se dokazi da naše emocije preoblikuju nervno tkivo. U situacijama prekomernog stresa ili intenzivnog straha, društveno prosuđivanje i kognitivne sposobnosti slabe usled kompromisa sa neuronskim procesima emocionalne regulacije. Određeni stres je značajan za suočavanje sa izazovima, ali preko tog nivoa on ima suprotne efekte. Što se tiče pozitivnih emocija, jedan od najmoćnijih okidača koji motiviše ljude da uče jeste prosvećenje koje dolazi sa razumevanjem novih pojmova – mozak na ovo veoma dobro reaguje. Primarni cilj ranog obrazovanja trebalo bi da bude obezbeđivanje ovog iskustva „prosvećenja“ što je ranije moguće i da pokaže deci kako učenje može biti prijatno. Upravljanje emocijama je ključ za uspešne učenike. Samoregulacije je jedna od najvažnijih veština koja je deci i starijim ljudima potrebna u društvenom okruženju.

Literatura

Abbott, A. (2005), "Physiology: An End to Adolescence", *Nature*, Vol. 433, No. 7021, pp. 27.

Anderson, C. (2004), "Violence in the Media: Its Effects on Children", An edited transcript of a seminar presented in Melbourne, Australia, Young Media Australia, Glenelg, South Australia and the Victorian Parenting Centre, Melbourne, Victoria, 11 September.

Aronen, E.T., E.J. Paavonen, M. Fjällberg, M. Soininen and J. Törrönen (2000), "Sleep and Psychiatric Symptoms in School-age Children", *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 39, pp. 502-508.

Blader, J.C., H.S. Koplewicz, H. Abikoff and C. Foley (1997), "Sleep Problems of Elementary School Children: A Community Survey", *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, Vol. 151, pp. 473-480.

Blakemore, S.J., J. Winston and U. Frith (2004), "Social Neuroscience: Where Are We Heading?", *TRENDS in Cognitive Sciences*, Vol. 8, No. 5, pp. 216-222.

Calkins, S.D. (2004), "Temperament and Emotional Regulation: Multiple Models of Early Development", in Mario Beauregard (ed.), *Consciousness, Emotional Self-Regulation and the Brain. Advances in Consciousness Research 54*, John Benjamins Publishing Company, Amsterdam, pp. 35-39.

Carlton, M.P. and A. Winsler (1999), "School Readiness: The Need for a Paradigm Shift", *School Psychology Review*, Vol. 28, No. 3, pp. 338-352.

Carskadon, M.A. and C. Acebo (2002), "Regulation of Sleepiness in Adolescence: Update, Insights, and Speculation", *Sleep*, Vol. 25, pp. 606-614.

Carskadon, M.A., K. Harvey and W.C. Dement (1981), "Sleep Loss in Young Adolescents", *Sleep*, Vol. 4, pp. 299-312.

Carskadon, M.A., K. Harvey, P. Duke, T.F. Anders, I.F. Litt and W.C. Dement (1980), "Pubertal Changes in Daytime Sleepiness", *Sleep*, Vol. 2, pp. 453-460.

Carskadon, M.A., A.R. Wolfson, C. Acebo, O. Tzischinsky and R. Seifer (1998), "Adolescent Sleep Patterns, Circadian Timing, and Sleepiness at a Transition to Early School Days", *Sleep*, Vol. 21, pp. 871-881.

Cassell, J., M. Ananny, A. Basu, T. Bickmore, P. Chong, D. Mellis, K. Ryokai, J. Smith, H. Vilhjálmsón and H. Yan (2000), "Shared Reality: Physical Collaboration with a Virtual Peer?", in Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), Amsterdam, 4-9 April, pp. 259-260.

Chervin, R.D., J.E. Dillon, C. Bassetti, D.A. Ganoczy and K.J. Pituch (1997), "Symptoms of Sleep Disorders, Inattention, and Hyperactivity in Children", *Sleep*, Vol. 20, pp. 1185-1192.

Colcombe, S.J., K.I. Erickson, N. Raz, A.G. Webb, N.J. Cohen, E. McAuley and A.F. Kramer (2003), "Aerobic Fitness Reduces Brain Tissue Loss in Aging Humans", *Journal of Gerontology*, Vol. 58A, No. 2, pp. 176-180.

Colcombe, S.J. and A.F. Kramer (2004), "Fitness Effects on the Cognitive Function

of Older Adults: A Meta-analytic Study”, *Psychological Science*, Vol. 14, No. 2, pp. 125-130.

Colcombe, S.J., A.F. Kramer, K.I. Erickson, P. Scalf, E. McAuley, N.J. Cohen, A.G. Webb, G.J. Jerome, D.X. Marquez and S. Elavsky (2004), “Cardiovascular Fitness, Cortical Plasticity, and Aging”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 101, No. 9, pp. 3316-3321.

Cole, P.M., S.E. Martin and T.A. Dennis (2004), “Emotion Regulation as a Scientific Construct: Methodological Challenges and Directions for Child Development Research”, *Child Development*, Vol. 75, No. 2, pp. 317-333.

Corkum, P., R. Tannock and H. Moldofsky (1998), “Sleep Disturbances in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder”, *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 37, pp. 637-646.

Csikszentmihalyi, M. (1990), *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, Harper and Row, New York.

Dagan, Y., S. Zeevi-Luria, Y. Sever, D. Hallis, I. Yovel, A. Sadeh and E. Dolev (1997), “Sleep Quality in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: An Actigraphic Study”, *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, Vol. 51, pp. 383-386.

Dahl, R.E. (1998), “The Development and Disorders of Sleep”, *Advances in Pediatrics*, Vol. 45, pp. 73-90.

Dahl, R.E. and J. Puig-Antich (1990), “Sleep Disturbances in Child and Adolescent Psychiatric Disorders”, *Pediatrician*, Vol. 17, pp. 32-37.

Damasio, A.R. (1994), *Descartes’ Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, G.P. Putnam, New York.

Denham, S.A. and R. Burton (2003), *Social and Emotional Prevention and Intervention Programming for Preschoolers*, Kluwer-Plenum, New York.

Eippert, F., R. Veit, N. Weiskopf, M. Erb, N. Birbaumer and S. Anders (2006), “Regulation of Emotional Responses Elicited by Threat-related Stimuli”, *Hum Brain Mapp*, 28 November.

Eisenberg, N. and R.A. Fabes (eds.) (1992), *Emotion and Its Regulation in Early Development: New Directions for Child and Adolescent Development*, Jossey-Bass/Pfeiffer, San Francisco, CA.

Epstein, R., N. Chillag and P. Lavie (1998), “Starting Times of School: Effects on Daytime Functioning of Fifth-grade Children in Israel”, *Sleep*, Vol. 21, pp. 250-256.

Fadiga, L., L. Fogassi, G. Pavesi and G. Rizzolatti (1995), “Motor Facilitation during Action Observation: A Magnetic Stimulation Study”, *Journal of Neurophysiology*, Vol. 73, No. 6, pp. 2608-2611.

Ferber, R. and M. Kryger (eds.) (1995), *Principles and Practice of Sleep Medicine in the Child*, W.B. Saunders Company, Philadelphia.

Fries, A.B., T.E. Ziegler, J.R. Kurian, S. Jacoris and S.D. Pollak (2005), “Early Experience in Humans is Associated with Changes in Neuropeptides Critical for Regulating Social Behaviour”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 102, No. 47, pp. 17237-17240.

Gesch, C.B., S.M. Hammond, S.E. Hampson, A. Eves and M.J. Crowder (2002), "Influence of Supplementary Vitamins, Minerals and Essential Fatty Acids on the Antisocial Behaviour of Young Adult Prisoners: Randomised, Placebo-Controlled Trial", *British Journal of Psychiatry*, Vol. 181, No. 1, pp. 22-28.

Green, C. and D. Bavelier (2003), "Action Video Game Modifies Visual Selective Attention", *Nature*, Vol. 423, pp. 534-537.

Gros, B. (2003), "The Impact of Digital Games in Education", *First Monday* - Peer-reviewed Journal.

Gross, J.J. and O.P. John (2003), "Individual Differences in Two Emotion Regulation Processes: Implications for Affect, Relationships, and Well-being", *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 85, pp. 348-362.

Horne, J.A. (2000), "REM Sleep - By Default?", *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 24, No. 8, pp. 777-797.

Huber, R., M.F. Ghilardi, M. Massimini and G. Tononi (2004), "Local Sleep and Learning", *Nature*, Vol. 430, No. 6995, pp. 78-81.

Ji, D. and M.A. Wilson (2007), "Co-ordinated Memory Replay in the Visual Cortex and Hippocampus during Sleep", *Nature Neuroscience*, Vol. 10, No. 1, pp. 100-107.

Johnson, S. (2004), "Thinking Faster: Are the Brain's Emotional Circuits Hardwired for Speed?", *Discover*, Vol. 25, No. 5, May.

Kahn, A., C. Van de Merckt, E. Rebuffat, M.J. Mozin, M. Sottiaux, D. Blum and P. Hennart (1989), "Sleep Problems in Healthy Preadolescents", *Pediatrics*, Vol. 84, pp. 542-546.

Kavanau, J.L. (1997), "Memory, Sleep and the Evolution of Mechanisms of Synaptic Efficacy Maintenance", *Neuroscience*, Vol. 79, No. 1, pp. 7-44.

Latz, S., A.W. Wolf and B. Lozoff (1999), "Cosleeping in Context: Sleep Practices and Problems in Young Children in Japan and the United States", *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, Vol. 153, pp. 339-346.

LeDoux, J.E. (2000), "Emotion Circuits in the Brain", *Annual Review of Neuroscience*, Vol. 23, pp. 155-184. Lewis, M.D. and J. Stieben (2004), "Emotion Regulation in the Brain: Conceptual Issues and Directions for Developmental Research", *Child Development*, Vol. 75, No. 2, March, pp. 371-376.

Lozoff, B., A.W. Wolf and N.S. Davis (1984), "Cosleeping in Urban Families with Young Children in the United States", *Pediatrics*, Vol. 74, pp. 171-182.

Madansky, D. and C. Edelbrock (1990), "Cosleeping in a Community Sample of 2- and 3-year-old Children", *Pediatrics*, Vol. 86, pp. 197-203.

Maquet, P. (2001), "The Role of Sleep in Learning and Memory", *Science*, Vol. 294, No. 5544, pp. 1048-1052.

Marcotte, A.C., P.V. Thacher, M. Butters, J. Bortz, C. Acebo and M.A. Carskadon (1998), "Parental Report of Sleep Problems in Children with Attentional and Learning Disorders", *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, Vol. 19, pp. 178-186.

Marshall, L., H. Helgadottir, M. Molle and J. Born (2006), "Boosting Slow Oscillati-

ons during Sleep Potentiates Memory”, Vol. 444, No. 7119, pp. 610-613.

McEwen, B.S. and R.M. Sapolsky (1995), “Stress and Cognitive Function”, *Curr Opin Neurobiol*, Vol. 5, pp. 205-216.

McFarlane, A., A. Sparrowhawk and Y. Heald (2002), Report on the Educational Use of Games, TEEM, Cambridge, www.teem.org.uk/publications/teem_gamesined_full.pdf.

McGraw, K.O. (1978), “The Detrimental Effects of Reward on Performance: A Literature Review and a Prediction Model”, in M.R. Lepper and D. Greene (eds.), *The Hidden Costs of Reward: New Perspectives on the Psychology of Human Motivation*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, pp. 33-60.

Meyers, A.F., A.E. Sampson, M. Weitzman, M.L. Rogers and H. Kayne (1989), “School Breakfast Program and School Performance”, *American Journal of Diseases of Children*, Vol. 143, No. 10, pp. 1234-1239.

Mindell, J.A., M.L. Moline, S.M. Zendell, L.W. Brown and J.M. Fry (1994), “Pediatricians and Sleep Disorders: Training and Practice”, *Pediatrics*, Vol. 94, pp. 194-200.

Minnesota Department of Children, Families and Learning (1998), *School Breakfast Programs Energizing the Classroom*, Minnesota Department of Children, Families and Learning, Roseville, MN.

Miyamoto, H. and T.K. Hensch (2003), “Reciprocal Interaction of Sleep and Synaptic Plasticity”, *Molecular Interventions*, Vol. 3, No. 7, pp. 404-407.

Molteni, R., A. Wu, S. Vaynman, Z. Ying, R.J. Barnard and F. Gomez-Pinilla (2004), “Exercise Reverses the Harmful Effects of Consumption of a High-fat Diet on Synaptic and Behavioral Plasticity Associated to the Action of Brain-derived Neurotrophic Factor”, *Neuroscience*, Vol. 123, No. 2, pp. 429-440.

Morrison, D.N., R. McGee and W.R. Stanton (1992), “Sleep Problems in Adolescence”, *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 31, pp. 94-99.

Moser, T. (2001), “Sprechen ist Silber, Bewegen ist Gold? Zum Zusammenhang zwischen Sprache und Bewegung aus psychomotorischer und handlungstheoretischer Sicht”, in J.R.Nitsch and H. Allmer (eds.), *Denken - Sprechen - Bewegen*. Bericht über die 32. Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie vom 1.3. Juni 2000 in Köln, Köln, pp. 168-174.

Moser, T. (2004), “The Significance of Physical Activity for the Psychosocial Domain: A Crash between Myths and Empirical Reality?”, in P. Jørgensen and N. Vogensen (eds.), *What's Going on in the Gym? Learning, Teaching and Research in Physical Education*, University of Southern Denmark, Odense, pp. 50-71.

Motluk, A. (2005), “Do Games Prime Brain (Sic) for Violence?”, *New Scientist*, Vol. 186, No. 2505, 25 June, p. 10.

Mourão-Miranda, J., E. Volchan, J. Moll, R. de Oliveira-Souza, L. Oliveira, I. Bramati, R. Gattass and L. Pessoa (2003), “Contributions of Stimulus Valence and Arousal to Visual Activation during Emotional Perception”, *Neuroimage*, Vol. 20, No. 4, pp. 1955-1963.

Nelson, L. (2004), "While You Were Sleeping", *Nature*, Vol. 430, No. 7003, pp. 962-964.

Nicolson, R.I., A.J. Fawcett and P. Dean (1995), "Time Estimation Deficits in Developmental Dyslexia: Evidence of Cerebellar Involvement", *Proceedings. Biological sciences*, Vol. 259, No. 1354, pp. 43-47.

Nussbaum, M.C. (2001), *Upheavals of Thought: the Intelligence of Emotions*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 751.

Nussbaum, M., R. Rosas, P. Rodríguez, Y. Sun and V. Valdivia (1999), "Diseño, desarrollo y evaluación de video juegos portátiles educativos y autorregulados", *Ciencia al Dia Internacional*, Vol. 2, No. 3, pp. 1-20.

Ochsner, K.N., R.D. Ray, J.C. Cooper, E.R. Robertson, S. Chopra, J.D. Gabrieli and J.J. Gross (2004), "For Better or for Worse: Neural Systems Supporting the Cognitive down- and up-regulation of Negative Emotion", *Neuroimage*, Vol. 23(2), pp. 483-499.

O'Connor, T.G., D. Bredenkamp and M. Rutter (1999), "Attachment Disturbances and Disorders in Children Exposed to Early Severe Deprivation", *Infant Mental Health Journal*, Vol. 20, No. 10, pp. 10-29.

OECD (2002 a), First High Level Forum on Brain Mechanisms and Early Learning, New York, www.oecd.org/dataoecd/40/18/15300896.pdf.

OECD (2002b), *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*, OECD, Paris.

OECD (2002c), "Learning Sciences and Brain Research: Report of the Launching Meeting of Phase II", Royal Institution, London, 29-30 April, pp. 7-8, www.oecd.org/dataoecd/40/36/15304667.pdf.

OECD (2003a), "A Report of the Brain Research and Learning Sciences Mini-symposium on the Design of Rehabilitation Software for Dyscalculia", INSERM Cognitive Neuroimaging Unit, Orsay, France, 20 September, www.oecd.org/dataoecd/50/39/18268884.pdf.

OECD (2003b), "A Report of the Brain Research and Learning Sciences Emotions and Learning Planning Symposium", Psychiatric Hospital, University of Ulm, Germany, 3 December, www.oecd.org/dataoecd/57/49/23452767.pdf.

Ohayon, M.M., M. Caulet, P. Philip, C. Guilleminault and R.G. Priest (1997), "How Sleep and Mental Disorders are Related to Complaints of Daytime Sleepiness", *Archives of Internal Medicine*, Vol. 157, pp. 2645-2652.

Owens, J.A., R. Maxim, C. Nobile, M. McGuinn and M. Msall (2000a), "Parental and Self-report of Sleep in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder", *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, Vol. 154, pp. 549-555.

Owens, J.A., A. Spirito and M. McGuinn (2000b), "The Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ): Psychometric Properties of a Survey Instrument for School-aged Children", *Sleep*, Vol. 23, pp. 1043-1051.

Pantev, C. (2003), "Representational Cortex in Musicians", in I. Peretz and R.J. Zatorre (eds.), *The Cognitive Neuroscience of Music*, Oxford University Press, New York, pp. 382-395.

Pantev, C., R. Oostenveld, A. Engelien, B. Ross, L.E. Roberts and M. Hoke (1998), "Increased Auditory Cortical Representation in Musicians", *Nature*, Vol. 392, No. 6678, pp. 811-813.

Peyton, J.L., W.T. Bass, B.L. Burke and L.M. Frank (2005), "Novel Motor and Somatosensory Activity is Associated with Increased Cerebral Cortical Blood Volume Measured by Near-infrared Optical Topography", *Journal of Child Neurology*, Vol. 10, pp. 817-821.

Poelstra, P.A. (1984), "Relationship between Physical, Psychological, Social, and Environmental Variables and Subjective Sleep Quality", *Sleep*, Vol. 7, pp. 255-260.

Randazzo, A.C., M.J. Muehlbach, P.K. Schweitzer and J.K. Walsh (1998), "Cognitive Function Following Acute Sleep Restriction in Children Ages 10-14", *Sleep*, Vol. 21, pp. 861-868.

Rasch, B., C. Büchel, S. Gais and J. Born (2007), "Odor Cues During Slow-Wave Sleep Prompt Declarative Memory Consolidation", *Science*.

Reite, M. (1998), "Sleep Disorders Presenting as Psychiatric Disorders", *Psychiatric Clinics of North America*, Vol. 21, pp. 591-607.

Richardson, A.J. and P. Montgomery (2005), "The Oxford-Durham Study: A Randomized Controlled Trial of Dietary Supplementation with Fatty Acids in Children with Developmental Co-ordination Disorder", *Pediatrics*, Vol. 115, No. 5, pp. 1360-1366.

Rimmele, U., B. Costa Zellweger, B. Marti, R. Seiler, C. Mohiyedinni, U. Ehlert and M. Heinrichs (2007a), "Elite Sportsmen Show Lower Cortisol, Heart Rate and Psychological Responses to a Psychosocial Stressor Compared with Untrained Men", *Psychoneuroendocrinology*.

Rimmele, U. et al. (2007b), "Blunted Stress Reactivity of Elite Sportsmen to Mental Stress".

Rintala, P., K. Pienimäki, T. Ahonen, M. Cantell and L. Kooistra (1998), "The Effects of Psychomotor Training Programme on Motor Skill Development in Children with Developmental Language Disorders", *Human Movement Science*, Vol. 17, No. 4-5, pp. 721-737.

Rona, R.J., L. Li, M.C. Gulliford and S. Chinn (1998), "Disturbed Sleep: Effects of Sociocultural Factors and Illness", *Archives of Disease in Childhood*, Vol. 78, pp. 20-25.

Rosenberg, M. (1999), "Non-Violent Communication: A Language of Compassion", PuddleDancer Press, Encinitas, California.

Roth, K. and R. Winter (1994), "Entwicklung Koordinativer Fähigkeiten", in J. Baur, K. Bös and R. Singer (eds.), *Motorische Entwicklung - Ein Handbuch*, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, pp. 191-216.

Rudel, R.G. (1985), "The Definition of Dyslexia: Language and Motor Deficits", in Frank H. Duffy (ed.), *Dyslexia: A Neuroscientific Approach to Clinical Evaluation*, Little Brown, Boston, Massachusetts, pp. 33-53.

Ruoho, K. (1990), *Zum Stellenwert der Verbosensomotorik im Konzept prophylaktischer Diagnostik der Lernfähigkeit bei finnischen Vorschulkindern im Alter von sechs Jahren*, University of Joensuu, Joensuu.

- Schlaug, G. (2003), "The Brain of Musicians", in I. Peretz and R.J. Zatorre (eds.), *The Cognitive Neuroscience of Music*, Oxford University Press, Oxford, pp. 366-381.
- Shield, B.M. and J.E. Dockrell (2004), "External and Internal Noise Surveys of London Primary Schools", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 115, pp. 730-738.
- Siegel, J. (2003), "Why We Sleep", *Scientific American*, November.
- Simonds, J.F. and H. Parraga (1984), "Sleep Behaviors and Disorders in Children and Adolescents Evaluated at Psychiatric Clinics", *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, Vol. 5, pp. 6-10.
- Singer, T., B. Seymour, J. O'Doherty, H. Kaube, R.J. Dolan and C.D. Frith (2004), "Empathy for Pain Involves the Affective but Not Sensory Components of Pain", *Science*, Vol. 303, No. 5661, pp. 1157-1162.
- Smedje, H., J.E. Broman and J. Hetta (1998), "Sleep Disturbances in Swedish Pre-school Children and their Parents", *Nordic Journal of Psychiatry*, Vol. 52, pp. 59-67.
- Smedje, H., J.E. Broman and J. Hetta (2001), "Associations between Disturbed Sleep and Behavioural Difficulties in 635 Children Aged Six to Eight Years: A Study Based on Parents' Perceptions", *European Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 10, pp. 1-9.
- Smith, C. (1996), "Sleep States, Memory Processes and Synaptic Plasticity", *Behavioural Brain Research*, Vol. 78, No. 1, pp. 49-56.
- Steenari, M.R., V. Vuontela, E.J. Paavonen, S. Carlson, M. Fjällberg and E. Aronen (2003), "Working Memory and Sleep in 6- to 13-year-old Schoolchildren", *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 42, pp. 85-92.
- Stein, M.A. (1999), "Unravelling Sleep Problems in Treated and Untreated Children with ADHD", *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, Vol. 9, pp. 157-168.
- Stickgold, R. (2003), "Human Studies of Sleep and Off-Line Memory Reprocessing", in P. Maquet, C. Smith and R. Stickgold (eds.), *Sleep and Brain Plasticity*, Oxford University Press, New York, pp. 42-63.
- Thompson, R.A. (1994), "Emotional Regulation: A Theme In Search Of a Definition", in N.A. Fox (ed.), *The Development of Emotion Regulation: Biological and Behavioural Considerations. Monographs of the Society for Research in Child Development*, Serial No. 240, Vol. 59, No. 2-3, University of Chicago Press, Chicago, Illinois, pp. 25-52.
- Weber, R., U. Ritterfeld and K. Mathiak (2006), "Does Playing Violent Video Games Induce Aggression? Empirical Evidence of a Functional Magnetic Resonance Imaging Study", *Media Psychology*, Vol. 8, No. 1, pp. 39-60.
- Weinberger, N.M. (2004), "Music and the Brain", *Scientific American*, November, pp. 67-73.
- Wesnes, K.A., C. Pincock, D. Richardson, G. Helm and S. Hails (2003), "Breakfast Reduces Declines in Attention and Memory Over the Morning in Schoolchildren", *Appetite*, Vol. 41, No. 3, pp. 329-331.
- Wiggs, L. and G. Stores (2001), "Sleeplessness", in G. Stores and L. Wiggs (eds.),

Sleep Disturbance in Children and Adolescents with Disorders of Development: its Significance and Management. Clinics in Developmental Medicine, Cambridge University Press, Vol. 155, pp. 24-29.

Winter, R. and K. Roth (1994), "Entwicklung motorischer Fertigkeiten", in J. Baur, K. Bös and R. Singer (eds.), *Motorische Entwicklung - Ein Handbuch*, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, pp. 217-237.

Wolfson, A.R. and M.A. Carskadon (1998), "Sleep Schedules and Daytime Functioning in Adolescents" *Child Development*, Vol. 69, No. 4, pp. 875-887.

Wright, E. (2004), *Generation Kill*, Bantam Press, London.

PRVI DEO

Četvrto poglavlje

Jezička pismenost i mozak

„Samo zato što neki od nas znaju da čitaju i pišu i malo znaju matematiku, ne znači da zaslužujemo da osvojimo univerzum.“

Kurt Vonegat

U ovom poglavlju biće opisana saznanja o funkcionisanju mozga koja su važna za jezik i čitanje. Ona će nam pomoći da se pozabavimo pitanjima kada se i kako jezik usvaja i koja su poželjna okruženja za ove procese. Takve informacije biće od koristi onima koji su zaduženi za politike koje podstiču jezičko obrazovanje i opismenjavanje, profesionalnim edukatorima, ali roditeljima koji razmišljaju o tome kako je najbolje da čitaju sa decom. Posebna pažnja posvećena je razlikama i jezicima sa „dubokom“ (poput engleskog jezika) i „plitkom“ ortografijom (poput finskog jezika). Posebno ćemo diskutovati o disleksiji i dokazima koji upućuju na moguće strategije podrške.

Kako prelazite podgledom preko oblika i linija na ovoj strani, odjednom ste Ku dodiru sa mislima jedne osobe jednog hladnog januarskog popodneva u Parizu, pre nekoliko godina. Ova izuzetna sposobnost reči da prkose granicama prostora i vremena od ogromnog je značaja i ona omogućuje kumulativnu evoluciju kulture. Dok čitate ovu stranu, niste samo u kontaktu sa mislima jedne osobe nekog dana u Parizu, već indirektno sa kolektivnom mudrošću kulturne istorije koja je u osnovi ovih misli (Tomasello, 1999). Bez pismenosti kao mehanizma prenosa informacija preko granica vremena i prostora, sposobnost ljudske misli da se samonadograđuje bila bi uslovljenama granicama pamćenja – pismenost je osnova ljudskog napretka.

Učenje čitanja zahteva ovladavanje nizom kompleksnih veština. Prvo, potrebno je poznavanje forme – oblika slova alfabeta, silabičkih simbola i ideograma. Zatim, ortografski simboli moraju se razumeti kao etikete – način pisanja – koji se može preneti na zvuke bez kojih bi alfabetski simboli na ovoj strani ostali samo arbitrarni oblici. Dalje je krucijalno razumevanje fonetike – mapiranje reči u zvukove – ali samo za sebe to je alat nedovoljan za dekodiranje reči. U alfabetskim jezicima sa „dubokom“ ortografijom, poput engleskog ili francuskog jezika¹, kombinacije grafema i fonema su varijabilne, a među alfabetskim jezicima engleski jezik ima najveći stepen „neregularnog“ predstavljanja, jer se više stotina mogućih kombinacija slova koristi da bi se predstavila 42 glasa jezika. Čitanje, posebno jezika sa dubokim ortografijama, zato obuhvata korišćenje dodatnih strategija pored fonološkog dekodiranja simbola u reči. Ove strategije obuhvataju korišćenje kontekstualnih smernica, prepoznavanje celih reči i uočavanje delimičnih analogija reči, kao *ate* koje se pojavljuje u „late“ i „gate“. Štaviše kada se reč dekodira, za razumevanje značenja teksta, potrebne su dodatne veštine. Postoji semantičko znanje značenja reči. I više od ovoga, znanje o sintaksičkim pravilima koja upravljaju organizovanjem reči, kako bi se pokazali njihovi odnosi, ključno je za značenje: Orsino voli Oliviju ne znači isto što i Olivija voli Orsina. I više od svega ovoga, svaka reč mora se integrisati sa prethodno pročitanim rečju, što zahteva koordinaciju različitih funkcija i radnog memorijskog sistema.

Neuralne osnove pismenosti, za koje su potrebne ove veštine, nastaju interakcijom i sinergijom mozga i iskustva, te je zato na razumevanje pismenosti moguće primeniti dinamičko-razvojni okvir, poput teorije veština (Fischer,

¹Jezici sa „dubokim“ ortografijama su oni u kojima je svaki glas predstavljen različitim slovima ili kombinacijama slova. U ovim jezicima, često, bez konteksta cele reči nije moguće utvrditi tačnu vezu glasa i slova. Pogledajte na primer sledeću kombinaciju slova engleskog jezika: *ghoti*. Kada bi se *gh* izgovaralo kao *f* u „laugh“, a *o* kao *i* u reči „women“ i *ti* kao *sh* u reči „nation“, *ghoti* bi se moglo pročitati identično kao reč „fish“. Nasuprot tome, u jezicima sa plitkim ortografijama, odnos između slova i glasova je približno jedan-na-jedan. U Finskom, na primer, postoje 23 veze koje odgovaraju tačno ovom broju slova.

Immordino-Yang and Waber, 2007). Prema teoriji veština, visok nivo sposobnosti čitanja može se dostići različitim razvojnim putevima. Kroz ovu vizuru, neuronauka može omogućiti kreiranje efikasnije i inkluzivnije obuke čitanja.

Jezik i razvojne osetljivosti

Mozak je biološki predodređen za usvajanje jezika. Čomski (Chomsky, 1959) tvrdi da je mozak opremljen receptom za pretvaranje nizova glasova u značenjske predstave i da je ovo pretvaranje analogno sistemu za prevođenje senzornih informacija u predstave objekata. Odnosno, mozak je putem evolucije dizajniran tako da obrađuje određene stimulanse prema univerzalnim jezičkim pravilima. Zaista, postoje strukture mozga specijalizovane za jezik: istraživanja su ustanovila značaj levog donjeg frontalnog girusa i levog zadnjeg srednjeg girusa (to su Brokaova i Vernikeova oblast) (Videti Grafikon 2.3). Brokaova oblast, za koju se dugo smatralo da deluje pri jezičkoj proizvodnji, danas se povezuje sa nizom lingvističkih funkcija (Bookheimer, 2002). Vernikeova oblast zadužena je za semantiku (Bookheimer et al., 1998; Thompson-Schill et al., 2002). Značajno je da su ove strukture odgovorne za više nivoe obrade i stoga nisu ograničene na jednostavnu obradu ulaznog auditivnog stimulansa – slušanje *per se*. Vizuelne informacije takođe se mogu lingvistički obraditi, što je slučaj sa znakovnim jezikom.

Iako su određene strukture mozga biološki namenjene jeziku, za proces usvajanja jezika potreban je katalizator iskustva. Postoje razvojne osetljivosti (periodi mogućnosti za učenje o kojima smo diskutovali u Prvog poglavlju) kada su jezičke mreže najresponzivnije na određene, od iskustva zavisne, modifikacije u određenim fazama razvoja individue. Novorođenčad se rađaju sa sposobnošću da razlikuju suptilne fonetske promene, ali iskustvo sa određenim jezikom tokom prvih deset meseci čini mozak osetljivim na zvuke relevantne za taj jezik (Gopnik, Meltzoff and Kuhl, 1999). Na primer, samoglasnici *r* i *l* javljaju se duž jednog spektra i svako novorođenče čuje zvuke na ovaj način. Mozgovu beba koji su uronjeni u englesko govorno okruženje, postepeno se modifikuju tako da ovaj spektar percipiraju kao dve distinktivne kategorije, *r* i *l*. Razvija se prototipska predstava svake foneme i dolazeći zvukovi pored se sa ovim predstavama i klasifikuju kao *r* ili *l*. Bebe uronjene u japansko govorno područje, nasuprot prethodnim, nemaju formirane ove prototipe jer distinkcija nije relevantna za japanski jezik. Umesto toga kod njih se formiraju prototipu glasova koju su relevantni za japanski jezik i oni zapravo, do desetog meseca, gube sposobnost razlikovanja *r* i *l*. Ovaj fenomen važi za različite distinktivne zvuke mnoštva jezika (Gopnik, Meltzoff and Kuhl, 1999). Može-

mo reći da je mozak optimalno podešen za usvajanje glavnih prototipova jezika kojima je izložen tokom prvih deset meseci života².

Postoji takođe i razvojna osetljivost za učenje gramatike: što se ranije jezik uči, efikasnije mozak ovladava njegovom gramatikom (Neville and Bruer, 2001). Ukoliko je mozak izložen stranom jeziku između prve i treće godine života, gramatika se obrađuje u levoj hemisferi kao kod ljudi kojima je ovo maternji jezik, ali čak i odlaganje učenja do perioda između četvrte i šeste godine znači da mozak obrađuje gramatičke informacije u obe hemisfere. Kada se prvo izlaganje dogodi u jedanaestoj, dvanaestoj ili trinaestoj godini, što su godine ranog sekundarno obrazovanja, studije neuroodslkavanja pokazuju drugačiji obrazac aktivacije. Odlaganje izlaganja jeziku zato navodi mozak da koristi različite strategije u procesuiranju gramatike. Ovo je u skladu sa bihevioralnim zaključcima da kasnije izlaganje stranom jeziku rezultira značajnim deficitom u gramatičkom procesuiranju (Fledge and Fletcher, 1992). Čini se da je obrazac takav da rano izlaganje gramatici dovodi do veoma uspešnih strategija obrade, nausuprot alternativnim, i manje efikasnim, strategijama procesuiranja koje se stvaraju pri kasnijem izlaganju.

Dodatno, postoji osetljivi period za usvajanje *akcenata* jezika (Neville and Bruer, 2001). Ovaj aspekt fonološke obrade najuspešnije se uči do dvanaeste godine. Razvojne osetljivosti postoje međutim za veoma specifične jezičke funkcije, a postoje i drugi elementi fonologije za koje, čini se, čak i ne postoje osetljivi periodi.

Da sumiramo, postoji obrnuta proporcija između uzrasta i uspešnosti učenja mnogih aspekata jezika – generalno, što je niži uzrast izlaganja, uspešnije će biti učenje jezika. Ovo je u raskoraku sa obrazovnim politikama mnoštva zemalja u kojima se strani jezik ne podučava sve do adolescencije. Iako je potrebno dodatno istraživanje kako bi se ustanovila kompletna mapa jezičkih osetljivosti za učenje različitih aspekata jezika, implikacije dosadašnjih istraživanja su jasne:

Podučavanje stranog jezika biće uspešnije i efikasnije, ako počne što ranije.

Međutim, kako bi rana obuka bila efikasna, ona mora biti primerena uzrastu. Bilo bi beskorisno uzeti metod zasnovan na pravilima namenjenim starijim učenicima i ubaciti ga u učionice u kojima su deca nižih uzrasta. Drugim rečima, neophodno je da podučavanje stranih jezika bude adekvatno osmišljeno za malu decu.

²Ali odrasli ostaju sposobni da nauče da razlikuju glasove. Makliland, Fiz i Makendlis (McClelland, Fiez and McCandliss) su pokazali da, zahvaljujući ogromnom izlaganju jeziku, odrasli Japanci mogu da nauče da razlikuju glasove *r* i *l*, iako je ova distinkcija strana japanskom jeziku.

Iako je rano učenje jezika najdelotvornije i najefikasnije, važno je dodati da se jezici mogu naučiti tokom celog života: adolescenti i odrasli takođe mogu naučiti strani jezik, mada uz veće poteškoće. Zapravo, ukoliko se urone u novo jezičko okruženje oni ga mogu naučiti „veoma dobro“, mada se posebni aspekti, poput akcenata³, nikada neće razviti toliko potpuno koliko da je jezik naučen ranije. Takođe, usled individualnih razlika stepen i trajanje razvojnih osteljivosti variraju od osobe do osobe. Neki pojedinci mogu ovladati svim aspektima stranog jezika i u odrasloj dobi.

Pismenost u mozgu

Za razliku od govora, ne postoje strukture mozga kreirane evolucijom za usvajanje *pismenost*. Iskustvo nije okidač za niz bioloških procesa koji vode pismenosti, kakav je slučaj sa govorom. Umesto toga, iskustvo progresivno stvara sposobnost pismenosti u mozgu putem kumulativnih neuronskih modifikacija, ili kako kaže Pinker (Pinker, 1995) „Deca su spremna za glas, ali pismo je opcioni dodatak koji se mora mukotrpno izgrađivati“. Iskustvo sa pisanom rečju postepeno stvara neuronske veze koje mogu da podrže čitanje.

Ključna uloga iskustva u stvaranju neuronskih veza sposobnih da omogućе pismenost ukazuje na to da je potrebno posvetiti pažnju razlikama u kućnim okruženjima koja stvaraju bazu za veštine koje prethode pismenosti. Na primer, Hart i Risli (Hart and Risley, 2003) izveštavaju da američka deca nižeg socio-ekonomskog porekla zaostaju u broju reči kojima su izloženi do treće godine, za 30 miliona reči koliko čuju druga deca. Ovakvo ograničeno izlaganje može biti nedovoljno za razvoj veština koje prethode pismenosti u mozgu, te i hronično otežati kasnije usvajanje veštine čitanja. Ova deca mogu kasnijim iskustvom nadoknaditi propušteno, ali u stvarnosti se to retko dešava (Wolf, 2007). Iz toga sledi relevantnost za obrazovne politike:

Suštinski su značajne inicijative koje za cilj imaju da svoj deci pruže mogućnost u ranom detinjstvu da razvijaju veštine koje prethode pismenosti.

Dok mozak nije biološki predodređen za usvajanje pismenosti, biološki je ustrojen da se prilagođava iskustvu. Obdaren je, na primer, jezičkim vezama koje omogućavaju obradu vizuelnih informacija. Moždana sposobnost

³Za stranca koji govori neki jezik, koristi od usvajanja „akcenta izvornog govornika“ i inače nisu jasne. Dok god nas mogu razumeti, šta je loše u „stranom akcentu“? Ali obrazovni sistemi i dalje prečesto pretpostavljaju da je konačni cilj učenika (ili da bi trebalo da bude) „dostizanje nivo znanja izvornog govornika“ (uzgred, kojeg govornika?) čak i u pogledu fonetike.

plastičnosti omogućava stimulansu koji potiče iz iskustva da iskoristi jezičke strukture pri konstruisanju neuronske veze koja omogućuje pismenost. Često se zato kaže da se pismenost izgrađuje na bazi govora. Rečima klasične metafore Vygotskog, jezičke strukture obezbeđuju skele na kojima se pismenost izgrađuje u mozgu (Vygotsky, 1978).

Pošto se pismenost, delimično, izgrađuje jezičkim kolima, naredna istraživanja trebalo bi da prouče mogućnost da razvojne osetljivosti za različite aspekte usvajanja jezika utiču na način na koji se uče različiti aspekti čitanja. Identifikovanje takvih uticaja imalo bi posledice po obrazovne politike i praksu u pogledu vremenskog okvira u kome se podučavaju različite veštine pismenosti i moglo bi potvrditi značaj razvoja veština koje prethode pismenosti u ranom detinjstvu.

Rapidno se akumuliraju istraživanja namenjena identifikovanju kortikalnih oblasti koje su zadužene za pismenost. Do danas najsvеobuhvatniji i najdokumentovaniji model čitanja jeste teorija „dvostrukog puta“ (Jobard, Crivello and Tzourio-Mazoyer, 2003). Teorija dvostrukog puta nudi okvir za opisivanje čitanja u mozgu na nivou reči. Kada pogledate reči na ovoj strani, čulni nadražaj se prvo obrađuje u primarnom vizuelnom korteksu. Zatim se odvija preleksička obrada u levoj okcipitalno-temporalnoj spojnici. Prema teoriji dvostrukog puta, procesuiranje se zatim odvija jednim od dva komplementarna puta. *Okcipitalno-parijetalni put* („gde“ informacije) ima usputnu tačku grafo-morfološke konverzije – konvertovanje slova, reči u glasove – što se odvija u određenim levim temporalnim i frontalnim oblastima, uključujući Brokova oblast. *Okcipitalno-temporalni put* („šta“ informacije) sastoji se iz direktnog transfera informacije iz preleksičke obrade u značenje (semantički pristup). Oba puta završavaju se u levoj bazalnoj temporalnoj oblasti, levom prednjem frontalnom girusu i levom zadnjem srednjem girusu ili Vernikeovoj oblasti. Put sa direktnim pristupom značenju doveo je do predloga o „zoni za vizuelno prikazane reči“ (visual word form area – VWFA) kao ventralnoj spojnici između okcipitalnog i temporalnog režnja. Prvo je predloženo da ova oblast sadrži vizuelni rečnik ili zbirku reči koje funkcionišu tako da se u trenutku viđenja cele reči odmah identifikuju. Skorašnja istraživanja modifikovala su ovaj zaključak stanovištem da se ova zona zapravo sastoji od konstelacija obližnjih oblasti koje su osetljive na različite aspekte nizova slova, poput dužine ili poretka reči. Celokupan proces od vizuelne obrade (gledanja) do semantičkog priziva (razumevanje) odvija se veoma brzo, tokom 60 milisekundi.

Razumevanje pismenosti u mozgu može doprineti podučavanju čitanja. Dvostruki značaj, sa jedne strane, fonološke obrade, i sa druge, direktnog procesuiranja semantike ili značenja, može razrešiti klasičnu dilemu između pristupa odozdo nagore i odozgo nadole – stapanje sa „celim jezikom“ ili razvoj

fonetskih veština. Dvostruki značaj oba procesa u mozgu ukazuje na sledeće:

Najefikasniji pristup opismenjavanju može biti balansirano podučavanje koje je okrenuto i fonetici i „celom jeziku“⁴

U prilog ovoj tvrdnji o koristi balansiranog pristupa u obrazovanju govore i izveštaji Nacionalnog panela za čitanje SAD (United State's National Reading Panel, 2000) i Nacionalnog saveta za istraživanja (Snow, Burns and Griffin, 1998). Što ova istraživanja postanu relevantnija, to će sve manje debate o opismenjavanju (modelima nastave/učenja za sticanje pismenosti) biti zasnovane na ideologijama, uverenjima ili statističkim podacima. Diskusija će se sve više temeljiti na naučnim dokazima.

Neuronaučnici tek počinju da proučavaju čitanje na nivo cele rečenice. Preliminarni rezultati sugerišu da operacije kojima se stvaraju rečenice, načini na koji ove operacije određuju značenje i rad sistema pamćenja koji pomaže ovim operacijama, svi imaju zajedničke neuronske mreže/osnove u koje su uključeni i slušanje i gledanje (Caplan, 2004). Ovo znači da čitanje rečenica angažuje strukture odgovorne za ove funkcije jezika.

Lingvistički posredovan razvoj pismenosti

Dok je najveći deo neuronskih mreža koje su u osnovi čitanja isti za različite jezike, postoji i nekoliko važnih razlika. Centralna tema u vezi sa mozgom i čitanjem jeste način na koji se pismenost stvara kolonizacijom moždanih struktura, uključujući one specijalizovane za jezik i one koje najbolje služe drugim funkcijama. Operacije koje su zajedničke govoru i pisanju, poput semantike, sintakse i radne memorije, angažuju moždane strukture specijalizovane za jezik i koje imaju biološku osnovu te su iste za sve jezike. Postoje biološke prepreke koje određuju moždane strukture najpogodnije da preuzmu funkcije koje omogućavaju pismenost. Zbog toga je većina mreža za čitanje ista za sve jezike. Pa ipak, pismenost u različitim jezicima ponekad zahteva distinktivne funkcije, poput različitog dekodiranja ili strategija prepoznavanja

⁴Ova izjava se, ipak, mora uzeti sa rezervom pošto su istraživanja mozga koja potvrđuju teoriju dvostrukog puta sprovedena primarno sa govornicima engleskog jezika koji su navodno pratili normativni razvojni put pri učenju čitanja. Zato su posledice ovih istraživanja manje relevantne za decu koja uče da čitaju druge jezike i imaju atipični razvojni put. Posebno je problematično preneti ova istraživanja na druge jezike koji imaju različite stepene složenosti ortografije ili na nealfabetske jezike. Zanimljivo je da anglosaksonska istraživanja, fokusirana (nesvesno) na ekstremne slučajeve, nisu razmotrila ovaj ključni aspekt. Tek nedavno pojedini istraživači postali su svesni ovog pitanja.

reči. U ovim slučajevima, u igru se uključuju posebne moždane strukture koje omogućavaju one aspekte čitanja koji su karakteristični za određene jezike.

Iz tog razloga „teorija dvostrukog puta“ čitanja, koja je razvijena uglavnom na osnovu govornika engleskog jezika, može biti modifikovana kako bi se objasnilo čitanje jezika sa manje kompleksnim načinom pisanja i ortografijom, a samo je delimično relevantna za nealfabetske jezike. Direktni put za pristup značenju bez izgovora reči verovatno je manje važan u jezicima sa plitkom ortografijom, poput italijanskog, nego za one sa dubokim ortografijama, kakav je engleski jezik. Proučavanje mozga govori u prilog hipotezi da će se putevi razlikovati u zavisnosti od ortografske strukture. „Zona za vizuelno prikazane reči“ (okcipitalni-temporalni VWFA), koja je značajna za identifikovanje značenja reči na osnovu nefonoloških odlika, od manje je važnosti za govornike italijanskog jezika (Paulesu et al., 2001a). Zaista preliminarni rezultati ukazuju na to da mozak maternjih govornika italijanskog jezika koristi efikasnije strategije pri čitanju od onih koji čitaju engleski. Zanimljivo je, ljudi kojima je italijanski jezik maternji koriste ovu strategiju i kada čitaju engleski tekst, što ukazuje na to da se moždane mreže u osnovi čitanja italijanskog razvijaju nego one koje su u osnovi čitanja izvornih govornika engleskog jezika.

Skoro formulisana psiholingvistička teorija „veličine zrna“ („grain sized“ theory) opisuje razlike u strategijama čitanja kao funkciju ortografske kompleksnosti jezika⁵. Prema ovoj teoriji, postoji kontinuum strategija od čistog dekodiranja pojedinačnih glasova (fonema) koje imaju malu veličinu zrna, preko mešovitog dekodiranja koje obuhvata veće jedinice uključujući početak reči, rimu, slogove, sve do celih reči, uključujući foneme. Prema ovoj teoriji, ortografska kompleksnost jezika određuje strategiju čitanja koja se razvija u mozgu, što je plići jezik manja prosečna veličina zrna – na primer slova umesto celih reči – koristi se pri dekodiranju. Ova teorija relevantna je za bihevioralne podatke koji pokazuju da je kašnjenje u učenju čitanja proporcionalno stepenu ortografske složenosti jezika. Prema teoriji, različiti metodi obuke razlikuju se po uspešnosti u zavisnosti od ortografske strukture jezika, što bi značilo da:

Najbolji balans između fonetske i „celojezične“ obuke varira u zavisnosti od samih jezika.

Istraživanja pokazuju da oblik reči takođe utiče na način na koji se pismenost razvija u mozgu. Studije neuroodslikavanja otkrile su da ljudi kojima je

⁵ Uša Goswami i Johanes Cigler (Usha Goswami and Johannes Ziegler, 2005), „Radionica o učenju čitanja“, u organizaciji CERJ-a i Univerziteta u Kembridžu, 29–30. septembar 2005., Kembridž, Velika Britanija.

kineski maternji jezik koriste dodatne oblasti za čitanje, u poređenju sa onim koje su ustanovljene kod govornika engleskog, i ove oblasti aktiviraju se i kada izvorni govornici kineskog čitaju engleski tekst (Tan et al., 2003). Kod ljudi kojima je kineski maternji jezik aktiviraju se levi srednji frontalni i zadnji parijetalni girus, oblasti mozga koje se povezuju sa obradom spacijalnih informacija i koordinacijom kognitivnih resursa. Očekivano je da se uključe ove oblasti zbog spacijalnog predstavljanja slova kineskog jezika (ideograma) i njihove veze sa fonološkim predstavama na slogovnom nivou. Dok se najveći broj neuronskih mreža javlja u osnovi čitanja i alfabetskih i nealfabetskih jezika, postoje diskontinuirane strukture koje mogu odgovarati dorzalnoj ili ventralnoj obradi opisanoj u teoriji dvostrukog puta, koju smo predstavili (Yiping, Shimin and Iversen, 2002). Zajedno sa rezultatima o ortografskoj kompleksnosti (plitki nasuprot dubokim) i strategijama čitanja, ovi uvidi upućuju na zaključak da se neki aspekti pismenosti stvaraju na distinktivan način u mozgu u zavisnosti od iskustva sa pisanim oblikom nekog jezika.

Zbog svega ovoga, posmatranje čitanja iz razvojne perspektive dobija na značaju. Neuronske mreže koje su u osnovi čitanja menjaju se dok deca uče da čitaju. Na primer, Pju (Pugh)⁶ je pokazao promenu u funkcionalnoj neuroanatomiji koja leži u osnovi inicijalnih aspekata čitanja, odnosno da se kod ljudi koji čitaju engleski sa sazrevanjem odvija pomeranje od više temporalnih, frontalnih i desnih oblasti hemisfere ka konsolidovanijem odgovoru u okcipitalno-temporalnom regionu leve hemisfere.

Multivarijantna analiza ovih moždanih obrazaca kojom se proučavaju godine i veština čitanja pokazala je da je nivo veština čitanja ključni prediktor, što sugeriše da je razvoj pismenosti vođen iskustvom, a ne samo sazrevanjem mozga. Pošto se pismenost razvija u mozgu tokom postepenog razvoja, za podučavanje i učenje bi bilo veoma korisno da uključe stalna vrednovanja koja doprinose razvoju učenja. Iz ovog proizilazi pedagoški zaključak:

Čitanje se najbolje može proceniti korišćenjem formativnog vrednovanja.

Formativno vrednovanje, koje obuhvata neprestanu procenu koja ustanovljava i odgovora na potrebe učenja veoma je efikasna u podizanju nivoa uspeha učenika, povećanju ravnopravnosti ishoda učenja i unapređenju sposobnosti da se uči (OECD, 2005).

Kako ova istraživanja sve više razlikuju odnose između specifičnih iskustava i njihovih posledica za razvoj mreža za čitanje, njihov značaj za obrazovanje će rasti. Na primer, ukoliko razno iskustvo za pisanim jezikom sa

⁶ Prvi zajednički sastanak CERi mreža „Pismenost” i „Numerička pismenost”, 30-31. januar 2003, Brokton, MA, SAD

plitkom ortografijom potvrđuje razvoj efikasnijih strategija čitanja u mozgu, može biti korisno da se istraže opcije izgrađivanja ovih veza kod dece koja govore jezika sa dubokim ortografijama. Deca bi, na primer, mogla biti prvo naučena da čitaju korišćenjem knjiga koje sadrže odabrane reči sa ustaljenim kombinacijama glasova i slova. Radikalnija alternativa bila bi stvarna reforma jezika sa „dubokom“ ortografijom tako da se kombinacije glasova i slova učine konzistentnijim⁷.

Razvojna disleksija

Iako iskustvo ima ključnu ulogu u razvoju pismenosti u mozgu, i biologija ima svoj važan udeo. Razmislite kako bi biološke razlike u strukturi jezika mogle uticati na čitanje, ukoliko se zna da se pismenost izgrađuje na ovim strukturama. Mnoga deca koja imaju pristup odgovarajućoj obuci čitanja bore se da nauče da čitaju usled biološki atipičnih karakteristika korteksa. Za ovu decu se kaže da imaju razvojnu disleksiju. Razvojna disleksija je neurobiološko jezičko oštećenje koje se definiše kao poteškoća pri čitanju koja nije rezultat globalnog intelektualnog deficita ili hroničnih problema motivacije⁸. Formalno se definiše na sledeći način:

⁷ Činjenica da score inicijative za reformu ortografije nisu u potpunosti uspele (nemački jezik) ili nisu uopšte uspele (francuski jezik) ne znači da su nemoguće. Španski i turski jezik pokazali su da je reforma moguća.

⁸ Prvi impuls po otkrivanju da je poteškoća u učenju razultat “problema sa mozgom” jeste zauzimanje stava da je tretman moguć izvan obrazovnih mogućnosti. Međutim, ovo se može preokrenuti i razmotriti, kada se veštine razbiju u specifične korake u procesuiranju informacija i kada se ovi funkcionalni moduli dovoljno razumeju, zahvaljujući kognitivnoj neuronauci, onda se efikasni tretmani mogu osmisliti. Upravo su ovo Brus Makendlis i Izabel Bek uradili u slučaju disleksije, razvojem očuvanih komponenta veština čitanja kod disleksične dece i došli do novog metoda za podučavanje izgovora. I naravno, takvo dublje razumevanje dekomponovanja veština u odelite kognitivne procese može pomoći kreiranju boljih metoda za podučavanje dece sa poteškoćama. Koristeći svoj “Metod izgradnje reči” Makandlis i Bek su pokazali da su deca sa disleksijom sposobna da nauče da čitaju. Pomoć deci da generalizuju svoje iskustvo čitanja omogućava im da ono što su naučili o nekim rečima prenesu na nove jedinice leksikona. Ove veštine obuhvataju alfabetsko dekodiranje i stvaranje reči i omogućavaju deci sa oštećenjima sposobnosti čitanja da progresivno izgovaraju sve više i više reči. Ovom metodom se podučavaju da se malim skupom slova mogu stvoriti višeslovne reči. Kako mnoga školska deca imaju poteškoće pri čitanju, bavljenje ovim problem omogućava većini učenika da se upuste u najfundamentalniju jezičku razmenu i smanjuje mogućnosti njihove društvene marginalizacije. Drugi, najbolje, doktori Pola Talal (Paula Tallal) i Majkl Merženič (Michael Merzenich), izveštavaju o sličnim ishodima različite tehnike. Mada su ovi rezultati donekle kontroverzni, njihov metod, čini se, pomaže makar nekoj deci. Nije zapravo ključno da li određeni metod deluje bolje od drugih. Prevažadno, uočavamo da postoji teorijska i metodološka mašinerija potrebna da se napadne problem i napredak očigledno postoji. Mogi, poput Emila Servan-Šrajbera, predviđaju da će proučavanje i tretman disleksije biti glavna “priča o uspehu” u kognitivnoj neuronauci u relativno skoroj budućnosti.

Disleksija je specifična poteškoća pri učenju, koja je neurobiološkog porekla. Karakterišu je poteškoće tačnog i/ili tečnog prepoznavanja reči, slabije pisanje i sposobnosti kodiranja. Ove poteškoće tipičan su rezultat deficita fonološke komponente jezika koja se ne očekuju u vezi sa kognitivnim sposobnostima i uslovima uspešne učioničke obuke (Lyon, Shaywitz and Shaywitz, 2003, str 2).

Disleksija je česta i široko rasprostranjena⁹. Reč je o najčešćem obliku poteškoća u učenju i pojavljuje se u različitim kulturnim, socio-ekonomskim i do neke mere jezičkim kontekstima. Dok je fonološki deficit koji je u osnovi disleksije čest u alfabetskim jezicima, stepen do kog se on manifestuje i shodno posledice čitanja variraju u zavisnosti od ortografkse strukture jezika (Paulesu et al., 2001). Pošto čitanje nealfabetskih jezika angažuje različite neuronske mreže od onih za čitanje alfabetskih jezika, disleksija nealfabetskih jezika može se manifestovati na kvalitativno drugačiji način. Zbog toga proučavanje disleksije kod alfabetskih jezika ne mora nužno biti prenosivo na nealfabetske jezike.

Disleksija je složena i ima različite manifestacije, ali uprkos ovim razlikama najčešće je reč o atipičnim karakteristikama korteksa lokalizovanim u levom zadnjem parijetalno-temporalnom regionu i levom zadnjem okcipito-temporalnom regionu za govornike alfabetskih jezika (Shaywitz and Shaywitz, 2005; Shaywitz et al., 2001). Funkcionalne posledice ovih atipičnih struktura su oštećenja pri obradi zvučnih elemenata jezika. Deca sa razvojnom disleksijom neprecizno registruju zvuk i imaju poteškoće pri prizivanju i manipulaciji fonemama (glasovima). *Lingvističke* posledice ovih poteškoća su relativno male, reč je o poteškoćama sa izgovorom, neosetljivošću na ritam i brkanju reči koje slično zvuče. Međutim, posledice ovog oštećenja za *pismenost* mogu biti mnogo značajnije jer mapiranje glasova i ortografskih simbola predstavlja ključ za čitanje alfabetskih jezika.

Nedavno su identifikovane specifične atipične karakteristike korteksa koje su odgovorne za deficit u procesuiranju glasova i ovo je omogućilo razvoj ciljanih intervencija. Istraživanjima je otkrivena ohrabrujuća adaptabilnost (plastičnost) ovih neuronskih mreža. Ciljani tretman može omogućiti mladima da razviju neuronske mreže u levoj hemisferi zadnjih moždanih sistema do te mere da mogu tačno i tečno čitati (Shaywitz et al., 2004). Disleksičan

⁹ Teško je proceniti učestalost pojave disleksije u različitim zemljama jer sama definicija (uglavnom zasnovana pre svega na ekonomskim faktorima) varira od jedne do druge zemlje. Kako je preporučeno 2004. (Drugi sastanak CERI mreža "Pismenost" i "Numerička pismenost", El Escorial, Španija, 3-4. mart 2004) i potvrđeno u radu Kajokoa Išija (Ishii, 2005), naučne definicije poremećaja u učenju, kakvi su disleksija ili diskalkulija, pomoći će istraživačima (i kreatorima politika) da stvore naučno prihvaćene definicije koje bi, između ostalog, omogućile međunarodno poređenje.

mozak takođe može izgraditi alternativne, kompenzatorne veze u desnoj hemisferi, koje su dovoljne za tačno, ali sporo čitanje (Shaywitz, 2003). Čini se da postoji osetljivi period za razvoj fonetskih kompetencija kod dece sa atipičnim levim zadnjim parijeto-temporalnim i okcipitalno-temporalnim girusima, pošto je rana intervencija najdelotvornija (Lyytinen et al., 2005; Shaywitz, 2003; Torgesen, 1998). Ovi rezultati upućuju na zaključak:

Intervencije sa ciljem razvoja fonoloških veština često mogu pomoći deci sa disleksijom da nauče da čitaju¹⁰.

Rana identifikacija disleksije veoma je važna jer rane intervencije daju bolje rezultate od onih koje se kasnije sprovode.

Izvan ovih specifičnih intervencija, neuronauka može radikalno promeniti način na koji se konceptualizuje disleksija. Sada kada je počelo da se uočava i potvrđuje da neurobiološka osnova disleksije može biti promenjena, edukatori mogu kreirati efikasne, ciljane intervencije u čitanju i mogu početi da transformišu disleksiju od poteškoće koja obiljno remeti učenje ka alternativnom razvojnom putu i ka ostvarivanju istog konačnog cilja – pismenog mozga. Ovakva konceptualizacija disleksije može imati mnoštvo pozitivnih posledica u učionici, uključujući očuvanje samoeфикаsnosti pri učenju koje je čvrsto povezano sa uspehom dece (Bandura, 1993).

Pravilnije je konceptualizovati disleksiju kao alternativni razvojni put nego kao nesavladivu poteškoću pri učenju.

Doprinos neuronauke u kreiranju ciljanih intervencija kod dece sa fonološkim deficitima ukazuje da postoji potreba za daljim istraživanjima u cilju razotkrivanja drugih deficita nastalih usled atipičnih karakteristika korteksa. Neuronauka omogućava edukatorima da razlikuju različite uzroke problema u učenju čak i kada ishodi deluju slično i zato može biti korišćena pri proučavanja zbujujućih ili alternativnih neuronskih manifestacija disleksije, poput onih koje se povezuju sa deficitom u brzini imenovanja (Wolf, 2007). A pošto se intervencije razlikuju u efikasnosti sa godinama i iskustvom čitanja, istraživanja bi trebalo da nastave da razvijaju neurobiološko razumevanje razvojnih putanja disleksije. Dalja istraživanja bi takođe trebalo da rasvetle razlike

¹⁰ Mada ne sistematično. Do danas, najbolje rezultate, u pogledu rane dijagnoze i tretmana disleksije, daju Heiki Litinen (Heikki Lyytinen) sa Univerzitetu u Jivaskaliji (Finska). Ali Litinen i njegov tim rade na izuzetno plitkom jeziku. Mogućnost da se ovi rezultati prenesu dalje ostaje još da se proverí.

u ovim putanjama, pošto složenost ortografske strukture jezika, i predstave slova ili reči, na primer, mogu uticati na manifestaciju disleksije¹¹,

Zaključci

Neurobiološka istraživanja menjaju konceptualizaciju disleksije na dva značajna načina. Prvo, promovišu preciznije razumevanje pismenosti. Neruonauka omogućava demarkaciju različitih procesa koji se dešavaju pri čitanju, odnosno onih neuronskih kola koji su osnovi čitanja. Ovo diferencirano razumevanje može doprineti kreiranju efikasne obuke. Na primer, dvostruki značaj fonološke i semantičke obrade ukazuje na zaključak da obuka koje je usmerena ka oba ova procesa može biti najefikasnija, makar za decu koja govore alfabetske jezike za dubokom ortografijom i koja prate normativni razvojni put učenja čitanja. Diferencirana konceptualizacija pismenosti omogućava da se različiti uzroci poteškoća sa čitanjem povežu sa neuronskim osnovama pismenosti, na taj način povećavajući mogućnost efikasnosti ciljanih intervencija.

Zatim, važan doprinos neuronauke jeste u inkluzivnijem konceptualizovanju razvoja pismenosti. Neuronske veze koje su u osnovi čitanja sastoje se od plastičnih mreža koje se mogu menjati i razvijati i izgraditi tokom nekog vremena. Stvaranje pismenosti u mozgu nije ograničeno na jedan jedini put. Kako pokazuju lingvistička istraživanja disleksije, postoje mnogi razvojni putevi kojima se može stići do konačnog cilja, pismenog mozga. Sredinska i biološka ograničenja mogu neke puteve učiniti efikasnijim od drugih za neku decu. Kako neuronauka otkriva odnose između posebnih intervencija i neurobiološkog razvoja, edukatori će biti u mogućnosti da kreiraju obuku za različite razvojne puteve. Neuronauka zato može omogućiti obuku koja može odgovoriti na mnoge individualne razlike, stvarajući pismenije društvo koje je inkluzivno, a ne selektivno, sa potencijalno moćnim posledicama. U čuvenom slučaju *Braun protiv Obrazovnog odbora* Vrhovni sud Sjedinjenih Američkih Država zaključio je da je „um stvar koju ne treba olako trošiti, a veći stepen inkluzije omogućiće više sirovog materijala za kumulativnu evoluciju kulture i, konačno, za ljudski razvoj.

¹¹ Iako se čini da su mnogi oblici disleksije fonološki u osnovi, izleda da postoje neki oblici koji imaju drugačije ili sadejstvjujuće specifične uzroke.

Literatura

Bandura, A. (1993), "Perceived Self-efficacy in Cognitive Development and Functioning", *Educational Psychologist*, Vol. 28, pp. 117-148.

Bookheimer, S. (2002), "Functional MRI of Language: New Approaches to Understanding the Cortical Organization of Semantic Processing", *Annu. Rev. Neurosci.*, Vol. 25, pp. 151-188.

Bookheimer, S.Y., T.A. Zeffiro, T. Blaxton, W.D. Gaillard, B. Malow and W.H. Theodore (1998), "Regional Cerebral Blood Flow during Auditory Responsive Naming: Evidence for Cross-Modality Neural Activation", *NeuroReport*, Vol. 9, pp. 2409-2413.

Caplan, D. (2004), "Functional Neuroimaging Studies of Written Sentence Comprehension", *Scientific Studies of Reading*, Vol. 8, No. 3, pp. 225-240.

Chomsky, N.A. (1959), "Review of B. F. Skinner's Verbal Behavior", *Language*, Vol. 38, No. 1, pp. 26-59.

Fischer, K.W., M.H. Immordino-Yang and D. Waber (2007), "Toward a Grounded Synthesis of Mind, Brain, and Education for Reading Disorders: An Introduction to the Field and this Book", in K.W. Fischer, J.H. Bernstein and M.H. Immordino-Yang (eds.), *Mind, Brain, and Education in Learning Disorders*, Cambridge University Press, MA, pp. 1-20.

Fledge, J. and K. Fletcher (1992), "Talker and Listener Effects on Degree of Perceived Foreign Accent", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 91, pp. 370-389.

Gopnik, A., A.N. Meltzoff and P.K. Kuhl (1999), *The Scientist in the Crib: What Early Learning Tells Us About the Mind*, HarperCollins Publishers Inc., NY.

Hart, B. and T.R. Risley (2003), "The Early Catastrophe: The 30 Million Word Gap", *American Educator*, Vol. 27, No. 1, pp. 4-9.

Ishii, K. (2005), "Strategies for Reading and Writing Learning Difficulties (Dyslexia)", in *Science and Technology Trends*, Quarterly Review No. 15, April 2005 (original in Japanese 2004).

Jobard, G., F. Crivello and N. Tzourio-Mazoyer (2003), "Evaluation of the Dual Route Theory of Reading: A Metaanalysis of 35 Neuroimaging Studies", *NeuroImage*, Vol. 20, pp. 693-712.

Lyon, G.R., S.E. Shaywitz and B.A. Shaywitz (2003), "A Definition of Dyslexia", *Ann Dyslexia*, Vol. 53, pp. 1-14.

Lyytinen, H., T.K. Guttorm, T. Huttunen, J.H. Paavo, H.T. Leppänen and M. Vesterinen (2005), "Psychophysiology of Developmental Dyslexia: A Review of Findings Including Studies of Children at Risk for Dyslexia", *Journal of Neurolinguistics*, Vol. 18, No. 2, pp. 167-195.

McClelland, J.L., J.A. Fiez and B.D. McCandliss (2002), "Teaching the /r/ - /l/ Discrimination to Japanese Adults: Behavioral and Neural Aspects", *Physiology and Behavior*, Vol. 77, pp. 657-662.

National Reading Panel (2000), "Teaching Children to Read: An Evidence-based Assessment of the Scientific Research Literature on Reading and its Implications for Reading Instruction", National Institute of Child Health and Human Development, Washington DC.

Neville, H.J. and J.T. Bruer (2001), "Language Processing: How Experience Affects Brain Organization", in D.B. Bailey, Jr., J.T. Bruer, F.J. Symons and J.W. Lichtman (eds.), *Critical Thinking about Critical Periods*, Paul H. Brookes Publishing, Baltimore, MD, pp. 151-172.

OECD (2005), *Formative Assessment: Improving Learning in Secondary Classrooms*, OECD, Paris.

Paulesu, E., J. Démonet, F. Fazio, E. McCrory, V. Chanoine, N. Brunswick, S.F. Cappa, G. Cossu, M. Habib, C.D. Frith and U. Frith (2001), "Dyslexia: Cultural Diversity and Biological Unity", *Science*, Vol. 291, No. 5511, pp. 2165-2167.

Pinker, S. (1995), "The Language Instinct. How the Mind Creates Language", Harper Collins, New York.

Shaywitz, S.E. (2003), *Overcoming Dyslexia*, Random House Inc., NY.

Shaywitz, S.E. and B.A. Shaywitz (2005), "Dyslexia", *Biological Psychiatry*, Vol. 57, No. 11, pp. 1301-1309.

Shaywitz, B.A., S.E. Shaywitz, B.A. Blachman, K.R. Pugh, R.K. Fulbright, P. Skudlarski, W.E. Mencl, R.T. Constable, J.M. Holahan, K.E. Marchione, J.M. Fletcher, G.R. Lyon and J.C. Gore (2004), "Development of Left Occipito-temporal Systems for Skilled Reading in Children after a Phonologically-based Intervention", *Biol. Psychiatry*, Vol. 55, pp. 926-933.

Shaywitz, B.A., S.E. Shaywitz, K.R. Pugh, R.K. Fulbright, W.E. Mencl, R.T. Constable, P. Skudlarski, J.M. Fletcher, G. Reid and J.C. Gore (2001), "The Neurobiology of Dyslexia", *Clinical Neuroscience Research*, Vol. 1, No. 4, pp. 291-299.

Snow, G.E., M.S. Burns and P. Griffin (eds.) (1998), "Preventing Reading Difficulties in Young Children", Committee on the Prevention of Reading Difficulties in Young Children, Washington DC.

Tan, L.H., J.A. Spinks, C.M. Feng, W.T. Siok, C.A. Perfetti, J. Xiong et al. (2003), "Neural Systems of Second Language Reading are Shaped by Native Language", *Human Brain Mapping*, Vol. 18, pp. 158-166.

Thompson-Schill, S.L., G. Aguirre, M. D'Esposito and M.J. Farah (1999), "A Neural Basis for Category and Modality Specifics of Semantic Knowledge", *Neuropsychologia*, Vol. 37, pp. 671-676.

Tomasello, M. (1999), "The Cultural Origins of Human Cognition", Harvard University Press, MA.

Torgesen, J.K. (1998), "Catch them before they Fall: Identification and Assessment to Prevent Reading Failure in Young Children", *American Educator*, Vol. 22, pp. 32-39.

Vygotsky, L.S. (1978), "Mind and Society: The Development of Higher Mental Pro-

cesses", Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wolf, M. (2007), "A Triptych of the Reading Brain: Evolution, Development, Pathology and its Interventions", in K.W. Fischer, J.H. Bernstein and M.H. Immordino-Yang (eds.), *Mind, Brain, and Education in Learning Disorders*, Cambridge University Press, MA, pp. 1-20.

Yiping, C., F. Shimin and D. Iversen (2002), "Testing for Dual Brain Processing Routes in Reading: A Direct Contrast of Chinese Character and Pinyin Reading Using fMRI", *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 14, pp. 1088-1098.

PRVI DEO

Peto poglavlje

Matematička pismenost i mozak

„... nauka o računanju je takođe neprocenjiva u pogledu vađenja kvadratnih i kubnih korena. Što se tiče kvadratnih jednačina i upotrebe logaritama, algebra je često korisna u običnim prilikama, ali sve preko ovoga je samo luksuz, zaista pravi luksuz, u njemu ne uživaju oni koji moraju da rade bi se izdržavali.“

Tomas Džeferson

U ovom poglavlju opisuje se kompleksno funkcionisanje mozga pri razvoju matematičke pismenosti, uključujući razumevanje koncepta brojeva, jednostavne aritmetičke operacije i rane susrete sa algebrom. Ovi elementi se koriste kako bi se izvukli zaključci za nastavu matematike. U njemu su takođe opisane barijere za učenje matematike koje imaju neurološku osnovu (ekvivalent disleksije u matematici naziva se diskalkulija). Ovo poglavlje relevantno je za roditelje, nastavnike i kreatore obrazovnih politika koji žele da razumeju i unaprede matematičku pismenost i matematičko obrazovanje.

Neuronauka može odgovoriti na važna pitanja relevantna za matematičko obrazovanje. Na primer, na pitanje da li učenje više matematike utiče na mozak tako da opravdava podučavanje većine populacije u nepragmatičnoj matematici. Trenutno, ne postoje dovoljno jaki dokazi koji bi išli u prilog ili bili protiv podučavanja svih učenika naprednoj matematici, kakavi su diferencijali ili trigonometrija. Uprkos ovome, viša matematika u standardnim kurikulumima je norma u zemljama OECD-a, i šire. S obzirom na masivnu količinu znanja dostupnu u modernom društvu i ograničenja za kurikulum zbog ograničenog vremena u školi, važno je pitanje da li napredna matematika treba da zauzme toliko prostora u standardnim kurikulumima¹. Buduća neuronaučna istraživanja mogu pomoći u davanju odgovora na ovo pitanje.

Danas se najveći deo neuronaučnih istraživanja fokusira na osnovnu matematiku. Rad u ovoj oblasti daje važne zaključke za podučavanje matematike. Nasuprot naprednoj, osnovna matematika neupitno je važna za sve učenike, jer je poznavanje osnovne matematike potrebno za funkcionisanje u modernim društvima i ono obezbeđuje pragmatične aktivnosti poput gledanja na sat, kuvanja i baratanja novcem.

Stvaranje matematičke pismenosti

Poput jezičke pismenosti, matematička pismenost stvara se u mozgu putem sinergije biologije i iskustva. Kao što postoje moždane strukture koje su tokom evolucije dizajnirane za jezik, tako postoje analogne strukture sa smislom za kvantitet. Kao i u slučaju pismenosti, genetski predodređene strukture ne mogu same obezbediti matematičko znanje. Aktivnosti ovih struktura koordinirane su sa aktivnostima dodatnih neuronskih circuitry koji nisu posebno predodređeni za matematičku pismenost, ali su oblikovani iskustvom tako da obezbeđuju ovu funkciju. Neuronske strukture koje nisu genetski predodređene za numeričku pismenost postepeno postaju ustaljene za numeričke funkcije, što je proces koji Deaen (Dehaene, 1997) naziva „neuronsko recikliranje“. Mada iskustvo igra bitnu ulogu u stvaranju ovih dodatnih mreža, postoje i biološka ograničenja. Dodatne mreže ne mogu se stvoriti u bilo kojoj oblasti mozga: neke neuronske strukture angažovane su za matematiku jer su dovoljno plastične i imaju karakteristike koje pogoduju obradi brojeva. Stoga, matematika obuhvata združeno funkcionisanje niza neuronskih mreža koje uključuju genetski specifične kvantitativne strukture i, od iskustva zavisne, biološki-kompatibilne strukture.

¹ Važno je napomenuti da nije pitanje da li višu matematiku uopšte treba podučavati, već da li je treba predavati svim učenicima ili samo manjini koja se specijalizira za matematiku ili srodne discipline.

Pošto su neuronske mreže koje su u osnovi matematike oblikovane biološkim i sredinskim faktorima, neuronauka može dobiti stvaranju matematičke didaktike na makar dva osnovna načina. Prvo, razumevanje bioloških faktora može doprineti kreiranju nastave matematike koja je konzistentna sa biološkim faktorima i predispozicijama. Drugo, istraživači mogu pratiti neurobiološke efekte različitih oblika nastave i demarkirati puteve u korenu matematičkog znanja. Jednom kada se ovi putevi mapiraju, edukatori mogu strateški unaprediti nastavu i razviti alternativne puteve koji odgovoraju individualnim razlikama. Stoga neuronauka može omogućiti osmišljavanje efikasnije i inkluzivnije nastave matematike.

Bebe računaju

Sa njihovim mekanim obraščićima i okruglim glavicama, odojčad deluju kao prazne tablice. Zaista, dugo se verovalo da se bebe rađaju bez ikakvih kvantitativnih sposobnosti i da otkrivaju svet putem nespretnih čulnih istraživanja. Mnoge uticajne razvojne teorije, uključujući Pijaževu (Piaget, 1952) teoriju kognitivnog razvoja, nipodaštavaju dečije razumevanje brojeva.

Nedavno sprovedena istraživanja pokazala su da je mozak odojčeta opremljen smislom za kvantitet (Ferigenson, Dehaene and Spelke, 2004; Wynn, 1998). Odojče poseduje dva osnovna sistema brojeva koji mu omogućavaju kvantifikovanje (Xu, 2003). Jedan sistem obezbeđuje koncepte „jedan“, „dva“ i „tri“. Odojčad mogu precizno da razlikuju ove brojeve, kao i odnos između njih i većih količina. Štaviše, mogu imati i apstraktan koncept ovih numeričkih vrednosti koji nije osetljiv na modalitete, jer čini se povezuju „dvojstvo“ i sa dva zvuka i dva objekta (Starkey, Spelke and Gelman, 1990). Drugi osnovni sistem brojeva je aproksimativan. On omogućava odojčadima da razlikuju veće brojeve sa dovoljno velikom verovatnoćom. Zato, odojče može, na primer, da razlikuje 8 od 16, ali ne i 8 od 9.

Postoje dokazi da odojčad mogu da izvedu matematičke operacije sa ovim brojevima. Kada jedan objekat na monitoru prati drugi objekat, oni očekuju da vide dva objekta kada se ekran pomeri, što ukazuje na to da znaju da je jedan plus jedan dva (Wynn, 1992). Takođe mogu da izvedu aproksimativne računice, recimo da pet plus pet daje otprilike deset (McCrink and Wynn, 2004).

Nasuprot naivnom gledištu da je odojče *tabula rasa*, ova istraživanja ukazuju na to da su odojčad angažovana u svrsishodnoj kvantitativnoj organizaciji sveta. Ona su evolucijski obdarena smislom za brojeve koji se koristi kao percepcijski alat za numeričko tumačenje sveta. Odnosno, bebe se rađaju za

intuitivnom sklonošću da koriste brojeve kako bi razumele svet, a tokom detinjstva nadograđuju ovo znanje.

Dakle, deca imaju značajnu numeričku osnovu i pre formalnog obrazovanja. Veći deo trenutne matematičke pedagogije zasnovan je na zastarelim teorijama kojima se potcenjuju sposobnosti dece. Obuka koja ignoriše osnovu smisla za brojeve koji imaju deca prenebregava osnovne temelje koji već postoje. Ova rana osnova može biti iskorišćena da bi se omogućilo razumevanja koncepata formalne matematike. Štaviše, mapiranje simboličke matematike u razumevanje stvarnog sveta pomaže da se stvore snažne veze između proceduralnog i konceptualnog znanja, što je ključno za uspeh u matematici (Siegle, 2003). Zajedno, ova istraživanja ukazuju na to da bi obuka matematike trebalo da bude zasnovana na dečjem neformalnom i intuitivnom numeričkom razumevanju.

Matematička pismenost u mozgu

Istraživanja počinju da identifikuju neuronske veze koje su u osnovi matematičke pismenosti. Genetski smisao za kvantitet kod odojčadi verovatno je lociran u parijetalnom režnju. Matematika se izgrađuje „na osnovama“ genetski specifikovanih kvantitativnih struktura na način koji je analogan, recimo, načinu na koji se pismenost izgrađuje na strukturama jezika. Mada matematičke sposobnosti postaju sofisticirane sa obrazovanjem, osnovni mehanizam obrade brojeva ostaje isti, jer postoje fundamentalne sličnosti u numeričkoj kognitivnosti tokom celog života. Na primer, odojčad, deca i odrasli, svi pokazuju identični profil (Cantlon et al., 2006). Štaviše, skora studija u kojoj je korišćen fMRI pokazala je da intraparijetalni sulcus neuronska osnova nesimboličke obrade brojeva i kod odraslih i kod dece koja još nisu započela formalno obrazovanje (Cantlon et al., 2006). Stoga, iako kulturne, jezičke i simboličko-numeričke prakse koje dolaze sa formalnim obrazovanjem menjaju mrežu regiona mozga koja je zadužena za matematičku pismenost, intraparijetalni sulcus ostaje i dalje nukleus zrelih matematičkih mreža.

Parijetalni korteks zaista igra bitnu ulogu u nizu matematičkih operacija (Dehaene, 1997). Oštećenje ove oblasti ima razorne posledice po matematičke sposobnosti. Na primer, pacijenti sa parijetalnim oštećenjima ne mogu da odgovore ni na jednostavna pitanja, na primer, koji broj se nalazi između tri i pet. Međutim, nemaju problema u rešavanju analognih serijalnih zadataka iz drugih oblasti, na primer, znaju koji mesec se nalazi između juna i avgusta ili

koja je muzička nota između do i mi². Takođe, mogu da rešavaju neke konkretne probleme koje ne mogu rešiti apstraktno. Na primer, znaju da je između devet i sedam sati dva sata, ali ne mogu da oduzmu 9 od 11 u simboličkom prikazu.

Ovaj niz zaključaka predstavlja primer za dva principa matematike u mozgu. Prvo, matematika se može odvojiti od drugih kognitivnih domena. Drugo, sposobnosti unutar domena matematike mogu se dalje razvrstati. Prvi princip govori u prilog pojmu višestrukosti delimično diskontinuiranih inteligencija. U najmanju ruku on ukazuje na to da nedostatak ili talenat u jednom domenu ne znači nužno nedostatak ili talenat u drugim domenima. Dete može, na primer, imati problema sa čitanjem, ali ujedno i posedovati sjajne matematičke sposobnosti. Stoga je važno da nastavnici obezbede fleksibilne puteve ka matematičkom znanju, koji obuhvataju višestruke načine i metode predstavljanja i ocenjivanja. Bez takve fleksibilnosti, poteškoće u drugim domenima mogu ometati učenje matematike. Zamislite, na primer, decu sa disleksijom koja uče matematiku. Ova deca imaće problema da pristupe matematičkom znanju u štampanim udžbenicima i teško će pokazati svoje znanje na pismenim zadacima. Ove vrste problema, koji se mogu zaobići, otežavaju učenje i zasenjuju matematičke sposobnosti. Ukoliko se učenicima ponudi mogućnost alternativnih načina predstavljanja i ocenjivanja, poput elektronskog testa sa softverom koji tekst pretvara u govor, deca sa disleksijom neće zaostajati u matematici dok razvijaju sposobnost čitanja. Ovaj primer ilustruje važnost obezbeđivanja fleksibilnih puteva ka matematičkom znanju, što, šire posmatrano, znači:

Nastavnici matematike trebalo bi da obezbede mnoštvo različitih načina predstavljanja gradiva i vrednovanja.

Štaviše, sposobnosti unutar domena matematike mogu se dalje razvrstati: nastavnici ne smeju pretpostaviti da poteškoća ili talenat u jednoj matematičkoj oblasti za sobom povlači globalnu sposobnost za matematiku. Sposobnosti u jednoj matematičkoj veštini ne ukazuju nužno na sposobnosti u drugim, što postavlja pitanje o validnosti kriterijuma koji se koriste kada se deca svrstavaju u grupe prema sposobnostima. Pošto sled kurikuluma nije poduprt znanjima o sposobnostima koja su distinktivna u mozgu. Dete može biti izvrsno u veštini koja se smatra naprednom, a mučiti se sa veštinama koje joj prethode. Posledično, dete može biti pogrešno svrstano u grupu sa manjim sposobnostima, čime se onemogućava njegov ili njen potencijal. Buduća ne-

²Note do i mi odgovaraju notama C i E.

uronaučna istraživanja mogu dovesti do stvaranja diferencirane mape matematike u mozgu. Međutim, dok se ovo ne dogodi:

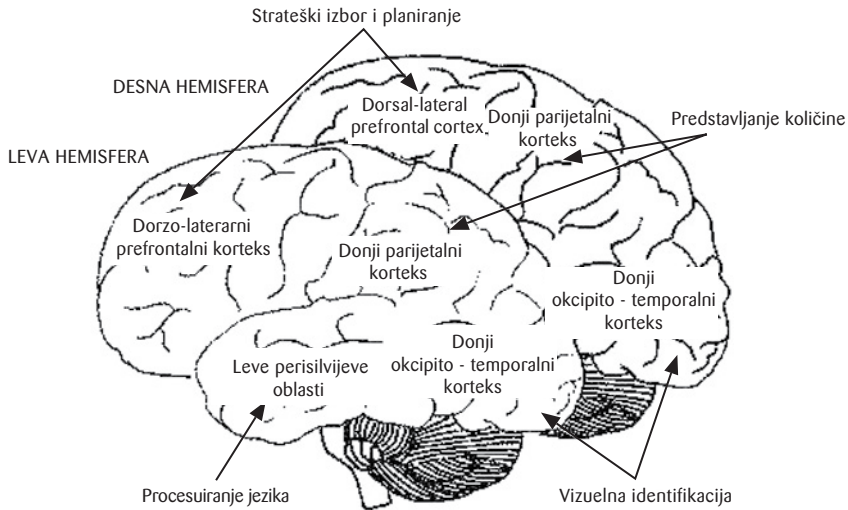
Upitna je validnost kriterijuma koji se koriste za praćenje uspeha u matematici.

Pošto su matematičke sposobnosti locirane u različitim delovima mozga, veoma jednostavne numeričke operacije iziskuju koordinaciju više moždanih struktura. Samo predstavljanje brojeva uključuje kompleksnu mrežu. Trikodni model opisuje tri nivoa obrade brojeva: količinu, vizuelno i verbalno procesuiranje (Dehaene and Cohen, 1995). Predstava količine, ili apstraktno kvantitativno značenje, poput „trojstva“ oslanja se na mreže u zadnjem parijetalnom korteksu. Vizuelna predstava angažuje zadnji okcipito-temporalni korteks. Numerička predstava, poput „3“ može bilateralno angažovati ovu oblast, dok se jezička predstava, poput „tri“ oslanja isključivo na ovu oblast u levoj hemisferi. Verbalna predstava zahteva angažovanje perisilvijeve oblasti u levoj hemisferi. Zato, jednostavno predstavljanje brojeva obuhvata mnoge različite oblasti mozga, uključujući zadnji parijetalni korteks koji je centralni element matematičke pismenosti.

Za računanje je takođe potrebna razgranata mreža (Dehaene, 1997). Oduzimanje ključno zavisi od zadnjeg parijetalnog korteksa, dok sabiranje i množenje zahtevaju još dodatne mreže, uključujući kortiko-subkortikalnu petlju, koja obuhvata bazalnu gangliju leve hemisfere. Proučavanje napredne matematike danas je retko, ali čini se da više operacije angažuju makar delimično distinktivne mreže. Rezultati pokazuju da su neuronske mreže zadužene za znanje algebre nezavisne od onih koje se povezuju sa mentalnim računanjem (Hittmair-Delazer, Sailer and Benke, 1995). Štaviše, dodatne neuronske mreže uključene su u orkestriranje matematike, uključujući prefrontalni korteks i prednji cingularni korteks. U Grafikonu 5.1. prikazan je dijagram cerebralnih oblasti za koje se zna da su u vezi sa procesuiranjem brojeva.

Iako se neuronska kola, koja su u osnovi matematike, tek odnedavno istražuju, već je jasno da je za matematiku potrebna veoma razgranata mreža moždanih struktura. Čak i čin jednostavnog množenja dveju cifara zahteva saradnju miliona neurona raspršenih u mnogim oblastima mozga.

Grafikon 5.1. Cerebralne oblasti



Izvor: Dehaene, S and L. Cohen (1995), *Mathematical Cognition*, Vol. 1.

Pošto se numeričko znanje oslanja na veoma razgranate moždane mreže, učenici moraju da nauče da koordiniraju aktivnosti distinktivnih regiona mozga koji su u osnovi različitih operacija i koncepata što ukazuje na to da:

Jedna od uloga formalnog matematičkog obrazovanja jeste da unese koherentnost i fluidnost u znanje matematike.

Ovo je posebno važno za obrazovanje jer je matematika posledica razgranatih i delimično nepovezanih, distinktivnih mreža koje se koordiniraju putem iskustva.

Broj i prostor

Parijetalna mreža koja je krucijalna za matematičku pismenost uključena je i u predstavljanje prostora i ove dve funkcije su isprepletene (Dehaene, 1997). Na primer, mnogi pacijenti sa akalkulijom imaju i prostorne poteškoće, poput razlikovanja desnog od levog (Mayer et al., 1999). Generalno, mala deca, pre nego što se upoznaju sa nizom brojeva, zamišljaju da su brojevi prostorno orijentisani. Zaista, možda je reč i biološkoj predispoziciji za povezivanje broja i prostora. Zato, metode obuke koje su zasnovane na metaforama

broja i prostora pružaju formalne predstave intuitivnih koncepata i obezbeđuju konkretne modele za apstraktne koncepte. Zbog toga, nastavna sredstva, poput niza brojeva i konkretnih prostornih manipulacija (npr. blokovi, štapovi, društvene igre, alati za merenje itd.) mogu podstaći i konsolidovati dečje intuitivno razumevanje matematike. Snažna veza između broja i prostora u mozgu pokazuje da:

Metode obuke koje povezuju broj i prostor predstavljaju moćna nastavna sredstva.

Obrazovna istraživanja pokazuju korisnost takvih tehnika. Program intervencije koju su sproveli Griffin, Kejs i Zigler (Griffin, Case and Siegler, 1994) sa centralnim fokusom na vezama između broja i prostora pokazao se uspešnim. U programu je korišćen niz brojeva kao i različiti predmeti koji povezuju broj i prostor. Rezultati su bili zapanjujući: 40 dvadesetominutnih sesija je decu koja su zaostajala za vršnjacima dovelo do toga da budu najbolji u razredu.

Uloga obuka

Kako pokazuje program intervencije Grifina, Kejsa i Ziglera (Griffin, Case and Siegler, 1994) obuka može imati snažne efekte na uspeh u matematici. Ovaj uspeh verovatno odslikava neuronske promene, jer skorašnje studije pokazuju da učenje novog matematičkog znanja može dramatično promeniti obrasce moždanih aktivnosti (Delazer et al., 2003, 2004). Promene koje se događaju rezultat su, čini se, sadržaja i metoda obuke.

Učenje različitih matematičkih operacija dovodi do distinktivnih promena u aktivaciji. Išebek i saradnici (Ischebeck et al., 2006) su proučavali promene u aktivaciji koje nastaju usled obuke u množenju ili deljenju. U oba slučaja obuka je dovela do smanjenja aktivacije u zadnjim frontalnim oblastima ukazujući na smanjenje elemenata koji imaju opštu svrhu, kakvi su radna memorija i izvršna kontrola. Međutim, pri množenju – ali ne i pri deljenju – obuka je dovela do promene u aktivaciji od intraparijetalnih sulkusa ka levom angularnom girusu, što ukazuje na to da je kvantitativno zasnovana obrada zamenjena automatizovanim prizivom. Zbog toga je obuka u deljenu dovela do povećanja brzine i efikasnosti, dok je obuka u množenju rezultirala novim strategijama. Pošto je protokol obuke bio isti za oba slučaja, ovi rezultati pokazuju da su neurobiološki efekti učenja matematike delimično zavisni od sadržaja.

Neurobiološki efekti učenja matematike takođe zavise i od metode obuke. Delazer (Delazer et al., 2005) je otkrio da je učenje ponavljanjem, koje je ob-

uhvatalo učenje napamet kako bi se povezali posebni rezultati sa dva činoca, enkodirano u različitim neuronskim oblastima od strateškog učenja, koje se sastojalo iz primene niza aritmetičkih operacija. Ponovno dolaženje do informacija posle učenja ponavljanjem više je aktivirao srednje parijetalne regione sve do levog angularnog girusa, dok je posle strateškog učenja bio povezan sa aktiviranjem prekuneusa. Ovaj rezultat pokazuje da različiti metodi obuke mogu stvoriti različite neuronske puteve koji su u osnovi istog matematičkog znanja. Na primer, dva deteta mogu odgovoriti da je 10 plus 10 jednako 20, ali ako je jedno dete memorisalo ovu činjenicu, dok drugo primenjuje strategiju dodavanja dve cifre, kod njih se aktiviraju različite neuronske veze.

Ovi rezultati imaju značajne posledice po vrednovanje učenika. Pošto proces kojim se znanje kodira utiče na neuronske osnove substrate ili mreže, dihotomne (tačno-netačno) mere vrednovanja nisu adekvatne za ocenjivanje razumevanja, jer ne mogu da razlikuju, na primer, znanje koje je kodirano kao činjenica i znanje koje je kodirano kao strategija. Potrebne su osetljivije mere za vrednovanje da bi se procenilo samo razumevanje. Stivenson i Stigler (Stevenson and Stigler, 1992) osmislili su pristup vrednovanju znanja matematike koji uspešnije procenjuje pozadinske procese. Ovaj pristup, koji često koriste azijski nastavnici matematike, obuhvata stalno vrednovanje, u kojem se sa mnogo detalja opisuje proces učenja. Prema ovom pristupu, naglasak je na razgraničenju puteva učenja, pre nego na uočavanju tačnog ili netačnog odgovora. Kod ove vrste vrednovanja pravi se razlika između znanja koje je kodirano kao činjenica i znanja koje je kodirano putem strategije, što pokazuje da:

Vrednovanje usmereno na proces pruža tačniju predstavu o znanju nego dihotomne mere tačnih i netačnih odgovora.

Dalje, Delazer i saradnici (Delazer et al., 2005) otkrili su da strateško učenje rezultira većom tačnošću i prenosivošću od onog koje nastaje učenjem sa ponavljanjem. Ovi rezultati ukazuju na to da su neuronski putevi u osnovi učenja ponavljanjem manje delotvorni od neuronskih puteva u osnovi strateškog učenja. Iako je potrebno još istraživanja kako bi se ovi rezultati testirali na različitim tipovima problema, oni pokazuju:

Strateško učenje, nasuprot učenju ponavljanjem, vodi ka robustnijem neuronskom kodiranju matematičkih informacija.

Ovi rezultati pokazuju da različite metode obuke dovode do stvaranja neuronskih puteva različite efikasnosti, što znači da obuka ima krucijalnu ulogu. Potrebna su dalja istraživanja kako bi se dokumentovao neurobiološki uticaj različitih

tipova obuke. Biće potrebno proceniti učinke različitih tehnika obuke na različite grupe, pošto individualne razlike često imaju ključnu posredničku ulogu.

Pol i matematika

Pol je jedan od izvora individualnih razlika u matematici koje se manifestuju u konzistentnim razlikama u postignućima, posebno kod spacijalnih zadataka. Na primer, muškarci postižu bolje rezultate od žena na testovima sposobnosti mentalne rotacije. Moguće je da je ovo biološki uslovljen efekat jer su razlike velike ($d=$ od 0,6 do 1,0), i pojavljuje se u najranijim uzrastima među kojima je test rađen i ne smanjuju se tokom istorijskog vremena (Newcombe, Mathason and Terlecki, 2002). Dokazivanje da su postignuća rezultat bioloških faktora ne eliminiše, međutim, važnu ulogu iskustvenih faktora. Zapravo, obuka može doneti značajna poboljšanja sposobnosti mentalne rotacije i kod muškaraca i kod žena, što verovatno dovodi do nestajanja rodnih razlika (Newcombe, Mathason and Terlecki, 2002). Sve dokumentovane rodne razlike u spacijalnim zadacima su, čini se, rezonivne na obuku (Newcombe, Mathason and Terlecki, 2002). Stoga bi bilo korisno promeniti fokus od uspostavljanja rang-liste sposobnosti i njihove veze sa rodom ka identifikovanju puteva obuke koja omogućava svim učenicima da steknu spacijalne sposobnosti.

Česta je zablude da muškarci postižu bolje rezultate na merenjima globalne matematičke sposobnosti. Zapravo, rezultati zavise od konteksta: dok muškarci, u proseku, imaju bolje rezultate u standardnim matematičkim testovima, devojčice imaju bolji uspeh na školskim testovima iz matematike (De Lisi and McGillicuddy-De Lisi, 2002). Ovi rezultati verovatno zavise od korišćenih strategija. Žene se drže algoritamskih metoda, dok se muškarci radije oslanjaju na algoritme kojima su podučavani i eksperimentišu sa novim pristupima (De Lisi and McGillicuddy-De Lisi, 2002). Stoga, muškarci briljiraju na standardizovanim testovima koji sadrže veliki deo pitanja u kojima se traže nelogoritamska rešenja, dok su žene uspešne na školskim testovima koji često zavise od naučenih algoritamskih metoda. Ove strateške rodne razlike ukazuju na značaj razvijanja različitih puteva ka matematičkom znanju, kako bi se uvažile individualne razlike.

Barijere u učenju matematike

Neka deca, čak i uz dovoljno obuke, imaju problema sa matematikom zbog diskalkulije, matematičkog ekvivalenta disleksiji. Diskalkuliju najverovatnije

uzrokuje oštećenje smisla za brojeve – rano razumevanje numeričkih kvantiteta i njihovih odnosa (Landerl, Bevan and Butterworth, 2004). Naučnici tek počinju da istražuju neuronske korene diskalkulije. Skore studije neuroodslivanja otkrile su specifične anatomske i funkcionalne odlike u intraparijetalnom sulku kod određenih grupa dece sa diskalkulijom. Na primer, Izaks i saradnici (Isaacs et al., 2001) poredili su razlike u gustini sive mase dveju grupa adolescenata koji su rođeni prerano, jednih koji su imali diskalkulije i drugih koji nisu. Na ukupnom moždanom nivou, kod onih sa diskalkulijom siva masa bila je smanjena u levom intraparijetalnom regionu, upravo tamo gde se uočava aktivacija pri izvođenju aritmetičkih zadataka. Iako su dalja istraživanja potrebna kako bi se razjasnile neuronske osnove diskalkulije, otkriće anatomske karakteristika koje su povezane sa selektivnim matematičkim oštećenjima potvrđuje gledište da matematika ne nastaje samo u procesu kulturne konstrukcije: zahteva puno funkcionisanje i integritet specifičnih moždanih struktura koje obezbeđuju konceptualnu bazu za dalje učenje.

Velika je verovatnoća da deficit neuronskih circuitry u korenu diskalkulije može biti tretiran i smanjen putem ciljane intervencije, jer su i matematičke veze plastične. Učenje novih činjenica ili strategija može da promeni aktivnost mozga (Delazer et al., 2003; Delazer et al., 2004); pacijenti sa lezijama mozga koje su dovele do matematičkog deficita mogu se rehabilitovati; mnogi pacijenti povratili su značajan deo matematičkih kompetencija posle intenzivne obuke posebno usmerene na oblast deficita (Girelli et al., 1996). Ovi rezultati pokazuju da se pojedincima sa diskalkulijom može pomoći i da mogu biti rehabilitovani. Potrebna su dodatna istraživanja da bi se identifikovale neuronske osnove diskalkulije što bi omogućilo kreiranje efektivnih ciljanih intervencija analognih onima koje su već razvijene za disleksiju.

Emocije su takođe prisutne u poteškoćama sa matematikom. Strah povezan sa matematikom relativno je često iskustvo, to stanje se naziva matematička anksioznost (Ashcraft, 2002). Ovo emocionalno stanje može omesti kognitivne strategije i radnu memoriju (Ashcraft and Kirk, 2001). Matematičko obrazovanje moglo bi koristiti dalja istraživanja u ovoj oblasti, posebno u pogledu pronalaženja adekvatnih tretmana³.

³ Kako je Batervert (Butterworth) pokazao, diskalkulija može, uz sve ovo, imati i domino efekat. Nastavnici, drugi učenici, roditelji, pa čak i same osobe sa diskalkulijom mogu etiketirati dete kao "glupo" samo zbog problema u matematici. Takva etiketa rezultiraće lošijim akademskim uspehom u svim predmetima zbog razornog uticaja na samopouzdanje.

Zaključci

Iako je neuronauka matematike tek u povoju, oblast je načinila velike pomake u protekloj deceniji. Naučnici su počeli da otkrivaju relevantne biološke obrasce poput veze između broja i prostora i povezuju ih sa rapidno širećim poljem genetike. Istraživači tek počinju da analiziraju efekte matematičke obuke na mozak, što zahteva dinamičnu razvojnu perspektivu tako da se mogu mapirati različiti razvojni putevi. Poput pismenosti, razumevanje pozadinskih matematičkih razvojnih puteva iz biološke perspektive omogućiće kreiranje raznolikih modela podučavanja koji odgovaraju različitim učenicima.

Trenutno se većina neuronaučnih istraživanja fokusira na osnovnu matematiku, što pruža značajne implikacije za obuku iz matematike. Za razliku od napredne matematike, ovo je neupitno značajno za sve učenike, jer je reč o sposobnostim bez kojih funkcionisanje u modernom društvu ne bi bilo moguće i koje omogućavaju praktične aktivnosti poput gledanja na sat, kuvanja ili baratanja novcem.

Sa sve boljim razumevanjem uticaja matematike na mozak, rašće neuronačni doprinos ključnim pitanjima o načinima na koje treba podučavati matematiku. Ako se, na primer, otkrije da učenje više matematike oblikuje mozak tako da omogućuje korisne načine razmišljanja, potvrdiće se argumenti u prilog uključivanju napredne matematike u standardni kurikulum. Ako su, sa druge strane, efekti napredne matematike ograničeni na usvajanje viših matematičkih veština, bilo bi korisno razmotriti da li treba ovaj nivo matematike preneti samo učenicima kojima će to biti korisno za nastavak studija. Na ovaj način neuronaučna istraživanja mogu obezbediti korisne uvide za podučavanje matematike u osnovnim školama i, još važnije, mogu oblikovati kurikulum matematike i metode nastave u srednjim školama.

Literatura

- Ashcraft, M.H. (2002), "Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences", *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 11, pp. 181-185.
- Ashcraft, M.H. and E.P. Kirk (2001), "The Relationships among Working Memory, Math Anxiety, and Performance", *J Exp Psychol Gen*, Vol. 11, pp. 224-237.
- Cantlon, J., E. Brannon, E. Carter and K. Pelphrey (2006), "Functional Imaging of Numerical Processing in Adults and 4-y-old Children", *PLoS Biology*, Vol. 4, No. 5, pp. 844-845.
- Dehaene, S. (1997), *The Number Sense*, Oxford University Press, NY.
- Dehaene, S. and L. Cohen (1995), *Mathematical Cognition*, Vol. 1, pp. 83-120.
- Delazer, M., F. Domahs, L. Bartha, C. Brennis, A. Lochy and T. Trieb et al. (2003), "Learning Complex Arithmetic - An FMRI Study", *Brain Res Cogn Brain Res*, Vol. 18, No. 1, pp. 76-88.
- Delazer, M., F. Domahs, L. Bartha, C. Brennis, A. Lochy and T. Trieb et al. (2004), "The Acquisition of Arithmetic Knowledge - An FMRI Study", *Cortex*, Vol. 40, No. 1, pp. 166-167.
- Delazer, M., A. Ischebeck, F. Domahs, L. Zamarian, F. Koppelstaetter, C.M. Siedentopf, L. Kaufmann, T. Benke and S. Felber (2005), "Learning by Strategies and Learning by Drill - Evidence from an fMRI Study", *Neuroimage*, Vol. 25, pp. 838-849.
- Ferigenson, L., S. Dehaene and E. Spelke (2004), "Core Systems of Number", *Trends in Cognitive Neuroscience*, Vol. 8, No. 7, pp. 1-8.
- Girelli, L., M. Delazer, C. Semenza and G. Denes (1996), "The Representation of Arithmetical Facts: Evidence from Two Rehabilitation Studies", *Cortex*, Vol. 32, No. 1, pp. 49-66.
- Griffin, S.A., R. Case and R.S. Siegler (1994), "Rightstart: Providing the Central Conceptual Prerequisites for First Formal Learning of Arithmetic to Students at Risk for School Failure", in K. McGilly (ed.), *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*, MIT Press, Cambridge.
- Hittmair-Delazer, M., U. Sailer and T. Benke (1995), "Impaired Arithmetic Facts but Intact Conceptual Knowledge - A Single Case Study of Dyscalculia", *Cortex*, Vol. 31, pp. 139-147.
- Isaacs, E.B., C.J. Edmonds, A. Lucas and D.G. Gadian (2001), "Calculation Difficulties in Children of Very Low Birthweight: A Neural Correlate", *Brain*, Vol. 124, pp. 1701-1707.
- Ischebeck, A., L. Zamarian, C. Siedentopf, F. Koppelsätter, T. Benke, S. Felber and M. Delzer (2006), "How Specifically do we Learn? Imaging the Learning of Multiplication and Subtraction", *NeuroImage*, Vol. 30, pp. 1365-1375.
- Landerl, K., A. Bevan and B. Butterworth (2004), Developmental Dyscalculia and Basic Numerical Capacities: A Study of 8-9-Year-Old Students. *Cognition*, Vol. 93, No.

2, pp. 99-125.

De Lisi, R. and A. McGillicuddy-De Lisi (2002), "Sex Differences in Mathematical Abilities and Achievement", in A. McGillicuddy-De Lisi and R. De Lisi (eds.), *Biology, Society, and Behavior: The Development of Sex Differences in Cognition*, Alex Publishing, London, pp. 155-181.

Mayer, E., M. Martory, A. Pegna, T. Landis, J. Delavelle and J. Annoni (1999), "A Pure Case of Gestmann Syndrome with a Subangular Lesion", *Brain*, Vol. 122, pp. 1170-1120.

McCrink, K. and K. Wynn (2004), "Large-number Addition and Subtraction by 9-Month-Old Infants", *Psychol. Sci.*, Vol. 15, No. 11, pp. 776-781.

Newcombe, N., L. Mathason and M. Terlecki (2002), "Sex Differences in Mathematical Abilities and Achievement", in A. McGillicuddy-De Lisi and R. De Lisi (eds.), *Biology, Society, and Behavior: The Development of Sex Differences in Cognition*, Alex Publishing, London, pp. 155-181.

Piaget, J. (1952), *The Child's Conception of Number*, Norton, NY.

Siegler, R.S. (2003), "Implications of Cognitive Science Research for Mathematics Education", in J. Kilpatrick, W.B. Martin and D.E. Schifter (eds.), *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics*, National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA, pp. 219-233.

Starkey, P., E.S. Spelke and R. Gelman (1990), "Numerical Abstraction by Human Infant", *Cognition*, Vol. 36, pp. 97-127.

Stevenson, H.W. and J.W. Stigler (1992), *The Learning Gap: Why our Schools are Failing and what we can Learn from Japanese and Chinese Education*, Summit Books, New York.

Wynn, K. (1992), "Addition and Subtraction by Human Infants", *Nature*, Vol. 358, pp. 749-750.

Wynn, K. (1998), "Numerical Competence in Infants", in C. Donlan (ed.), *The Development of Mathematical Skills*, Psychology Press, East Sussex, UK, pp. 1-25.

Xu, F. (2003), "Numerosity Discrimination in Infants: Evidence for Two Systems of Representations", *Cognition*, Vol. 89, No. 1, pp. 15-25.

PRVI DEO

Šesto poglavlje

Razotkrivanje „neuromitova“

„U suočavanju sa istinom, postoje tri vrste ljudi:
Oni koji za njom žude – njih je najmanje.
Oni koji ne mare – oni su najsrećniji.
Oni koji su je već dosegli – oni su najopasniji.“

Anonimni autor

U ovom poglavlju bavimo se zamkama u koje se može upasti kada se stvaraju pogrešne i neosnovane veze između neuronauke i obrazovanja. Navešćemo i razotkriti jedan broj „neuromitova“. U njih spadaju neutemeljene ideje u vezi sa razmišljanjem levom i desnom stranom mozga, determinizam o razvoju kod odojčadi, rodne razlike i višejezičnost. Ovo poglavlje relevantno je za sve koji se bave učenjem i posebno one koji žele da izbegnu pomodna rešenja bez naučne osnove.

Šta je „neuomit“?

Nauka napreduje putem pokušaja i promašaja. Teorije se konstruišu na osnovu posmatranja, koje drugi fenomenisti posle potvrđuju, modifikuju ili pobijaju: druga teorija, komplementarna ili kontradiktorna prethodnoj, stvara se i proces se nastavlja. Ovaj trnovit put nauke je neizbežan, ali ima i svoje mane. Neke hipoteze koje su se pokazale kao nevažne ipak ostavljaju tragove i ako oni zaokupe maštu, nastaju „mitovi“. Ova uverenja mogu se iskoreniti naukom, ali pokazuje se da često, uprkos svemu, tvrdoglavo istrajavaju i prenose se javnosti putem raznih medija.

Neuronauka je neminovno upletena u ovaj fenomen. Neki izrazi na engleskom jeziku ovo potvrđuju: „smisao za brojeve“ („number sense“), na primer, potiče iz istraživanja nemačkog anatomiste i psihologa, Franca Jozefa Gala (Franz Joseph Gall, 1758–1882). Analizirajući glave osuđenih živih kriminalaca i disekcijom mozgova preminulih, Gal je ustanovio teoriju frenologije: neki poseban talenat proizvešće rast mozga, a mozak će potiskivati kost i iskriviti lobanju. Gal se hvalio da opipavanjem glave može da razlikuje kriminalca od poštenog čoveka, osobu „za matematiku“ od osobe „za literaturu“. Frenologija je, u međuvremenu, odavno prevaziđena, zapravo diskreditovana. Uistinu, neke oblasti mozga jesu specijalizovanije od drugih i imaju određene funkcije. Ali, nasuprot regionima koje je Gal mislio da je uočio, reč je o funkcionalnim specijalizacijama (poput stvaranja slika, proizvodnje reči, osetljivosti na dodir itd.), a ne o moralnim osobinama poput dobrote, borbenosti i slično¹.

Sama nauka nije jedina odgovorna za pojavu ovakvih mitova. Često je teško razumeti nijanse rezultata istraživanja, a još teže protokole i metodološke detalje. Ipak, ljudska priroda često je zadovoljna brzim, jednostavnim i nedosmislenim rešenjima² - čak u njima uživa. Ovo nužno vodi u pogrešna tumačenja, upitne ekstrapolacije i, generalno, u stvaranje pogrešnih ideja³.

U ovom poglavlju analiziramo, jedan po jedan, glavne mitove koji pripadaju nauci o mozgu sa posebnom pažnjom na one najrelevantnije za metode učenja. Za svaki mit, iz istorijske perspektive ćemo objasniti kako je ideja začeta i zatim ćemo dati pregled trenutnog stanja naučnih istraživanja u datoj oblasti. Ironično, neki mitovi su, zapravo, koristili obrazovanju tako što su dali „opravdanje“ za diverzifikaciju. Ali, oni uglavnom imaju manje sretne posledice i zato moraju biti razotkriveni.

¹ Gal je takođe pretpostavio da postoje oblasti pogodne za jezike i aritmetiku.

² Masovni mediji utiču na mnjenje i posebno su spremni na prekomerna pojednostavljanja (o ovome videti Burdije (Bourdieu), *On Television*, New Press, 1998).

³ Ni naučnici nisu imuni na ovu tendenciju. Iako se očekuje da budu rigorozni u svojoj oblasti, kada se obraćaju publici koja je daleko od njihovih istraživanja, podlegnu ljudskim manama i subjektivnim i emocionalnim uticajima.

„Nema vremena za gubljenje jer se sve u vezi sa mozgom dešava do treće godine“

Ukoliko u internet pretraživač unesete ključne reči „od rođenja to treće godine“ dobićete impresivan broj veb sajtova koji objašnjavaju kako su prve tri godine vašeg deteta ključne za njen/njegov dalji razvoj i da se praktično sve odlučuje u tom dobu. Takođe ćete pronaći različite komercijalne proizvode namenjene stimulisanju inteligencije pre nego što dete dosegne tako važnu treću godinu.

Neki psihološki fenomeni koji se odvijaju tokom razvoja mozga mogu, zaista, dovesti do uverenja da se kritične faze učenja odvijaju od rođenja do treće godine. Ali ovo se može lako preuveličati i iskriviti. Ovo gledište zadobija status mita kada ga preterano koriste neki kreatori politika, edukatori, proizvođači igraćaka i roditelji koji opterećuju svoju decu gimnastikom za novorođenčad i stimulišućom muzikom sa kasetofona ili CD plejera koji su okačeni na bebin krevet. Koje psihološke fenomene su istraživači otkrili, a koji su relevantni za ovo uverenje?

Osnovna komponenta obrade informacija u mozgu jeste nervna ćelija ili neuron. Ljudski mozak sadrži oko 100 milijardi neurona. Svaki je povezan sa hiljadama drugih što omogućava da nervne informacije cirkulišu intenzivno i u nekoliko smerova istovremeno. Duž nekih od veza između neurona (sinapsi), nervni impulsi putuju od jedne ćelije do druge i omogućavaju razvoj veština i sposobnosti učenja. Učenje je stvaranje novih sinapsi, ili jačanje ili slabljenje postojećih. U poređenju sa odraslima, broj sinapsi kod novorođenčadi je mali. Posle dva meseca rasta, gustina sinapsi u mozgu se eksponencijalno povećava i nadilazi gustinu kod odraslih (sa vrhuncem u desetom mesecu). Zatim dolazi do ravnomrenog opadanja do desete godine kada se dostiže broj sinapsi koje imaju odrasli. Dešava se relativna stabilizacija. Proces stvaranja sinapsi *en masse* naziva se sinaptogeneza. Proces smanjenja broja sinapsi naziva se sinaptička eliminacija. To je prirodni mehanizam, nužan za rast i razvoj.

Dugo je nauka verovala da je maksimalan broj neurona fiksiran pri rođenju; za razliku od većine drugih ćelija, smatralo se da se neuroni ne regenerišu i da svaki pojedinac redovno gubi neurone. Na isti način, posle lezije mozga, uništene nervne ćelije ne mogu se zameniti. U poslednjih dvadeset godina, rezultati su promenili ovo gledište otkrivajući do sada nerazmatran fenomen: novi neuroni nastaju u bilo kojem trenutku života (neurogeneza) i, barem u nekim slučajevima, broj neurona ne oscilira tokom životnog doba.

Sinaptogeneza je intenzivna u prvim godinama života ljudskog bića. Ukoliko se učenje određuje kao stvaranje novih sinapsi – ideja koja na oko deluje primamljivo – na pola koraka smo da zaključimo da je u ranim godinama dete

najsposobnije za učenje. Druga verzija, najprisutnija u Evropi, jeste gledište po kojem veoma mala deca moraju stalno biti stimulisana tokom prve dve ili tri godine života kako bi se pojačala sposobnosti učenja u daljem životu. Zapravo, ove tvrdnje daleko prevazilaze stvarne naučne dokaze.

Međutim, eksperiment koji je sproveden pre dvedeset godina lansirao je ovaj mit. Laboratorijske studije sa glodarima pokazale su da se sinaptička gustina povećava kada se subjekti stave u kompleksno okruženje, definisano u ovom slučaju kao kavez sa drugim glodarima i različitim objektima za istraživanje. Kada su pacovi testirani testom učenja u lavirintu, bili su bolji i brži od onih koji su pripadali kontrolnoj grupi i koji su živeli u „siromašnom“ i „izolovanom“ okruženju (Diamond, 2001). Zaključak je bio da pacovi koji žive u „obogaćenom“ okruženju imaju povećanu sinaptičku gustinu i da zato bolje izvode zadatke učenja.

Svi sastojci za stvaranje mita bili su tu: veliki eksperiment, veoma lak za razumevanje, mada težak za izvođenje, i rezultati koji potvrđuju očekivane ishode. Eksperiment se, međutim, odvijao u laboratoriji sa izuzetno veštačkim uslovima⁴. Sproveden je nad glodarima. Nespecijalisti su izokrenuli eksperimentalne podatke o pacovima, dobijene sa neupitnom naučnom preciznošću, i kombinovali ih sa trenutnim idejama o ljudskom razvoju kako bi zaključili da obrazovnu intervenciju, u ciju efikasnosti, treba koordinirati sa sinaptogenezom. Takođe, predlagali su zaključak da „obogaćena sredina“ spasava sinapse od eliminacije tokom prvih meseci života ili da čak stvara nove sinapse tako doprinoseći većoj inteligenciji i većim kapacitetima za učenje. Ovo je slučaj korišćenja podataka do kojih se došlo validnim istraživanjem kako bi se ekstrapolirali zaključci koji daleko nadilaze izvorne dokaze.

Ograničenja i nauk ovog slučaja prilično su jasni. Postoji malo dokaza ljudske neuronauke o prediktivnom odnosu između sinaptičke gustine na početku života i poboljšanog kapaciteta za učenje. Slično, malo podataka postoji o prediktivnom odnosu između sinaptičke gustine kod dece i odraslih. Ne postoje direktni neuronaučni dokazi, za životinje ili za ljude, koji povezuju sinaptičku gustinu odraslih sa većom sposobnošću učenja. Sve ovo ne znači

⁴U divljini pacovi žive u stimulatvnom okruženju (dokovi, cevi isl.) i imaju broj sinapsi koji im je potreban da prežive; kada se stave u veštački osiromašeno okruženje njihovi mozgovi imaju sinaptičku gustinu koja im je potrebna za takvu sredinu. Ukratko, biće onoliko „pametni“ koliko im je potrebno da prežive u laboratorijskom kavezu. Isto rezonovanje može se primeniti na ljude, ali ove činjenice tek treba dokazati. U ovom slučaju, mozgovi većine ljudi prilagođeni su razumno stimulatvnoj sredini. Istraživanja su pokazala da čak i deca koja odrastaju u okruženju koje bi se moglo nazvati osiromašenim (na primer, u getu), mogu tokom vremena pokazati izvrsne rezultate u školi i pohađati visoko obrazovanje. Postoji jednostavno previše faktora koji se moraju uzeti u obzir kada se definiše „obogaćeno“ okruženje za većinu učenika, da bi se predviđao intelektualni kapacitet. Stoga, rezultati, takvi kakvi su, trenutno nisu primenjivi na obrazovanje.

da plastičnost mozga, i posebno sinaptogeneza, ne mogu da budu u nekoj vezi sa učenjem, ali, na osnovu snage dostupnih dokaza, nisu održive tvrdnje o takvoj determinišućoj ulozi razvoja u periodu od rođenja do treće godine.

Za dalje čitanje, čitaoca upućujemo na knjigu Džona Bruera (John Bruer) *The Myth of the First Three Years* (2002) [Mit o prve tri godine]. On je prvi sistematično osporio ovaj mit za koji smatra da je „ukorenjen u našim kulturnim uverenjima o deci i detinjstvu, u našoj fascinaciji umom-mozgom i našoj neprestanoj potrebi da pronađemo utešne odgovore na pitanja koja nas muče“. Bruer se vraća u XVIII vek u kojem nalazi početke mita: već tada se verovalo da obrazovanje majke ima moć da oblikuje život i sudbinu deteta; uspešna deca bila su ona koja su bila „dobra“ u interakciji sa porodicom. Autor jedan za drugim pobija mitove zasnovane na pogrešnim interpretacijama rane sinaptogeneze.

„Postoje kritični periodi kada se neke stvari moraju podučavati i učiti“

I dalje nije poznat uticaj intenzivne sinaptogeneze rano u životu na mozak odraslih, ali poznato je da odrasli imaju manje sposobnosti učenja određenih stvari. Bilo ko ko kasnije u životu počne da uči strani jezik, na primer, verovatno će imati „strani akcenat“; virtuoznost kasnijeg učenja nekog muzičkog instrumenta verovatno nikada neće biti jednaka onoj koju ima dete koje je na istom instrumentu vežbalo od pete godine. Da li ovo znači da postoje periodi u životu kada se neki zadaci više ne mogu naučiti? Ili se samo zadaci uče sporije i teže u različitoj dobi?

Dugo vremena se verovalo da mozak gubi neurone s godinama, ali merenja omogućena novih tehnologijama danas dovode u pitanje ovu izvesnost. Teri i njegove kolege pokazali su da ukupan broj neurona u svakoj od oblasti cerebralnog korteksa ne zavisi od godina, već da postoji veza sa jednim brojem „velikih“ neurona. Nervne ćelije se smanjuju, što rezultira u rastućem broju malih neurona, ali ukupan broj svih neurona ostaje isti. Nedavno je otkriveno da neki delovi mozga, kao hipokampus, zapravo stvaraju nove neurone tokom celog života. Hipokampus je, između ostalog, zadužen za spacijalnu memoriju i procese navigacije (Burgess and O’Keefe, 1996). Istraživanje u kojem su poređeni londonski taksisti i drugi građani pokazalo je da postoji snažna veza između relativne veličine i aktivacije hipokampusa i, sa druge strane, dobre sposobnosti navigacije; postoji pozitivna korelacija između uvećanog auditivnog korteksa i razvoja muzičkog talenta, kao što dolazi do rasta motornih oblasti mozga posle intenzivnog uvežbavanja pomeranja prstiju. U

poslednjem slučaju, promene u konfiguraciji neuronske mreže koja je povezane sa učenjem mogu se meriti korišćenjem neuroodslikavanja posle petog dana obuke, odnosno posle izuzetno kratkog perioda učenja.

Procesi koji remodeluju mozak – neuronska sinaptogeneza, sinaptička eliminacija, razvoj i modifikacija – jednim imenom nazivaju se: „plastičnost mozga“. Brojne studije pokazale su da mozak ostaje plastičan tokom života, u pogledu broja neurona i sinapsi. Usvajanje veština rezultat je obuke i jačanja nekih veza, ali i eliminacije nekih drugih. Potrebno je povući razliku između dva tipa sinaptogeneze – jedne koja se prirodno odvija u prvim godinama života i druge koja je rezultat izlaganja kompleksnim sredinama tokom života. Prvi tip istraživači nazivaju „učenje u očekivanju iskustva“, a drugi „učenje zavisno od iskustva“. Gramatika se do šesnaeste godine uči brže i lakše, dok se sposobnost širenja rečnika zapravo poboljšava tokom života (Neville, 2000). Gramatika je primer *osetljivog perioda* učenja i ona je u očekivanju iskustva: kako bi se učenje ostvarilo bez velikih poteškoća, mora se idealno odvijati tokom određenog vremena (*osetljivog perioda*). *Učenje u očekivanju iskustva je zato optimalno tokom određenih perioda života*. Učenje koje ne zavisi od osetljivog perioda, kakvo je učenje novih reči, jeste „zavisno od iskustva“: period kada je najbolje učiti nije ograničen godinama ili vremenom i ovaj tip učenja može se poboljšati sa godinama (videti Drugo poglavlje).

Postoje li „kritični periodi“ kao jedinstvene faze tokom kojih određeni tipovi učenja mogu biti uspešno sprovedeni? Mogu li se neke veštine ili čak znanja usvojiti samo tokom relativno kratkih „perioda mogućnosti“ koji se potom potpuno završe u tačno određenoj fazi razvoja mozga? Koncept „kritičnog perioda“ potiče iz eksperimenata koje je tokom sedamdesetih sprovodio etolog Konrad Lorenc (Konrad Lorenz) i koji su relativno dobro poznati široj javnosti. On je učio da tek izlegli ptici postaju trajno vezani za dominantni mobilni objekat u okruženju, obično na svoju majku, što je privrženost koju je Lorenc nazvao „imprinting“ (utisnuti objekat). Zauzimajući mesto majke, Lorenc je uspeo da ostvari vezu sa pticima koji su ga svuda pratili. Period koji omogućava ovu vezu veoma je kratak (odmah posle izleganja) i jednom kada se dogodi nije moguće promeniti objekat veze i ptici stalno prate zamenu umesto majke. Termin „kritični period“ odgovara takvim slučajevima koji tokom tačno određenog perioda donose nepovratne rezultate⁵.

⁵ Studije na životinjama se, u svakom slučaju, moraju uzimati sa velikim oprezom (što su, inače, Lorenc i drugi, čini se, zaboravili u nekim fazama). Analogijom sa eksperimentima sprovednim nad glodarima, stvoreno je uverenje da će obezbeđivanje stimulišućih sredina za učenje povećati moždane veze i napraviti bolje učenike. Predlagalo se da nastavnici (i roditelji) stvore živopisne, interesantne i senzorno značajnske sredine kako bi obezbedili bistro dete. Zagovaranje „obogaćenog okruženja“ na osnovu podataka o pacovima nije opravdano (npr. slušanje Mocarta, gledanje šarenih pokretnih predmeta), posebnu kada se ima u vidu da paralelne neuronaučne studije o efektima složenih i izolovanih okruženja na razvoj ljudskog mozga još nisu sprovedene.

Kod ljudi još uvek nije otkriven nijedan kritični period učenja (mada se to može dogoditi). Pravilnije je govoriti o „osetljivim periodima“, kada je učenje određenih stvari lakše. Naučna zajednica smatra da postoje osetljivi periodi, posebno za učenje jezika, i uočeno je njih nekoliko (neki u odrasloj dobi). Ključno istraživačko pitanje jeste da li programi obrazovnog sistema odgovaraju osetljivim periodima, a neuroodslikavanje će nam doneti nova objašnjenja bioloških procesa povezanih sa ovim periodima.

Učenje jezika pruža dobre primere „osetljivih perioda“. Pri rođenju, deca razlikuju sve glasove jezika, čak i one različite od maternjih jezika njihovih roditelja. Tako, na primer, iako odrasli Japanci teško primećuju razliku između glasova *r* i *l*, koje percipiraju kao identične, veoma mala japanska beba može da ih razlikuje. Percepciju radikalno oblikuje zvučno okruženje deteta tokom prvih dvanaest meseci, do kada on(a) više ne mogu da uoče razlike koje nisu deo tog okruženja. Sposobnost razlikovanja stranih glasova nestaje između šestog i dvanaestog meseca tokom perioda kada se mozak menja tako da dete može postati kompetentan govornik maternjeg jezika. Pošto glasovni repertoar maternjeg jezika ne iziskuje usvajanje novih glasova, već suprotno „gubitak“ nepercepiranih, neproizvođenih, možemo postaviti hipotezu da se ovaj proces završava sinaptičkom eliminacijom. Važan razlog zašto je poželjno ovaj aspekt ljudskog učenja nazvati „osetljivim“ a ne „kritičnim“ periodom jeste taj što se odnosi na gubitak, a ne na povećanje informacija. Kako god opisan, nema sumnje da je sposobnost reprodukovanja glasova jednog jezika (fonologija, akcent) i sposobnost učenja gramatike jesu optimalni tokom detinjstva, dok je među jezičkim kompetencijama samo sposobnost usvajanja vokabulara jednako dobra tokom celog života.

Rad Pijažea bitno je uticao na organizaciju školskih sistema u poslednjim decenijama XX veka. Osnovna pijaževska ideja o razvoju jeste da deca imaju određene periode kognitivnog razvoja, što znači da neke veštine ne mogu da nauče pre relativno fiksnog uzrasta. Ovo se odnosi na čitanje i računanje i u školskim sistemima zemalja OECD-a, čitanje, pisanje i aritmetika ne uče se zvanične do šeste ili sedme godine. Pijaže i njegove kolege predložili su *inter alia* da deca dolaze na svet bez prethodnih ideja o brojevima. Ali, skora istraživanja o radu mozga pokazuju da se deca rađaju sa urođenim smislom za brojčane predstave (Dehaene, 1997). Nije reč o dovođenju u pitanje Pijaževih nalaza i on je tačno uočio značaj istinski osetljivih perioda. Ali, deca su mnogo „talentovanija“ pri rođenju nego što su naučnici dugo mislili (Gopnik, Meltzoff and Kuhl, 2005). Zato se Pijaževove uticajne teorije moraju staviti u perspektivu i ove vrste istraživanja.

„Ali, negde sam pročitao/la da svakako koristimo samo 10% mozga“

Često se kaže da ljudi koriste samo 10 % (nekada 20 %) mozga. Odakle dolazi ovaj mit? Neki kažu da potiče od Ajnštajna koji je tokom jednog intervjua izjavio da je koristio samo 10 % svog mozga. Rana istraživanja mozga možda su poduprla ovaj mit. U kasnim tridesetim, Karl Lešli (Karl Lashley) istraživao je mozak koristeći električne šokove. Pošto mnoge oblasti mozga nisu reagovala na ove šokove, Lašli je zaključio da ove oblasti nemaju nikakvu funkciju. Tako se pojavio termin „nemi korteks“ (silent cortex). Ova teorija danas se smatra netačnom. Druge interpretacije funkcionisanja mozga pothranile su ovaj mit.

Danas, zahvaljujući tehnikama neuroodslikavanja, mozak se može precizno opisati putem funkcionalnih oblasti. Svako čulo odgovara jednoj ili nekolicini primarnih funkcionalnih oblasti: primarna vizuelna oblast, koja prima informacije koje percipira oko; primarna auditivna oblast, koja prima informacije čula sluha itd. Nekoliko regiona povezano je sa proizvodnjom i razumevanjem jezika. Njih psiholozi nekada odvojeno opisuju i javnost koja se seća ovih parcijalnih opisa može steći utisak da mozak funkcioniše oblast po oblast. Ovo je naizgled u saglasju sa gledištem da je, u svakom trenutku, samo mali deo mozga aktivan, ali to nije tako. Primarne oblasti okružene su sekundarnim oblastima tako da se, na primer, informacije iz slika koje su percipirane okom šalju primarnim vizuelnim oblastima, a zatim se analiziraju u sekundarnim vizuelnim oblastima u kojima se odvija trodimenzionalno rekonstituisanje percipiranih objekata. Informacija iz memorije cirkuliše u mozgu kako bi se prepoznao objekat, dok se uključuje semantička informacija iz jezičkih oblasti tako da osoba može brzo da imenuje objekat koji vidi. Istovremeno, oblasti mozga koje su zadužene za telesni stav i pokret u akciji pod uticajem su nervnih signala iz celog tela, što omogućava osobi da zna da li stoji ili sedi, glave okrenute levo ili desno i sl. Zato, delimičan, fragmentaran opis oblasti mozga može dovesti do pogrešnih tumačenja načina na koji on radi.

Drugi izvor ovog mita može se pronaći u činjenici da se mozak sastoji od deset glijalnih ćelija za svaki neuron. Glijalne ćelije imaju nutritivnu funkciju i daju podršku nervnim ćelijama, ali ne prenose informacije. Pri transmisiji nervnih impulsa angažuju se samo neuroni (ili 10 % ćelija od kojih se mozak sastoji), tako da ovo nudi drugi izvor nerazumevanja iz kojeg potiče „mit o 10 %“. Ali, ovo viđenje funkcionisanja ćelija je simplističko: dok glijalne ćelije imaju drugačiju ulogu od neurona, one su jednako važne za funkcionisanje celine.

Nalazi neuronauke pokazuju da je mozak 100 % aktivan. Tokom neurohiruskih intervencija, kada se mogu posmatrati funkcije mozga pacijenata pod lokalnom anestezijom, električne stimulacije ne pokazuju neaktivne oblasti,

čak i kada nema pokreta, osećaja ili emocije. Nijedna oblast mozga nije potpuno neaktivna, čak ni tokom sna; kada bi bile, radilo bi se o ozbiljnom funkcionalnom poremećaju. Slično, gubitak mnogo manje od 90 % moždanog tkiva dovodi do ozbiljnih posledica jer nijedna oblast mozga ne može biti oštećena, a da to ne prouzrokuje fizičke ili mentalne deficite. Slučaj ljudi koji godinama žive sa metkom u mozgu ili sličnom povrednom ne ukazuje na postojanje „beskorisnih oblasti“. Mogućnost potpunog oporavka posle takvog šoka pokazuje zapravo izuzetnu plastičnost mozga: neuroni (ili mreže neurona) bile su sposobne da zamene one koji su uništeni i u tim slučajevima mozak se rekonfiguriše kako bi nadoknadio povredu.

Mit je neodrživ i iz fizioloških razloga. Evolucija ne dozvoljava bezrazložno gubljenje, i mozak, kao i drugi organi, a verovatno i više od drugih, oblikovan je prirodnom selekcijom. Čini samo 2 % ukupne težine ljudskog tela, ali troši 20 % raspoložive energije. Sa tako velikim utroškom energije, evolucija ne bi dozvolila razvoj organa čijih 90 % je beskorisno.

„Ja funkcionišem 'levom stranom mozga', dok ona funkcioniše 'desnom'“

Mozak čine neuronske mreže, on ima funkcionalne oblasti koje su u interakciji i sastoji se iz leve i desne hemisfere. Svaka hemisfera specijalizovanija je za neke oblasti od drugih. Da li ove činjenice opravdavaju čudne izjave koje se mogu čuti u svakodnevnom životu, poput: „ja više koristim levu stranu“ ili „žene imaju razvijeniju desnu stranu mozga“? Da li zaista postoji levi i desni mozak? Širi pregled porekla ovih izjava neophodan je da bi se ustanovilo da li one odgovaraju činjenicama, ili je opet reč o kontroverznom ekstrapolacijama naučnih podataka. Ali, da počnemo tako što ćemo podvući da dve hemisfere nisu odvojene funkcionalne i anatomske jedinice: povezuju ih mnoge nervne strukture (korpus kalozum) i mnogi neuroni imaju jedro ćelije u jednoj hemisferi i nastavke u drugoj. Sama ova činjenica zahteva da se na njoj zadržimo.

Kaže se da je „levi mozak“ sedište racionalnog razmišljanja, intelektualnog razmišljanja, analize i govora. On takođe obrađuje numeričke informacije deduktivno i logički. Discira informacije analiziranjem, razvrstavanjem i struktuiranjem delova celine, linearnom organizacijom podataka. Leva hemisfera mozga opremljena je da se bavi zadacima u vezi sa jezikom (pisanje i čitanje), algebrom, matematičkim rešavanjem problema, logičkim operacijama. Zato se može verovati da ljudi koji su racionalni, intelektualno nastrojani, logični i koji imaju dobar smisao za analitiku „prevashodno koriste „levi mozak“ i često su matematičari, inženjeri i istraživači“.

„Desni mozak“ koji se naziva sedištem intuicije, emocija, neverbalnog razmišljanja i sintetičkog razmišljanja, koji omogućava predstavljanje prostora, kreativnost i emocije. Uglavnom sintetiše, rekreira trodimenzionalne oblike, uočava sličnosti pre nego razlike i razume kompleksne konfiguracije. Iz ovog sledi komplementaran mit da ljudi koji su intuitivni, emotivni, imaginativni i lako se snalaze u prostoru „prevashodno koriste 'levi mozak'“ i uglavnom se bave umetničkim i kreativnim zanimanjima“.

Ova opozicija „levog i desnog mozga“ nastala je prvo u neuropsihološkim istraživanjima. Intelektualne sposobnosti često su svrstavane u dve grupe: kritičke i analitičke sklonosti, sa jedne strane i kreativne i sintetičke sklonosti, sa druge. U jednoj od najvažnijih doktrina neuropsihologije iz XIX veka svaka grupa povezivana je sa određenom hemisferom. Godine 1844, Artur Ledbrok Vigan (Arthur Labrosse Wigan) objavio je knjigu *A New View on Insanity: Duality of the Mind* [Nova gledišta na ludilo: Dualnost uma]. On dve hemisfere mozga opisuje kao nezavisne i svakoj pripisuje sopstvenu volju i način razmišljanja: one obično rade zajedno, ali kod nekih bolesti rade jedna protiv druge. Ova ideja zaokupila je maštu nakon 1866. i objavljivanja čuvenog romana *Doktor Džekil i mister Hajd* Roberta Luisa Stivensona, koji koristi ideju da se kultivisana leva hemisfera suprotstavlja primitivnoj i emotivnoj desnoj hemisferi koja lako gubi kontrolu. Pol Broka (Paul Broca), francuski neurolog, otišao je dalje od fikcije u lociranju različitih uloga dveju hemisfera. Šesdesetih godina XIX veka, on je *post mortem* izučavao mozgove preko 20 pacijenata čije jezičke funkcije su bile oštećene. U svim ispitanim mozgovima, uočio je lezije u frontalnom režnju leve hemisfere, dok je desna hemisfera bila nedirnutu. Zaključio je da proizvodnja govora mora biti locirana u frontalnom delu leve hemisfere. Ovo istraživanje nekoliko godina kasnije završio je nemački neurolog Vernike (Wenicke), koji je izučavao *post mortem* mozgove ljudi koji su imali poremećaje u jezičkom razvoju, zaključio je da je sposobnost razumevanja jezika smeštena u temporalni režanj leve hemisfere. Tako su Broka i Vernike povezali istu, levu hemisferu mozga sa dve suštinske komponente procesuiranja jezika: razumevanjem i govornom proizvodnjom.

Sve do šezdesetih godina metode za uočavanje dominantne uloge leve hemisfere u jezičkoj upotrebi i obradi (lateralizacija jezika) bili su zasnovani na *post mortem* izučavanju pacijenata sa moždanim lezijama. Neki neurolozi su, ipak, tvrdili da jezik ne mora biti nužno funkcija leve hemisfere i da nije moguće zaključiti da desna hemisfera ne učestvuje na osnovu nedostatka lezija kod ljudi sa oštećenim jezičkim funkcijama. Lezije samo na levoj strani mogu biti nasumične. Validnost ove intuicije potvrđena je studijama izvedenim nad pacijentima sa „podeljenim mozgom“. Korpus kalozum ovih pacijenata bio je oštećen kako bi se sprečili epileptični napadi iz jedne hemisfere u drugu. Dok

je primarni cilje operacije bilo smanjenje epileptičnih napada, ona je omogućila istraživačima da prouče ulogu svake hemisfere kod pacijenata. Prve ovakve studije sproveo je šesdesetih i sedamdesetih dobitnik Nobelove nagrade za medicinu Rodžer Speri (Roger Sperry) i njegov tim sa Kalifornijskog instituta za tehnologiju. Oni su uspjeli informacijama da snabdeju samo jednu hemisferu svojih pacijenata sa „podeljenim mozgovima“ i od njih tražili da svakom rukom posebno prepoznaju objekte ne gledajući ih. Ovaj eksperimentalni protokol zasnovan je, zapravo, na činjenici da su osnovne senzorne i motorne funkcije simetrično razdvojene između dve hemisfere mozga – leva hemisfera prima skoro sve senzorne informacije i kontroliše desni deo tela i *vice versa*. Senzorne informacije iz desne ruke prima leva hemisfera, a one iz leve ruke prima desna hemisfera. Kada su pacijenti dodirivali objekat desnom rukom, lako su uspevali da ga imenuju, što nisu mogli kada su ga dodirivali levom rukom. Ovo je dokaz da je leva hemisfera sedište osnovnih jezičkih funkcija.

Ova nejednaka lokalizacija jezičkih funkcija stvorila je ideju da je leva hemisfera verbalna, a desna neverbalna. Pošto se jezik često smatra najotmenijom funkcijom ljudske vrste, leva hemisfera proglašena je „dominantnom“.

Drugi eksperimenti sa istom vrstom pacijenata pomogli su da se razjasni uloga desne hemisfere. Video-snimak pacijenta W. J., koji je imao podeljeni mozak, koji su snimili Speri i Gacaniga, daje iznenađujuću demonstraciju superiornosti desne hemisfere za spacijalni vid. Pacijentu je dato nekoliko kockica, svaka sa dve crvene strane, dve bele strane i dve strane sa crveno-belim dijagonalnim linijama. Zadatak pacijenta bio je da organizuje kockice prema modelu koji je predstavljen na karticama. Na početku snimka, vidi se W. J. kako brzo organizuje kockice prema traženom modelu koristeći levu ruku (koju, podsetimo, kontroliše desna hemisfera). Međutim, bilo mu je mnogo teže da isti zadatak uradi koristeći desnu ruku – bio je spor i neodlučno je pomerao kockice. Kada se leva ruka ponovo uključila, postao je brz i precizan, ali kada su mu istraživači rekli da je pomeri, opet je postao neodlučan. Druga istraživanja Speri i saradnika (Sperry et al., 1969) potvrdila su dominaciju desne hemisfere u spacijalnom viđenju. Ovu ulogu su posle potvrdile i studije kliničkih slučajeva. Pacijenti koji su patili od lezija desne hemisfere nisu mogli da prepoznaju poznata lica; drugi pacijenti imali su poteškoće sa prostornom orijentacijom.

Neki pacijenti sa lezijama desne hemisfere pogrešno su uočavali emocionalnu intonaciju reči i emocionalnu mimiku. Studije ponašanja potvrđuju kliničke studije: ritam govora najbolje se percipira kada ga prima levo uvo tako da informacija odlazi do desne hemisfere, a slike koje se prate levim vizuelnim poljem provociraju veću emotivnu reakciju. Na osnovu ovoga zaključeno je da je desna hemisfera specijalizovana i za procese povezane sa emocijama.

Ovaj niz rezultata bio je zreo za rođenje „neuromitova“. Robert Ornstajn (Robert Ornstein) je 1970. godine, u delu *The Psychology of Consciousness* [Psihologija svesti] izneo hipotezu da „zapadnjaci“ uglavnom koriste levu stranu mozga sa dobro uvežbanom desnom hemisferom zahvaljujući kojoj se fokusiraju na jezik i logičko razmišljanje. Međutim, oni zanemaruju desnu hemisferu, te i svoje intuitivno razmišljanje. Ornstajn povezuje levu hemisferu sa logičkim i analitičkim razmišljanjem „zapadnjaka“, a levu hemisferu sa emocionalnim i intuitivnim „orijentalnim“ razmišljanjem. Tako je tradicionalni dualizam između inteligencije i intuicije objašnjen fiziološkim poreklom, zasnovan na razlici između dve hemisfere mozga. Pored veoma upitnog etičkog aspekta Ornstajnovih ideja, one predstavljaju akumulirani ishod pogrešnih tumačenja i iskrivljanja dostupnih naučnih rezultata.

Drugo široko rasprostranjeno gledište, bez naučne osnove, jeste da leva hemisfera obrađuje brze promene i analizira detalje i osobine stimulansa, dok desna obrađuje simultane i opšte karakteristike stimulansa. Ovaj model potpuno je spekulativan. Počevši od razlika između verbalne hemisfere (leve) i neverbalne hemisfere (desne), rastući broj apstraktnih koncepata i odnosa između mentalnih funkcija i dveju hemisfera pojavio se u neuromitskoj formi, sve više i više se udaljavajući od naučnih rezultata.

Postepeno, nastali su i drugi mitovi po kojima dve hemisfere nisu samo povezane sa dva načina mišljenja već otkrivaju dva tipa ličnosti. Koncept „mišljenja levim mozgom“ i „mišljenja desnim mozgom“, zajedno sa idejom dominantne hemisfere doveo je do gledišta da svaka osoba zavisi prevashodno od jedne hemisfere, te i da ima distinktivne kognitivne stilove. Za racionalne i analitičke osobe smatra se da „misle levim mozgom“, a za intuitivne i emotivne osobe da „misle desnom stranom“. Ovi kognitivni stilovi, koji se promovišu u magazinima i knjigama popularne psihologije i na konferencijama, postali su popularni te se postavilo pitanje njihove primene u obrazovanju. Da li je potrebno osmisliti nastavne metode koje su prilagođene upotrebi jedne ili druge hemisfere u skladu sa navodnim osobinama učenika, odnosno hemisferama koje pretežno koriste? Da li školski programi sadrže metode podučavanja kojima se koristi ceo mozak ili se, sa fokusom na aritmetiku i jezik, koncentrišu previše na „levi mozak“?

Ideja da se zapadna društva fokusiraju samo na jednu polovinu naših mentalnih kapaciteta (naše „mišljenje levim mozgom“) i zanemaruju drugu polovinu (naše „mišljenje desnom stranom“), postala je raširena i neki nastavnici i sistemi pridružili su se grupama koje su predlagale da škole promene nastavne metode u skladu sa konceptom dominantne hemisfere. Edukatori poput M. Hantera (Hunter) i E. P. Torensa (Torrance) tvrdili su da su obrazovni programi uglavnom skrojeni za one koji „misle levim mozgom“ i da favorizuju ak-

tivnosti koje zavise od leve strane, poput sedenja u učionici i učenja algebre, umesto da favorizuju desnu hemisferu tako što će omogućiti učenicima da se protegnu i uče geometriju. Zato je osmišljen metod sa ciljem da se angažuju obe hemisfere ili čak da se naglase aktivnosti desne. Primer takvog metoda je „pokaži i ispričaj“ (show and tell): umesto da samo čitaju tekstove učenicima (aktivnost leve hemisfere), nastavnici bi pokazivali slike i grafikone (aktivnost desne hemisfere). U drugim metodima korišćena je muzika, metafore, igranje uloga, meditacija ili crtanje, sve u cilju aktiviranja sinhronizacije dveju hemisfera. Ipak, u onoj meri u kojoj su se oslanjale na teorije o mozgu, ove metode zasnovane su na pogrešnim tumačenjima, jer se dve polovine mozga ne mogu jasno razdvojiti.

Nijedan naučni dokaz zaista ne ukazuje na korelaciju između stepena kreativnosti i aktivnosti desne hemisfere. Skoro urađena analiza 65 studija neuroodslikavanja i procesuiranja emocija zaključuje da takvo procesuiranje ne može biti povezano isključivo sa desnom hemisferom. Slično, ne postoje naučni dokazi koji bi potvrdili ideju da analiza i logika zavise od leve hemisfere ili da je leva hemisfera sedište aritmetike ili čitanja. Deaen (Dehaene, 1997) je otkrio da su obe hemisfere aktivne pri prepoznavanju arapskih brojeva (npr. 1 ili 2 ili 5). Druge studije pokazuju da se podsistemi obe hemisfere aktiviraju, kada se analiziraju komponente procesa čitanja (npr. dekodiranje pisanih reči ili prepoznavanje glasova za procese višeg nivoa poput čitanja teksta). Čak i sposobnost koja se povezuje u osnovi sa desnom hemisferom – kodiranje prostornih odnosa – postoji kao sposobnost obe hemisfere, koje se koriste na različit način. Leva hemisfera veštija je pri kodiranju „kategorijalnih“ prostornih odnosa (npr. gore-dole ili levo-desno) dok je desna hemisfera veštija u kodiranju metričkih prostornih odnosa (npr. udaljenost). Neuroodslikavanje je pokazalo da se čak i u ova dva posebna slučaja aktiviraju obe strane mozga i da rade zajedno. Verovatno još više iznenađuje otkriće da dominantna hemisfera za jezik nije nužno povezana sa levorukošću ili desnorukošću, kako se mislilo. Široko je rasprostranjena ideja da je kod desnorukih ljudi jezik smešten u levoj polovini i *vice versa*, ali kod 5 % desnorukih ljudi glavne oblasti povezane sa jezikom smeštene su u desnoj hemisferi i kod skoro trećine levorukih ljudi locirana je u levoj hemisferi.

Stoga, na osnovu poslednjih studija, *naučnici smatraju da hemisfere mozga ne deluju odvojeno već zajedno pri svim kognitivnim zadacima, čak i ukoliko postoje funkcionalne asimetrije*. Pošto se radi o veoma integrisanom sistemu, veoma je retko da jedan deo mozga radi individualno. Postoje neki zadaci – poput prepoznavanja lica i proizvodnje govora – u kojima dominira jedna hemisfera, ali za većinu je potrebno da obe hemisfere rade istovremeno. Ovo pobija koncepte „mišljenja desnim mozgom“ i „mišljenja levim mozgom“. Iako su

možda doprineli diverzifikaciji obrazovnih metoda, klafisikovanje studenata ili kultura prema dominantnim hemisferama naučno je izuzetno problematično, potencijalno društveno opasno i etički veoma kontroverzno. Zato je reč o mitu koji moramo izbegavati.

„Suočimo se s tim – muškarci i dečaci samo imaju različite mozgove od žena i devojčica“

PISA istraživanje iz 2003. godine jedno je od poslednjih koja otkrivaju rodne razlike u učenju i razlike u obrazovnim postignućima. Daleko kontroverzniji su radovi koji su se pojavili u prethodnim godinama, čiji autori tvrde sa su inspirisani naučnim uvidima koji navodno pokazuju da muškarci i žene različito razmišljaju usled različitog razvoja mozga. Naslovi poput *Zašto muškarci ne slušaju, a žene ne umeju da čitaju mape* postali su popularno štivo. U kojoj meri su oni zasnovani na istraživanjima? Da li postoji „ženski mozak“ i „muški mozak“? Da li bi nastavni stilovi trebalo da budu oblikovani prema polu?

Postoje funkcionalne i morfološke razlike između muškog i ženskog mozga. Muški mozak je, na primer, veći i kada se radi o jezicima, relevantne oblasti mozga se snažnije aktiviraju kod žena. Ali, tumačenje ovih razlika izuzetno je teško. *Nijedna studija do danas nije pokazala da postoje rodne razlike u procesima stvaranja neuronskih mreža tokom učenja*; ovo je još jedan kandidat za dodatna proučavanja.

Pojmovi „ženski mozak“ i „muški mozak“ odnose se na „način bivstvovanja“ opisan pre u kognitivnom smislu nego u biološkoj stvarnosti. Beron Koen (Cohen, 2002), koji koristi ove pojmove da opiše autizam i slične poremećaje, veruje da su muškarci „metodičniji“ (sposobnost razumevanja mehaničkih sistema), a žene komunikativnije (sposobnost komuniciranja i razumevanja drugih) i predlaže da se autizam sagleda kao ekstremni oblik „muškog mozga“. Ali on ne iznosi tezu da muškarci i žene imaju radikalno različite mozgove, niti da autistične žene imaju muške mozgove. On koristi pojmove „muški i ženski mozak“ kako bi objasnio posebne kognitivne profile, što je nesretan izbor terminologije koji doprinosi iščašenim idejama o radu mozga.

Čak i kada bi bilo ustanovljeno da, u proseku, mozak čini devojčice manje sposobnim da nauče matematiku, da li bi ovo dalo osnova da se predloži obrazovanje specijalizovano za ove razlike? Ako je cilj obrazovanja da se stvore veoma specijalizovana ljudska bića, onda ovo pitanje možemo makar razmotriti, ali dok god je cilj obrazovanja stvaranje građana sa osnovnom kulturom, takvo pitanje gubi na relevantnosti za obrazovne politike. Čak i one razlike koje dokazano postoje veoma su male i zasnovane na proseku. U ustanovljavanju

da je neka devojčica manje sposobna da nauči neku oblast od nekog dečaka mnogo važniju ulogu imaju individualne varijacije.

„Mozak deteta ne može da uči dva jezika istovremeno“

Danas polovina svetske populacije govori najmanje dva jezika, a višejezičnost se generalno smatra prednošću. Ipak, veoma dugo su mnogi verovali da je učenje novog jezika problematično za maternji jezik. Ovo praznoverje ne zamire i često je zasnovano na pogrešnim predstavama o jeziku u mozgu. Jedan mit je da što više neko uči novi jezik, više gubi druge koje već zna. Prema drugom, dva jezika okupiraju odvojene oblasti mozga bez dodirnih tačaka među njima, tako da se znanje o jednom jeziku ne može preneti na druge. Na osnovu ovih ideja, smatralo se da simulatno učenje dvaju jezika po rođenju stvara mešavinu jezika u mozgu i usporava razvoj deteta. Pogrešan zaključak je da se pre učenja drugih, prvo mora „ispravno“ naučiti maternji jezik.

Ovi mitovi izrastaju iz niza faktora. Pošto je jezik važan kulturno i politički, ova razmatranja boje različite tvrdnje, uključujući nalaze proučavanja mozga koji favorizuju jedan „oficijelni“ jezik na uštrb drugih. Neke medicinske opservacije imale su udeo u ovome: slučajevi bilingvalnih ili multilingvalnih pacijenata koji su posle povrede glave zaboravljali jedan jezik, ali ne i druge, raširili su ideju da jezici okupiraju različite oblasti mozga. Studije sprovedene početkom XX veka, kojima je otkriveno da bilingvalne osobe imaju inferiornu „inteligenciju“⁶, sprovedene su korišćenjem pogrešne metodologije i bile su zasnovane uglavnom na deci migranata koja su bilo neuhranjena i živela u teškim kulturnim i društvenim uslovima. Protokoli su morali uzeti u obzir da su mnoga od ove dece počela da uče jezik zemlje domaćin sa pet ili šest godina, i kasnije, i da su bez dobrog poznavanja tog jezika imali probleme da nauče druge predmete. Ukratko, ne možemo smisleno porediti inteligenciju monlingvalne dece iz starosedelačkih, uglavnom dobrostojećih porodica, sa višejezičnom decom iz uglavnom socijalno ugroženih sredina u kojima su porodice imale tek ograničeno znanje dominantnog jezika.

Nedavne studije otkrile su preklapanje jezičkih oblasti u mozgu ljudi koji dobro znaju više od jednog jezika⁷. Ovaj zaključak može se izokrenuti u korist mita da mozak ima samo „ograničeni prostor“ u koji se mogu skladištiti

⁶ Moramo biti veoma oprezni kada koristimo reč „inteligencija“, koja ionako nema stvarnu naučnu definiciju.

⁷ Uslovi stvaranja ovih preklapanja još nisu otkriveni. Jedna teorija pretpostavlja da se oblasti rezervisane za jezik preklapaju kada se jezici uče u ranom uzrastu, a da kada se drugi jezik uči kasnije, ne postoje preklapanja. Prema drugoj teoriji, preklapanje se dešava kada se nauče dva jezika.

informacije u vezi sa jezikom. Druge studije o bilingvalnim osobama ukazale su na aktivaciju distinktivnih oblasti od samo nekoliko milimetara kada su ispitanici opisivali protekli dan na maternjem jeziku, a potom na jeziku koji su naučili mnogo kasnije (Kim, 1997). Pitanje o „jezičkim oblastima“ višejezičnih pojedinaca ostaje da bude razjašnjeno. Ali, pogrešno je na osnovu ovog nedostatka odgovora zaključiti da dobro poznavanje maternjeg jezika slabi kada se uči drugi jezik. Obilje slučajeve višejezičnih stručnjaka predstavlja živi dokaz da se ovo ne dešava. Učenici koji uče strani jezik u školi ne znaju lošije svoj maternji jezik, već, naprotiv, unapređuju znanje oba jezika⁸.

Još jedan mit jeste da je „znanje koje se usvoji na jednom jeziku nepristupačno i neprenosivo na drugi jezik“ i on je jedan od najneintuitivnijih. Svako ko nauči jedan koncept na jednom jeziku – na primer, evolucija – može ga razumeti na drugom jeziku. Ukoliko se javi nemogućnost objašnjenja pojma na drugom jeziku, uzrok je nedostatak leksike, a ne znanja. Eksperimentima je otkriveno da što se više znanja usvaja na različitim jezicima, to se više ono skladišti u oblastima udaljenim od onih koje su rezervisane za jezik: ono se ne čuva u formi reči već u drugim formama, recimo slikama. Višejezične osobe ne moraju se sećati na kojem jeziku su naučile neke stvari – na primer, mogu posle nekog vremena zaboraviti da li su pročitali neki članak ili gledali neki film na francuskom, nemačkom ili engleskom jeziku.

Mit da osoba mora prvo dobro da nauči dobro maternji jezik pre nego što nauči drugi jezik osporen je studijama koje pokazuju da deca koja vladaju sa dva jezika razumeju bolje strukture svakog jezika i primenjuju ih na svesniji način. Stoga, višejezičnost pomaže unapređenju drugih sposobnosti povezanih sa jezikom. Ovi pozitivni efekti najjasniji su kada se drugi jezik usvaja rano; višejezično obrazovanje ne dovodi do kašnjenja u razvoju. Poneka, veoma mala deca mogu pobrkati jezik, ali ukoliko ne postoji nedostatak u usvajanju (poput loše diferencijacije glasova), ovaj fenomen kasnije nestaje.

Teorije o dvojezičnosti i višejezičnosti posebno su bazirane na kognitivnim teorijama. Budući školski programi učenja jezika trebalo bi da se oslone na uspešne primere nastavne prakse i na proučavanje mozga, trenutno i buduće, i uzrasta koji je najpogodniji za učenje jezika (osetljivi periodi).

„Poboljšajte svoje pamćenje!“

Pamćenje je osnovna funkcija za učenje i predmet bogate mašte i iskrivljanja. „Poboljšajte svoje pamćenje!“ „Povećajte kapacitet memorije!“ „Kako

⁸ Istraživanja koja su sprovedena 1990. među decom turskih imigranata u Nemačkoj, koja su redovno pohađala školu, pokazala su da greške koje ova deca prave nestaju i u turskom i u nemačkom jeziku.

brzo steći izvanrednu memoriju!“ Ovo uzvikuju marketinški slogani za knjige i farmaceutske proizvode. Dodatno se intenziviraju tokom ispitnih rokova. Da li imamo dovoljno saznanja da bismo razumeli ove procese i osmislili proizvode i metode koji unapređuju pamćenje? Da li nam je danas potreban isti oblik memorije kakav se tražio pre pedeset ili sto godina u svetlu različitih veština i profesija? Možemo li da govorimo o različitim memorijama – na primer, vizuelnoj, leksičkoj ili emocionalnoj? Da li metode učenja koriste memoriju na isti način na koji su je koristili pre pedeset godina? Ovo su relevantna pitanja u ovom kontekstu.

U proteklim godinama napredovalo je razumevanje jezika. Sada znamo da memorija ne odgovara samo tipu fenomena i da nije smeštena samo u jednom delu mozga. Međutim, suprotno popularnom uverenju, memorija nije beskonačna i to zato što se informacije skladište u neuronskim mrežama čiji broj je konačan (mada ogroman). Niko ne može očekivati da zapamti celu Enciklopediju Britanku. Istraživanja su takođe otkrila da sposobnost zaboravljanja nije nužna za dobro memorisanje novih stvari. Ilustrativan je slučaj pacijenta kojeg je pratio neuropsiholog Aleksander Luri (Alexander Luri): pacijent je imao memoriju koja se činila beskonačnom, ali, bez sposobnosti zaboravljanja, on nije mogao da nađe stalan posao ukoliko nije bio za „šampiona pamćenja“. Čini se da je brzina kojom deca zaboravljaju optimalna za stvaranje efikasne memorije (Anderson, 1990).

Šta je sa onim ljudima koji imaju vizuelno, skoro fotografsko pamćenje, koji veoma dobro memorišu duge nizove brojeva ispisane nasumično ili koji su sposobni da istovremeno igraju nekoliko partija šaha sa povezom na očima? Istraživači su počeli da pripisuju ove pojave specijalizovanim načinima razmišljanja pre nego određenim vrstama vizuelnog pamćenja. DeGrot (DeGroot, 1965) se zanimao za velike majstore šaha i naveo ih da učestvuju u eksperimentima u kojima im je izgled table nakratko pokazan i ovi izvršni igrači morali su da rekreiraju izgled delova. Perfektno su izveli ovaj zadatak, osim kada pokazana tabla nije mogla da nastane tokom stvarne partije šaha. Zaključak do koga je došao DeGrot jeste da sposobnost velikih igrača da rekreiraju izgled šahovske table nije rezultat vizuelne memorije već sposobnosti da se mentalno organizuju informacije o igri koju su jako dobro poznavali. Iz ove perspektive, isti stimulans se percipira i razume različito u zavisnosti od dubine znanja o situaciji.

Bez obzira na ovo istraživanje, čini se da neki ljudi imaju izvanrednu vizuelnu memoriju, koja čuva slike bezmalo netaknute. Ovo je „ejdetsko pamćenje“. Neki ljudi mogu, na primer, da izrecituju celu stranu napisanu na nepoznatom jeziku koju samo nakratko vide, kao da su fotografisali stranu. Ejdetska predstava se, međutim, ne stvara u mozgu kao slika – nije reč o reprodukciji već

o konstrukciji. Potrebno je vreme da se ona formira i ljudi sa ovom vrstom pamćenja moraju gledati u sliku najmanje tri do pet sekundi kako bi mogli da analiziraju svaki detalj. Jednom kada se slika stvori u mozgu, oni mogu da opišu šta su videli kao da upravo gledaju u ono što opisuju. Njima nasuprot, obični ljudi bez ejdetskog pamćenja više oklevaju u opisima. Zanimljivo je (verovatno i uznemirujuće) znati da više dece nego odraslih poseduje ejdetsko pamćenje; čini se da učenje, ili godine, slabe ovu sposobnost (Haber and Haber, 1988). Ovi istraživači su takođe pokazali da 2-15 % osnovnoškolaca ima edejičnu memoriju. Lisk i njegove kolege (Leask et al., 1969) otkrili su da se verbalizacija tokom posmatranja slike upliće u edejično „fotografisanje“ što ukazuje na moguće objašnjenje gubitka edejične memorije s godinama. Kosslyn (Kosslyn, 1980) je takođe pokušao da objasni ovu negativnu korelaciju između vizuelnog pamćenja i starosne dobi. Prema njegovim istraživanjima, objašnjenje se krije u činjenici da odrasli mogu da kodiraju informacije koristeći reči, dok se kod dece govorne sposobnosti još nisu u potpunosti razvile. I dalje nema dovoljno naučnih dokaza koji bi potvrdili ili pobili ova objašnjenja. Potrebne su studije neuroodslikavanja.

Postoji veliki broj tehnika za unapređenje pamćenja, ali one uglavnom deluju samo na određenu vrstu memorije, bilo da je reč o mnemotehnikama, ponavljanju istih stimulansa, ili stvaranju mapa koncepata (pridavanje stvarima značenja koja ona nemaju nužno, kako bi se lakše naučili). Jozef Novak (Joseph Novak) posvetio se izučavanju mapa koncepata (videti Novak, 2003) i uočio je da učenici koji uče srednjoškolsku fiziku mnogo bolje rešavaju probleme kada koriste ove mapa koncepata. I dalje nedostaju studije neuroodslikavanja kako bi se definisale cerebralne oblasti koje se aktiviraju tokom ovih različitih procesa. Ipak, primećeno je da se različite oblasti mozga aktiviraju u zavisnosti od toga da li je ispitaniku tema nova ili ne⁹. Neurološke studije su zato potrebne da bismo razumeli kako memorija radi. Postoje značajne individualne razlike i jedna osoba može na različit način koristiti memoriju tokom života u zavisnosti od starosne dobi. Kako se pokazuje u Trećem poglavlju nauka je, ipak, potvrdila ulogu fizičkih aktivnosti, aktivnog korišćenja mozga i dobro balansirane ishrane (uključujući masne kiseline) u razvoju pamćenja i smanjenju rizika od degenerativnih oboljenja.

Pitanja u vezi sa korišćenjem memorije u današnjim nastavnim metodama, i posebno u vezi sa ključnom ulogom koju pamćenje ima u vrednovanju i sertifikovanju u mnogim obrazovnim sistemima OECD-a, verovatno će biti ponovo razmotrena u budućnosti, u svetlu novih neuronaučnih otkrića. Mnogi takvi programi oslanjaju se više na pamćenje nego na razumevanje, Na pi-

⁹Ovo potvrđuju druga posmatranja stručnosti i načina na koje se ono odslikava u moždanim strukturama.

tanje „nije li bolje naučiti da se uči“ ne može odgovoriti neuronauka, ali ono ostaje veoma važno.

„Učite u snu!“

Učenje u snu – kakva fascinantna, primamljiva ideja! Brzo učenje, bez truda, san je mnogih od nas. Ali čak i najveći entuzijasti shvataju da ako se znanje usvaja u snu, onda se ne nauči kako da se koristi. Da li je „učenje u snu“ potpuno mitska ideja ili ima neke istinite osnove?

U metodama koje su osmišljene da bi omogućile ovakvo učenje, informacije se ponavljaju dok osoba spava putem poruka i tekstova koje se neprestano puštaju na kasetofonu ili CD plejeru. Komercijalni proizvodi obećavaju fenomenalan uspeh i tvrde da učenje u snu ne samo da je moguće, već da je i efikasnije od učenja u budnom stanju. Ideja se pojavila tokom Drugog svetskog rata kada je zamišljeno da će na ovaj način špijuni moći brzo da nauče dijalekte, akcente, navike i običaje zemalja u koje odlaze. Poreklo ove ideje o učenju može se pronaći u načnoj fantastici koju je prvi put osmislio Hugo Gernsbeck (Hugo Gernsback) u delu *Ralph 124 C41+: A Romance of the Year 2660* [Ralf 124 C41+: Romansa 2660. godine], koje je objavljeno 1911. Priče o učenju u snu u utopijskom (ili antiutopijskom) svetu počele su da se šire stvarnim svetom. Pojavile su se „teorije“ kojima se objašnjava kako ovaj način učenja radi, ali one su bile nejasne i kontradiktorne. U jednoj se predlagalo da čin učenja uvek počinje nesvesnim procesom te se zato uvek efikasnije obavlja u snu. Nijedna ozbiljna naučna studija ne potvrđuje ovu ideju.

Međutim, neki autori iz Rusije i bivše komunističke istočne Evrope koji su tražili načine da pokažu uspešno učenje u snu zaslužuju našu pažnju. Kulikov (Kulikov, 1968) je sproveo istraživanje u kome je pričao Tolstojeve priču za decu ispitanicima koji su normalno spavali. Jedan od dvanaest ispitanika sećao se teksta posle sna. U drugoj grupi, Kulikov je prvo uspostavio kontakt sa ispitanicima dok su spavali puštajući im snimljene rečenice poput „mirno spavate, nemojte se buditi“. Posle ovih rečenica puštena je priča, posle koje su usledile druge rečenice u kojima je od ispitanika traženo da upamte tekst i da nastave mirno da spavaju. Činilo se da ove rečenice stvarno utiču na sposobnost ispitanika da se sete tekstova koji su im pročitani. Ispitanici kojima su ovi tekstovi pročitani dok su spavali sećali su ih se jednako dobro kao i ispitanici koji su budni poslušali tekst. Druga duža istraživanja sprovedena su u Rusiji i Istočnoj Evropi, uvek sa instrukcijama koje su date pre zaspivanja (za pregled videti Hoskovec, 1966; Rubin, 1968). Na osnovu ovih rezultata, učenje u snu se često praktikovalo u zemljama Sovjetskog Saveza, pre svega tokom pedese-

tih i šezdesetih godina XX veka. Tvrđilo se da se jezici mogu naučiti u snu, da to mogu ne samo pojedinci već i cela sela zahvaljujući noćnim radio programima (Bootzin, Kihlstrom and Schacter, 1990).

Međutim, ove studije imale su mnogo grešaka koje dovode do razloga za sumnju u stvarnu efikasnost učenja u snu. Često su istraživači ukazivali na to da učenje deluje samo na „osetljive“ ispitanike, bez jasne definicije „osetljivosti“. Značenja su varirala od „ispitanika osetljivih na hipnozu“ do „ispitanika ubeđenih u efikasnost učenja u snu“. Druga mana ovih eksperimenata bio je nedostatak kontrole stanja sna – da li su ispitanici bili pomalo budni? Generalno, informacije koje je trebalo zapamtiti nisu se čitale tokom dubokog sna i nije bilo kontrole stanja sna na elektroencefalogramu (EEG), što je bio slučaj u zapadnim istraživanjima. Eksperimenti su rađeni tek pošto bi ispitanici zaspali ili u ranim satima, u trenucima kada EEG snimak uglavnom pokazuje alfa talase (Aarons, 1976). Ukoliko je tako, malo je verovatno da su ispitanici bili u dubokom snu tokom čitanja, već su na neki način bili svesni. Ovi faktori pomažu da se objasne dobri rezultati mnogih ranijih istočno-evropskih istraživanja, ali ne daju razloge za poverenje u njihove tvrdnje.

Iako zapadni istraživači nisu došli do dokaza koji bi govorili u prilog uspešnom učenju u snu, uspeli su da identifikuju efekat koji se javlja kada je neko pod anestetikom (Schacter, 1996). Tradicionalno se smatralo da pacijenti pod anestezijom spavaju i ništa ne percipiraju. Tokom šezdesetih godina sprovedena su ispitivanja u kojima su se hirurzi ponašali kao da su u ozbiljnoj nevolji dok je pacijent bio pod anestezijom. Posle buđenja, pacijenti su upitani o operaciji i neki su bili veoma uznemireni. Iz ovoga je zaključeno da se pacijenti sigurno implicitno sećaju nečega tokom operacije dok su spavali (Levinson, 1965). U drugim istraživanjima, pacijenti su se bolje oporavljali posle operacije koja je izvedena pod globalnom anestezijom tokom koje im je rečeno da će se ubrzo oporaviti.

Međutim, ni ova istraživanja nisu bez nedostataka. Prvo, anestezija nije san i ne može se direktno porediti sa spavanjem. Kada bi se probudili, pacijenti nisu mogli eksplicitno da se prisete šta su doživeli ili čuli tokom operacije. Uznemirenost i oporavak nisu dovoljno osetljivi kriterijumi putem kojih možemo da procenimo pamćenje. Priroda i efikasnost anestetika može prouzrokovati razlike u procesu pamćenja (Schacter, 1996). Na kraju, dodatne studije nisu uspele da ponovo daju iste rezultate i uglavnom su pokazale da nije moguće setiti se događaja tokom operacije, bilo da je pacijent bio svestan ili ne. *Da zaključimo, nijedno istraživanje učenja u snu koje je sprovedeno u zapadnim zemljama, uz strogu kontrolu stanja sna EEG-om nije uspelo da pokaže dokaze o učenju* (Bootzin, Kihlstrom and Schacter, 1990; Wood, 1992).

Dakle, možemo zaključiti da su mnoge tvrdnje o učenju tokom sna mito-

vi. Iako tačna uloga sna ostaje misterija, nedavna istraživanja polazala su da on ima nekoliko uloga u razvoju mozga i njegovom funkcionisanju. Od koristi je za jačanje veština poput motornog učenja: na primer, pamćenje nizova zvukova koji se proizvedu lupkanjem prstima poboljšava se ukoliko je obuka praćena periodima sna (Kuriyama, Stickgold and Walker, 2004; Walker et al., 2002). San tokom prvog dela noći pogoduje faktografskoj memoriji, dok druga polovina pogoduju pamćenju veština (Gais and Born, 2004).

Do danas, brojne studije su otkrile da san modifikuje pamćenje stvari koje su naučene tek pred spavanje (Gais and Born, 2004). Što se tiče učenja činjenica, dugo se već zna da se kratke priče i slogovi bez značenja najbolje pamte malo pred san (Jenkins and Dallenbach, 1924; van Omer, 1933). Uslovljeni odgovori – povezivanje dva stimulansa kada se uslovni stimulans (CS), poput zvuka zvona, predstavlja simultano ili tek pred bezuslovni stimulans (UCS), poput električnog šoka u prst – mogu se takođe naučiti u snu. Bezuslovni stimulans generalno izaziva snažnu reakciju, poput povlačenja prsta posle električnog šoka. Posle nekoliko testova, ispitanici nauče da povežu dva stimulanse i reaguju čak i ako se proizvede samo uslovni stimulans, tako da ispitanici povlače prst na zvuk zvona, bez obzira na (ne)postojanje električnog šoka. Istraživanja su pokazala da se uslovljeni odgovor može naučiti tokom sna i očuvati u budnom stanju (Ikeda and Morotomi, 1996; Beh and Barratt, 1965). Druga ispitivanja pokazuju da se uslovljeni odgovor naučen u budnom stanju javlja i kada ispitanici spavaju (McDonald et al., 1975).

Da zaključimo, ne postoje naučni dokazi koji potvrđuju mogućnost učenja u snu i bilo da spava ili ne, pojedinac se ne može osloniti na jednostavno učenje ponavljanjem. Za učenje stranog jezika, prirodnih nauka, fizike itd., potreban je svesni napor. CD-ovi koji se puštaju u snu obećavaju put ka boljem učenju, prestanku pušenja i gubljenju težine, ali nema naučnih dokaza koje bi potkrepili ova obećanja. Možda vas ne natera CD da prestanete da puštite ili smršate, već motivacija. Učenje u snu i dalje je mit i malo je verovatno da će se pojaviti pristupi poput – jedan dan preporučenog sna kao deo školskih ili univerzitetskih programa.

Zaključci

Mozak je moderan. Mediji konstantno iz različitih uglova ulaze u tajne ove „crne kutije“. Takvu popularnost delimično je moguće objasniti ljudskim interesovanjem za ovo pitanje („ukoliko govorite o mom mozgu, govorite o meni“), kao i bogatstvom novih otkrića iz neuronačnih istraživanja koja se objavljuju u medijima. Popularna primamljivosti može biti zamka. Tokom proteklih neko-

liko godina narastao je broj zabluda o mozgu, koje možemo nazvati „neuromitovima“. Neke osobine su im zajedničke, bez obzira na razlike u drugim stvarima.

Većina „neuromitova“, uključujući one glavne opisane u ovom poglavlju, imaju slično poreklo. Oni su skoro po pravilu zasnovani na nekim elementima prave nauke, zbog čega ih je teže prepoznati i pobiti. Rezultati na osnovu kojih nastaju „neuromitovi“ se, međutim, ili pogrešno tumače, ili su nekompletni, preuveličani, ekstrapolirani preko svih dokaza, ili sve ovo istovremeno. Poteškoće su svojstvene samoj prirodi naučnog diskursa i pojednostavljenja se lako pojave kada se nauka prevodi u svakodnevni jezik (što je dalje pogoršano prirodom medijskih izveštaja). Pojava „neuromita“ može biti namerna ili nenamerna. Iako se neki rađaju slučajno, nekim interesima pogoduju mitovi. „Neuromitovi“ često pokreću biznis i verovatno je među njima malo slučajno natalih.

Potencijalno je svako podložan „neuromitovima“, ali neke žrtve su posebno važne. Prvo, to su svi oni koji obrazuju decu – roditelji, nastavnici i drugi – koji su prvi „potrošači“ obrazovanja i zato im se ideje mogu „prodati“. U neizvesnom obrazovnom svetu, široko-raširenih ruku se dočekuju nove ideje, posebno kada se predstavljaju kao magični lek, ali čak i ako su samo delimična rešenja. Kada bi obrazovanje više verovalo sebi, poluistine, gotova rešenja, polovični magični lekovi i mitovi imali bi manje šanse da se prošire. Međutim, na početku XXI veka, obrazovna misao i praksa previše su otvoreni za ovu groznicu tako da će neuromitovi verovatno postojati i u budućnosti.

Razotkrivanje i pobijanje „neuromitova“ bilo je jedan od zadataka ovog OECD-ovog i CERI-jevog rada već nekoliko godina, ali postoje brojne poteškoće. Prvo, razotkrivanje „neuromitova“ takođe izlaže validne uvide proučavanja mozga napadima neuroskeptika koji ih mogu iskoristiti da dovedu u pitanje svaki neuronski pristup obrazovanju. Isto tako ovo čini pažljivog korisnika neuronskih dokaza koji odbija mitove otvorenim za napade onih čijim interesima se povlađuje neprestanim verovanjem u njih. Takođe može razočarati neke od nastavnika koji su pokazali diriljivo naivno verovanje u obećanje neuronauke.

I dalje je malo mostova između neuronauke i obrazovanja. Ova analiza mitova o radu mozga jasno pokazuje da je potrebna veća saradnja dva domena. Bilo koja obrazovna reforma koja je namenjena učenicima morala bi da uzme u obzir neuronaučne studije i istraživanja, zadržavajući zdravu objektivnost. Slično, istraživači koji proučavaju mozak ne bi trebalo da se isključe iz sveta obrazovanja i od širih implikacija svoga rada. Moraju biti spremni da što razumljivije i pristupačnije objasne svoj rad. U razmeni između različitih disciplina i igrača (istraživača, nastavnika, političkih lidera) biće moguće poženjeti rastuće znanje o učenju kako bi se stvorio obrazovni sistem koji je personalizovan prema pojedincima i univerzalno relevantan za sve.

Literatura

Aarons, L. (1976), "Sleep-assisted Instruction", *Psychological Bulletin*, Vol. 83, pp. 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. and P.E.H. Barratt (1965), "Discrimination and Conditioning During Sleep as Indicated by the Electroencephalogram", *Science*, 19 March, Vol. 147, pp. 1470-1471.

Bootzin, R.R., J.F. Kihlstrom and D.L. Schacter (eds.) (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", article presented at the Conference of the American Society on Aging and the National Council on the Aging, 10 March, New Orleans, LA.

Gabrieli, J. (2003), "Round Table Interview", www.brainalicious.com.

Gais, S. and J. Born (2004), "Declarative Memory Consolidation: Mechanisms Acting During Human Sleep", *Learning and Memory*, Nov-Dec, Vol. 11, No. 6, pp. 679-685.

Gernsback, H. (2000), *Ralph 124C 41+: A Romance of the Year 2660*, Bison Books, University of Nebraska Press, Lincoln, NE.

Gopnik, A., A. Meltzoff and P. Kuhl (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, pp. 93-118.

Haber, R.N. and L.R. Haber (1988), "The Characteristics of Eidetic Imagery", in D. Fein and L.K. Obler (eds.), *The Exceptional Brain*, The Guilford Press, New York, pp. 218-241.

Hoskovec, J. (1966), "Hypnopaedia in the Soviet Union: A Critical Review of Recent Major Experiments", *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, Vol. 14, No. 4, pp. 308-315.

Huxley, A. (1998), *Brave New World* (Reprint edition), Perennial Classics, Harper Collins, New York.

Ikeda, K. and T. Morotomi (1996), "Classical Conditioning during Human NREM

Sleep and Response Transfer to Wakefulness”, *Sleep*, Vol. 19, No. 1, pp. 72-74.

Jenkins, J.G. and K.M. Dallenbach (1924), “Obliviscence during Sleep and Waking”, *American Journal of Psychology*, Vol. 35, pp. 605-612.

Kim, K.H. et al. (1997), “Distinct Cortical Areas Associated with Native and Second Languages”, *Nature*, Vol. 388, No. 6638, pp. 171-174.

Kosslyn, S.M. (1980), *Mental Imagery*, Harvard University Press, Cambridge, MA.

Kulikov, V.N. (1968), “The Question of Hypnopaedia”, in F. Rubin (ed.), *Current Research in Hypnopaedia*, Elsevier, New York, pp. 132-144.

Kuriyama, K., R. Stickgold and M.P. Walker (2004), “Sleep-Dependent Learning and Motor-Skill Complexity”, *Learning and Memory*, Vol. 11, No. 6, pp. 705-713.

Leask, J., R.N. Haber and R.B. Haber (1969), “Eidetic Imagery in Children: Longitudinal and Experimental Results”, *Psychonomic Monograph Supplements*, Vol. 3, No. 3, pp. 25-48.

Levinson, B.W. (1965), “States of Awareness during General Anaesthesia: Preliminary Communication”, *British Journal of Anaesthesia*, Vol. 37, No. 7, pp. 544-546.

Lorenz, K. (1970), *Studies in Animal and Human Behaviour*, Harvard University Press, Cambridge MA.

McDonald, D.G. et al. (1975), “Studies of Information Processing in Sleep”, *Psychophysiology*, Vol. 12, No. 6, pp. 624-629

Neville, H.J. (2000), “Brain Mechanisms of First and Second Language Acquisition”, presentation at the Brain Mechanisms and Early Learning First High Level Forum, 17 June, Sackler Institute, New York City, USA.

Neville, H.J. and J.T. Bruer (2001), “Language Processing: How Experience Affects Brain Organisation”, in D.B. Bailey et al. (eds.), *Critical Thinking About Critical Periods*, Paul H. Brookes Publishing Co., Baltimore, pp. 151-172.

Novak, J.D. (2003), “The Promise of New Ideas and New Technology for Improving Teaching and Learning”, *Cell Biology Education*, Vol. 2, Summer, American Society for Cell Biology, Bethesda, MD, pp. 122-132.

OECD (2002), “Learning Seen from a Neuroscientific Approach”, *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*, OECD, Paris, pp. 69-77.

OECD (2004), Learning for Tomorrow’s World - First Results from PISA 2003, OECD, Paris, pp. 95-99, www.pisa.oecd.org.

van Ormer, E.B. (1933), “Sleep and Retention”, *Psychological Bulletin*, Vol. 30, pp. 415-439.

Ornstein, R. (1972), *The Psychology of Consciousness*, Viking, New York.

Rubin, R. (1998), *Current Research in Hypnopaedia*, MacDonald, 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., M.S. Gazzaniga and J.E. Bogen (1969), "Interhemispheric Relationships: The Neocortical Commissures; Syndromes of Hemisphere Disconnection", in P.J. Vincken and G.W. Bruyn (eds.), *Handbook of Clinical Neurology*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

Walker, M.P. et al. (2002), "Practice with Sleep Makes Perfect: Sleep-Dependent Motor Skill Learning". *Neuron*, Vol. 35, No. 1, pp. 205-211.

Wood, J. et al. (1992), "Implicit and Explicit Memory for Verbal Information Presented during Sleep", *Psychological Science*, Vol. 3, pp. 236-239.

PRVI DEO

Sedmo poglavlje

Etika i organizacija obrazovne neuronauke

Science sans conscience n'est que ruine de
l'âme („Nauka bez savesti je ništa do ruina duše“)
Fransoa Rable

„Ljudska istorija sve više postaje
trka između obrazovanja i katastrofe.“
Herbert Džordž Vels

U ovom poglavlju bavimo se samom oblašću neuronauke. U njemu se opisuju doprinos projekta OECD-a i CERI-ja „Nauke o učenju i proučavanje mozga“ u uspostavljanju ovog multidisciplinarnog polja. Navode se mnogi primeri transdisciplinarnih projekata i institucija koje su već uspostavljene i aktivno doprinose ovom novo polju. Sama istraživanja koja su rađena i njihova primena susreću se sa etičkim izazovima: njih otvoreno iznosimo i razjašnjavamo ključne odluke za koje smo se opredelili.

Kako bi obrazovna neuronauka postala plodno polje sa značajnim doprinosima za obrazovne politike i praksu, potrebno je da se pozabavimo samom oblašću istraživanja, kao ljudskom aktivnošću stvaranja i primene znanja sa nizom zainteresovanih strana i interesa. Bavimo se ovim sa dvostrukim usmerenjem. Prvo, razmatramo neka od etičkih pitanja koja nastaju u istraživanju ovog novog polja, pitanja koja su duboka i važna za današnju i buduću primenu u obrazovanju. Drugo, u ovom poglavlju predstavljamo organizaciona i metodološka usmerenja i razvojne pravce. Mada se tek pomalja metodologija obrazovne neuronauke, tri ključna aspekta okvira za strateški pristup već su se pojavila: ona bi trebalo da bude transdisciplinarna, dvostruko usmerena i međunarodna.

Etički izazovi pred obrazovnom neuronaukom

„Naša naučna moć nadvladala je naše duhovne moći. Navodili smo projekte i zavodili ljude.“

Martin Luter King, Mlađi

Tokom proteklih decenija učinjen je zapanjujući napredak u neuroodslikavanju, što je funkcionisanje mozga učinilo vidljivijim. Postavljaju se i neka fundamentalna etička pitanja: može li se ljudski mozak ispitivati bez ograničenja? Koji je cilj ovih posmatranja i kome (npr. kojim institucijama) bi ona trebalo da budu dostupna?

Tradicionalna, etička pravila u vezi sa biomedicinskim istraživanjima ljudskih bića prate Nirnberški kodeks iz 1949. i Helsinšku deklaraciju iz 1964. godine. Osnovne tačke su sledeće:

- dobrovoljni i informisani pristanak ljudskih subjekata je apsolutno ključan;
- briga za dobrobit ljudskog subjekta trebalo bi da ima prednost nad interesima nauke i društva;
- tokom eksperimenta ljudski subjekti trebalo bi da imaju slobodu da prekinu eksperiment u bilo kojem trenutku;
- tokom eksperimenta naučnik koji ga sprovodi mora biti spreman na prekid u bilo kojoj fazi eksperimenta.

Usled naučnog napretka relevantnog za nauku i usled novih otkrića, postavljaju se nova etička pitanja:

- nove tehnologije, poput neuroodslikavanja, omogućuju proučavanje ljudskog mozga i njegovih funkcija sa izvrsnom prostornom i vremenskom rezolucijom;

- supstance mogu selektivno promeniti moždane funkcije, uzrokujući psihološke promene;
- terapijske studije pokazale su da modifikacije u ponašanju mogu dovesti do promena u moždanim funkcijama.

Zbog ovih otkrića potrebno je ponovo razmotriti etička pravila koja bi trebalo da prevaziđu granice naučnih zajednica: ona se tiču celog društva i zaista svakog pojedinca. Za početak, pratimo razvoj neuroodslikavanja i zatim razvoj proizvoda koji utiču na mozak, razmatrajući razlike između medicine i stimulišućih proizvoda. Pošto nam proučavanje funkcionisanja mozga omogućava da bolje razumemo procese učenja, potrebno je da se pozabavimo pitanjima veza između neuronauke i obrazovanja.

U koje svrhe i za koga

Neuroodslikavanje već omogućuje istraživanje aktiviranih oblasti mozga i neuronskih mreža tokom izvođenja zadataka ili beleženje emocija u eksperimentalnim uslovima, ali pitanje je kako razmatrati i prevoditi u faktore psihološka stanja pacijenta? U ovom poslednjem slučaju, kako da obezbedimo poverljivost informacija, kao u sličnim medicinskim situacijama. Na primer, informacije ne bi trebalo davati bankama, osiguravajućim zavodima ili poslodavcima, koji za njih mogu biti veoma zainteresovani.

Neuroodslikavanje pred nas stavlja još jedan problem: šta raditi ukoliko se patologija ili patološki rizik nenamerno otkrije? Istraživanje Standfordskog centra za biomedicinsku etiku (SAD) otkrilo je da 18 % „zdravih“ dobrovoljaca imaju moždane anomalije (Talan, 2005). Može se otkriti da osoba ima moždanu cistu koja nikada neće stvoriti probleme: da li dobrovoljce treba o ovome obavestiti, i verovatno ih nepotrebno alarmirati i da li problem treba tretirati.

Zajednički izveštaj koji je 2005. godine objavio INSERM (Nacionalni institut medicinske nauke i istraživanja, Francuska) savetuje sistematsko skeniranje u 36. mesecu kako bi se eventualno otkrili „poremećaji u ponašanju dece i adolescenata“, koje zahvataju 5 % do 9 % petnaestogodišnjaka, prema međunarodnim procenama (INSERM, 2005). Predlaže se „lociranje disruptivnog ponašanja dece od obdaništa i jaslca“ i za decu se predlažu individualne terapije ili „kao drugo rešenje“, čak i upotreba lekova koji imaju „antiagresivne efekte“. Iako ovaj primer nije o neuroodslikavanju, direktno je relevantan pošto se preporuka tiče skeniranja i prevencije. Zato se postavljaju neka pitanja: da li subjekte treba preventivno lečiti? Koga bi trebalo obavestiti o rezultatima (npr. škole, institucije, sve one koji obrazuju decu itd.)? Objavljivanje

INSERM-ovog izveštaja iz 2005. iniciralo je mnoge negativne reakcije lekara, psihologa i psihijataru u Francuskoj. Postavljaju se neposredna pitanja o potencijalu ovih različitih tehnika da otvore put ranom razvrstavanju i isključivanju, a nije moderno zamišljati potencijalnu političku upotrebu (i zloupotrebu) „medicinskog spotinga“, bilo potencijalno disruptivnih mladih ljudi ili drugih sa karakteristikama koje se otkrivaju tehnikama neuroodslikavanja.

Uvek je teško predvideti naučni progres. Jednog dana neuroodslikavanje će omogućiti da se razjasne dileme o psihološkom stanju ljudi i, na primer, da li lažu, da li su uplašeni, samouvereni i sl., što su sve rezultati koji imaju dalekosežne implikacije ukoliko se budu koristili u obrazovnom kontekstu. Stoga je bitno redovno revidirati pravila i procedure u svetlu ovih tehnologija, a strateške odluke ne bi trebalo da donesu nepovratne dugoročne posledice. Praćenje naučne zajednice, kao i obaveštavanje javnosti mora se neprestane odvijati.

Globalno etičko pitanje je u tome što je neuroodslikavanje skupa tehnika čije dobrobiti su uglavnom ograničene na najbogatije zemlje i narode sveta. Da li bi već sada trebalo da počnemo da razmišljamo o načinima da ga učinimo dostupnim što većem broju ljudi? Ko će moći da donese takve globalne odluke o jednakopravnosti distribucije i kako će se siromašnija društva uključiti?

Etička pitanja o upotrebi proizvoda koji utiču na mozak

Proizvodi koji utiču na mozak mogu biti eksplicitno medicinski ili stimulanasi i sedativi čiji efekti nisu terapijski. Granica između dve grupe nije uvek jasna, što otvara jedan broj velikih pitanja. Cilj medicine jeste da se osoba izleči, da joj se poboljša zdravlje. Stimulanasi i sedativi ne bore se protiv bolesti, bilo da je leče ili sprečavaju, već unapređuju jednu ili više funkcija zdravih ljudi. Ali, nije lako razlikovati „normalno“ i patološko – ono što je normalno za jednu osobu nije nužno normalno za drugu, što granicu između medicinskih i drugih proizvoda čini još poroznijom. Ova razlika može se ilustrovati odlukom o tome da li dete ima poremećaj pažnje (ADHD: Attention Deficit Hyperactivity Disorder) – mišljenja roditelja, nadležnog lekara, pedijatra i nastavnika mogu se razlikovati. Upotreba pilula za spavanje drugi je primer.

Psihofarmakologija je disciplina koja proizvodi supstance koje utiču na mozak. Na početku XX veka mnoštvo tradicionalnih lekova od bilja koristilo se u vidu psihijatrijskih komponenata – opijum, kanabis, alkohol (Calvino, 2003). Oko pedesetih godina pojavili su se farmakološki proizvodi koji poboljšavaju mentalna stanja, značajni su bili lekovi za smirenje i antidepresivi. U drugoj polovini XX veka psihofarmakološka istraživanja su se razmnožila,

što je dovelo do proizvodnje velikog broja supstanci. U knjizi *Listening to Prozac* [Slušati prozak] Piter Krejmer (Kramer, 1997) među prvima je postavio pitanje o upotrebi antidepresiva u dodatnom lečenju: mnogi ljudi ih uzimaju iako su savršeno zdravi i samo imaju depresivne tendencije¹. Ovo je postalo sve relevantnije u vezi sa mozgom i učenjem jer su se neke supstance koristile za stimulisanje mozga i povećanje memorije. Bilo da je njihova delotvornost dokazana ili ne, postavlja se sve više etičkih pitanja o granicama upotrebe ovih proizvoda na zdravim pojedincima. Postalo je nužno regulisati upotrebu bilo kog molekula koji utiče na mozak. Ovo znači definisanje različitih nivoa odgovornosti države, lekara, roditelja, detaljne informacije o reklamiranim suptsancama – u kojem obliku se pojavljuju, koji proizvodi i za koga? Ovo je oblast koja zadire u granice privatnog donošenja odluka i odgovornosti. Da li bi roditelji trebalo da imaju pravo da svojoj deci daju supstance koje podstiču uspeh u školi (memoriju, pažnju), čak i ako opasnosti i njihova efikasnost nisu precizno definisani? Da li je moguće povući paralele sa dopingom u sportu? Što bolje budemo mogli da razumemo funkcionisanje mozga, ova pitanja postajuće relevantnija.

Kako bi se izbegla neodgovarajuća upotreba ovih proizvoda, potrebno je obaveštavati javnost i akademska zajednica mora se oko toga potruditi. Ukoliko se za određene supstance otkrije da su korisne i bezbedne, kako ih učiniti dostupnim i po kojoj ceni tako da budu dostupne na jednakopravnim osnovama? Što se tiče tehnologija neuroodslikavanja, potreban je politički i naučni monitoring i debata. Nepovratne, dugoročne odluke trebalo bi izbegavati u nedostatku adekvatnog znanja.

Mozak se sreće sa mašinom – šta znači biti ljudsko biće?

Istraživači danas pokušavaju da kombinuju žive organe sa tehnologijama, stvarajući „bioniku“ (Gullot, 2005). Veštačka oprema (elektronske ili mehaničke proteze) integriše se u živi organ ili se živi organi integrišu u veštačke. Ovo istraživanje tiče se i neuronskih komponenata, te i neuronauke. Na primer, senzorni organi poput retine ili ušnog puža, mogu biti oštećeni bez uticaja na neuronske mreže; u ovim slučajevima moguće je implantirati veštačke senzorne organe koji bi interpretirali svetlosne, mehaničke ili hemijske informacije iz okruženja i transformisali ih u električne signale koje nervni sistem može da razume. Ova istraživanja u suštini pomažu osobama sa posebnim potrebama, ali ona takođe mogu predstavljati razlog za brigu. Na primer, po-

¹ Depresivna tendencija je osećanje onemoćalosti i tuge, ali nije reč o patološkom stanju kakva je depresija.

stoje eksperimenti u kojima se pacovima upravlja sa daljine kompjuterskim programima putem elektroda koje su usađene u mozak. Ovi eksperimenti i otkrića moraju se ozbiljno nadgledati i u tome bi trebalo da učestvuje celo društvo, a ne samo naučnici.

U nekim istraživanjima, mozak daljinski kontroliše robotičke strukture: na ovaj način, pacovi mogu upravljati robotičkim rukama koje im daju vodu; majmuni mogu da pomeraju strelicu na ekranu ka cilju bez ikakvog fizičkog kontakta; čak i ljudi sa paralizom „locked in“ sindroma (potpuna paraliza) obučavaju se da koriste kursor da bi pisali na kompjuterskom ekranu koristeći samo sopstvenu moždanu aktivnost. Da bi se postigli ovi rezultati, moždana aktivnost mora se prvo registrovati; zatim se kompjuter povezan sa rukom koju pokreće programira tako da cerebralni impuls koji odgovara „željti da se pokret napravi“ aktivira pokret ruke. Prednosti otkrića ovih istraživanja su očigledne osobama sa hendikepima (tetraplegičarima, na primer), koji tako bivaju u mogućnosti da daljinski kontrolišu mašine. Međutim, upotrebljena u drugačijem kontekstu, u druge svrhe, očigledno je da ova vrsta otkrića mora biti neprestano nadgledana i kontrolisana.

Rizik preterano naučnog pristupa obrazovanju?

Pošto se bave razvojem mozga i učenjem, neuronauke su veoma relevantne za nastavu i procese učenja, ali da li je opasno okrenuti se „previše naučnom“ pristupu obrazovanju? Neuronauke dakako mogu doprineti obrazovanju, jer pružaju bolje razumevanje moždanih procesa pri učenju. Ukoliko razumemo zašto neki učenici imaju poteškoće u učenju matematike, a neki drugi nemaju, možemo prilagoditi učenje matematike promenama u, na primer, pedagogiji. Na ovaj način možemo težiti identifikovanju nastavnih metoda koje bi bile prilagođene svakom učeniku za svaku disciplinu. Počev od rada Hauarda Gardnera (Howard Gardner, 1983) na višestrukoj inteligenciji, razvila se ova ideja prilagođene nastave, iako je sam Gardner promenio gledište o njenoj vrednosti (Gardner, 2000). Ovo se može proširiti tako da obuhvati i nastavnike. Jednog dana, zahvaljujući neuronauci i posebno neuroodslkavanju, bićemo u mogućnosti da odredimo ko je „dobar“ nastavnik tako što ćemo analizom mozgova učenika proveriti da li su dobro razumeli lekcije. Da li ovim rizikujemo da odabremo samo jedan tip nastavnika, koji odgovara trenutnim normama ili da stvorimo obrazovni sistem koji je veoma naučan i veoma konformistički?

Ovi scenariji teraju nas da postavimo opšte pitanje o ciljevima obrazovanja: da li je reč o obuci specijalizovanih individua ili o stvaranju i održavanju

društva građana koji imaju zajedničku kulturu? Neuronauka može pružiti odgovore u potrazi sa kvalitetnijim obrazovanjem, otvorenijim za što veći broj ljudi, ali takođe može dovesti do zloupotreba. Bruer, jedan od prvih koji su zagovarali obrazovanje zasnovano na neuronaukama („obrazovanje zasnovano na proučavanju mozga“), postao je jedan od najoštrijih kritičara ove pozicije (Bruer, 1993).

Videli smo da skora otkrića u nauci o mozgu zaista podrazumevaju brojna pitanja. Većina njih nisu svojstvena neuronaukama: zaštita pojedinaca u vezi sa neuroodslikavanjem može se uporediti sa medicinskom tajnom; kontrola molekula koje utiču na mozak slična je svakom drugom novosintetisanom ili otkrivenom molekulu. Povezivanje mozga i mašine iziskuje uobičajena pitanja i podložno je opštim pravilima nauke. Međutim, pošto su neuronauke zainteresovane za mozak, organ koji se čini najplemenitijim jer je izvor odluka i slobode, neke primene mogu prouzrokovati nelagodu ili čak protivljenje (dobar primer jeste kontrola živog mozga od strane mašine). Idući u susret ovimrazumljivim strahovima stvorena su različita tela za praćenje i nadgledanje na čijem dnevnom redu se nalaze pitanja navedena u ovom poglavlju.

Stvaranje novog transdisciplinarnog pristupa razumevanju učenja

„U prošlosti je transdisciplinarnost, premošćavajući i stapajući koncepte iz veoma raznolikih oblasti, bila isključivo privilegija genija, ali u XXI veku ovi alati moraju postati šire dostupni. (...) Obezbeđivanje transdisciplinarnog obrazovanja koje će omogućiti buduća transdisciplinarna istraživanja jeste hitna potreba na koju moramo odgovoriti zarad dobrobiti budućih generacija.

Hideaki Koizumi

Transdisciplinarnost

U antičkoj Grčkoj obrazovanje nije bilo uredno raspoređeno između odelitih disciplina i vodeći naučnici slobodno su se kretali u različitim oblastima. Uticaj redukcionizma, koji je počeo sa Aristotelom i nastavio se od tada, stvorio je discipline sa preciznim granicama (kao u Grafikonu 7.1a). Prema ovom disciplinarnom pristupu, svaka oblast razvija se nezavisno kao specijalizovani set tehnika za analizu. Unapređena preciznost disciplinarnog pri-

stupa potrebna je da bi se došlo do značajnih pomaka i ovaj oblik organizacije omogućava rukovođenje ogromnim količinama znanja. Kako discipline sazrevaju, tako intelektualni zidovi između njih postaju viši i deblji, ali podele među njima mogu postati i manje logične – statični disciplinarni pristup ne obezbeđuje načine da se prevaziđu disciplinarne granice kada one postanu prepreka napretku.

Trenutno stanje neuronauke i obrazovanja pruža dobru ilustraciju nedostataka razdvajanja disciplina. Neuronauka je došla do značajnih uvida u učenje, dok su obrazovna istraživanja stvorila važnu bazu znanja. Neuronaučno gledište na učenje pruža novu, važnu dimenziju proučavanja učenja u obrazovanju i obrazovno znanje može pomoći u usmeravanju neuronauke ka relevantnijim pitanjima. Međutim, pošto su obe oblasti dobro razvijene, one su duboko usađene u disciplinarne kulture, kojima su svojstvene određene metode i jezik, što stručnjacima iz jedno oblasti otežava korišćenje znanja iz druge.

Sa sazrevanjem disciplina, sve je potebnija dinamička metastruktura koja bi usmeravala i poboljšavala stapanje i nove podele disciplina. Unutar takve metastrukture, discipline ubrzavaju evoluciju znanja, ali se same prilagođavaju kada se pojave sile dovoljno snažne da izazovu prilagođavanje. U slučaju neuronauke i obrazovanja, snažna pokretačka sila jeste sveobuhvatnije razumevanje učenja, kao ključni element za šire ciljeve poput održivog ekonomskog rasta, društvene kohezije i ličnog razvoja.

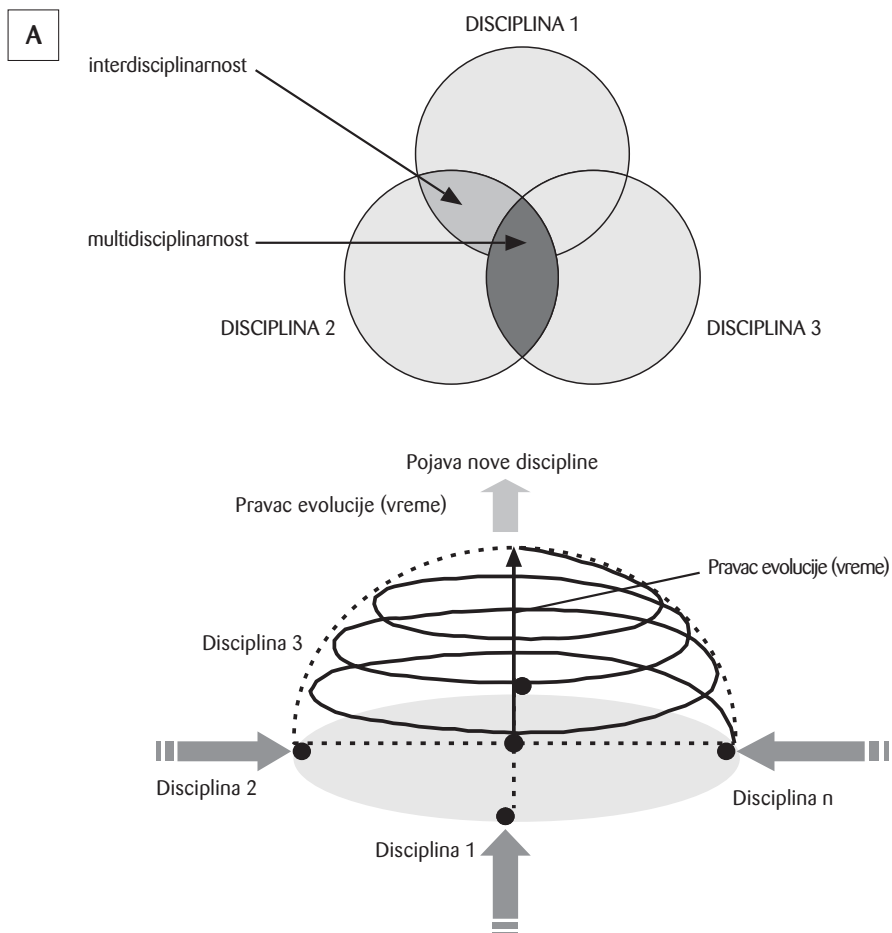
Stapanje neuronauke, obrazovanja i drugih relevantnih disciplina i stvaranje nove transdisciplinarne oblasti povezaće radove o učenju i preko intelektualnih zidova koji razdvajaju discipline (Grafikon 7.1a) (za diskusiju o pojmovima „transdisciplinarnost“, „multidisciplinarnost“ i „interdisciplinarnost“ i načinima njihove upotrebe, videti Koizumi, 1999). Interdisciplinarna saradnja između dve etablirane discipline (u ovom slučaju neuronauke i obrazovanja) nije dovoljna da bi se inciralo stapanje. Izgradnjom mostova između relevantnih oblasti, postepeno se stvara nova ćerka-disciplina sa jedinstvenim metodama i organizacijom. Jednom kada se ova nova disciplina iskristališe, ona može ući u dinamičnu metastrukturu kao etablirana disciplina sposobna da pruži doprinos daljoj transdisciplinarnoj evoluciji (Grafikoni 7.1b i 7.1c). Dodatno, ona može uzvratiti informacijama i oblikovati discipline roditelje (Grafikon 7.1d). I dalje, ceo ovaj proces može se odvijati sa mnoštvom disciplina istovremeno, čime se stvara dinamična evolucija znanja (Grafikon 7.1e).

Uspostavljanje obrazovne neuronauke kao robusne discipline postepen je proces koji je već započeo (videti Primer 7.1)². Formiraju se multidisciplinarnе mreže kako bi se sprovela multidisciplinarna istaživanja. Na primer, *Centar*

² Ovaj i sledeće primere pripremile su same institucije.

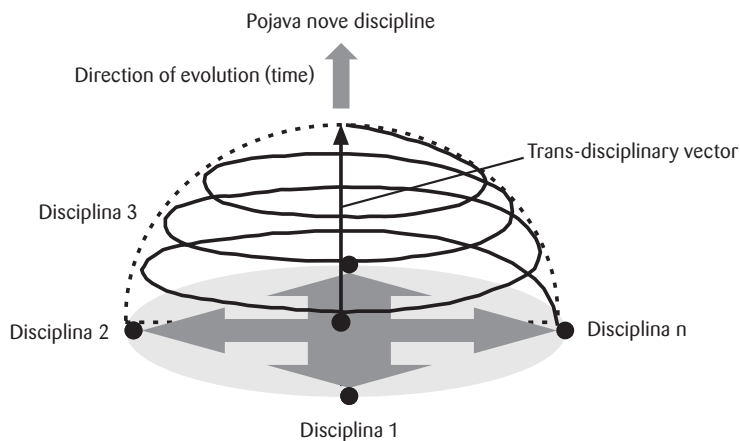
za *neuronauku u obrazovanju* na Univerzitetu u Kembridžu i *Laboratorija za učenje* (LLD) na Danskom univerzitetu za obrazovanje bave se transdisciplinarnim istraživačkim pitanjima (videti Primere 7.2 i 7.3). Nastaju programi sa ciljem stvaranja stručnjaka u oblasti obrazovne neuronauke, poput onih koje su pokrenuli Harvardski univerzitet (videti Primer 7.4), Univerzitet u Kembridžu i Koledž u Dartmoutu. Inicijalno, rad će se prvo sastojati iz multidisciplinarnе saradnje i stručnjaci mogu pomoći u stvaranju mnoštva puteva između disciplina. Već mnogi koji se bave obrazovanjem i neuronaučnici krče put ka profesionalcima sa novim oblicima stručnosti, uspostavljajući transdisciplinarnе laboratorije, škole, časopise, društva i elektronske forume za diskusije.

Stvaranje zajedničkog rečnika jeste sledeći ključni korak. Trenutno, ključni termini se različito koriste u različitim oblastima. Postoji nedostatak konsenzusa oko značenja čak i fundamentalnih pojmova, kao što je „obrazovanje“ (videti Prvo i Drugo poglavlje). Ova brojnost definicija izaziva nesporazume. Komplementarne definicije specifične za oblasti mogu se kombinovati u cilju stvaranja sveobuhvatnih pojmova i definicija. Na primer, obrazovna konceptualizacija učenja kao društvenog poduhvata može se povezati sa neuro-naučnom konceptualizacijom učenja kao molekularnih događaja u mozgu. Konstruktivističke teorije o učenju tvrde da se značenje ne prenosi pasivno učeniku, već da ga učenik aktivno konstruiše. Participativne teorije dalje se usmeravaju na način konstruisanja unutar ograničenja određenog socio-kulturnog okruženja. Unutar ovog okvira obrazovnih teorija, učenje je aktivan, socio-kulturno posredovan proces. Iz neuronaučne perspektive, učenje se dešava kao bujica molekularnih događaja koji rezultiraju strukturnim promenama značajnim za dalje učenje. Ukoliko se dve definicije spoje, učenje se može opisati kao serija socio-kulturno posredovanih adaptacija strukture mozga sa funkcionalnim posledicama.

Grafikon 7.1. **Evolucija transdisciplinarnosti**

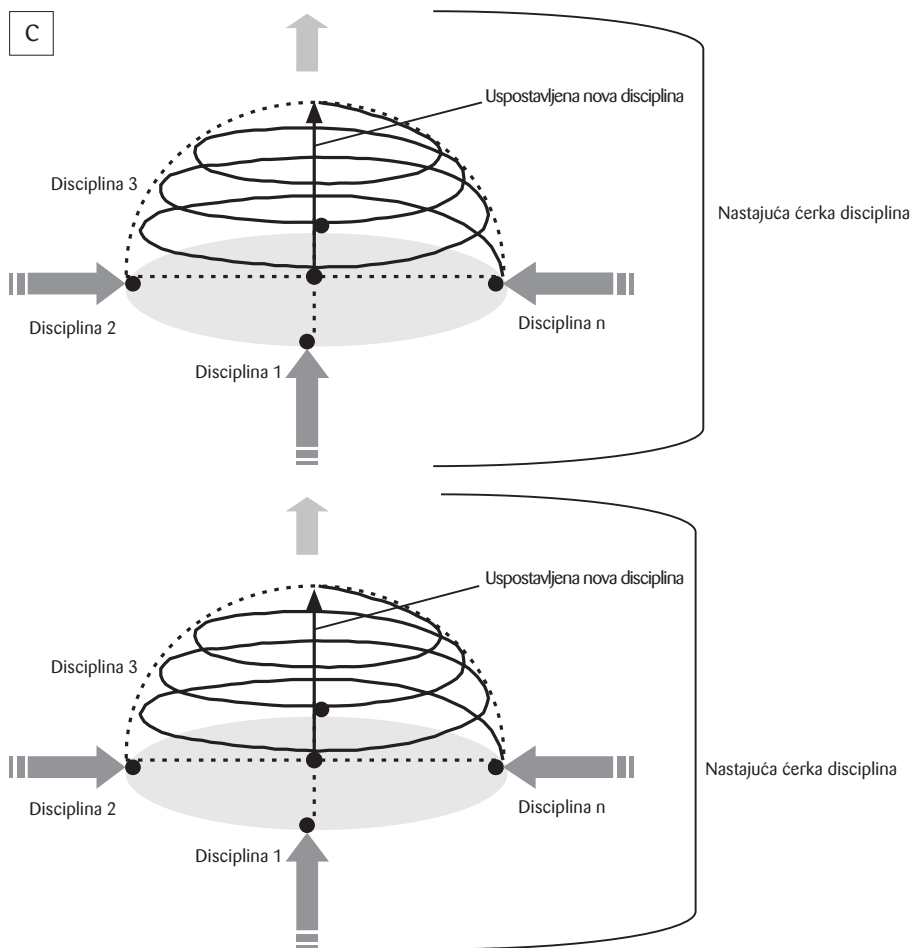
Napomena: U ovom modelu transdisciplinarna istraživanja nisu isto što i interdisciplinarna i multidisciplinarna istraživanja. Interdisciplinarnost i multidisciplinarnost podrazumevaju preklapanje dve (interdisciplinarnost) ili više (multidisciplinarnost) dobro razvijenih disciplina, dok transdisciplinarnost podrazumeva stapanje mnoštva disciplina i stvaranje nove, čerke discipline. Obrazovna neuronauka mora se razvijati kao transdisciplinarna oblast.

Izvor: Prilagođeno prema Hideaki Koizumi (1999) „A Practical Approach towards Trans-disciplinarity Studies for the 21st Century“, *J. Seizon and Life Sci.*, Vol 9., pp 5–24.

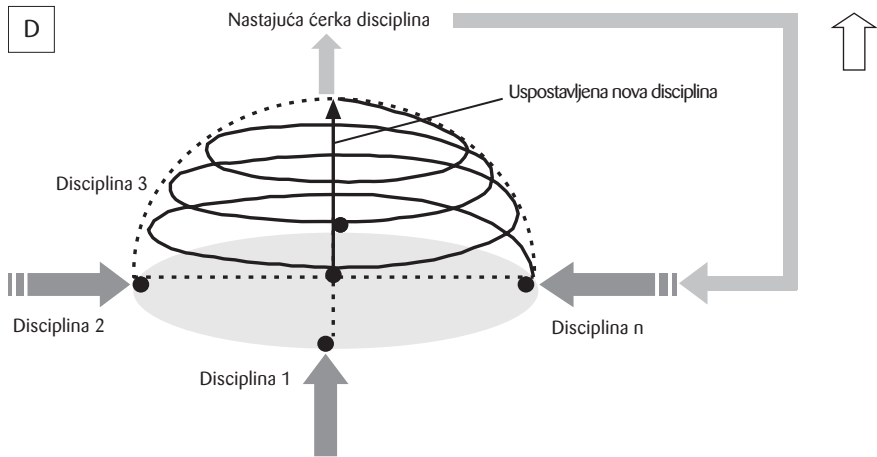
B

Napomena: Kako transisciplinarna oblast sazreva, tako može ući u dinamičku metastrukturu kao etablirana disciplina koja može doprineti daljoj međudisciplinarnoj evoluciji.

Grafikon 7.1. Evolucija transdisciplinarnosti (*nastavak*)

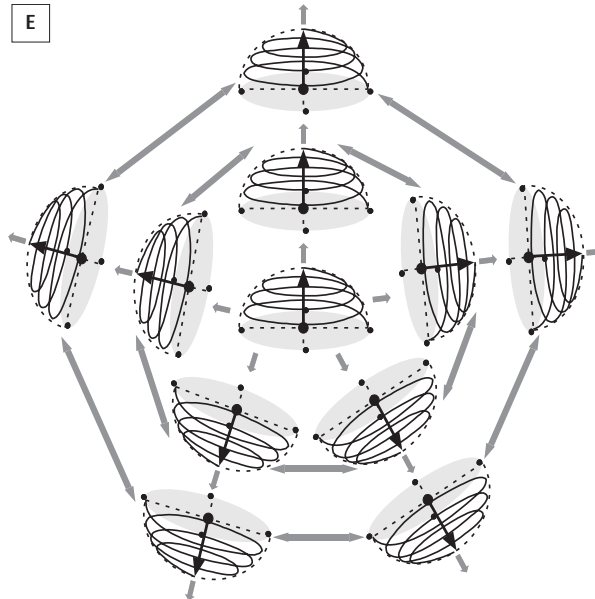


Napomena: Jednom kada se nova disciplina formira, može se razgranati stvarajući nove ćerke discipline



Napomena: Pored doprinosa nastavku međudisciplinarnе evolucije, novouspostavljena transdisciplinarna oblast može povratno uticati na discipline roditelje.

Grafikon 7.1. Evolucija transdisciplinarnosti (*nastavak*)



Napomena: Discipline roditelji mogu roditi nekoliko ćerki disciplina istovremeno. Ove discipline, zauzvrat, mogu stvoriti svoje ćerke discipline i tako dalje.

Drugi važan korak jeste uspostavljanje zajedničke metodologije. Obrazovna istraživanja sastoje se iz mnoštva metoda, od korelativne kvantitativne analize do etnografije. S obzirom na metodološki pristup baziran na problemima u obrazovanju, mnoštvo metoda će se verovatno pojaviti i u obrazovnoj neuronauci. Kako se polje razvija, tako će biti sve važnije da ove metode budu eksplicitne. Bilo bi korisno povezati metodološke tehnike merenja u različitim oblastima. Na primer, povezivanje skupih istraživanja mozga sa povoljnijim psihološkim merenjima omogućilo bi istraživačima da dođu do većeg uzorka. Bilo bi potrebno da se uspostave standardi evaluacije, postavljanjem pitanja poput: koji kriterijumi će se koristiti da bi se ustanovilo da je neko istraživačko pitanje vredno pažnje? Koji pokazatelji će se koristiti da bi se ustanovila uspešnost neke intervencije? Koja relativna težina će biti pripisana statistički značajnim laboratorijskim rezultatim u poređenju su vidljivim efektima u učionici? Na ovaj tip pitanja može se odgovoriti dijalogom između neuronaučnika i onih koji se bave obrazovanjem iz celog spektra istraživanja i prakse.

Primer 7.1. Um, mozak i obrazovanje (MBE)

U ovom dobu biologije, društvo se okreće neuronauci, genetici i kognitivnoj nauci kako bi stvorilo nova saznanja i poboljšalo obrazovanje. Nekoliko fakulteta na Harvardskoj diplomskoj školi za obrazovanje, inspirisanih i društvenim potrebama i rastućim interesovanjem studenata, pokrenuli su program „Um, mozak i obrazovanje“ (Mind, Brain and Education – MBE) (videti opis programa „Um, mozak i obrazovanje“ u nastavku). Izgradnja upotrebljivog, na istraživanju zasnovanog znanja za obrazovanja iziskuje stvaranje recipročnih odnosa između prakse i istraživanja, analognih odnosu između medicine i biologije. Istraživanje pruža nove uvide u praksu i ujedno praksa doprinosi istraživanju. Ovaj program obrazuje ljude da uspostave ove veze.

Na sreću, izvanredni mladi naučnici okupili su se na programu kako bi stekli masterske i doktorske diplome, koje im omogućuju da pruže sopstveni doprinos povezivanju istraživanja i prakse u vezi sa umom, mozgom i obrazovanjem. Nezavisno od toga, interesovanja za povezivanje biologije, kognitivne nauke i obrazovanja procvetala su u mnogim drugim delovima sveta: OECD je započeo program o neuronauci i obrazovanju u CERi-ju. Japan je pokrenuo velike istraživačke programe na temu neuronauke i obrazovanja. Konferencije o Učenju i mozgu za nastavnike i naučnike organizu-

ju se jednom u dve godine u Bostonu i periodično u drugim delovima sveta. Vatikanska akademija nauka inicirala je međunarodnu konferenciju o umu, mozgu i obrazovanju kako bi proslavila svoju 400-godišnjicu (novembar, 2003). Univerzitet u Kembridžu, Koledž u Dartmoutu i drugi univerziteti započeli su sestrinske programe o umu, mozgu i obrazovanju. Mnogi vodeći naučnici i nastavnici rade zajedno u cilju stvaranja osnova na kojima bi se utemeljilo obrazovanje u istraživanju.

Sav ovaj interes stvorio je potrebu za organizacijom koja bi okupila ljude i promovisala istraživanja i praksu u kojima se povezuju biologija, kognitivna nauka i obrazovanje. Međunarodna grupa je 2004. godine osnovala Međunarodno društvo za um, mozak i obrazovanje (International Mind, Brain, and Education Society – IMBES), koje je organizovalo nekoliko konferencija i radionica, kojima je promovisano ovo nastajuće polje. Kako bi stvorio forum za istraživanja i dijalog, IMBES je pokrenuo novi časopis *Mind, Brain, and Education*, koji od 2007. godine izdaje „Blekvel Pablišing“. Istaknuti istraživači i naučnici počeli su da šalju istraživačke izveštaje, teorijske radove i analize obećavajućih praksi.

MBE, OECD, IMBES i novi časopis *Mind, Brain, and Education* – svi ovi poduhvati teže stvaranju čvrste osnove za istraživanje i praksu u oblasti obrazovanja. Veliko interesovanje naučnika, nastavnika i studenata obećavaju svetlu budućnosti, ali osnovna potreba jeste da se stvori infrastruktura za povezivanje istraživanja i prakse u obrazovanju. Jedan od osnovnih katalizatora veze istraživanja i prakse u medicini jeste nastavna bolnica u kojoj istraživači i naučnici rade zajedno i sprovode istraživanja koja su relevantna za praksu i obučavaju mlade istraživače i praktičare u okruženju medicinske prakse. Obrazovanju su potrebne slične institucije koje bi pomogle da se istraživanje donese u škole, a praksa u laboratorije. MBE i IMBES, u saradnji sa Ros institutom veruju da su obrazovanju potrebne *Istraživačke škole* koje bi imale ulogu sličnu onoj koju imaju nastavne bolnice. U istraživačkim školama, univerziteti i škole bi ujedinili istraživanje i praksu u živoj školi zajednice i postavili osnovnu infrastrukturu za utemeljenje i poboljšanje obrazovanja.

Izvor: Kurt W. Fischer, *Mind Brain, and Education*, Harvard Graduate School of Education

Primer 7.2. Centar za neuronauku u obrazovanju: Univerzitet u Kembridžu, Velika Britanija

Univerzitet u Kembridžu je međunarodni lider u bazičnoj i kliničkoj neuronuaci, sa svetskom ekspertizom na Univerzitetskoj bolnici i Adenbruskovoj bolnici. Otvaranje Centra za neuronauku u obrazovanju, 2005. godine, doprinelo je daljem razvoju, stvarajući istinski novo odeljenje na svetskoj sceni. Centar prvi u svetu ima opremu za neuroodslikavanje na Fakultetu za obrazovanje.

Ciljevi Centra jesu razvoj istraživačke ekspertize u ovoj relativno novoj oblasti, jačanje istraživačkog kapaciteta putem obuke istraživača u primeni neuronaučnih tehnika pri rešavanju obrazovnih pitanja, informisanje nastavnika i svih koji se bave obrazovanjem o neuronauci i saopštavanje mogućih uticaja ovog multidisciplinarnog rada širem naučnom polju. Situiranje Centra unutar Fakulteta za obrazovanje Univerziteta u Kembridžu doprinelo je širenju informacija direktno ka istraživačima obrazovanja, onima koji obučavaju nastavnike i korisnicima obrazovanja i takođe, što je važno, omogućilo je da povratne informacije od nastavnika i korisnika formulišu istraživačka pitanja za dalje izučavanje. Centar je bio domaćin istraživačke radionice (2005) u okviru inicijative „Učenje i mozak“ koju sprovode OECD i CERi sa temom učenja čitanja jezika sa plitkim i dubokih ortigrafijama (videti Četvrto poglavlje).

Centar je privukao donacije koje trenutno iznose 1,6 miliona funti (od ESCR-a (dve donacije), MCR-a, Okvirnog programa VI Evropske unije (dve donacije) i Fonda za zdravlje). Trenutno se sprovode projekti koji obuhvataju obimnu longitudinalnu studiju moždanih osnova disleksije, međusektorsku studiju o razvoju tipičnih brojeva i diskalkulije kod dece, studiju metakognitivnosti i izvršne kontrole kod dece nižih uzrasta i izučavanje dece sa sinestezijom, koja percipiraju brojeve i slova mešavinom senzornih sistema. Centar već privlači eminentne saradnike i studente, uključujući od samog nastanka naučnog saradnika sa školarinom ESRC-a, naučnog saradnika iz Okvirnog programa VI, Fulbrajtovog stipendistu španske vlade, studente sa stipendijom ESRC-a, gostujućeg studenta istraživača pod okriljem NSF-a, naučnika kog pomaže Fondacija Gejts, studente istraživače španske i tajvanske vlade. Trenutno u Centru radi 16 studenata i istraživača.

Kreatori politika i korisnici istraživanja već su mnogo puta konsultovali istraživače u Centru u vezi sa potencijalima i uticajem neuronauke u

obrazovanju. U kreatore politika u Velikoj Britaniji spadaju Kancelarija za standarde u obrazovanju, Kancelarija za nauku i inovacije, lokalna vlada (LARCI), Inspektorat za obrazovanje Njenog Visočanstva (Škotska), kao i specifične inicijative, poput Rouz pregleda ranog podučavanja pismenosti, Vladina radna grupa za učenje koju čine direktori škola i Fudbalska asocijacija za obuku mladih. U korisnike istraživanja ubrajaju se dobrovoljne organizacije i javne službe (npr. Osnovnoškolski nastavnici Kembridža, Srednjoškolski nastavnici Kembridža, Služba za mentalno zdravlje dece i omladine Kembridža, Disleksija Škotska, Nacionalno udruženje nastavnika i dece sa posebnim poteškoćama u učenju, Nacionalno udruženje obrazovnih psihologa, Godišnja konferencija zamenika direktora specijalnih škola, Psihologija za učenje i nastavu i Centar za kurikulum, evaluaciju i menadžment Univerziteta u Duramu).

Izvor: Centre for Neuroscience in Education, University of Cambridge, UK (Centar za neuronauku u obrazovanju, Univerzitet u Kembridžu, Velika Britanija)

Primer 7.3. Danska laboratorija za učenje

Danska laboratorija za učenje (LLD) deo je danskog Univerziteta za obrazovanje. Njen osnovni cilj je sprovođenje interdisciplinarnih studija i praksi okrenutih istraživanju procesa učenja u formalnom i neformalnom kontekstu, koja mogu doprineti razvoju metoda podučavanja i učenja. Jedna od prioriternih oblasti je neuronauka i učenje. Istraživanje u ovoj oblasti sprovode članovi istraživačke jedinice: *Neuronauka, telesnost i učenje*. Ova grupa posebno se bavi razumevanjem veza između mozga, tela i kognitivnosti i teorijama o učenju koje integrišu otkrića iz evolutivne biologije, neuronauke i kognitivne nauke. Ilustrativni primeri trenutnih istraživačkih projekata obuhvataju:

Eksplicitno i implicitno znanje: Neuronaučno razumevanje mehanizama koji su u osnovi učenja postaje sve bogatije. Na primer, neuronaučna istraživanja pokazuju da možemo da razlikujemo dva modaliteta učenja: eksplicitno i implicitno učenje, koji imaju različite evolutivne uloge. Tradicionalni obrazovni sistem, kakav postoji u javnim školama, skoro je u potpunosti okrenut eksplicitnom učenju, jer stvara znanje koje se može verbalizovati. Cilj ovog istraživačkog projekta jeste da istraži potencijal implicitnog učenja i da, ukoliko je moguće, razvije smernice za obrazovanje koje može iskoristiti prednosti ovog resursa za učenje.

Zona za vizuelno prikazane reči: U toku je diskusija oko toga da li je čitanje reči zasnovano na posebnom sistemu u mozgu koji se ne koristi za druge vrste stimulansa (npr. zajedničke objekte, lica); takozvana zona za vizuelno prikazane reči (Visual word form area – VWFA). Jedni tvrde da je aktivacija ove oblasti specifična za slova i nizove slova, dok drugi tvrde sa je ova oblast jednako – ili i više – responzivna na druge kategorije objekata. Trenutno ispitujemo ovo pitanje upotrebom funkcionalnog neuroodslikavanja normalnih subjekata koji procesuiraju reči i slike u zadacima koji zahtevaju različite nivoe strukturalne obrade.

Individualne razlike u sazrevanju mozga: Sa skorim razvojem nein-zavizivnih tehnika neuroodslikavanja, po prvi put je moguća analiza dinamike sazrevanja mozga kod dece u predškolskom uzrastu. Iako je još mnogo toga neotkrivenog, prvi rezultati jasno pokazuju tekući razvoj mozga. Ove studije takođe nude neke dokaze u prilog razlikama u napretku sazrevanja mozga među decom istog uzrasta i ukazuju da takve razlike predviđaju status razvojnih kognitivnih procesa kod pojedinaca. Moguća interpretacija ovih rezultata neuroodslikavanja jeste da pojedina deca imaju jedinstven obrazac sazrevanja mozga; i da mentalne veštine i kapaciteti u razvoju kod dece, makar do neke mere, bivaju ograničeni ovim obrascem. Predloženi istraživački program posebno će se baviti individualnim razlikama i putevima sazrevanja mozga i odnosom između ovih razlika i razvoja akademskih veština.

Kako bismo promovisali znanje o funkcionisanju mozga i učenju unutar pedagoških zajednica, objavljujemo takođe knjige popularne nauke u kojima se bavimo prevođenjem neuronaučnih i bioloških uvida u praksu. Trenutno je u štampi antologija neuronauke i pedagogije, a u pripremi je i knjiga o „šumskim školama“

Izvor: Learning Lab Denmark (Danska laboratorija za učenje)

Primer 7.4. **Harvardska diplomatska škola za obrazovanje**

Proučavanje učenja pripada neksusu biologije i obrazovanja. Nedavni napredak u nauci, poput tehnologije neuroodslikavanja, omogućava novu, biološku perspektivu na obrazovanje. Međutim, veći deo ovog rada razvija se tek paralelno sa proučavanjem učenja u obrazovanju jer je veoma teško

stručnjacima iz jedne oblasti da koriste znanja iz drugih. Stvaranje mostova između ovih polja zahteva razvoj hibridnih profesionalaca koji su sposobni da povežu istraživanja iz različitih disciplina.

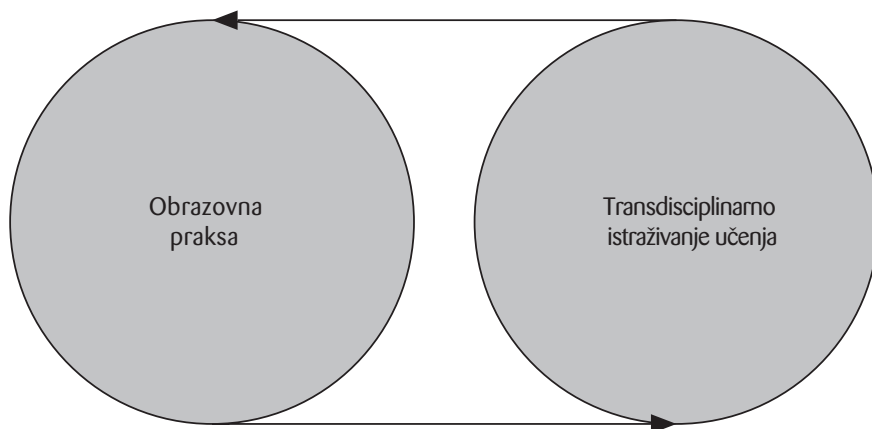
Upravo je razvoj takvih transdisciplinarnih stručnjaka cilj programa *Um, mozak i obrazovanje* na *Harvardskoj diplomskoj školi za obrazovanje*. Sada se već pet godina, u programu studenti obučavaju da sintetišu istraživanja o učenju iz relevantnih oblasti. Kurikulum se oslanja na širok raspon disciplina, uključujući neuronauku, genetiku, kognitivnu psihologiju i obrazovanje, i svi studenti pohađaju osnovni kurs u kojem stiču znanja koja omogućavaju ovu sintezu. Na ovom kursu, koji se zove *Kognitivni razvoj, obrazovanje i mozak*, predaje tim stručnjaka iz relevantnih oblasti i oni podstiču studente da obrazovanju pristupe kroz integrisanu prizmu, koristeći različite disciplinarnе perspektive zajedno kako bi analizirali obrazovne teme. Od studenata se očekuje da daju značajan doprinos obrazovnim istraživanjima i praksi jer Kurt Fišer, programski direktor i profesor naglašava značaj recipročne integracije istraživanja sa praksom. Harvardski program *Um, mozak i obrazovanje* nudi dragocen model za druge institucije koje teže stvaranju transdisciplinarnе programe.

Izvor: Kristina Hinton, student na programu *Um, mozak i obrazovanje*, Harvardska postdiplomska škola za obrazovanje.

Recipročne informacije sa obe strane – dvosmerni razvoj

Sama neuronauka ne može da obezbedi znanje koje je potrebno da bi se kreirali uspešni pristupi obrazovanju, i zato se obrazovna neuronauka ne može sastojati od ubacivanja tehnika zasnovanih na proučavanju mozga direktno u učionice. Umesto toga moraju se uspostaviti recipročni odnosi između prakse i istraživanja učenja, koje su analogne odnosu medicine i biologije (Grafikon 7.2). Ovaj recipročni odnos omogućiće neprestani, dvosmerni protok informacija koji je nužan za obrazovnu praksu zasnovanu na proučavanju mozga i na dokazima. Istraživači i ljudi iz prakse zatim mogu raditi zajedno na identifikovanju istraživačkih ciljeva relevantnih za obrazovanje i diskutovati o potencijalnim implikacijama istraživačkih rezultata. Kada se sprovedu saznanja zasnovana na proučavanju mozga, ljudi iz prakse bi trebalo sistematski da prate njihovu uspešnost i trebalo bi da ponude rezultate iz učionice kao povratne informacije koje mogu precizirati pravce daljih istraživanja.

Grafikon 7.2. Dvosmerna razmena između istraživanja i prakse



Napomena: Dvosmeran protok informacija između transdisciplinarnog istraživanja obrazovanja i obrazovne prakse. Rezultati istraživanja oblikuju obrazovnu praksu, a praktični rezultati, zauzvrat, preciziraju istraživačke ciljeve.

Ljudima iz prakse potrebno je neko znanje o mozgu kako bi interpretirali rezultate neuronauke i kako bi rezultate iz učionice saopštili neuronaučnicima (videti Primer 7.5). Stoga su potrebne strukture koje bi obrazovale ljude iz prakse o mozgu, uključujući one u programima za obrazovanje nastavnika i dalji profesionalni razvoj i potrebne su inicijative za komuniciranje sa šire posmatranim civilnim društvom. Interdisciplinarnost neuronauke i obrazovni programi na Harvardskom univerzitetu, Univerzitetu u Kembridžu i Koledžu u Dartmoutu primer su intenzivnih programa obrazovanja nastavnika sa ciljem da se stvori transdisciplinarna stručnost. Takođe, informacije o mozgu mogu se integrisati u konvencionalno, formalno obrazovanje nastavnika i kratke programe dodatne obuke. Jedna moguća organizaciona strategija može biti u skladu sa transdisciplinarnim cikličnim sledom – od molekularnih preko ćelijskih moždanih sistema, individualnih telesnih sve do društvenih sistema. (Ovaj sled bi istakao veze između mozga i društva, pojašnjavajući kružne procese kojima društvo oblikuje strukture mozga i tako utiče na ponašanje, koje zatim oblikuje društvo). Najbolje bi bilo da inicijative obuhvate one elemente koji motivišu i stvaraju pozitivne stavove u cilju stapanja znanja sa praksom, a programi bi mogli da pomognu ljudima iz prakse da kreiraju kurikulume na osnovu proučavanja mozga kako bi unapredili metakognitivnu svest o procesu učenja.

S obzirom na to da se oblast neuronauke tako rapidno širi, svaki obrazovni program o neuronauci trebalo bi da uključi obuku u cilju nastavka učenja o

mozgu i pošto se program završi. Ova obuka trebalo bi da ukaže na to gde se mogu pronaći tačne informacije o mozgu. Takođe, mogla bi da obuhvati upozoravanje ljudi iz prakse o dominantnim neuromitovima i njihovo obrazovanje o načinima kritičke interpretacije neuronauke u medijima. Inicijative koje su usmerene na komuniciranje sa šire shvaćenim civilnim društvom mogu iskoristiti internet (videti Primer 7.6). Dostupni veb alati obrazovne nauke koje je razvio CERI već se sastoje iz pristupačne baze znanje i praćenog diskusionog foruma (www.ceri-forums.org/forums).

Sa razvojem teorijskih okvira neuronauke i sa realizacijom prakse zasnovane na ovim modelima, ljudi iz prakse moraće da prate napredak, jer rezultati iz učionice donose dragocene podatke koji se mogu koristiti za usavršavanje modela. Na primer, ukoliko intervencija uspeva u jednom kontekstu, a ne u drugom, ovaj rezultat obezbeđuje važan uvid u prirodu interakcije između intervencije i problema. Doprinosi uokvirivanju novih istraživačkih pitanja, poput sledećih: koji su ključni sastojci intervencije koji obezbeđuju uspeh? Kako se ovaj model može prilagoditi drugim problemima, bez ovih elemenata? Zamislite, na primer, intervenciju koja pomaže samo nekoj deci sa poremećajem pažnje (ADHD) da poboljšaju pažnju. Identifikovanje uslova pod kojima je intervencija uspešna vodi istraživače ka sofisticiranijem i iznijansiranom razumevanju ADHD-a. Ljudi iz prakse mogu prikupljati podatke na mnogo načina, uključujući neformalne dnevnik u kojima mogu dokumentovati opservacije, angažman u poluformalizovanim diskusijama sa kolegama tokom kojih bi analizirali iskustvo iz učionice, objavljivanje eseja u kojima bi promišljali svoju praksu.

Unutar tradicionalne strukture, ljudima iz prakse je teško da u korak prate laboratorijske rezultate, a istraživačima je teško da ostanu informisani o rezultatim iz učionica. Iako transdisciplinarne konferencije, časopisi i asocijacije nude mostove između dve oblasti, možda je najidealnije rešenje u što većem integrisanju laboratorija i škola. *Tranferni centar za neuronauku i učenje* u Ulmu je jedna od prvih institucija koje integrišu neuronaučno istraživanje i obrazovnu praksu (videti Primer 7.7). Uspostavljanje istraživačkih škola sa obrazovnom praksom koja je čvrsto povezana sa proučavanjem mozga jeste put koji obećava stabilizaciju transdisciplinarnog rada.

Primer 7.5. Stavovi nastavnika o neuronauci u obrazovanju

Ljudi iz prakse imaju ključnu ulogu u razvoju didaktike zasnovane na proučavanju mozga pošto su u jedinstvenoj poziciji da *in vivo* evaluiraju uspeh. Razumevanje očekivanja nastavnika, njihovih prvobitnih predstava, potreba i stavova važno je za uspešnu saradnju između disciplina. Pionirska studija koju su sprovedi Suzan J. Pickering (Susan J. Pickering) i Pol Hauard-Džouns (Paul Howard-Jones) sa *Univerziteta u Bristolu* nudi važne uvide u nastavničke stavove o neuronauci i obrazovanju.

Upitnike u vezi sa stavovima, uverenjima i znanjem o odnosu između neuronauke i obrazovanje popunilo je 198 učesnika iz Velike Britanije i inostranstva. Dodatno, manji broj učesnika učestvovao je u polustrukturiranim intervjuima koji su bili zasnovani na upitniku, ali su omogućili učesnicima da započnu diskusiju u smeru koji ih najviše interesuje. Učesnici su regrutovani sa konferencije *Učenje i mozak u Evropi* koja je 2005. organizovana u Mančesteru, Velika Britanija i konferencije *Obrazovanje i proučavanje mozga* koja je 2005. organizovana u Kembridžu, Velika Britanija i sa veb stranice *Mozak i učenje* koju je postavio CERi.

Upitnik se sastojao iz kratkih odgovora, otvorenih pitanja i odgovora sa Likertovom skalom, koji su osmišljeni tako da se dobiju informacije o:

- Stavovima nastavnika o važnosti razumevanja rada na mozgu u različitim obrazovnim aktivnostima za decu i odrasle.
- Izvorima informacija koje nastavnici koriste kako bi dobili informacije o neuronauci i obrazovanju.
- Obrazovnim idejama sa kojima su se nastavnici susreli, a koje su u vezi sa mozgom.
- Korišćenju inicijativa zasnovanih na proučavanju mozga u institucijama iz kojih su učesnici, i o korisnosti takvih ideja.
- Značaju jednog broja pitanja u vezi sa primenom neuronauke u obrazovanju, poput: komuniciranje sa zainteresovanim stranama, relevantnost, dostupnost informacija i etika.

Podaci koji su prikupljeni pružaju detaljnu sliku o stavovima nastavnika o povezivanju neuronauke i obrazovanja. Neki od ključnih zaključaka su sledeći:

- Nastavnici smatraju da su informacije o mozgu veoma relevantne za različite obrazovne aktivnosti, uključujući kreiranje i realizaciju obrazovnih programa za decu i odrasle, za one sa problemima u učenju i za one bez njih i za razumevanje uloge ishrane u obrazovnoj delatnosti.
- Nastavnici se oslanjaju na raznovrsne izvore informacija o mozgu, nau-

čne časopise, konferencije, stručne časopise, knjige i dalje stručne obuke. Razlike u izboru izvora rezultat su dostupnosti, prethodnog iskustva i prvobitnih predstava o ulozi neuronauke u obrazovanju.

- Veoma raznovrsne zamisli o mozgu i obrazovanju prisutne su u obrazovnim zajednicama. Ideje koje su korišćene u obrazovnim institucijama variraju od naučno utemeljenih pristupa, kakva je teorija o višestrukoj inteligenciji, do neuromitova, poput stilova učenja levom i desnom stranom mozga. Ipak, ispitanici imaju pozitivne stavove o korisnosti većine ideja sa kojima su se sreli.
- Ljudi iz prakse više su zainteresovani za rezultate koji su neposredno relevantni za praksu nego za teorijski napredak koji tek treba primeniti u praksi. Međutim, čini se da su ljudi iz prakse zadovoljni da im se „kaže šta radi“, ali žele i da razumeju zašto su i kako određene prakse zasnovane na proučavanju mozga korisne.
- Učesnici saopštavaju da imaju premalo vremena, ograničen pristup resursima poput naučnih časopisa i da se osećaju ranjivo pred pojedincima koji tvrde da su stručnjaci za prakse zasnovane na proučavanju mozga. Predlažu sledeća rešenja: stvaranje hibridnih stručnjaka koji bi omogućili i pospešili komunikaciju između disciplina, integrisanje neuronauke u formalno obrazovanje nastavnika i stvaranje inicijativa čija svrha bi bila da pomognu nastavnicima da razviju kritičke veštine za procenjivanje novih praksi zasnovanih na proučavanju mozga.

Ova studija pokazuje ohrabrujući entuzijazam među nastavnicima i želju za razumevanjem načina na koje mozak uči i za korišćenjem znanja u cilju poboljšanja prakse.

Izvor: Pol Hauard-Džouns i Suzan J. Pikering, Univerzitet u Bristolu.

Primer 7.6. Tehnologija i svetska obrazovna perspektiva

Skorašnja otkrića u vezi sa moždanim mehanizmima pažnje, matematičke i jezičke pismenosti navela su jedan broj istraživača pod vođstvom OECD-ovog Centra za obrazovna istraživanja i inovacije (CERI) da postave veb sajt. Veb sajt *www.teach-the-brain.org* osmišljen je tako da pokrene proces razvoja obrazovnog iskustva zasnovanog na istraživanjima mozga, koja se mogu saopštiti uz pomoć veba.

Za sada su kreirana dva programa za veb diskusije, jedan o uvežbavanju pažnje i drugi o pismenosti. Oni za sada postaje samo u formi za skidanje materijala. Učesnik mora da pristupi veb sajtu i zatim da skine programe na svoj kompjuter. Cilj je da učesnici implementiraju potpuno interaktivni programi koji će ujedno omogućiti određene usluge i prikupljati relevantne podatke o njihovoj upotrebi. Na taj način programi mogu pospešiti istraživanje koje vodi novim informacijama i poboljšanju.

Iako postoje istraživanja koja pokazuju da ovi programi dovode do poboljšanja i da mogu da donesu promene u nekim aspektima funkcionisanja mozga, nema razloga da se pretpostavi da su optimalni. Bolje reći, postoji nada da se ovaj sajt koristi kako bi se informisala različita publika o prirodi istraživanja i vezama između istraživanja i programa koji su razvijeni. Dodatno, prodaju se mnogi komercijalni programi slične prirode. Namera nam je da linkove ka ovim programima učinimo dostupnim, kada je to moguće, i kada se pokazalo da su programi dovoljno utemeljeni. Drugi cilj jeste podsticanje diskusije o programima koji još nisu testirani ili koji nisu ispunili komercijalna očekivanja.

Iako se mnogi rezultati proučavanja mozga tiču veoma ranog obrazovanja, ili pre početka formalnog školovanja ili u ranim danima škole, postoje i rezultati koji se mogu povezati sa kasnijim veštinama. Na primer, neka istraživanja pokušala su da identifikuju razvoj zone za vizuelno prikazane reči od četvrte do desete godine. Ovi rezultati pokazuju da sistem počinje da se razvija prilično kasno i da se menja od sistema koji u osnovi radi sa poznatim rečima, koji radi prema pravilima koja vladaju u ortografiji engleskog jezika. Ova vrsta istraživanja relevantna su za metodologiju koja može biti najadekvatnija za usvajanje stvarne stručnosti u veštini čitanja. Druge veštine, poput percepcije vizuelnih objekata, čini se da isto počinju pristupom sistemima koji su pre korišćeni za druge stimulanse. Buduća istraživanja mogu pomoći u stvaranju viših nivoa stručnosti za složene koncepte. Neuroodslikavanje može pomoći tako što će nam omogućiti da odredimo kako neki oblik prakse utiče na određeni deo mreže koja je u osnovi veštine.

Razuman cilj za sistem zasnovan na vebu bila bi sinteza vežbi iz čitanja, pažnje i numeričke pismenosti u razvoju boljeg razumevanja naučnih podataka, uključujući preovlađujuće dokaze, razumevanje grafikona i tabela i matematičkih formulacija i razumevanje naučne komunikacije. Raprostranjeno je verovanje da je takvo znanje važno za razvoj globalne radne snage potrebne za XXI vek. Plemeniti cilj kurikuluma bio bi da pomogne deci u svim zemljama da steknu ovu vrstu znanju na najefikasniji mogući način.

Izvor: Majkl I. Posner, Univerzitet u Oregonu, SAD

Primer 7.7. Transforni centar za neuronauku i učenje, Ulm, Nemačka

Neuronačna istraživanja se u velikoj meri bave učenjem. Što bolje znamo kako mozak uspeva da uči, bolje ćemo ovo znanje moći da iskoristimo u unapređenju učenja u bilo kom društvenom kontekstu, od predškolskog do školskog, stručnog, univerzitetskog i neprestanog doživotnog učenja. Iako se često prihvata značaj neuronauke za obrazovanje, osnovni istraživački nalazi ne mogu se odmah primeniti u učionici. Potrebni su međukoraci. „Transforni centar za neuronauku i učenje“ (ZNL) osnovan je 2004. godine kako bi sproveo ove korake i istraživanja koja povezuju znanje neuronauke sa načinima učenja i podučavanja.

U ZNL-u, multidisciplinarni tim koji čine psiholozi, istraživači obrazovanja, kao i stručnjaci iz medicine, biohemije i lingvistike rade na transferu znanja iz neuronauke ka ljudima iz prakse. Kako ne postoji oblast „transfera nauke“, ovom problemu pristupamo na mnogo nivoa i iz perspektive različitih aspekata podučavanja i učenja. U posebne teme transfera i istraživanja spadaju:

Disleksija: Kako se deca i odrasli sa disleksijom razlikuju od normalnih ljudi? Postoje li rane naznake? Koji tretman je najefikasniji? Razvili smo projekat „Kompjuterski posredovano ocenjivanje i podrška u govoru (Computer Assisted Speech Assessment and Remediation – CASPAR): internet platformu koja identifikuje rizičnu predškolsku decu i nudi kompjuterske igre koje mogu ublažiti simptome.

Fizička aktivnost i učenje: Fizička aktivnost blagotvorno utiče na funkcionisanje mozga. Koja vrsta intervencije (fizičke aktivnosti) najbolje utiče na pažnju i učenje? U osnovnoj školi? U stručnoj školi? Evaluiramo školske programe u kojima fizičke aktivnosti čine školski dan.

Emocije i učenje: Naš prethodni rad ukazao je na značaj emocija za učenje. Nastavljamo sa ovim radom i sprovodimo fMRI studije o regulaciji emocija. Dodatno, koristimo ambulantu procenu rada srca kako bismo saznali gde i kada se deca u školi emocionalno angažuju.

Učenje i pamćenje: Multimodalnu nastavu i učenje mnogi nastavnici smatraju zlatnim pravilom. Koristeći neuropsihološke tehnike istražujemo naučne osnove multimodalnog učenja kako bi razumeli mehanizme koji su na delu. Zatim, evaluiramo i uticaj multimodalne nastave u učionici.

Konsolidacija memorije: Konsolidacija memorije je relevantna tema za institucionalno učenje. Istražujemo neuropsihološke osnove, koristeći

fMRI. Kakvi su efekti različitih aktivnosti pri konsolidaciji memorije u školskom okruženju?

Ishrana i učenje: Na mozak, kao „hardver“ za učenje i razmišljanje, utiče ishrana. Empirijski rezultati pokazuju da mnogi učenici ne doručkuju i da se nepravilno hrane. Istražujemo efekte doručka kao i Omega 3 masnih kiselina na pažnju i učenje.

*Izvor: Zentrum für Neurowissenschaft und Lernen, ZNL
(Centar za neuronauku i učenje), Ulm, Nemačka*

Prevazilaženje nacionalnih granica putem međunarodnih inicijativa

Do sada predstavljeni primeri transdisciplinarnih i dvosmernih inicijativa uglavnom ostaju u nacionalnim granicama i ovo jeste osnovni prvi korak u razvoju obrazovne neuronauke. Međutim, s obzirom na trenutak nastajanja ovih inicijativa, postaje neophodno razmotriti prevazilaženje ovih granica u cilju stvaranja međunarodnih mreža. Postoje tri prednosti ovog pristupa. Prvo, međunarodne mreže omogućavaju da nacionalne inicijative budu upoznate sa drugim istraživanjima, posebno pošto svaka inicijativa deluje kao različita disciplinarna mešavina, u drugačijem okruženju i često sa različitim fokusom. Raznovrsno iskustvo, ukoliko se sistematično razmenjuje, ponudilo bi bogatu informacijsku bazu kojoj svaka inicijativa može pristupiti. Drugo, međunarodne mreže bi omogućile samim istraživačima da prevaziđu „učenje od drugih“ i obezbedile bi tešnju saradnju, odnosno pojavu novih ideja i modela. I na kraju, takve mreže pomogle bi da se podstakne debata o etičkim pitanjima koja se moraju rešiti na nacionalnom nivou, ali u njihovom rešavanju mogu se koristiti različite perspektive.

Istraživanja u domenu obrazovne neuronauke ne mogu stvoriti univerzalni, preskriptivni pedagoški pristup, ali mogu doprineti kreiranju obrazovnih metoda unutar svakog kulturnog konteksta. Istraživački prioriteti mogu se razlikovati od zemlje do zemlje u zavisnosti od obrazovnih ciljeva, i rezultati se mogu različito tumačiti u različitim kulturnim miljeima. Ne mogu se sva istraživanja primeniti u svim kulturama. Takav je, na primer, slučaj sa disleksijom, koja se različito manifestuje u zavisnosti od ortografske strukture svakog jezika (videti Četvrto poglavlje). Potrebno je sprovoditi istraživanja u različitim zemljama kako bi se procenila prenosivost rezultata. Štaviše, ispitivanje kulturnih razlika pruža značajne uvide u interakciju između gena

i okruženja. Stoga bi međunarodne studije i istraživanja kohorte trebalo da ponude dragocen metod istraživanja, a međunarodnu istraživačku saradnju trebalo bi podsticati.

Sa razvojem transdisciplinarne oblasti obrazovne neuronauke na značaju će dobiti međunarodni koordinator. OECD-ov Centar za obrazovna istraživanja i inovacije (CERI) do danas je imao ovu ulogu, ali druga tela bi sada trebalo da preuzmu na sebe ovu odgovornost. Vlade zemalja članica mogu se aktivno uključiti u koordinisanje istraživačkih inicijativa u svojim zemljama, na način na koji su to uradile japanska i holandska vlada (videti Primere 7.8 i 7.9). Razvijanje dobro organizovanih istraživačkih mreža u kojima učestvuju različite discipline unutar zemalja može pospešiti međunarodnu saradnju. Međunarodna udruženja, poput novoformiranog *Međunarodnog društva za mozak, um i obrazovanje* (IMBES), mogu koordinirati inicijativama u različitim zemljama (videti Primer 7.1).

Primer 7.8. JST-RISTEX, Nauka i tehnologija Japana – Istraživački institut za nauku i tehnologiju za društvo, Japan

Na osnovu stava da je proučavanje mozga zasnovano na istraživanjima kohorti ključno za razumevanje mehanizama razvoja i strarenja u mozgu, Istraživački institut za nauku i tehnologiju za društvo (RISTEX) proširio je program nauke o mozgu, iniciran 2001, tako da od 2004. godine obuhvati i istraživanja kohorti.

1. Tokijski projekat praćenja blizanačkih kohorti (ToTCoP): Cilj projekta je da se otkriju genetski i epigenetski (slični sredinskim) faktori koji utiču na razvoj: temperament, motorne veštine, kognitivno-lingvističke sposobnosti i druge karakteristike ponašanja dokom ranih faza u ljudskom razvoju. Očekuje se da ovaj projekat, koji je zasnovan na četvorogodišnjem longitudinalnom proučavanju blizanaca (sa oko 1.000 blizanačkih parova) u ranom uzrastu, pruža relativan doprinos, posebno u izučavanju faktora sredine i genetike.

2. Istraživanje kohorte sa poremećajima autističnog spektra (autism spectrum disorder – ASD): Cilj ovog praćenja kohorte jeste da se istraže društveni koreni tipičnog i atipičnog razvoja kod dece. Sprovodi se izučavanje patogeneze i razlika u manifestovanju zasnovanih na bihevioralnom razvoju i odgovarajućim neuronskim mrežama. Očekuje se da ovaj projekat doprinese ranom uočavanju i intervenciji kod dece sa ASD-om i razmevanju varijacija u društvenom razvoju koje bi nam pomogle da pružimo rešenja trenutnim problemima u školskoj sredini.

Primer 7.8. JST-RISTEX, Nauka i tehnologija Japana – Istraživački institut za nauku i tehnologiju za društvo, Japan (nastavak)

3. Istraživanje kohorte odraslih i dece za problemima u učenju i viših moždanih funkcija: Širi cilj jeste da se odgovori na jednu od poteškoća koje se javljaju sa sve starijim društvima sa niskim stopama plodnosti. Sprovodi se analiza tematskih celina u koje spadaju metode protiv starenja koje održavaju i poboljšavaju moždane funkcije kod starijih osoba i metode intervencije u cilju razvoja zdravih moždanih funkcija kod dece sa problemima u učenju.

4. Istraživanje kohorte u oblasti usvajanja jezika, cerebralnoj specijalizaciji i jezičkom obrazovanju: Ove studije imaju tri cilja. Prvo, da istraže mehanizme usvajanja maternjeg i stranog jezika iz perspektive cerebralne specijalizacije i funkcionalne plastičnosti mozga. Drugo, da identifikuju „osetljiv(e) peirod(e)“ za učenje stranog jezika. I treće, da predlože smernice za učenje i podučavanje stranog jezika, posebno za engleski jezik, koje bi bile zasnovane na neuronauci i sugerisale optimalni uzrast i uslove. Za potrebe ovih ciljeva stvorena su četvorogodišnje istraživanja kohorte tri grupe: a) Izvorni govornici engleskog jezika koji su naučili japanski jezik; b) izvorni govornici japanskog koji su naučili strani jezik u Japanu; i c) izvorni govornici japanskog jezika od 2 do 5 godine.

5. Razvoj novih biomedicinskih tehnika za studente mentalnog zdravlja: U okviru ove studije razvija se nova biomedicinska tehnika koja lakše i objektivnije procenjuje odgovor na stres. Sprovodi se veoma sofisticiranom analizom ekspresije gena putem mikroerej tehnika (micro-array) koja ima prednosti u izučavanju složenih odgovora na stres.

6. Istraživanje kohorte u oblasti motivacije za učenje i efikasnosti u učenju korišćenjem funkcionalnog neuroodslikavanja: U ovoj studiji istražuju se moždani mehanizmi relevantni za motivaciju za učenje među decom i odraslima. Izvodi se analizom neuronskih osnova motivacije putem funkcionalne MRI i simultanim merenjem stepena zamora (fatigue) koji osećaju ispitanici tokom zadataka iz motivacionog učenja. U studiji takođe posmatramo genetske i sredinske aspekte kod dece sa poteškoćama u učenju kako bi utvrdili da li problem leži u mehanizmima motivacije. Osnovni cilj ove studije jeste da se kreiraju i/ili predlože metode za efikasno učenje putem održavanja visokog nivoa motivacije i smanjenjem zamora tokom procesa učenja.

7. Japanska studija o deci (JSC): Ova studija rasvetljava razvojne mehanizme koji stoje iza „društvenosti“ ili „društvenih sposobnosti“ i identifikuje

faktore koji čine neku sredinu pogodnom ili nepogodnom za bebe i decu. Istraživanja kohorte će se koristiti kako bi se testirala saznanja o društvenom razvoju koja su nastala u laboratorijskim studijama na nivou populacije. Nekoliko tipova preliminarnih kohorti biće pokrenuto u isto vreme: studija o odojčadi od četvrtog meseca starosti i studija o predškolskoj deci od petog meseca starosti, na primer. Ovi rezultati dobijeni iz preliminarnih istraživanja kohorti pružiće dragocene informacije za dalje i veće studije.

Ova istraživanja kohorti zasnovana na konceptu „Nauke o mozgu i obrazovanju“ verovatno će pružiti tri osnovna rezultata:

- Dobijanje i predstavljanje naučnih dokaza za kreiranje javnih politika, posebno u obrazovanju.
- Obezbediće procenu mogućih efekata novih tehnologija na bebama, deci i adolescentima.
- Obezbediće procenu primenljivosti hipoteza zasnovanih na ljudima i genetskim studijama slučaja na ljudima.

Na kraju, na osnovu analogije sa konceptom procene okruženja koji je nastao tokom osamdesetih, društvo je postalo svesno potrebe da se evaluiira uticaj nauke i tehnologije na okruženje. Drastične promene u našem društvu mogu dovesti i do ljudskih socioloških i psiholoških problema. Procena okruženja iz metafizičke perspektive može biti ključna ukoliko želimo da buduće generacije naslede održivo društvo.

Izvor: Hideaki Koizumi, JST-RISTEX

Primer 7.9. Inicijative u oblasti obrazovne neuronauke u Holandiji

Krajem 2002. godine, Holandsko naučno veće (NWO) u konsultaciji sa holandskim Ministarstvom obrazovanja, kulture i nauke pokrenulo je Odbor za mozak i učenje. Odbor je trebalo da pokrene inicijative koje bi podstakle aktivnu razmenu znanja iz nauke o mozgu, kognitivne nauke i obrazovne nauke sa obrazovnom praksom. Ova inicijativa dovela je do dve glavne aktivnosti, koje su bile veoma uticajne.

Prva aktivnost je takozvana „Nedelja mozga i učenja“ koja je organizovana u februaru 2004. pod nazivom „Upoznajte mozak“. Osnovna aktivnost bila je konferencija po pozivu na kojoj je učestvovalo 45 vođa mnjenja. Organizovan je, takođe, međunarodni naučni simpozijum, simpozijum za ljude iz obraz-

ovne prakse i za laike. Cilj konferencije po pozivu bio je da se identifikuju poteškoće, prepreke i konkretni ciljevi za inovacije u obrazovanju zasnovane na uvidima neuronauke i kognitivne nauke. Učesnici iz nauke, obrazovanja i javnih institucija susreli su se na radionicama i plenarnim diskusijama. Dogovorili su se o osnovnim pravcima i „planu rada“ za budućnost i bili su jednoglasni u izjavi: „Da, došlo je vreme za aktivnu razmenu između različitih disciplina i domena“.

Druga aktivnost je stvaranje knjige pod naslovom „Upoznajte mozak“ (maj 2005). U njoj se opisuje dogovor do koga se došlo na konferenciji u diskusijama o najvažnijim temama: „Individualne razlike“, „Učenje u adolescenciji“, „Matematika“, „Motivacioni procesi“, „Procesi učenja“, „Učenje odrasli“. Dodatno, pripremljene su preporuke za razvoj svake teme u formi dvadeset predloga (mogu se pogledati na www.jellejolles.nl).

I knjiga i konferencija imale su veliki uticaj. Do jeseni 2006. godine, konkretan napredak može se uočiti na tri nivoa. U pogledu naučnika i naučnih institucija (NWO), formirana je multidisciplinarna i multidimenzionalna „Nacionalna inicijativa“ za mozak i kognitivnost. Ambicija je da ova inicijativa postane takozvana „Nacionalna istraživačka inicijativa“ (NRI) sa ukupnim budžetom od 290 miliona evra. Oblast mozga, učenja i obrazovanja – „Um koji uči“ – jedna je od tri ključne oblasti NRI-ja, pored „Zdravog uma“ i „Uma koji radi“.

U pogledu Ministarstva obrazovanja i institucija koje su uključene u obrazovni razvoj, ministarstvo je organizovalo radnu konferenciju sa ovom temom u junu 2006. godine. Na osnovu konsenzusa koji je postignut, različite institucije i organizacije zadužene za „razvoj i inovacije u obrazovanju“ postale su aktivne i sada traže nabolje pravce u kojima se mogu kretati.

Na nivou ljudi iz prakse i školskih organizacija, tema je „veoma živa“: radionice, predavanja i kongresi organizuju se širom zemlje za različite organizacije nastavnika i školske ustanove. Počelo se sa sprovođenjem na dokazima zasnovanih obrazovnih promena u školskom okruženju u saradnji sa Univerzitetom i Školom.

Da zaključimo: tema „Mozak, učenje i obrazovanje“ prepoznata je kao veoma važna u Holandiji. Optimizam postoji u pogledu mogućnosti mobilizacije finansijskih resursa i „premošćavanja jaza“ između nauke i obrazovnog polja. Smatra se da je ključno da predstavnici različitih oblasti nauče da slušaju jezik drugih. Napredak u Holandiji direktno je povezan sa inicijativom OECD-a i CERi-ja „Nauke o učenju i mozak“

Izvor: Jelemer Joles (Jellemer Jolles), Univerzitet u Mastrohtu, Holandija.

Upozorenja i ograničenja

Iako neuronauka može ponuditi značajne uvide u proces učenja, važno je priznati njena ograničenja. Nastavnici bi trebalo da budu oprezni pri prevođenju rezultata iz kontrolisanih laboratorijskih uslova u složenu učionicu. Kako se oblast obrazovne neuronauke razvija, tako će neuronaučnici verovatno modifikovati istraživačke zadatke tako da bolje predstavljaju kompleksno obrazovno okruženje. Dodatno, na istraživanjima zasnovane javne politike trebalo bi implementirati putem implementiranja obrazovnih testova u kojima se uspešnost ovih politika sistematski ispituje. Recipročna integracija istraživanja i prakse trebalo bi da osigura validnost praksi zasnovanih na istraživanjima.

Obrazovne implikacije neuronačnih rezultata zavise od vrednosti i ciljeva svake zajednice učenja. Na primer, iako neuronauka sugerise da će učenje stranog jezika u osnovnoškolskoj fazi biti efikasnije i efektivnije (videti Drugo i Četvrto poglavlje), ovo ne znači nužno da sve škole moraju imati nastavu stranog jezika na osnovnoškolskom nivou. Ukoliko je relativna vrednost koja se pridaje učenju stranog jezika niža od one koja se daje učenju drugih veština zavisnih od „osetljivih perioda“ u nekim zajednicama učenja, one će imati prednost. Uovoljavanje načinu funkcionisanja mozga samo je jedan od mnoštva faktora koji se moraju uzeti u obzir kada se kreiraju obrazovni programi i nastava. Neuronauka je alat koji ima specifične snage i slabosti i koji je veoma koristan pri bavljenju određenim pitanjima, ali je relativno nedelotvoran pri drugim. Neuronauka, na primer, može odgovoriti na pitanje kada se strani jezik može najlakše naučiti, ali manje je korisna ako je pitanje koji strani jezik bi trebalo učiti.

U stvaranju transdisciplinarnog pristupa kreiranju obrazovnih politika, važno je razjasniti svrhu narastajućeg znanja iz oblasti neuronauke. Ona ne može stvoriti univerzalni, preskriptivni pedagoški pristup, ali može svojim saznanjima doprineti stvaranju pedagogije i obrazovnih programa u svakom kontekstu. Obrazovne politike zasnovane na neurobiologiji ne mogu se jednostavno nametnuti školama – obrazovne implikacije bilo kojeg istraživanja moraju ući u sinergetsku interakciju sa svakom obrazovnom zajednicom tako da se kreira politika prilagođena svakoj kulturi. Iz tog razloga, znanje iz oblasti neuronauke mora biti široko dostupno onima koji su angažovani u kreiranju obrazovnih politika kako bi mogli da koriste ove informacije pri stvaranju politika adekvatnih za određenu školsku kulturu. Potrebno je sistematski ispitati učinke takvih politika i posle njihovog sprovođenja.

Literatura

Bruer, J. (1993), "Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom", MIT Press.

Calvino, B. (2003), "Les médicaments du cerveau", *Graines de Sciences*, Vol. 5 (ouvrage collectif), Le Pommier, pp. 111-134.

Gardner, H. (1983), *Frames of Mind: Theory of multiple intelligences*, Basic Books.

Gardner, H. (2000), *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*, Basic Books.

Guillot, A. (2005), "La bionique", *Graines de Sciences*, Vol. 7 (ouvrage collectif), Le Pommier, pp. 93-118.

INSERM expertise collective (2005), "Troubles de conduites chez l'enfant et l'adolescent", Éditions INSERM.

Koizumi, H. (1999), "A Practical Approach to Transdisciplinary Studies for the 21st Century - The Centennial of the Discovery of the Radium by the Curies", *J. Seizon and Life Sci.*, Vol. 9, pp. 19-20.

Kramer, P.D. (1997), *Listening to Prozac: The Landmark Book about Antidepressants and the Remaking of the Self*, Penguin Books, New York.

OECD (2002), "Learning Seen from a Neuroscientific Approach", *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*, OECD, Paris, pp. 69-77.

OECD (2004), *Learning for Tomorrow's World - First Results from PISA 2003*, OECD, Paris, pp. 95-99, www.pisa.oecd.org.

Talan, J. (2005), "Rethinking What May Look Like a Normal Brain", www.newsday.com, 1 February.

PRVI DEO

Zaključci i izgledi za budućnost

„Napredak znanja ne treba zaustavljati. Neznanje nikada nije bolje od znanja.“

Enriko Fermi

U ovom poglavlju zaključujemo prvi deo ovog izveštaja sumirajući ključne poruke i moguće implikacije za obrazovne politike koje pokazuju kako neuronaučna istraživanja već doprinose politikama obrazovanja i učenja i samoj praksi. U tematske celine spadaju diskusija o doživotnom učenju, starenju, holističkom pristupu obrazovanju, o prirodi adolescencije, starosnim dobima za određene oblike učenja i kurikulum, o „3D“ problemima (disleksija, diskalkulija i demencija) i o pitanjima vrednovanja i selekcije u koje neuronauka postaje sve više uključena. U ovom poglavlju ukazujemo na oblasti koje su se pojavljivale u različitim poglavljima ovog izveštaja, a u kojima su potrebna dalja neuronaučna istraživanja

Posle sedam godina pionirske aktivnosti u naukama o učenju, u iskušenju smo da, sa jedne strane, preuveličamo tvrdnje koje su izložene, ali i da se olako sakrijemo iza zahteva za daljim istraživanjima, koja su potrebna pre nego što se donesu bilo kakvi zaključci. Sa druge strane, sigurno je istina da je potrebno još istraživanja i neki ključni pravci za dalja istraživanja predlažu se u nastavku. U pogledu prvog iskušenja, u ovom zaključnom poglavlju uglavnom se uzdržavamo od konkretnih preporuka. Oblast je i dalje previše mlada i veze između neuronauke i obrazovanja su previše kompleksne da bi ovo bilo opravdano. Postoji tek nekoliko slučajeva da se neuronaučni rezultati, bez obzira na to koliko su bogati intelektualno i obećavajući za budućnost, mogu kategorički iskoristiti da opravdaju konkretne preporuke za obrazovne politike ili praksu. Zapravo, jedna od preporuka proisteklih iz ove aktivnosti, koja je predstavljena već 2005. godine u izveštaju *Understanding Brain – Towards a New Learning Science* [Razumevanje mozga – ka novoj nauci o učenju], jeste da se moramo čuvati simplističkih i redukcionistačkih pristupa, koji mogu doći na naslovne strane ili ponuditi lukrativne mogućnosti, ali koji mogu predstavljati iskrivljenje baze znanja.

U ovom poglavlju objedinjene su glavne teme i zaključci iz prethodne analize. Moguće je predstaviti neke grube predloge i izazove koji otvaraju ili inoviraju debatu o budućem obliku i prirodi naših obrazovnih sistema. Ukoliko smo svedoci nauke o učenju, nove ideje i dokazi će se brzo pojaviti i transformisati sadašnji pejzaž. Ne moramo čekati na ovo istraživanje: deo misije CERI-ja je uvek bilo da pomogne zemljama OECD-a pri osmišljavanju planova za budućnost. Zaključci su veoma uopšteni, upravo da bi dali podsticaj diskusiji o ovoj veoma širokoj oblasti koja je mapirana u prethodnim poglavljima.

Ključne poruke i zaključci

„Svim najvažnijim naučnim revolucijama zajedničko je to da uvek iznova svrgavaju sa pijedestala ljudsku aroganciju nastalu iz ubeđenja o našem centralnom mestu u kosmosu.,,

Stiven Džej Gould

Obrazovna neuronauka donosi dragoceno novo znanje koje doprinosi obrazovnim politikama i praksi

Obuhvat ovog izdanja – od učenja koje se odvija u najranijim godinama do učenja starijih, od znanja u vezi sa određenim predmetima do onog u vezi sa emocijama i motivacijom, od remedijalnog do uopštenog razmevanja učenja pokazuje koliko je širok doprinos koji neuronauka može dati obrazovnim politikama i praksi. Pokazano je da doprinos neuronauke obrazovanju može da ima različite oblike.

Baveći se mnogim temama, neuronauka se *oslanja na zaključke iz već postojećih znanja* iz drugih izvora, iz psiholoških studija, opservacija iz učionica ili praćenja postignuća. Primeri o kojima se diskutuje u ovoj publikaciji – poput uloge ishrane u poboljšanju obrazovnih postignuća, turbulencije u pubertetu ili samopouzdanja i motivacije, mogu biti ključni za obrazovni uspeh – ali oni nisu novi. Ipak, doprinos neuronauke je značajan i za već poznate rezultate jer:

- omogućava razumevanje „*kauzacije*“, a ne samo „*korelacije*“, pomera važna pitanja iz sfere intuitivnog i ideološkog u sferu dokaza,
- otkrivajući mehanizme kojima se stvaraju neki efekti, *pomaže u identifikovanju delotvornih mera i rešenja*.

Što se tiče drugih pitanja, neuronauka *stvara nova znanja, otvarajući nove puteve*. Bez razumevanja mozga, na primer, ne bi bilo moguće da spoznamo različite obrasce moždanih aktivnosti stručnjaka, nasuprot onima koji su karakteristični za laike (kao sredstvo za shvatanje razumevanja i vrhunskog ovladavanja nekim veštinama), ili da saznamo kako učenje može biti efikasan odgovor na smanjenje kognitivnih funkcija u starosti ili zašto se određene poteškoće u učenju pojavljuju kod nekih učenika, čak i kada se čini da se dobro snalaze sa drugim obrazovnim zahtevima.

Uz ova dva ključna doprinosa može se dodati i treći – *razotkrivanje neuromitova*. Iskrivljenja, poput onih predstavljenih u Šestom poglavlju, donose rizik mešanja ozbiljne obrazovne prakse sa pomodnim rešenjima koja se mogu pronaći na policama aerodromskih knjižara.

Drugu ključnu grupu specifičnih doprinosa neuronauke obrazovanju čine sledeći elementi:

- Istraživanja koja *produbljuju znanje o elementima učenja*, kao centralnog aspekta ljudskog i društvenog života, tako da se obuhvate različiti institucionalni aranžmani koji se jednim imenom nazivaju „obrazovanje“.
- Neuronauka razvija sredstva pomoću kojih se *otkrivaju do tada skrivene odlike pojedinaca*, ona se mogu koristiti u svrhe lečenja i pomoći – u prevazilaženju problema sa čitanjem ili diskalkulije, na primer. Međutim, oni se mogu koristiti pri selekciji ili poboljšanju postignuća ili za isključivanje, što podiže buru trnovitih etičkih pitanja o kojima je diskutovano u Sedmom poglavlju.
- Zajedno sa drugim disciplinama, neuronauka je u mogućnosti da *svojim saznanjima doprinese načinima kreiranja i organizovanja različitih obrazovnih praksi*, posebno u pogledu poklapanja rezultata o načinima i periodima učenja, sa jedne strane, i organizacije konvencionalnog učenja, sa druge. Drugo je pitanje da li se takvo znanje danas dovoljno primenjuje.

Proučavanje mozga pruža važne neurološke dokaze koji potvrđuju širi cilj doživotnog učenja i opšte dobrobiti od učenja, posebno za populacije koje stare

Jedan od najznačajnijih ishoda u vezi sa učenjem tiče se neverovatne „plastičnosti“ mozga – sposobnosti da se prilagođava, raste u zavisnosti od potreba i prakse i elimiše sinapse kada neki delovi postanu nepotrebni – koja postoji tokom celog života, do daleko poznijeg doba nego što se pre zamišljalo. Zahtevi koji se stavljaju pred pojedinca i njeno ili njegovo učenje ključni su za plastičnost – što više učite, više ćete moći da naučite. Upravo nasuprot netrepeljivosti prema starima i stavu da je najbolje obrazovanje usmeriti ka mladima – ne zanemarujući moćnu sposobnost učenja mladih – neuronauka je pokazala da je *učenje aktivnost za ceo život i da što se duže nastavlja, to postaje efektivnije*.

Kako rastu zahtevi za dokazima na kojima bi se zasnovale politike i prakse, tako postaje sve važnije proširenje razumevanja „širih dobrobiti“ od obrazovanja, koja nadilaze ekonomske kriterijume koji često dominiraju analizama koristi i utroška. Sve je više dokaza koji pokazuju, na primer, da učešće u obrazovanju bitno doprinosi zdravlju ili građanskoj participaciji (videti i publikaciju CERI-ja „Social Outcomes of Learning“¹). U ovom izveštaju su potvrđeni argumenti u prilog širih dobrobiti od učenja: ogromni i skupi

¹ Publikacija *Social Outcomes of Learning* objavljena je na srpskom jeziku pod naslovom *Društveni ishodi učenja*, Zavod za izdavanje udžbenika, Beograd, 2009

problemi koje izaziva staračka demencija sve starije populacije mogu se rešiti učenjem, a ovo otkriće tekovina je neuronauke.

Kombinacija poboljšane dijagnostike, mogućnosti za vežbanje, adekvatnog i proverenog farmakološkog tretmana i dobre obrazovne intervencije može u mnogome doprineti blagostanju i prevenciji pogoršanja.

Potreban nam je holistički pristup zasnovan na međuzavisnosti tela i uma, emocionalnog i kognitivnog.

Sa takvim snažnim fokusom na kognitivnim postignućima – u svakoj zemlji pojedinačnim i u međunarodnim okvirima – postoji rizik od razvijanja uskog pristupa obrazovanju. Nasuprot pristupu mozgu koji bi zagovarao isključivo kognitivnu, na postignućima zasnovnu perspektivu, ukazujemo na to da je potreban holistički pristup koji prihvata čvrstu međuzavisnost fizičke i intelektualne dobrobiti, emotivnog i kognitivnog, analitičkih i kreativnih delatnosti.

Sve se bolje razumeju efekti koje na mozak imaju dobra ishrana, vežbanje i san. Kod starijih ljudi, kognitivno angažovanje (poput igranja šaha i rešavanja ukrštenica), redovna fizička aktivnosti i aktivan društveni život podstiču učenje i mogu odložiti degeneraciju starenja mozga (videti Drugo poglavlje).

Analize u ovom izveštaju pokazuju ne samo kako emocije igraju ključnu ulogu u funkcionisanju mozga, već ukazuju i na procese putem kojih emocije utiču na ostale funkcije. Posebno je za obrazovne svrhe važna analiza straha i stresa, koja pokazuje da ove emocije, na primer, smanjuju analitičke sposobnosti i da *vice versa* pozitivne emocije otvaraju vrata u mozgu.

Ovo je podjednako relevantno za starije učenike koji su suočeni sa neugodnim povratkom obrazovanju i za mlade osobe koje se suočavaju sa njima dotada nepoznatim zahtevim srednjeg ili višeg obrazovanja. Reč je i o jednakopravnosti, pošto će se strah od neuspeha, manjak samopouzdanja ili problemi poput „matematičke anksioznosti“ (Treće i Peto poglavlje) pre pojaviti kod onih u lošijem socio-ekonomskom položaju.

Potrebno nam je bolje razumevanje adolescencije (velika konjska snaga, slabo upravljanje).

U ovom izveštaju posebno razotkrivano prirodu adolescencije u pogledu razvoja mozga u tinejdžerskim godinama i, posebno, u pogledu emocionalnog sazrevanja.

Znanje neuronauke o adolescenciji i o promenama koje se odvijaju u tinejdžerskim godinama posebnu su važne jer je ovo period kada se mnogo stvari događa u obrazovnoj karijeri. Druga faza u obrazovanju konvencionalno

prati adolescenciju, donose se ključne odluke sa dugotrajnim posledicama u vezi sa ličnim, obrazovnim i karijernim izborima. U ovoj fazi, mladi ljudi su usred adolescencije, sa dobro razvijenim kognitivnim sposobnostima (velika konjska snaga), ali emocionalno nezreli (slabo upravljanje).

Očito, ovo ne znači da se važni izbori mogu jednostavno odložiti posle adolescencije. Ipak ukazuje se, sa dodatnom težinom neuroloških dokaza, da odluke koje se donose ne treba da imaju karakter konačnih rešenja koja zatvaraju ostala vrata. Potrebno je da postoji bolja diferencija daljih mogućnosti učenja (formalnog i vaninstitucionalnog) i bolje shvatanje putanja sazrevanja adolescenata.

Neuronauka je takođe razvila ključni koncept „emocionalne regulacije“. Upravljanje emocijama jedna je od glavnih veština za uspešne učenike. Emocionalna regulacija utiče na kompleksne činioce, kao što su mogućnost upravljanja pažnjom, rešavanje problema i podrška emocionalnim vezama. S obzirom na „manjak upravljanja“ u adolescenciji i na značaj podsticanja emocionalne zrelosti kod mladih ljudi u ovom uzrastu, bilo bi plodonosno razmotriti uvođenje ovih elemenata u kurikulume, kao i razvijanje programa koji bi imali ove ciljeve.

U osmišljavanju elemenata kurikuluma, potrebno je da razmotrimo vremensku adekvatnost i periodičnost.

Rad psihologa kao što je Pijaže dugo je uticao na naše shvatanje učenja koje je povezano sa individualnim razvojem. Obrazovna neuronauka sada omogućuje kvalifikaciju Pijaževih modela (uključujući demonstraciju sposobnosti koje već odojčad imaju), i šire razumevanje vremenske adekvatnosti i optimalnog učenja putem proučavanja „osetljivih“ perioda.

Poruka koja se pojavljuje u ovom izveštaju je iznijansirana: ne postoje „kritični periodi“ kada se učenje *mora* dogoditi i neuronaučno shvatanje doživotne „plastičnosti“ pokazuje da ljudi uvek mogu ponovo da uče. Sa druge strane, neuronauka je precizirala pojam „osetljivih perioda“ – uzrasta kada je pojedinac posebno spreman za učenje određenih stvari.

Primer učenja jezika zauzeo je istaknuto mesto u ovom izveštaju i reč je o temi koja je sve važnija u sve globalnijem svetu. Generalno, što ranije počne učenje stranog jezika, ono će biti efikasnije i efektivnije. Takvo učenje pokazuje distinktivne obrasce moždane aktivnosti kod odojčadi u poređenju sa školskom decom ili odraslima: u starijem uzrastu aktivira se više oblasti mozga i učenje je manje efikasno. Ipak, odrasli su sasvim sposobni da nauče novi jezik.

U ovom izveštaju razotkriveni su mitovi o opasnostima višejezičkog učenja koje navodno ometa znanje maternjeg jezika; zapravo deca koja uče još jedan jezik poboljšavaju svoje znanje maternjeg jezika.

Ovo su važna pitanja za obrazovanje. Ovi rezultati produbljuju početne osnove sa kojih se postavljaju pitanja o najpogodnijim periodima kada treba sprovesti određene vrste učenja, temeljna saznanja sada su zasnovana na dokazima, a ne na tradiciji. Ona govore u prilog značaju polaganja stabilnih temelja za doživotno učenje tako ukazujući na ulogu ranog obrazovanja i osnovnog školstva, ne kao ciljeva samih po sebi već kao načina da se obezbede najbolje početne pozicije.

Ujedno smo u izveštaju (Šesto poglavlje) upozorili na *prezaglašavanje* odlučujućeg značaja perioda od rođenja do treće godine za kasnije učenje.

Neuronauka može pomoći u rešavanju glavnih obrazovnih izazova.

Doprinos neuronauke, očigledni već u u dijagnoziranju i utvrđivanju efikasnih intervencija, najbolje se vidi kod problema koje možemo nazvati „3D“: disleksija, diskalkulija i demencija.

Disleksija: Sve doskora uzroci disleksije nisu bili poznati, ali danas se zna da ona rezultira primarno iz atipičnih karakteristika auditivnog korteksa (i ponekad možda vizuelnog korteksa). Tek odnedavno u mogućnosti smo da u ranom uzrastu uočimo ove karakteristike. Rane intervencije obično su uspješnije od kasnijih, mada su obe moguće.

Diskalkulija, danas znamo, ima uzroke slične disleksiji, mada je manje razvijeno rano uočavanje, a samim tim i mogućnosti intervenisanja.

Demencija: Već su navedni značajni rezultati o učenju i demenciji, obrazovanje je identifikovano kao uspešan, poželjan izvor „prevencije“, između ostalog, razvoja simptoma Alchajmerove bolesti i njihovog ublažavanja.

U vezi sa razumevanjem pismenosti (Četvrto poglavlje), ukazuje se na dvostruki značaj fonološke i direktne semantičke obrade u mozgu tokom čitanja tekstova na engleskom jeziku, i predlaže se izbalansiran pristup podučavanju pismenosti koji može biti najefikasniji za učenje alfabetskih jezika sa dubokom ortografijom. Što se tiče plitkih ortografija, neuronauka potvrđuje korisnosti „silabičkih metoda“ učenja čitanja i postoje zanimljive mogućnosti za proučavanje učenja čitanja alfabetskih i nealfabetskih jezika.

U vezi sa matematičkom pismenošću (Peto poglavlje) rekli smo da bi, pošto se ljudi rađaju biološki spremni za numeričko razumevanje sveta, podučavanje formalne matematike trebalo da se izgrađuje na postojećem numeričkom znanju. Pošto su broj i prostor tesno povezani u mozgu, metode nastave u kojima se povezuje broj sa prostorom mogu biti veoma dobre.

Personalizovanije vrednovanje u cilju poboljšanja učenja, a ne selekcije i isključivanja.

Mogućnosti neuroodslikavanja mogu imati dalekosežne posledice u obrazovanju, ali postavljaju se i neka ključna etička pitanja. Znanje o načinu rada mozga i o sposobnostima i veštinama koje se odslikavaju u moždanim strukturama i procesima može se primeniti na *sistemsom nivou*, dovodenjem u pitanje optimalnosti učenja u konvencionalno organizovanom obrazovanju i praksi. Mnoge klasične forme vrednovanja, u kojima se uspeh može ostvariti kampanjskim učenjem, pokazuju se kao „neprijatelji mozga“ sa niskim ostvarenim nivoom razumevanja.

Ali i preko ovih opštih saznanja, rezultati neuronauke mogu se na kraju primeniti i na *individualne učenike* kako bi se otkrilo da li zaista razumeju neku materiju ili koji im je nivo motivacije ili anksioznosti. Adekvatno upotrebljeno, ovo usmerenje ka inidvidui može doprineti dijagnostičkim tehnikama koje se koriste u procesu formativnog vrednovanja (OECD, 2005) i personalizovanog učenja.

Ovo je povezano i sa težnjom mnogih zemalja ka većoj „personalizaciji“ kurikuluma i obrazovnih praksi (OECD, 2006). Mogućnosti neuroodslikavanje pružaju dodatni mehanizam na kojem se može zasnovati personalizacija. Ujedno, proučavanje mozga ukazuje na to da individualne karakteristike nisu fiksirane – postoji neprestana interakcija između genetske funkcije i iskustva i plastičnosti, zbog čega se identifikovanju elemenata koji čine individualne sposobnosti mora pristupiti izuzetno oprezno.

Sa druge strane, takva individualna primena neuroodslikavanja može dovesti do moćnijih metoda selekcije i isključivanja, od onih koje su danas dostupne. Biološka biografija biće otvorena i verovatno atraktivna korisnicima kakvi su univerziteti i poslodavci. Bila bi to zlobotreba dragocenih alata neuroodslikavanja, ukoliko bi se oni koristili na negativan način da se odbiju učenici ili kandidati na osnovu pokazanih sposobnosti ili mogućnosti učenja (posebno pošto plastičnost mozga pokazuje koliko je sposobnost učenja spremna za razvoj). Preterano „naučna“ konceptualizacija obrazovanja koja je opisana u Sedmom poglavlju – a koristi se kao osnova za odбір i učenika i nastavnika – predstavljala bi anatemu za mnoge.

Ključne oblasti za dalja obrazovna neuronaučna istraživanja

„Ako cenimo traganje za znanjem, moramo imati slobodu da pratimo svaki put kojim nas potraga odvede.“

Adlaj I. Stivenson, Mlađi

Oblasti istraživanja, koje će biti navedene u nastavku, ne pretenduju da budu iscrpna lista stvari koje mogu zanimati obrazovnu neuronauku, umesto toga, ove oblasti nastaju iz analiza u izveštajima, kao neka vrsta prioritetnih pitanja. Neka od ovih pitanja predstavljaju potrebu za produbljivanjem znanja koje je trenutno samo skicirano.

Reč je o postavljanju obrazovnog dnevnog reda za neuronauku, paralelno sa medicinskim dnevnim redom, koji je prirodno dominirao do danas. Na samoj je neuronaučnoj zajednici da shvati koliko su dragocena njena saznanja za bolje razumevanje suštinske ljudske aktivnosti učenja i za obrazovne svrhe, pošto se učenje tiče svih – nadarenih i hendikepiranih, mladih i starih – a ne samo onih kojima je potreban tretman.

- Bolje razumevanje optimalnog vremena za određene vrste učenja, posebno kod adolascenata i starijih, pošto pregled pokazuje da znanje u ovoj oblasti nije dovoljno razvijeno (Drugo poglavlje). Ovo uključuje „osetljive periode“ – kada je sposobnost učenja najbolja – u posebnim oblastima, na primer, u učenju jezika.
- Razumevanje interakcije između povećanja znanja i smanjenja izvršne funkcije i memorije. Potrebno je dodatno istražiti proces starenja, ne samo među starima već i među odraslima srednje dobi – u pogledu sposobnosti učenja i uloge učenja u odlaganju štetnih efekata starenja.
- Mnogo toga je potrebno za razumevanje emocija u mozgu. Potrebno je dalje istraživanje, uz korišćenje psiholoških i metoda neuroodslikavanja, da bi se rasvetlili neurobiološki mehanizmi koji su u osnovi uticaja stresa na učenje i pamćenje i faktora stresa koji se mogu smanjiti ili regulisati. Posebno pitanje za dalja istraživanja jeste pitanje interakcije mozga adolescenata sa različitim vrstama učioničkog okruženja.
- Bolje razumevanje uticaja laboratorijskih uslova na rezultate i primenljivost i prenosivost rezultata u kontekste koji se razlikuju od onih koji su veštački stvoreni. Potrebno je analizirati važnu ulogu odgovarajućih materijala za učenje i specifičnih okruženja, kako bi se otišlo dalje od pitanja da li je okruženje važno ili ne.
- Istraživanja koja bi pokazala u kojoj meri ishrana može pozitivno uticati na razvoj mozga i dodatna istraživanja koja bi bila direktno povezana sa obrazovanjem. Isto važi i za fizičku aktivnost, san, muziku i kreativnost.
- Potrebno je mnogo više informacija o vrstama učenja za koje je potrebna interakcija sa drugima i potrebne su dodatne informacije o kulturnim razlikama. Ovo bi dalje trebalo razložiti na učeničku demografiju (posebno pol) i socio-kulturne razlike, ali ovi rezultati posebno su podložni pogrešnim tumačenjima. Neuronauka svakako ne bi trebalo da se stavi u službu rasističkih ili seksističkih stereotipa.

- Istraživanja mogu dovesti do boljeg razumevanja multidimenzionalnih puteva za sticanje sposobnosti, na primer, čitanja. Potrebno je proširiti fokus ka stvarnim obrazovnim situacijama i primeni, npr. čitanje cele rečenice ili pojedinačne reči ili slova.
- Bilo bi korisno dalje razraditi mapu matematike u mozgu, koja bi se oslanjala na uvide do kojih se došlo naizgled paradoksalnom kombinacijom nepovezanih veština i moždanih funkcija, sa jedne strane, i međupovezanosti, sa druge. Bilo bi veoma korisno kada bi se identifikovali pristupi za prevazilaženje „matematičke anksioznosti“.
- Razumevanje različitih aktivnosti mozga – neuronskih mreža, uloge kognitivnih funkcija i memorije – kod „eksperata“ u poređenju sa prosečnim učenicima ili u poređenju sa onima sa stvarnim problemima. Ova saznanja doprinela bi identifikovanju uspešnog učenja i efikasnih, ciljnih metoda podučavanja.

Rođenje nauke o učenju

Nedavno ostvaren napredak u neuronauci doneo je važna saznanja, a obrazovna istraživanja već su akumulirala značajnu bazu znanja. Neuronaučna perspektiva pruža novu, važnu dimenziju proučavanju učenja u obrazovanju i obrazovno znanje može pomoći u usmeravanju neuronaučnih istraživanja ka relevantnijim oblastima. Međutim, pošto su obe oblasti dobro razvijene, one čine duboko ukorenjene disciplinarne kulture sa specifičnim metodama i jezikom, koji otežavaju korišćenje znanja iz jedne oblasti u drugoj. Potrebna je nova transdisciplinarnost kako bi se različite zajednice i perspektive približile. Ova veza treba da bude recipročna, analogna odnosu između biologije i medicine, takva da omogućuje neprekidan, dvosmeran protok informacija koje su potrebne za stvaranje obrazovne prakse zasnovane na naučnim dokazima i proučavanju mozga. Jednom kada se ove prakse sprovedu, nastavnici bi morali sistematski da prate njihovu delotvornost i da rezultate iz učionica pruže kao povratne informacije koje bi dalje usumerile istraživanja. Uspostavljanje istraživačkih škola u kojima bi obrazovna praksa bila tesno povezana sa proučavanjem mozga jeste način koji obećava stabilizaciju transdisciplinarnog rada.

Obrazovna neuronauka može pomoći pri stvaranju prave nauke o učenju. Čak može poslužiti kao model transdisciplinarnosti za druge oblasti. Nadamo se da će ova knjiga doprineti rađanju stvarne nauke o učenju i modela za nastavak transdisciplinarnog stapanja.

Literatura

OECD (2002), *Understanding the Brain - Towards a New Learning Science*, OECD, Paris.

OECD (2005), *Formative Assessment - Improving Learning in Secondary Classrooms*, OECD, Paris.

OECD (2006), *Personalising Education*, OECD, Paris.

DRUGI DEO

Članci

DRUGI DEO

Članak A

Mozak, razvoj i učenje u ranom detinjstvu

Kolet Tejler (Collette Tayler), Škola za rano detinjstvo,
Kvinslendski tehnološki univerzitet, Australija

Nurija Sebastijan-Gales (Nuria Sebastian-Galles),
Fakultet za psihologiju, Univerzitet u Barseloni, Španija

Barti (Bharti), Nacionalni savet za obrazovna istraživanja i obuku, Indija

A.1. Uvod

Pojava novih i neinvazivnih tehnologija neuroodslikavanja i skeniranja dovela je do nevidene ekspanzije nauke o mozgu, posebno u oblasti razvojne neurobiologije. Već decenijama znamo da mozak raste i da je razvoj programiran od samog začeća putem informacija koje su sadržane u našim genima. Ipak, tek nedavno počeli smo da uočavamo i razumemo, na ćelijskom nivou mozga, kako stimulansi iz eksterne sredine deluju i kontrolišu upotrebu ovih genetskih informacija. Tek nedavno je mozak izbio u prvi plan obrazovnih istraživanja i ideologija, posebno u pogledu razvoja i učenja u ranom detinjstvu. Decenije obrazovnih istraživanja male dece pružile su saznanja o ranom učenju iz različitih perspektiva. Neki rezultati komplementarni su idejama koje nastaju neurološkim proučavanjima, dok se za druge trenutno ne može ustanoviti očita veza (Ansari, 2005; Slavin, 2002; Bruer, 1997).

U ovom radu sumiramo saznanja neuronauke o razvoju moždane arhitekture i funkcijama na početku života, diskutujući relevantnost ovih informacija za promovisanje i pružanja podrške učenju i razvoju u ranom detinjstvu. Predstavićemo ideje i uvide o značaju učenja u ranoj fazi detinjstva (od rođenja do devedeset šestog meseca) i o stvaranju sredine za učenje male dece. Zaključićemo sa nekim idejama za buduća istraživanja u oblasti razvoja i učenja u ranom detinjstvu koje mogu integrisati pitanja, interesovanja i veštine neuronaučnika i istraživača obrazovanja i koje mogu unaprediti naučno istraživanje u obrazovanju.

A.2. Šta znamo o razvoju mozga kod novorođenčadi, odojčadi i dece nižeg uzrasta?

A.2.1. Početak i proces razvoja mozga

Od momenta začeća, genetske informacije kontrolišu formiranje i reprodukciju ćelija rastućeg fetusa. Razvoj mozga rezultat je milijardi neurona, ćelijskih cigala mozga, i hiljadu miliona sinapsi, veza koje primaju i šalju elektrohemijske signale (Shore, 1997). Kod ljudskog fetusa, neuroni se tokom prva dva trimestra proizvode u ogromnim količinama i vrhunac rasta dostiže se kada je fetus u sedmom mesecu graviditeta. Kako se neuroni šire, raste veličina i težina mozga, sa izobiljem neurona koji se proizvode u prva dva trimestra, a zatim „eliminišu“ kod novorođenčadi u procesu prirodne selekcije na ćelijskom nivou. Selektivna sinaptička eliminacija omogućava fino

usaglašavanje strukture i funkcije ljudskog mozga. Neuroni koji postoje kod odojčadi pri rođenju tako obezbeđuju neuronsku mrežu sposobnu da omogući učenje i adaptaciju. Broj neurona koji postoji pri rođenju ostaje isti, mada se posle rođenja broj sinaptičkih veza povećava neverovatnom brzinom (Goswami, 2004).

Formiranje neuronskih kola u hipokampusu ubrzo posle rođenja omogućava novorođenčetu čulnu osetljivost i skladištenje senzornih informacija. Od drugog do trećeg meseca života, neuronska kola počinju sve brže da se formiraju u parijetalnom, okcipitalnom i temporalnom režnju. Ovi režnjevi ne primaju senzorne informacije direktno iz eksterne sredine. Njihova funkcija je da integrišu informacije koje dolaze iz primarnih senzornih i motornih oblasti i da usmeravaju sofisticirane i koordinisane pokrete odojčadi dok stupaju u interakciju sa spoljnim okruženjem. Formiranje trajnih neuronskih kola u frontalnom režnju, koja izvode najkompleksnije procesuiranje informacija, obično počinje u šestom mesecu, kada odojče počinje da planira i izvršava ciljno ponašanje. Najveći deo razvoja mozga odvija se u prvim godinama života.

Normalan razvoj ljudskog mozga odvija se sličnim univerzalnim sledom. Pri rođenju, neuronske mreže koje su uspostavljene u materici nastavljaju da se formiraju i prolaze kroz mijelinizaciju u moždanom stablu, talamusu, primarnoj senzornoj i motornoj oblasti i delovima cerebeluma. Ovo omogućava novorođenčadi da dišu, plaču, bude se, spavaju, prepoznaju majčin miris i glas, sisaju, gutaju, ekskretuju i izvode osnovne motorne pokrete nogu, ruku i šaka – što su sve vitalne funkcije za inicijalno preživljavanje. Dalji neurološki razvoj u ranim fazama života obezbeđuje rafiniranje i učenje ovih funkcija, te dete sve bolje može da prima informacije, reaguje na njih i povezuje ih, da se slobodno pokreće, govori i predstavlja ideje koristeći različite simbolske oblike (videti Primer A.1.)

Primer A.1. Emocije i pamćenje (učenje)

Kada smo ljuti ili uznemireni, smanjuje se naša sposobnost učenja. Za razliku od odraslih koji bolje kontrolišu emocije, deca imaju velike poteškoće. Zašto?

Ključna struktura u mozgu koja je uključena u regulaciju emocija naziva se amigdala. Ime potiče iz latinske reči – *amygdalus* (badem) – jer nalikuje malom bademu koji se nalazi u sredini mozga. Amigdala, zajedno sa hipotalamusom, formira najvažnije centre za „otpuštanje hemijskih supstanci“ u mozgu. Prima signale iz različitih perceptijskih oblasti, kao i iz sekund-

ardnih moždanih centara i direktno je odgovorna za brzinu rada srca i krvni pritisak. Zajedno sa hipotalamusom, kontroliše mnoštvo različitih hormona.

Hormoni su važni, ne samo zato što determinišu različite aspekte seksualnog života, podstiču ili smanjuju rast, već i zato što su odgovorni za modifikovanje načina na koje se informacije transportuju u nervnom sistemu. Otpuštanje nekih hormona povećava našu sposobnost da prenosimo informacije, te i da učimo. Dodatno, otpuštanje drugih hormona može smanjiti ovu sposobnost. Ovo posebno može uticati na decu nižih uzrasta jer ona još nisu u potpunosti razvila sposobnost da kontrolišu emocije.

Druga komponenta sistema amigdale i hipotalamusa koja dovodi do razlika u emotivnim reakcijama kod dece i odraslih jeste frontalni režanj. Ovaj deo našeg mozga razvija se relativno kasno, zapravo, ovo je deo koji poslednji sazreva. Pošto je odgovoran za „najracionalniji“ deo naše kognitivnosti – planiranje, zaključivanje – frontalni režanj „kroti“ u sistemu amigdale i hipotalamusa. Zato smo, kao odrasli, sposobni (od nas se očekuje) da kontrolišemo emocije i budemo racionalni, čak i u neugodnim okolnostima (o kontroli emocija videti u Trećem poglavlju).

Ipak, postoje velike individualne razlike u razvoju mozga. Mozak odojčeta može se zamisliti kao jedinica za obradu informacija, sa neuronskim mrežama mozga kao kolima sa beskonačnim mogućnostima povezivanja. Ustaljivanje određenih veza koje se javlja kod svakog deteta, veoma je individualno i zavisi od kombinacije genetskog nasleđa i sredine. Pri rođenju, svaki neuron u cerebralnom korteksu ima približno 2.500 sinapsi, ali do treće godine neuroni u dečjem mozgu formiraju oko 15.000 *sinaptičkih veza*, što se smatra dvostruko većim brojem veza koje ima mozak prosečnog odraslog čoveka (Gopnik, Meltzoff and Kuhl, 1999). U godini posle rođenja – u fazi odojčeta – mozak se uvećava dva i po puta, od 400 do 1.000 grama (Reid and Belsky, 2002). U ovoj fazi odvija se najintenzivniji rast u mozgu, sa najvećim povećanjem težine usled rasta „sistema za podršku“, kakva je mijelinizacija. Jasno je da se prva godina života i rano detinjstvo do 3. ili 4. godine smatraju godinama neverovatnog razvoja.

Nelson (Nelson, 2000) je zabeležio put razvoja vida, jezika i viših kognitivnih funkcija, potvrđujući da brzi razvoj u prve dve-tri godine života. U ovom periodu, očuvaće se samo sinapse koje su stabilizovane ili konsolidovane upotrebom (Changeux and Dahan, 1989). Proces selektivne sinaptičke eliminacije sinapsi nastaje usled interakcije između genetike i okruženja (Reid and Belsky, 2002). Ustanovljavajući biologiju razvoja mozga kao proba-

bilističku, Ruter ovaj interaktivni razvojni proces opisuje na sledeći način:

„postoji genetsko programiranje opšteg obrasca i smera, ali i velike mogućnosti korigovanja procesa razvoja u skladu sa informacijama iz okruženja i sa radom mozga, u pogledu interakcija među ćelijama“. (Rutter, 2002, str. 1)

Iskustva kojima je pojedinac neprestano izložen dovede do mijelinizacije relevantnih sinapsi. Ove „očvrsle“ sinapse postaju zadužene za beleženje pamćenja i kodiranje životnih iskustava i učenja kod odojčadi i male dece.

A.2.2. Uloga iskustva

Kaže se da iskustvo počinje aktiviranjem senzornih neurona, a aktivacija povezuje ćelije u dubljim slojevima sistema. Klark (Clark, 2005) opisuje ovaj proces na sledeći način: „Na primer, ako jedenje jabuke aktivira određenu grupu ćelija, one će aktivirati ćelije u sekundarnom sloju koje učenjem postaju „čvršće“ tako da detektuju ukus jabuke“ (str. 681). Stoga je veoma verovatno da je misao o nekom senzornom iskustvu ili nekoj temi rezultat kompleksnih obrazaca i procesuiranja, koja se odvijaju u mnogim neuronskim komponentama mozga.

Proces neuronskog razvoja i rasta – na osnovu genetskih faktora i sredine – počinje već i pre rođenja. Iz ovog razloga programi koji obezbeđuju zdravlje majki tokom trudnoće (adekvatna ishrana, vežbe i sl.) doprinose zdravom razvoju mozga novorođenčeta. Isto tako, ishrana, zdrava nezagađena fizička sredina i pozitivno psiho-socijalno okruženje odojčeta čine važne elemente zdravog razvoja mozga od samog rođenja.

A.2.3. Vreme i redosled – važni faktori u razvoju mozga

Sinaptički rast i mijelinizacija predstavljaju osnovne moždane aktivnosti u prvoj godini i u ranom detinjstvu, s tim što periodi variraju za različite oblasti mozga. Ovaj proces fundamentalan je za kognitivni, fizičko-motorni, jezički, društveni, kulturni i emocionalni razvoj. Prema uzrastu i nivou razvoja deteta, senzorne informacije koje se primaju čulima dodira, ukusa, sluha, vida i njuha, stimulišu moždane neurone i sinapse i formirajući sve sofisticiranije nervne puteve koji prenose, obrađuju, integrišu i skladište informacije za trenutnu i buduću upotrebu. Na ovom putu, odojčad i mala deca upoznaju svet putem različitih senzornih iskustava koja su od vitalnog značaja za razvoj mozga. Mozak se menja u dodiru sa iskustvom, pri čemu ponovljena iskustva jačaju neuronske mreže.

Interaktivni procesi između genetike i senzornog okruženja do neke mere se dešavaju i pre rođenja, izlaganjem nekim senzornim informacijama u materici. Na primer, puštanje muzike tokom trećeg trimestra trudnoće utiče na aktivnost i ponašanje fetusa (Kisilisky et al., 2004). Međutim, Tompson i Nelson (Thomson and Nelson, 2001) smatraju da nije najjasnija interakcija između genetike i okruženja, koja određuje vreme i sled proizvodnje sinapsi. Kako se odvijaju neuronska i sinaptička proizvodnja i sinaptička eliminacija? U kom redosledu? U kojem periodu razvoja? Ovo su neka od pitanja koja su i dalje otvorena, uprkos narastajućem znanju o razvoju mozga, koje omogućavaju nove tehnologije. I dalje su ograničene metode kojima se istovremeno mogu zabeležiti višestruki i kompleksni stimulansi iz okruženju i dinamične i kompleksne aktivnosti u mozgu.

Etičke procedure kojima se štite životinje i ljudi u istraživanjima razumno ograničavaju metode i tehnike koje se mogu primenjivati. Osnovna istraživanja obično se prvo sprovode na životinjama, posebno pacovima, sa daljim prenosom rezultata koji moraju biti potvrđeni i nastaju posle dugotrajnih daljih istraživanja. Autopsija nad ljudima, takođe, ima svoju ulogu jer obezbeđuje „procene starosnih razlika u sinaptičkoj gustini (mada) ponekad postoji samo nekoliko uzoraka nekog starosnog doba“ (Thompson and Nelson, 2001, str. 9). U takvim istraživanjima procenjuje se sinaptička gustina kao statičan broj i on ne može da pokaže da li su zabeležene sinapse rezultat genetskog programa ili iskustva.

A.2.4. Plastičnost – ključna osobina mozga odojčeta

Pri rođenju, moždana neuronska kola izuzetno su „plastična“ u pogledu obrade i skladištenja senzornih informacija – veze se brzo formiraju, raskidaju, slabe i jačaju. Ovo potvrđuje koliko je važan ovaj period života za razvoj mozga i povećanje fizičkih, kognitivnih, jezičkih, društvenih i emocionalnih sposobnosti. Plastičnost, međutim, ne znači da će bilo koji deo detetovog mozga naučiti bilo šta. Gacaninga (Gazzaniga, 1998) tvrdi da, pošto mozak različito reaguje na različite vrste stimulansa i aktivnosti, moždane mreže predstavljaju jedinstven i veoma individualan sklop. Ipak ovo ne znači da je plastičnost „ponovno postavljanje žica“ u mozgu. Krik (Crick, 1994, str. 10) lepo formuliše ovu ideju: „*Sada znamo da mozak pri rođenju nije tabula rasa već složena struktura u kojoj su mnogi delovi već na svom mestu. Iskustvo zatim brusi ovaj grub i spremni aparat, sve dok on ne bude u mogućnosti da precizno obavlja svoj posao.*“

Eksperimentalne studije i istraživanje patologije rasta i razvoja mozga kod životinja, kao i praćenje aktivnosti ljudskog mozga na neuronskom nivou, pokazuju da je plastičnost neuronskih veza genetički programirana, tako da varira u određenom uzrastu i fazama života (Dyckman and McDowell, 2005; Kolb and Wishaw, 1998). Po rođenju, plastičnost mozga omogućava *formiranje i razvoj* neuronskih kola na jedinstven način u skladu sa individualnom genetikom i stimulansima. Rast i razvoj neuronskih mreža podložan je određenim „epigenetskim“ procesima (ekspresija gena, pod uticajem stimulansa iz okruženja). Na ove procese utiče starosna dob i faza života u kojoj se individua nalazi i oni objašnjavaju „kritične“ ili „osetljive“ periode u razvoju mozga.

A.2.5. Kritični ili osetljivi periodu u neuronskom razvoju?

Obrazovna istraživanja već su potvrdila značaj ranih iskustava i okruženja u razvoju i učenju dece (Sylva et al., 2004; Thorpe et al, 2004). Neuronaučno proučavanje kritičnih perioda i rane senzorne deprivacije potvrdilo je da kod nekih vrsta strukturni i funkcionalni razvoj pojedinih delova mozga može zavisiti od pravovremenosti određenih iskustava. Na primer, ptice uče da pevaju u određenim periodima koji su različiti za različite vrste i ovisni o određenim uslovima (Brainard and Doupe, 2002). Neupostavljanje određenih moždanih veza za neke funkcije, poput vizuelnog korteksa, u kritičnom periodu može dovesti do nepovratnog gubitka vizuelno iniciranih aktivnosti u korteksu (Fagiolini and Hensch, 2000). Čini se da za različite vrste trajanje kritičnih perioda varira u odnosu na dužinu životnog veka.

Međutim, koncept kritičnih perioda u ljudskom neurološkom razvoju više nema podršku, jer je postalo jasno da nikada nije kasno za učenje (Blakemore and Firth, 2005). Kod ljudi, takozvani „kritični“ periodi verovatnije će se pojaviti kao „osetljivi“ i trajati nekoliko godina (na primer, tokom ranog detinjstva). „Jedna od glavnih ideja koja se danas proučava u okviru neuronauke jeste da takvi kritički periodi predstavljaju uzavrele epohe moždane plastičnosti, kada određena senzorna iskustva stvaraju trajne, velike promene u neuronskim kolima (Ito, 2004, str. 431). Očigledno je da ovi šire definisani „osetljivi periodi“ u ljudskom razvoju imaju istu hronologiju kod svih ljudskih bića i važno je da se senzorni problemi, poput oštećenja sluha ili vida, kod dece identifikuju što je ranije moguće, jer mogu imati trajne efekte.

„Rezultati pokazuju da rana senzorna deprivacija može imati trajne posledice, verovatno tanane, neoučljive u svakodnevnom životu. Takođe, rezultati pokazuju da se posle senzorne deprivacije, i dalje može pojaviti oporavak i učenje. Takvo kasno učenje može se razlikovati od tipa učenja koje se prirod-

no odvija tokom osetljivih perioda“ (Balkemore and Frith, 2005, str. 261).

Uočeno je da su prve dve godine veoma osetljive za stvaranje moždanih puteva za pažnju, percepciju, motornu kontrolu, modulaciju emocija i sposobnost da se stvaraju afektivne veze i nauči jezik (Davies, 2002). Usvajanje jezika jeste najbolje dokumentovani proces u vezi sa specifičnim periodima dečjeg razvoja, jer se sposobnost usvajanja jezika, čini se, smanjuje posle perioda detinjstva. Na primer, posebna sredina koja predstavlja iskustvo tokom osetljive faze u prvoj godini života utiče na sposobnost stvaranja većih fonoloških distinkcija. Smanjenje sposobnosti za učenje novog jezika ili stvaranje novih glasova posle adolescencije jeste u korelaciji za mrežnim kolima i ograničenjima koja su uočena posle određenih osetljivih perioda.

Tokom života, ali posebno tokom osetljivih perioda, učestala stimulacija, oblikovanje i preoblikovanje neuronskih mreža omogućavaju neuronima i sinapsama da postanu progresivno specijalizovani za određenu vrstu informacije koju obrađuju, integrišu i skladište. Mijelinizacija čuva funkcionišuće veze i poboljšava brzinu i efikasnost prenosa informacija. Jednom kada se mijelinizira, neuronsko kolo ili sinapsa „fiskirani“ su za ceo život, osim u slučaju povrede mozga ili ćelijske degeneracije. Istovremeno, dok se veze fiksiraju u procesu mijelinizacije, neiskorišćene sinapse se eliminišu ili nestaju kako bi se obezbedila maksimalna efikasnost korišćenja neurotransmitera. Dostupnost sinapsi koje omogućavaju formiranje novih trajnih nervnih veza posledično se smanjuje tokom života. Ovaj fenomen ima implikacije za učenje i razvoj i potvrđuje značaj mogućnosti za učenje sa kojima se dete sreće u ranom detinjstvu, ipak prihvatajući da se i izvan osetljivih perioda može učiti. Nije precizno utvrđen stepen do kojeg je dodatni napor potreban niti koja su ograničenja uspešnosti ovog učenja.

Primer A.2. Inicijalni razvoj govora

Kada deca počnu da govore, već su usvojila prilično sofisticirano znanje jezika. Već po rođenju, ona su sposobna da uoče razlike između nekih jezika (npr. japanskog i holandskog), kao što to mogu i drugi sisari poput tamaring majmuni i pacova. Različite tehnike neuroodslikavanja otkrile su da se kod veoma malih beba (ispod tri meseca starosti) pri izlaganju normalnom govoru javlja veća aktivaciju oblasti leve hemisfere nego kod odrasli, ali ne uočava se veća aktivacija leve hemisfere ako se izlažu govoru koji se pušta unazad (odrasli takođe ne pokazuju veću aktivaciju leve strane pri govoru unazad, mada se obrazac aktivacije pri slušanju govora

unazad razlikuje kod odojčadi i kod odraslih). Ljudska odojčad takođe mogu da percipiraju sve fonemske kontraste koji postoje u jezicima sveta, čak i ako ih roditelji ne mogu ni izgovoriti, ni uočiti (japanske bebe mogu da uoče kontrast između *l* i *r* u engleskom jeziku, za razliku od svojih roditelja). Stoga su, pri rođenju, ljudi sposobni da prave različite „kombinacije“ glasovnih signala i one su jezički univerzalne u smislu da omogućavaju novorođenčadi da jednako dobro nauče bilo koji jezik. U narednim mesecima, odojčad počinje da usavršava sposobnosti procesuiranja jezika prema odlikama jezika u okruženju. Zaista, od 6. do 12. meseca, deca će izgubiti i sposobnost da uočavaju neke strane kontrastivne razlike (kao što japanska deca gube sposobnost razlikovanja *r* i *l*) i ujedno usavršavaju fonemske kategorije sopstvenog jezika. Može se reći da odojčad postaju vešti izvorni slušaoci (nasuprot prosečnim univerzalnim slušaocima). Postoje neki dokazi da je sposobnost adekvatnog prilagođavanja inicijalnih percepcijskih sposobnosti prema sposobnostima fonemskog sistema maternjeg jezika, povezano sa kasnijim uspehom u usvajanju jezika, odnosno, što ranije i bolje bebe budu u mogućnosti da izgube percepciju stranih kontrasta, brže će naučiti maternji jezik.

Istovremeno dok usvajaju glasovni sistem, odojčad izvlače informacije iz zvučnih signala što će na kraju dovesti do otkrića reči i razvoja sintaktičkih i morfoloških kategorija jezika. Jedan od mehanizama kojima se odojčad mogu poslužiti jeste praćenje učestalih regularnosti u signalima. Na primer, prosečna verovatnoća da će se jedna fonema pojaviti prateći drugu jeste veća unutar reči nego izvan reči. Različite studije pokazale su da odojčad starosti do osam meseci mogu da koriste ove naznake i segmentiraju jedinice glasovnih signala. Važno je uočiti da, za razliku od pisanog jezika, govor nema pouzdana obeležja koja bi ukazala na granice između reči; mehanizam u osnovi ovog ranog razvoja jasno pokazuje koliko je složen mozak odojčeta (ne treba zaboraviti da inženjeri nisu uspeli da stvore mašine koje mogu da segmentiraju i prepoznaju reči sa jednakom efikasnošću poput one koju pokazuju dvanaestomesečne bebe).

A.2.6. Osetljivi periodi i moždana plastičnost

Dva koncepta – *osetljivi periodi* i *plastičnost mozga* – na osnovnom nivou, čini se, predstavljaju različite i suprotstavljene konceptualizacije razvoja (Hannon, 2003). Sa jedne strane, plastičnost ukazuje na to da se učenje i razvoj mogu odvijati u bilo kojem uzrastu. Nikada nije kasno za intervenciju i

učenje. Sa druge strane, osetljivi periodi ukazuju na ključnu ulogu vremenskog perioda kada se odvija rana intervencija i učenje. Sa izuzetkom studija o razvoju jezika, dokazi koji potvrđuju osetljive periode uglavnom se oslanjaju na eksperimente sa životinjama (videti, na primer, Mitchell, 1989). Na osnovu istraživanja sprovedenih do danas, ne postoji dovoljno dokaza ni za jedan od dva pristupa. Potrebna su dalja istraživanja kojim bi se otkrili specifični uslovi u kojima se odvija učenje u osetljivim periodima i učenje koje se ostvaruje u različitim periodima, uglavnom kao rezultat moždane plastičnosti.

A.2.7. Učenje tokom ranog detinjstva i posle njega

Odojčad i veoma mala deca neposredno uče jezik i postaju mobilna. Mešavina genetskog nasleđa i iskustva u okruženju predstavljaju uslov za uspeh, ali odnosi između pažnje, implicitnog i eksplicitnog učenja ostaju nejasne. Očito je da mozak primećuje stvari koje um ne primećuje, ipak, kako Goswami (Goswami, 2005) ističe, „deca provode najveći deo dana u učionicama i njihovi mozgovi ne primećuju automatski kako da čitaju ili računaju. Ove veštine moraju se direktno podučavati“ (str. 468). Trenutna saznanja o implicitnom učenju, ili učenju bez pažnje, potiču uglavnom iz proučavanja motornog sistema, mada se nesvesnim učenjem veštačke gramatike bave i Blekmore i Frit (Blakemore and Frith, 2005). Kako razvojno programiranje utiče na učenje tokom i posle ranog detinjstva? Kako na razvoj funkcionalnih veština utiču usvajanje implicitnih informacija u vezi sa vrednostima, stavovima i uverenjima i razvoj društvene kognitivnosti i emocionalne regulacije? Čini se da je identifikovanje recipročnih odnosa između implicitnog i eksplicitnog učenja od vitalnog značaja za napredak nauke o obrazovanju. Da bi se ostvario napredak, nužna su interdisciplinarna istraživanja, posebno usredsređena na rane godine života.

Postoje dokazi da se učenje posle ranog detinjstva može ostvariti na različite načine. Rutter (Rutter, 2002) ističe da nije poznat nivo moždane plastičnosti i stepen razlika u plastičnosti različitih delova mozga ili moždanog sistema posle perioda ranog detinjstva. Na primer, učenje stranog jezika posle prve godine života uključuje druge delova mozga od onih koji se koriste pri usvajanju maternjeg jezika (Kim et al., 1997), a učenje iz početka ili neobična individualna iskustva nastavljaju da imaju neurološke efekte tokom života. „Ovo učenje razlikuje se od razvojnog programiranja, ali takođe dovodi do uticaja iskustva na mozak (mada se) iznenađujuće malo se zna o strukturno-funkcionalnim vezama“ (Rutter, 2002, str. 13).

A.3. Koliko su važne prve godine razvoja i učenja?

Učenje i razvoj u ovoj fazi života imaju veoma važnu ulogu, od njih zavisi razvoj sposobnosti. Tvrdnja da je rano detinjstvo važan i osjetljiv period za razvoj i učenje jeste primamljiva, posebno vaspitačima i pedijatrima. Znamo da okolnosti prvih godina života utiču na diferencijaciju i funkcionisanje milijardi neurona u mozgu i da rano iskustvo postavlja puteve između različitih centara u mozgu. Ukoliko ne postoje adekvatni stimulansi iz okruženja, razvoj i funkcionisanje mozga verovatno će biti promenjeni, nedovoljno uspešni i/ili odloženi, sa pratećim efektima na učenje i razvoj. Suštinski postoje bitne implikacije za vaspitne prakse, za odnose deteta sa odraslima, za programe ranog obrazovanja i staranja, što je razlog zašto se detinjstvo postavlja visoko na dnevnom redu u mnogim zemljama. Pregled javnih politika u oblasti ranog obrazovanja i staranja sproveden je u 20 zemalja OECD-a i pretočen je u u izveštaj *Staring Strong II [Dobar početak]* (OECD, 2006). Ekonomisti su argumentovali u prilog ulaganja u živote dece kako bi se maksimizirale koristi za društvo, koje su merene ljudskim, društvenim i ličnim kapitalom (Lynch, 2004; Heckman and Lochner, 1999). Kunča i saradnici (Cuncha et al., 2005) potvrdili su da veštine i motivacija u jednoj fazi života utiču na veštine i motivaciju u narednoj fazi. Stoga se smatra da ulaganje u formativne faze povećava produktivnosti, pri čemu se prateće ili kasnije faze dovode u pitanje lošim ranijim uslovima ili ulaganjima. Da zaključimo, rana briga o deci najnižeg uzrasta smatra se veoma značajnom zbog izuzetnog rasta i razvoja koji se odvijaju u tom dobu. Ovo znanje jedan je od nužnih uslova koji govore u prilog važnosti prvih godina života i u prilog univerzalnih, veoma kvalitetnih programa za podršku deci u ranom uzrastu i njihovim porodicama.

Primer A.3. Neuron-ogledala (Mirror neurons)

Deca sa lakoćom asimiliraju i imitiraju ono što vide i čuju. Roditelji i nastavnici zabrinuti su za bezbednost dece zbog opasnosti u koje spada i izlaganje negativnim modelima. Mnogi roditelji iskazuju zabrinutost zbog ekstremnog nasilja u medijima. Vlade pokušavaju da onemoguće deci pristup stranama sa eksplicitnim sadržajima nasilja. I samo školsko obrazovanje ima za cilj da deci obezbedi, ne samo znanje, već i pozitivne modele. Zašto su modeli tako važni?

Ljudi su posebno talentovani da imitiraju druge. Tužni smo, čak i plaćemo kada vidimo druge da pate, osmehujemo se i smejemo kada vi-

dimo da se drugi ljudi smeju (čak i ako čujemo nepoznatu osobu u autobusu da se smeje... neke vrste smeha posebno su „izazovne“). Preteča ovih ponašanja postoji već pri rođenju. Ukoliko se isplazimo novorođenčetu, ono će nam uzvratiti istom merom!

Određenje tačnih neuronskih mehanizama koji su u osnovi imitacije predstavljalo je veoma eluzivno pitanje i sve do nedavno bilo je misterija. Godine 1996. italijanski neuronaučnik došao je do izuzetnog otkrića, koje nam omogućuje da razumemo osnovne mehanizme imitiranja. Đakomo Ricolati (Giacomo Rizzolati) i njegove kolege sa Univeziteta u Parmi, Italija, otkrili su da u mozgu majmuna postoje „neuroni-ogledala“. Ricolati je uočio postajanje posebne vrste neurona koji se aktiviraju kada majmuni izvode veoma specifične zadatke sa rukama: na primer, uzimanje kikirikija i stavljanje kikirikija u usta. Međutim, zanimljivo je da se ovi neuroni aktiviraju i kada bi majmuni gledali kako drugi majmun izvodi isti zadatak. Specifičnost je bila izuzetno visoka, na primer, pri posmatranju istraživača dok izvodi isti pokret rukom, ali bez kikirikija, odgovarajući neuroni se ne aktiviraju.

Otkriće ovih neurona (u mozgu majmuna lociranih u oblasti koja odgovara Brokaovoj zoni kod ljudi, što je i jedan od glavnih centara za jezik) pokrenulo je mnoga istraživanja. Danas neuronaučnici rade na hipotezi prema kojoj razumemo radnje drugih ljudi (možda i emocije) zato što ih posmatramo kako ih izvode (ili pokazuju određene emocije) pri čemu se aktiviraju neuroni-ogledala, usled čega mi osećamo kao da zapravo sami izvodimo te radnje (ili imamo te emocije). Da li možda abnormalno funkcionisanje neurona u ogledalu leži u osnovi nekih patologija ličnosti? Ovo je uzbudljivo polje trenutnih istraživanja.

A.3.1. U prilog ranoj intervenciji i obrazovnim programima

- Rezultati iz razvojne neuronauke ukazuju na značaj jedinstvenih razvojnih mogućnosti i ranjivosti u ranim fazama života. Posledično, postoje implikacije za one koji kreiraju i sprovode intervencije i obrazovne programe u ranom detinjstvu. Primena nekih nalaza je sporna jer počiva na prenošenju rezultata dobijenih proučavanjem životinja, bez opravdane primene na ljudima. Postojeće intervencije, od kojih je mnoge uočio Henon (Hannon, 2003), odnose se na:

- Prenatalni razvoj – Postoje argumenti u prilog ciljanim anti-natalnim intervencijama, posebno kod društveno ugroženih majki, kada postoji rizik

da se dete rodi manje spremno da napreduje. Očito su korisne intervencije koje minimiziraju ili uklanjaju negativne posledice nedostataka u ishrani, posledice neurotoksina i zaraznih bolesti, kakva je rubeola (Shonkoff and Phillips, 2000).

- Sinaptogeneza i sinaptički gubitak – Neki spekuliraju da bi se više sinapsi očuvalo, kada bi postojali viši nivoi stimulacije i obogaćenja u periodu do treće godine, i ovo bi koristilo svoj deci. Mnoštvo poizvoda (električnih, mehaničkih i nutritivnih) i programa reklamira se tvrdnjama da povećavaju inteligenciju beba. Ne postoje dokazi za ove tvrdnje (Bruer, 1999a i b; Goswami, 2004, 2005). Sa druge strane, nedostatak osnovnog kontakta sa ljudima i materijalnim okruženjem, kao u težim slučajevima zlostavljanja i zanemarivanja, očito je štetno za decu (Rutter and O'Connor, 2004).

- Društvena kognitivnost i emocionalna regulacija – Sposobnost dece predškolskog uzrasta da prate pouzdanost informacija koje primaju često je podcenjivana, jer deca poklanjaju svoje poverenje sa adekvatnom selektivnošću (Koenig and Harris, 2005). Sve više istraživanja pokazuje da mala deca pouzdano informišu o svojim iskustvima i razumevanju. Mada tek počinjemo da razumemo kompleksnost društvene kognitivnosti i društvene interakcije (Davis, 2004), odgovori na nova pitanja o poreklu i količini poverenja male dece punudiće solidniju naučnu osnovu za rane programe intervencije.

- Osetljivi periodi – Iako opservacije prvih studija Vizela (Weisel) i Hjubela (Hubel) – o vizuelnoj deprivaciji kod mačića – nemaju implikacije za intervencije u ranom detinjstvu, moguće je da postoje periodi mogućnosti u ranom detinjstvu kada određeni razvoj treba da se dogodi. Neko kasnije hvatanje koraka u promenjenim okolnostima, takođe, može biti moguće. Postojanje osetljivih perioda za usvajanje i razvoj jezika dokumentovano je u psihološkim istraživanjima. Ipak, neuronaučni dokazi o osetljivim periodima u ljudskom razvoju su trenutno ograničeni.

- Složenost okruženja – Istraživanja Grinhauta i saradnika (Greenhouth et al., 1972, 1987) pokazuju da složenost okruženja utiče na mozgove pacova – oni koji su odrasli u složenim okruženjima bili su puno bolji u učenju zadataka u lavirintu. Mada zagovarači programa intervencija u ranom detinjstvu pozivaju na „obogaćeno“ okruženje, direktni dokazi nisu još dostupni. Potrebno je razmotriti meru u kojoj dobronamerni roditelji i nastavnici okružuju decu mnoštvom svetlih, dinamičnih objekata, igraćaka i sprava kako bi pospešili učenje. Dok ekstremna sredinska i senzorna deprivacija može, jasno je, biti štetna, obogaćeno okruženje ne unapređuje nužno razvoj mozga (Blakemore and Frith, 2005).

- Neuronska plastičnost – Rezultati u ovoj oblasti su relevantni jer pokazuju da rani razvojni i programi intervencije u detinjstvu ne moraju da preuzmu

punu odgovornost za obezbeđivanje dugoročnih ishoda učenja, niti da preuzmu zasluge sa ishoda kasnije u životu. Mozak se i dalje menja i sposobnosti koje nisu razvijene ili koje su izgubljene mogu se, do neke mere, povratiti posle prvih godina.

A.3.2. Učenje dominira ranim detinjstvom

Podrazumeva se da je učenje u prvim godinama života ključno za sva ljudska bića. Obrazovne prakse kreću se ka prikupljanju ozbiljnijih empirijskih dokaza za osnove ključnih perioda i intervencija koje pospešuju razvoj i učenje, sa neuronaučnim istraživanjima koja unapređuju ovu bazu dokaza. Blejkmor i Frit (Blakemore and Frith, 2005) tvrde da je mozak evoluirao tako da „obrazuje i bude obrazovan“ (str. 459). Ono što su odrasli uzimali zdravo za gotovo u prošlosti, posebno u pogledu razvoja i učenja odojčadi i dece koja puze danas je tačka novog učenja i razumevanja.

Otkrića o sinaptičkom razvoju ukazuju na to da rana socijalna i emocionalna iskustva predstavljaju „seme ljudske inteligencije“ (Hancock and Winegart, 1997, str. 36). Međutim, primamljiva potraga za stvaranjem novih znanja o svetu kod beba i dece nižih izrasta, na primer, „guglanjem“ virtualnog sveta, mora se ukrotiti empirijskim dokazima o korisnosti za efikasan i održiv razvoj i učenje.

U ranoj fazi detinjstva, proučavanje načina na koji deca uče zasnovano je na nizu komplementarnih i sučeljenih teorija o razvoju i učenju. Četiri opšta zaključka nastala su na osnovu mikrogenetskih studija učenja kod dece, mada postoje raznolike teorijske orijentacije, sadržaji zadataka i različiti uzrasti koji su proučavani (Siegler, 2000). Prvi zaključak jeste da je *promena postepena*, posebno ako je usvojeni pristup, poput brojanja na prste za sabiranje, lak za dete, mada ujedno iziskuje više vremena. Drugi zaključak – da su *otkrića praćena uspehom i neuspehom* – potvrđuje da deca, kako se problemi javljaju, stvaraju nove strategije za njihovo rešavanje, posebne u odsustvu spoljašnjeg pritiska. Treći, da je rana *varijabilnost u vezi sa kasnijim učenjem* i četvrti da su *otkrića ograničena konceptualnim razumevanjem* – imaju implikacije za pedagogiju ranog detinjstva. Iskustvo donosi promene u relativnoj pouzdanosti postojećih strategija deteta, mada različite i kontradiktorne strategije i načini mišljenja mogu zajedno postojati tokom dužeg vremena. Novi načini mišljenja, frekventnija upotreba delotvornijeg mišljenja i sve veće uspešno sprovođenje alternativnih pristupa predstavljaju osnovne odlike učenja male dece tokom vremena. Tokom ovog perioda vešti pedagozi mogu pospešiti i kanalisati dečje konceptualno razumevanje. S obzirom na

visok nivo stvaranja neuronskih mreža kod odojčadi i veoma male dece, dugoročno prisećanje se, sada znamo, pojavljuje mnogo pre nego verbalne sposobnosti da se prethodno iskustvo opiše (Bauer, 2002). Postoje čvrsti dokazi i argumenti u prilog ozbiljnog razmatranja interakcija odojčadi i dece najnižeg uzrasta, i u porodici kod kuće i tokom perioda staranja o detetu u kojem ne učestvuju roditelji.

A.3.3. Negativni konteksti za učenje

Zbog velikog značaja prvih godina za učenje, osiromašeno rano iskustvo može imati dalje posledice po um i telo, te ih je potrebno preokrenuti. Ruter (Rutter, 2002, str.9) potvrđuje konzistentnost nalaza koji ukazuju na psihopatološke rizike kod dece. To su:

- neprestano svađanje i konflikt, posebno pretvaranje deteta u žrtvenog jarca i drugi oblici fokusirane negativnosti usmerene ka pojedinačnom detetu,
- nedostatak individualizovanog staranja i nege, što se kontinuirano dešava (npr. u institucionalnom odgoju),
- nedostatak razgovora i igre, i
- negativni društveni etos ili društvena grupa koja podstiče neprilagođeno ponašanje bilo koje vrste.

U svim ovim slučajevima, sama *erozija odnosa* ima negativne posledice po malu decu. Posledice loših i štetnih odnosa negativno utiču na dečje živote, trenutno i kasnije. Dejvis (Davies) izveštava o mozgovima rumunskih siročića koji su odrasli sa dubokim socijalnim i emocionalnim problemima: „Skoro sva ova deca imaju uočljive funkcionalne ekscentričnosti u različitim oblastima povezanim sa emocijama“ (Davies, 2002, str. 245). Ipak, nešto optimističnije, Ruter i O’Konor (Rutter and O’Connor, 2004) izveštavaju da heterogenost ishoda ukazuje na to da efekti ranog biološkog programiranja i neuronskih oštećenja koji nastaju usled institucionalne deprivacije nisu nužno konačni. Kako odnos između deteta i osobe koja se o njemu stara posreduje uticaje ranog materijalnog okruženja deteta? S obzirom na danas dostupno znanje, jasno je da je važno da se oni koji okružuju malu decu – porodice, roditelji i neroditeljski staratelji, oni koji pružaju usluge, pedagozi i članovi zajednice – brinu o deci i stvaraju recipročne odnose koji poboljšavaju njihov ljudski potencijal.

A.3.4. Obrazovanje i briga u ranom detinjstvu – važan, ali ne i svemoguć element

Jasno je da rast mozga ne prestaje posle prvih godina i da plastičnost ne nestaje. U velikoj meri postoji nekritičko prihvatanje ili potvrđivanje stava da iskustva iz ranog detinjstva utiču na kasnije ponašanje. Stepem do kog kriminal, antisocijalno ponašanje i drugi društveni problemi mogu biti iskorenjeni „preventivnim“ programima u ranom detinjstvu nisu do sada bili predmet empirijskih istraživanja. Tvrdnje proističu iz relativno malog broja longitudinalnih studija, zasnovanih na populaciji SAD-a, koje potvrđuju korisnost veoma kvalitetnih programa u ranom detinjstvu (Lynch, 2004). Ipak, jednako je tako očigledno da kratke intervencije u predškolskim godinama verovatno neće postići doživotne promene i biti od koristi svoj deci (Karoly et al., 2001). Međutim, rana briga o deci je važna s obzirom na fluidnost razvoja u ovom periodu. Postoji mnogo dokaza da pozitivni učinci ranih programa intervencije koji se bave kognitivnim razvojem i drugim oblastima, posebno ako su centralno zasnovani, traju dugo kod većine dece (Barnett, 1995; Brooks-Gunn, 1995; Karoly et al., 1998). Efekti ranih programa nastavljaju se u osnovnoj školi mada trajanje ovih efekata može zavisiti od kvaliteta okruženja za učenje sa kojim se deca sretnu u školi. Rane godine detetovog života su od suštinskog značaja za njen ili njegov kasniji socijalni, akademski i psihološki razvoj.

A.4. Šta znamo o okruženjima za učenje koja pospešuju razvoj u ranom detinjstvu?

A.4.1. Odnosi igre i učenja u ovom periodu

Razvoj mozga i kognitivna postignuća odojčadi i dece nižih uzrasta prikriiveni su naizgled nevinom maskom dečje igre. Istraživači iz oblasti razvojne psihologije nedvosmisleno tvrde da dete već u prve tri godine života ima ogromno, kompleksno i međupovezano znanje o svetu (NSCDC, 2005, 2004a, 2004b), koje se obično usvaja na veoma neformalan način. Rašton i Larkin (Rushton and Larkin, 2001) objašnjavaju da okruženje deteta ima centralnu ulogu u načinu učenja, a studijama pokazuju, na primer, da deca uključena u sredine usmerene ka učeniku imaju bolje receptivne verbalne veštine (Dunn, Slomkowski and Beardsall, 1994) i da su samouverenija u svoje kognitivne sposobnosti. Programi za decu zasnovani na igri imaju veliku podršku u literaturi o ranom obrazovanju, mada se primena programa veoma razlikuje, a variraju i pretpostavke o mestu igre u učenju.

Posmatranje okruženja za igru može poboljšati razumevanje dečjeg intuitivnog razmišljanja i kontakta sa ostalima. Relativan balans strategija koje iniciraju deca (obuhvatajući igru) i iskustva kojima rukovode odrasli može uticati na ishode dečjeg učenja. Generalno, vaspitači se radije oslanjaju na učenje koje iniciraju deca i pre koriste strategije koje se oslanjaju na spontane momente podučavanja. Pet principa prikazuju važnost igre za razvoj i učenje mozga kod ljudi i životnja u ranom detinjstvu (Frost, 1998):

- Svi zdravi mladi sisari se igraju – Životnjska odojčad iniciraju igre i zabavu koje podstiču odrasli koji o njima brinu, ljudska odojčad – kod kojih je period motorne nezrelosti posle rođenja duži – više zavise od roditelji i drugih koji daju strukturu i usmerenje prvim igrama, pri čemu je ovo osnova razvoja.

- Raspon i kompleksnost igara ubrzano se povećava sa nervnim razvojem.

- Rane igre i zabava kod životinja (bežanje, uhođenje, naskakivanje) i kod ljudi (pokret, jezik, pregovaranje) snabdevaju ih veštinama koje će im kasnije biti potrebne.

- Igra je ključna za zdrav razvoj jer, čini se, omogućava veze između jezika, emocija, pokreta, socijalizacije i kognitivnosti. „Radnje igranja, a ne direktna obuka, odvajanje, deprivaciji ili zlostavljanje, donose pozitivne efekte u razvoju mozga i ljudskom funkcionisanju“ (Frost, 1998, str. 8).

- Nedostatak igre može dovesti do pogrešnog ponašanja. Ipak, Smit i Pelegrini (Smith and Pellegrini (2004) dovode u pitanje želju za igranjem, posebno socio-dramatičnu igru u ljudskom učenju, ukazujući na to da nije u potpunosti ispitana posvećenost „igračkom etosu“ u razvojnim programima u ranom detinjstvu u modernim zapadnim društvima. Ova kritika ukazuje na:

- „... značaj odraslih (često roditelja) i njihovih stavova prema dečjoj igri. Da li se dete upušta u igru – možda posebno u igru pretvaranja – veoma varira od kulture do kulture i u zavisnosti od podrške koju odrasli pružaju takvoj igri (namećući rad ili zahteve staralaca čak i veoma maloj deci), tolerišu je neko vreme (kao roditeljski način preusmeravanja zahteva deteta) ili aktivno ih podstičući (kao način razvoja kognitivnih i društvenih veština – što je oblik „roditeljskog ulaganja“) (str. 296).

Poznato je da stanje okruženja utiče na razvoj moždanih kola i na učenje, što zahteva razmatranje raznolikosti okruženja u kojem deca rastu (Eming-Young, 2002, 2000). Veći deo literature o ranom obrazovanju sugerise da učešće u dobro vođenim programima zasnovanim na igri ima merljiv pozitivan uticaj na intelektualne sposobnosti, društvena postignuća, samopouzdanje i orijentisanost na zadatke pred polazak u školu. Najzapaženije mesto u literaturi ima kvalitet interakcija (Katz, 2003).

A.4.2. Kurikulum, pedagoški fokus i razvoj u ranom detinjstvu

Različita shvatanja deteta među različitim nastavnicima mogu dovesti do značajnih razlika u kurikulumima i pedagoškim procesima programa obrazovanja i staranja u ranom detinjstvu (ECEC), kao i u ishodima za decu. Odrasli koji se bave decom mogu posmatrati dete: kao jedinstvenu ličnost u sadašnjosti, kao građanina ili građanku sa individualnim pravima i voljom da izabere da li će učestvovati u događajima ili aktivnostima, kao individuu u budućnosti koja se mora pripremiti za unapred date izazove koji mu/joj predstoje ili, zbog godina, kao osobu koja je nesposobna i nekompetentna i kojoj je potrebno posebno usmeravanje, ili kao osobu koju odrasli opravdano ignorišu. I roditeljske i nastavničke pretpostavke o dečjem, roditeljskom i nastavničkom znanju o onome što bi dete trebalo da zna ili može da uradi u određenom uzrastu, oblikuje vrstu okruženja za učenje sa kojom se dete sreće kod kuće i u ustanovama za rano obrazovanje. Očito je neformalno učenje centralni deo života odojčadi i predškolske dece. Programi koji omogućavaju spontane mogućnosti igre i društvenog angažovanja, koji okružuju decu u sredinama bogatim jezikom i podržavaju istraživanje uživaju podršku nastavnika u ranom obrazovanju.

Otkrića, na primer, razvoja prefrontalnog korteksa kod odojčadi, koji zavisi od brižnih i ugodnih odnosa sa značajnim starateljima, otpuštanje visokog nivoa kortizola u situacijama prolongiranog stresa, viši metabolički rad dečjeg mozga i veća sposobnost sinaptičke konektivnosti u ranom detinjstvu (NSCDC, 2005, 2004a, 2004b) ukazuju na važne elemente zdrave sredine u ranom detinjstvu – sigurna emocionalna povezanost i primarna briga, različito senzorno iskustvo, responzivno odgajanje. Kada se odgovori na osnovne potrebe dece (zdravlje i sigurnost, ishrana, nega i briga), optimalni uslovi su na svom mestu kako bi se razvile zdrave dispozicije, samopouzdanje, kritičke veštine, rešavanje problema i saradnja (Ramey and Ramey, 2000).

Iz obrazovne perspektive, sposobnost usmeravanja pažnje značajno se menja u predškolskim godinama i posledično omogućava promene u predškolskom kurikulumu i pedagoškom fokusu kako deca odrastaju i kreću se ka osnovnoj školi. Rast od deteta koje puzi do predškolskog deteta normalno vodi tome da dete može duže da zadrži svoju pažnju, mada teško održava pažnju na onim stvarima koje im/joj ne odgovaraju. Ovo je važno jer donosi saznanja o tome kako će deca uspešno učiti u obrazovnom okruženju u različitim fazama razvoja. Programi koji pokušavaju da se nadovežu na interesovanja dece i koriste spontane trenutke podučavanja često nastaju u okruženjima zasnovanim na igri i postepeno (tokom godina) postaju sve formalniji, prilagođeni razvoju deteta.

A.4.3. Okruženja za učenje koja podstiču razvoj jezika

Rano detinjstvo ključni je period za usvajanje i razvoj jezika. Za decu koja rastu, uče i deluju u savremenom društvu, razvoj pismenosti zahteva visok nivo kompetentnosti u različitim komunikacionim i multitekstualnim okruženjima, u višejezičnim sredinama. Učenje nijansi kulture i okruženja i sposobnost komuniciranja putem mnoštva simbolskih sistema (verbalni, pisani, dramski, umetnički) deo su normalnog učenja i razvoja kod dece. Berčinalova i saradnici (Burchinal et al., 2000, 2002) navode dokaze koji pokazuju da su kvalitet brige o deci i obučenost osoblja u jaslicama povezani sa boljim kognitivnim i jezičkim razvojem. Direktna iskustva u različitim komunikacionim situacijama, sa vršnjacima i odraslima doprinose jezičkim i komunikacionim kompetencijama – za dečje postignuće važni su relativni balans stimulacije, konzistentnost i ohrabrenja. Dečja znatiželja (i pitanja koja postavljaju) obezbeđuju ključ za učenje o njihovim shvatanjima i razmišljanjima. Procesi činjenja, interakcije i razgovaranja u cilju razjašnjavanja evidentni su u različitim vrstama vaninstitucionalnih okruženja za učenje.

„Odnosi koji pospešuju rast zasnovani su na neprestanom davanju i uzimanju („akciji i interakciji“) između deteta i odraslog partnera koji na raspolaganje stavlja ono što se ni na koji drugi način ne može steći – iskustva koja su individualizovana u skladu sa detetovim jedinstvenim ličnim stilom, koja se oslanjaju na njena ili njegova interesovanja, sposobnosti i inicijative, koja oblikuju samosvest deteta i podstiču razvoj njenog ili njegovog srca i uma“ (NSCDC, 2004a, str 1).

Osetljivost na kontekst trebalo bi da odvrti vaspitače od upotrebe i prenošenja unapred datih, „formatiranih programa“ namenjenih deci – onih koji su namenjeni „tipičnom“ detetu, deci određenog uzrasta ili popularni programi preuzeti iz drugačijeg konteksta. Ovi programi, primenjeni bez svesti o kontekstu, obično su lošijeg kvaliteta jer im nedostaje razumevanje lokalne dece i lokalnih okolnosti. Osetljivost na kontekst omogućava nastavnicima da uoče i primene različite načine učenja, posmatranja, stvaranja i predstavljanja ideja sa decom.

A.4.4. Strategije koje koriste nastavnici da bi podstakli učenje u ranom detinjstvu

Današnja praksa edukatora u fazi ranog detinjstva razvila se uglavnom tokom XX veka, pod uticajem istraživanja razvoja dece, obrazovnih i pedagoških teorija i istraživanja i na osnovu interesovanja i smerova vladinih pol-

itika u vezi sa dečjim službama i putem rituala i rutine. Određeni programi i prakse nisu se razvijali na osnovnu čvrste naučno istraživačke osnove i pažljive evaluacije sučeljenih teorija. Startegije koje koriste nastavnici u ranom obrazovanju i okruženjima za učenje obuhvataju:

- *Slušanje dece* – smatra se ključnim za uočavanje strategija učenja koje deca unose u problem ili aktivnost i za upoznavanje sa skolonostima i načinu na koji se razvoj i učenje odvijaju kod kuće.

- *Slušanje i koordiniranje sa roditeljima i članovima porodice* – kako bi se ustanovile snage i interesovanja deteta, njegove ili njene skolonosti i način na koji se razvoj i učenje odvijaju kod kuće.

- *Uspostavljanje zajedničkog znanja* – iskorišćavanje situacija kada su deca zajedno u grupama, kao u obdaništu, obezbeđuje zajedničko iskustvo i zajedničku osnovu za proširenje dečjeg razmišljanja. Smatra se da ohrabrivanje dece da se prisete iskustava povezanih sa trenutnim zadatkom stvara kontinuitet u učenju i uspostavlja nove koncepte i razumevanje.

- *Korišćenje pozitivnog modeliranja* – smatra se da metakognitivne strategije nastavnika, koje regulišu ispunjenje zadatka (npr. Šta je problem? Koji je plan? Kako ću da nastavim? Šta je dalo rezultate? Kako znam?) pozitivno utiču na ponašanje pri učenju. Smatra se da propitivanje dece da predvide stvari i izgrade teorije koje objašnjavaju događaje za koje su zainteresovani održava zainteresovanost i aktivnost dece (Šta ti misliš? Zašto to misliš?).

- *Kognitivna obrada (re-cognising)* (Meade and Cubey, 1995). Smatra se da verbalna refleksija o onome što dete radi pomaže razjašnjenju procesa i ideja. Kontekstualizacija dečjih praktičnih iskustava jeste ključna posrednička uloga nastavnika u okruženju za rano učenje.

- *Davanje specifičnih instrukcija* u određenim veštinama smatra se veoma važnim. Na primer, pokazalo se da pri podučavanju pisanja i čitanja starije dece predškolskog uzrasta, deci treba veća fonemska svest i grafičko-fonetsko znanje da bi uspešno ostvarila zadatak čitanja. Igre (rime, sortiranje, parnepar itd.) mogu se iskoristiti za vežbanje i ponavljanje. Smatra se da su važne i nastavne rutine koje obezbeđuju ličnu sigurnost i higijenu.

- *Provođenje vremena u posmatanju* – nastavnici mogu stajati po strani ili se pridružiti dečjim zadacima u zavisnosti od samog učenja. Generalno, čini se da je važno da deca imaju kontrolu nad sopstvenim učenjem i da im odrasli u tome pruže podršku.

- *Slavljenje različitosti* – nastavnici mogu delovati tako da promovišu i prošire dečje znanje različitih jezika i dijalekata i mogu brižljivo pristupiti temama na različite načine (muzika, pričanje priča, igranje, otkriće, slike, umetnost, logičko-deduktivni pristup) zbog razumevanja da deca uče na različite načine i mogu dostići razumevanje korišćenjem različitih simbolskih sistema.

- „Fokusiranje“ putem prisećanja i parafraziranja – smatra se da nastavnička pitanja, objašnjenja i povezivanje različitih događaja pomažu deci da se fokusiraju i unaprede razumevanje.

- *Obezbeđivanje kontakta sa različitim situacijama govorenja i slušanja* kako bi se proširilo komunikaciono iskustvo. Neki nastavnici smatraju da je ovo važna uloga odraslih koji su u dodiru sa decom.

Proučavanje razvoja mozga danas donosi razumevanju načina na koji su biologija i okruženje – kontekst učenja – čvrsto povezani. Vaspitači posmatraju dete u ranom uzrastu kao aktivnog učenika i posmatraju nivo razvoja i individualne karakteristike svakog deteta u kontekstu njegove ili njene porodice ili zajednice (Gilkerson, 2001).

A.5. Koji su izazovi pri sintezi neuronaučnih istraživanja i ranog obrazovanjem?

Postoje razlike u svrsi i fokusu između neuronaučnih i obrazovnih istraživanja. Neuronaučnici tek počinju da razumeju koja iskustva premrežavaju mozak i na koje načine. U onoj meri u kojoj istraživanja na životinjama mogu biti primenjiva i na ljude, toliko ono predstavlja polazište za ozbiljno promišljanje rada ljudskog mozga i mehanizama učenja kod dece. Nove tehnologije omogućavaju posmatranje ljudskog mozga tokom aktivnog procesuiranja i kognitivne obrade, ali donošenje zaključaka u neuronaučnom proučavanju obrazovanja i dečjeg razvoja daleko je od bilo kakve egzaktne nauke (Frost, 1998, str. 12).

Transdisciplinarna pitanja i metode proučavanja dece i mozga imaju bolje šanse za razumevanje ključnih elemenata i mehanizama ljudskog razvoja i učenja. Međutim, postoje problemi pri povezivanju obrazovanja sa neuronaukom. Prvo, pojam „osetljivih“ perioda u razvoju mozga može se uspostaviti, ali je problematičan način na koji se on transformiše u štampu i zagovaranje nekih mera kao razloga za dodatno učenje u ranom detinjstvu. Bruer (Bruer, 1999a i b) navodi ovo kao slučaj u kojem su neuronaučnici spekulisali o značaju svog rada za obrazovanje, a edukatori su nekritički prigrlili tu spekulaciju. Drugo, sučeljavajuće teorije i unutar neuronauke i unutar obrazovanja zahtevaju pažljivo osmišljena istraživanja koja se teorijama bave na naučan način u cilju napretka oblasti. Treće, najveći deo istraživanja u kojima se proučava uloga iskustva u oblikovanju razvoja ljudskog mozga usredsređen je na efekte zlostavljanja i zanemarivanja u detinjstvu. Bezmalobitno da ne postoje empirijski dokazi o ulozi iskustva u oblikovanju razvoja mozga kod dece koja nisu bila izložena iskustvu deprivacije. Rad sa

decom koja se normalno razvijaju može nam rasvetliti proces razvoja mozga, što jeste pitanje samo po sebi, kao i njegovi potencijal za promovisanje zdravlja i dobrobiti (Reid and Belksy, 2002, str. 584).

Neki smatraju da je još rano za direktnu primenu rezultata kognitivne neuronauke u podučavanju. Bruer (Bruer, 1999a i b) drži da se obrazovanju u ranom detinjstvu može najbolje doprineti *primenom* kognitivnih nastavnih praksi, a ne neurološkim rezultatima. Zatim, smatra se da neuronaučnici nemaju dovoljno informacija o odnosima između funkcionisanja neurona i nastavne prakse da bi mogli da daju podršku nastavnicima (Winters, 2001, str. 4). Neosporno, potrebno je pokazati neki stepen opreza u pristupanju neuronaučnim rezultatima u obrazovnom kontekstu.

Kako nastavnici u ranom detinjstvu budu zauzimali perspektivu koja obuhvata sve aspekte razvoja – integrišući znanje o mozgu sa idejama o razvoju deteta – tako će se poboljšati razumevanje razvoja i deteta (Gilkerson and Koppel, 2004). Delatnosti koje se trenutno zagovaraju i programi za obrazovanje i staranje u ranom detinjstvu o kojima se diskutuje u ovom radu (npr. multisenzorno iskustvo i igra, osnovno mišljenje, aktivnosti koje dete inicira, društveni odnosi) pružaju smernice prvenstveno na osnovu tradicije, anegdotskog iskustva i obrazovnih istraživanja. Većina ovih zagovaranih aktivnosti ne protivreči današnjim neuronaučnim nalazima. Ključ napretka obrazovne prakse leži u integraciji teorija o učenju sa neuronaučnim istraživanjima koja prikupljaju dokaze o efikasnim i podsticajnim programima za decu.

Nurija Sebastijan-Gales i Kolet Tejler

A.6. Odgovor ljudi iz prakse

Neuronačna istraživanja i njihova objašnjenja obrazovnih fenomena verovatno posmatraju obrazovanje kroz prizmu mistike – ovo mi prvo pada na pamet posle prelistavanja rada. Deluje kao posmatranje obrazovanja očima vidovnjaka ili mudraca, koji je svestan svakog čina unutar organa, tkiva i ćelija, čak i dublje, kada se neka aktivnost sprovede ili ideja zamisli. Pitanje je – za mudraca, mogu li neuronaučni rezultati delovati na učenje na željeni način? Ako mogu, onda je pitanje kako i odakle početi? Što se tiče pitanja „odakle početi“, nema boljeg polazišta od platforme obrazovanja i staranja u ranom detinjstvu.

Rana životna iskustva imaju veći uticaj na kasniji život. Posmatranje ovoga u svetlu neuronskih veza vodi ka ideji da bi okruženje na početku života trebalo da ima što je više moguće multisenzornih iskustava. Ovo može značiti da prakse odgoja širom sveta moraju preusmeriti svoje napore ka

obezbeđivanju različitih taktilnih, auditivnih, gustativnih, olfaktornih i vizuelnih stimulansa do šestog meseca ili čak ranije. U Indiji postoji bogata tradicija sviranja ili puštanja harmonične muzike ili drevne vedske mudrosti trudnim majkama, sa uverenjem da ovo olakšava mališanima put kroz utrobnji razvoj, pozitivno utičući na život posle porođaja i čineći majku smirenom i srećnom. Za mnogu novorođenčad potvrđeno je da su reagovala na zvuke iz okruženja pre rođenja.

Što ranije odojčce ili dete nauči da kontroliše učenje, to je bolje po učenje. Kontrolisanje emocija može se omogućiti i poboljšati praktikovanjem indijskog sistema celokupnog, holističkog razvoja uma i tela, poznatog kao joga i meditacija. Ipak, potrebno je više naučnih dokaza o efektima joge, lekova i meditacije na razvoj frontalnog režnja.

„Ponavljano izlaganje iskustvima kod pojedinca može rezultirati mijelinizacijom relevantnih sinapsi“. Ovo, čini se, opravdava izlaganje odojčadi i dece koja puze strukturiranim smislenim iskustvima učenja putem propisanih aktivnosti igraonica, zabavišta i ustanova za rano obrazovanje. Čak i ako se obezbede prilike za raznovrsna iskustva, ne može se sa sigurnošću reći koja iskustva će privući koju decu i u kojoj meri. Ovo nas dovodi do individualnih razlika kod veoma male (jednogodišnje ili mlađe) dece.

Uloga koju ima rano iskustvo govori u prilog jačanju, poboljšavanju i uspostavljanju efektivnih sistema ranog obrazovanja i staranja širom sveta.

„Neuronske mreže(...) prema starosnoj dobi“. Ovo, izgleda, sugeriše dve stvari: prvo, što su raznovrsnija senzorna iskustva, to će razvijeniji biti mozak, odnosno, više sinapsi će se formirati i mijelinizirati. I drugo, što se više iskustvo ponavlja, jače neuronske mreže će se stvoriti.

Čini se da *vreme* i *redosled* pružaju nova objašnjenja koncepata iz programa ranog obrazovanja i staranja, poput spremnosti za školu, spremnosti za čitanje itd., na osnovu neuronaučnih rezultata.

Plastičnost – Odojčad i deca koja puze spremno se adaptiraju na nove situacije, iskustva i ideje, za razliku od odraslih. Razlog se može pronaći u sveže formiranim sinapsama, zajedno sa dostupnošću neurona, dok poteškoće kod odraslih mogu biti rezultat ne tako plastičnog mozga, o čemu se često priča kao o fiksiranim idejama ili predstavama.

Kritični ili osetljivi periodi u neuronskom razvoju – imaju velik značaj za decu sa različitim sposobnostima, hendikepima, darovitošću i talentima. Ovo u prvi plan stavlja čitav niz novih istraživačkih pitanja, na primer, može li se talenat razviti? Mogu li se hendikepi sprečiti? Da li je talenat rezultat pronalaženja određenog stimulansa u određenom kritičnom ili osetljivom periodu neuronskog razvoja? Može li se uverenje u genetskog genija jednostavno objasniti pravim stimulansom u pravo vreme?

Široko definisani i hronološki podudarni osetljivi periodi kod svih ljudskih bića mogu značiti da svako pojedinačno dete ima urođeni potencijal da postane genije. Značaj prve dve godine života može dovesti do promišljanja i revidiranja odluka o uzrastu kada se kreće u predškolske ustanove.

Usvajanje jezika jedna je od osnovnih razvojnih tačaka. Istraživanja u okviru neuronauke danas potvrđuju ono što su ranije pokazala istraživanja u drugim oblastima, a to je da odojčad i deca najnižeg uzrasta mogu naučiti bilo koji jezik sa jednakom lakoćom.

„Da vežbanje dovodi do savršenstva, potvrđuje se, čini se, na nivou neurona i sinapsi“. Uspeh programa za obrazovanje odraslih jasan je dokaz da je moguće i učenje posle osetljivih perioda. Dostupnost spremnih neurona i mijeliniziranih sinapsi može objasniti komparativno veću energiju i trud koji su potrebni u ovoj dobi.

Ukoliko mijelinizirane sinapse i neuronske veze ukazuju na učenje, možemo li reći da su gubitak pamćenja ili privremene poteškoće rezultat sinaptičke eliminacije?

Učenje iznova ili neobična individualna iskustva i dalje imaju neurološke efekte tokom života, što je tvrdnja koja prelepo govori u prilog obrazovnom pristupu učenju kroz rad.

Neuroni-ogledala, čini se, pružaju mogućnost objašnjenja empatije kao pažljivo strukturiranih iskustava, što zauzvrat dovodi do moralno boljeg društva i zajednice. U ovom trenutku, moramo biti obazrivi u vezi sa negativnim uticajem, recimo delikventničkih tendencija. Oblast neurona u ogledalu veoma je uzbudljiva i, čini se, obećavajuća. Možemo li reći da su stručnjaci, poput savetnika, za koje se čini da razumeju osećanja drugih, naizgled naučili da rade svoj posao tokom obuke, dok su zapravo samo usavršili svoje neurone u ogledalu.

Neuronaučno otkriće efekata ranih iskustava na kasniji život pruža nove dokaze u prilog programima ranog obrazovanja i staranja. Deci nižeg uzrasta, koja su odgajana u okruženju prepunom nežnog pričanja priča, često će, kasnije u životu, čitanje biti hobi, dok nedostatak čitanja neće nužno dovesti do odbojnosti prema knjigama.

Naglasak se širom sveta s pravom stavlja na prenatalne programe brige o majci i detetu, koji obuhvataju besplatnu vakcinaciju, kampanje o adekvatnoj nezi, zdravstvenoj higijeni i ishrani trudnica. Posle rođenja deteta, fokus se pomera ka negovanju deteta majčinim mlekom najmanje šest meseci. U svetlu neuronačnih istraživanja, potrebno je adekvatnu pažnju posvetiti periodu od šestog meseca do treće godine (uzrast jaslca).

Studije o nuklearnim i proširenim prodicama mogu rasvetliti efekte *kompleksnosti okruženja*.

Neuronska plastičnost – Zaista možda ne treba dozvoliti da programi ranog obrazovanja i staranja preuzmu svu odgovornost ili zasluge za ishode kasnije u životu, pošto je priroda mozga dinamična, ali uticaj bogatih iskustava na početku života ne može se u potpunosti ignorisati. Efektivan program u ranom detinjstvu može uštedi mnogo truda i energije kasnije u životu, kao što i mere opreza mogu sprečiti pojavu bolesti ili katastrofe kasnije.

Učenje dominira ranim detinjstvom – svi predlozi obrazovnih istraživanja do danas, sada su potkrepljeni neuronaučnim istraživačkim rezultatima. Kao da dobijamo novog važnog svedoka.

„*Seme*“ *ljudske inteligencije* do danas se posmatralo s podozrenjem kao apstraktni koncept koji se meri koeficijentom inteligencije, emocionalnim koeficijentom i duhovnim koeficijentom. Danas ih je potrebno dalje razmotriti kroz prizmu sinaptičkih veza na mnogo dubljem, ali opipljivom nivou.

Prvobitni nalaz da je na neuronske veze u ranim fazama moguće delovati može nam pomoći da otkrijemo mere za prevenciju poteškoća ili mogu dovesti do novih pristupa intervencijama.

Pedagogija programa ranog obrazovanja ima za cilj ostvarenje samostalnosti i postavljanje čvrste osnove za dalji život. Smatra se da je ovo vreme za razvoj zdravih navika u ishrani, spavanju i higijeni. U svetlu mikrogenetskih rezultata o učenju dece, pedagoška delatnost u ranom obrazovanju trebalo bi da pruža sve više prilika za multisenzorna iskustva i učenje otkrivanjem. Fokus bi trebalo malo pomeriti od postizanja bazične samostalnosti ka omogućavanju i kanalisanju konceptualnog razumevanja, koje je povezano sa moralnošću.

Ukoliko je potrebno da ozbiljno razmotrimo *interakcije sa decom u najnižem uzrastu*, onda se mora uložiti mnogo više napora u uspešno obučavanje onih koji brinu o deci i u kampanje za poboljšanje njihovog društvenog statusa. Mora se osmisliti sve više načina da se ka profesiji privuku visokoobrazovane i stručne osobe.

Erozija odnosa – u prvi plan stavlja brigu o deci pogođenoj prirodnim katastrofama, poput cunamija, onima zlostavljanim u zatvoru, primoranoj na dečji rad, viktimizirnih ratom i nesrećama.

Rano obrazovanje i staranje nije svemoguće, ali jeste važan korak ka čvrstoj i zdravoj osnovi.

Odnos između igre i učenja u ovom periodu – učenje bi trebalo da bude zabava i bolje je da zabava počne što ranije.

Opštu ideju o nadograđivanju interesovanja deteta i upotrebi spontano nastalih trenutaka podučavanja trebalo bi proširiti makar na osnovnu školu, sa što manje formalnosti ili strukture u školskim dnevnim aktivnostima.

Sada kada neuronaučna istraživanja potvrđuju činjenicu da su mališ-

ani spremniji da uče nove jezike nego odrasli, programi ranog obrazovanja i staranja bi trebalo da imaju za cilj da ponude iskustvo još jednog drugog jezika. Trebalo bi se zaista potruditi da se obezbede prilike za samoiskazivanje putem umetnosti i glume.

Zašto ne zaposliti bilingvalne ili višejezične, ili osobe sa mnogo talenata kao vaspitače u ustanovama za decu najnižeg uzrasta.

Potrebno je uložiti mnogo truda u oblast razvoja materijala za obuku vaspitača, sa fokusom na razvoj talenata, interesovanja i veština potrebnih za rad u obdaništima.

Osećaj za kontekst – roditelji i lideri u zajednici takođe moraju biti upozoreni na upotrebu i prenošenje propisanih, formatiranih programa za decu. Čini se da danas ranim obrazovanjem ECEC rukovode pravila tržišta, odnosno, ona što traže klijenti, a u ovom slučaju klijent (roditelji) mora biti svestan kasnijih posledica svojih trenutnih želja.

Strategije koje koriste vaspitači – strategije koje rado koriste vaspitači, a koje su navedene u članku, mogu se pregrupisati na sledeći način, pri čemu slavljenje različitosti ima svoje mesto u više grupa:

- Ispitivanje fenomenološkog sveta – slušanjem, posmatranjem i koordiniranjem sa roditeljima i članovima porodice.
- Kurikulum je definisan i planiran kada za cilj imamo uspostavljanje zajedničkog znanja i slavljenje različitosti.
- Instrukcije u učionici – pozitivnim modelovanjem, kognitivnom obradom, davanjem specifičnih uputstava i situacijama slušanja i, takođe, slavljenjem različitosti.
- Jezički razvoj – omogućava se i kanališe tako što se obezbedi da deca steknu iskustvo u različitim situacijama slušanja i govorenja, i takođe slavljenjem različitosti.

Sve ove strategije mogu doprineti stvaranju i mijelinizaciji sinapsi. Na neki način, sve što se radi tokom ranog obrazovanja ECEC može se divno opisati neuronaučnim kategorijama.

Osetljivi periodi – očito moraju imati zasluženi značaj i daljim istraživanjima i u ranom obrazovanju ECEC i u neuronauci. Ovim se nagomilavaju argumenti u prilog jačanju i finansiranju ECEC-a širom sveta.

Postojanje sučeljavajućih teorija i unutar neuronauke i unutar obrazovanja zahteva pažljivo osmišljena istraživanja koja bi dovela do opšteg konsenzusa. Zauzvrat mogu isplivati sveže ideje i pristupi o načinima na koje se obrazovanje u ranom detinjstvu može poboljšati.

Osim proučavanja mesta iskustva u oblikovanju razvoja mozga kod dece koja normalno odrastaju, slične studije trebalo bi sprovesti u cilju prevencije poteškoća i problema u učenju.

Čini mi se da nije prerano za primenu rezultata kognitivne neuronauke u podučavanju. Do sada su neuronaučni rezultati ohrabrujući i čini se da su u saglasnosti sa obrazovnim razmišljanjem. Prikupljanje informacija o odnosu između neuronskog funkcionisanja i nastavnih praksi, što bi pomoglo nastavnicima, čini se, vodi ka starom pitanju o tome šta nastaje prvo, kokoška ili jaje.

Barti

Literatura

- Ansari, D. (2005), "Commentaries. Paving the Way towards Meaningful Interactions between Neuroscience and Education", Blackwell Publishing, pp. 466-467, www.dartmouth.edu/~numcog/pdf/Blakemore%20and%20Frith%20Commentary.pdf?sid=587019.
- Barnett, W.S. (1995), "Long-term Outcomes of Early Childhood Programs", *Future of Children*, Vol. 5(3), pp. 25-50.
- Bauer, P.J. (2002), "Long-term Recall Memory: Behavioral and Neuro-developmental Changes in the First Two Years of Life", *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 11(4), pp. 137-141.
- Blakemore, S.J. and U. Frith (2005), "The Learning Brain. Lessons for Education: A précis", *Developmental Science*, Vol. 8(6), pp. 459-471.
- Brainard, M.S. and A.J. Doupe (2002), "What Songbirds Teach us about Learning", *Nature*, Vol. 417, 16 May, pp. 351-358.
- Brandt, R. (1999), "Educators Need to Know about the Human Brain", *Phi Delta Kappan*, November, pp. 235-238.
- Brooks-Gunn, J. (1995), "Strategies for Altering the Outcomes of Poor Children and their Families", in P.L. Chase-Lansdale and J. Brooks-Gunn (eds.), *Escape from Poverty: What Makes the Difference for Children?*, Cambridge University Press, New York, pp. 87-117.
- Brooks-Gunn, J. (2003), "Do you Believe in Magic? What we Can Expect from Early Childhood Intervention Programs", *Social Policy Report*, Vol. 17(1), pp. 3-14.
- Bruer, J.T. (1997), "Education and the Brain: A Bridge too Far", *Educational Researcher*, Vol. 26(8), pp. 4-16. Bruer, J.T. (1999a), "In Search of Brain-Based Education", *Phi Delta Kappan*, May, pp. 649-657.
- Bruer, J.T. (1999b), *The Myth of the First Three Years*, Free Press, New York.

Burchinal, M.R., J.E. Roberts, R.Jr. Riggins, S.A. Zeisel, E. Neebe and D. Bryant (2000), "Relating Quality of Center-based Child Care to Early Cognitive and Language Development Longitudinally", *Child Development*, Vol. 7(2), pp. 339-357.

Burchinal, M.R., D. Cryer, R.M. Clifford and C. Howes (2002), "Caregiver Training and Classroom Quality in Child Care Centers", *Applied Developmental Science*, Vol. 6(1), pp. 2-11.

Changeux, J.P. and S. Dehaene (1989), *Cognition*, Vol. 33, pp. 63-109.

Clark, J. (2005), "Explaining Learning: From Analysis to Paralysis to Hippocampus", *Educational Philosophy and Theory*, Vol. 37(5), pp. 667-687.

Crick, F. (1994), *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*, Scribner, New York.

Cunha, F., J. Heckman, L. Lochner and D.V. Masterov (2005), "Interpreting the Evidence of Life-Cycle Skill Formation", IZA Discussion Paper Series, No. 1575, Institute for the Study of Labour, Bonn, Germany, July.

Davies, M. (2002), "A Few Thoughts about the Mind, the Brain, and a Child in Early Deprivation", *Journal of Analytical Psychology*, Vol. 47, pp. 421-435.

Davis, A. (2004), "The Credentials of Brain-based Learning", *Journal of Philosophy of Education*, Vol. 38(1), pp. 21-35.

Dunn, J., C. Slomkowski and L. Beardsall (1994), "Sibling Relationships from the Preschool Period through Middle Childhood and Early Adolescence", *Developmental Psychology*, Vol. 30, pp. 315-324.

Dyckman, K.A. and J.E. McDowell (2005), "Behavioral Plasticity of Antisaccade Performance Following Daily Practice", *Experimental Brain Research*, Vol. 162, pp. 63-69.

Eming-Young, M. (2000), *From Early Child Development to Human Development*, World Bank, Washington DC.

Eming-Young, M. (2002), *Early Childhood Development: A Stepping-stone to Success in School and Life-long Learning*, Human Development Network Education Group.

Fagiolini, M. and T.K. Hensch (2000), "Inhibitory Threshold for Cortical-period Activation in Primary Visual Cortex", *Nature*, Vol. 404, pp. 183-186, March.

Frost, J.L. (1998), "Neuroscience, Play and Child Development", Paper presented by the IPA/USA Triennial National Conference, ERIC Document 427 845, PS 027 328.

Gazzaniga, M. (1998), *The Mind's Past*, University of California Press, Berkeley.

Gilkerson, L. (2001), "Integrating and Understanding of Brain Development into Early Childhood

Education", *Infant Mental Health Journal*, Vol. 22(1-2), pp. 174-187.

Gilkerson, L. and C.C. Kopel (2004), "Relationship-based Systems Change: Illinois' Model for Promoting the Social-emotional Development in Part C Early Intervention", Occasional Paper No. 5, Erikson Institute, Herr Research Centre.

Gopnik, A., A. Meltzoff and P. Kuhl (1999), *The Scientist in the Crib. What Early Learning Tells us about the Mind*, Harper Collins, New York.

Goswami, U. (2004), "Neuroscience and Education", *British Journal of Educational Psychology*, Vol. 74, pp. 1-14.

Goswami, U. (2005), "The Brain in the Classroom? The State of the Art. Commentaries", Blackwell Publishing, pp. 467-469, www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-7687.2005.00436.x.

Greenhough, W.T., J.E. Black and C.S. Wallace (1987), "Experience and Brain Development", *Child Development*, Vol. 58(3), pp. 539-559.

Greenhough, W.T., T.C. Maddon and T.B. Fleischmann (1972), "Effects of Isolation, Daily Handling and Enriched Rearing on Maze-learning", *Psychonomic Science*, Vol. 27, pp. 279-280.

Hancock, L. and P. Wingert (1997), "The New Preschool" (Special Issue), *Newsweek*, 129, 3637, Spring-Summer.

Hannon, P. (2003), "Developmental Neuroscience: Implications for Early Childhood Intervention and Education", *Current Paediatrics*, Vol. 13, pp. 58-63.

Heckman, J.J. and L. Lochner (1999), "Rethinking Education and Training Policy: Understanding the Sources of Skill Formation in a Modern Economy", *Mimeograph*, October.

Ito, M. (2004), "'Nurturing the Brain' as an Emerging Research Field Involving Child Neurology", *Brain and Development*, Vol. 26, pp. 429-433.

Karoly, L.A., P.W. Greenwood, S.S. Everingham, J. Hoube, M.R. Kilburn, M. Rydell, M. Saunders and

J. Chieas (1998), *Investing in our Children: What we Know and Don't Know about the Costs and Benefits of Early Childhood Interventions*, RAND, New York.

Karoly, L., R. Kilburn, J. Bigelow, J. Caulkins and J. Cannon (2001), *Assessing the Costs and Benefits of Early Childhood Intervention Programs: Overview and Application to the Starting Early Starting Smart Program*, RAND Publication MR1336, New York.

Katz, L. (2003), "State of the Art in Early Childhood Education 2003", ERIC Document, No. 475 599.

Kim, K.H.S., N.R. Relkin, K.M. Lee and J. Hirsch (1997), "Distinct Cortical Areas Associated with Native and Second Languages", *Nature*, Vol. 388, pp. 171-174.

Kisilisky, B.S., S.M.J. Hains, A.Y. Jacquet, C. Granier-Deferre and J.P. Lecanuet (2004), "Maturation of Fetal Responses to Music", *Developmental Science*, Vol. 7(5), pp. 550-559.

Koenig, M.A. and P. Harris (2005), "The Role of Social Cognition in Early Trust", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 9(10), pp. 457-459.

Kolb, B. and I.Q. Wishaw (1998), "Brain Plasticity and Behaviour", *Annual Review of Psychology*, Vol. 49, pp. 43-64.

Kuhl, P.K. (2004), "Early Language Acquisition: Cracking the Speech Code", *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 5, pp. 831-843.

Lally, J.R. (1998), "Brain Research, Infant Learning and Child Care Curriculum", *Child Care Information Exchange*, Vol. 5, pp. 46-48.

LeDoux, J. (2003), *Synaptic Self: How our Brains Become Who We Are*, Viking Penguin, New York.

Lindsay, G. (1998), "Brain Research and Implications for Early Childhood Education", *Childhood Education*, Vol. 75(2), pp. 97-101.

Lynch, R. (2004), "Exceptional Returns. Economic, Fiscal, and Social Benefits of Investment in Early Childhood Development", Economic Policy Institute, Washington DC.

Meade, A. and P. Cubey (1995), *Thinking Children: Learning about Schemas*, NZCER, W.C.E. and Victoria University, Wellington.

Mitchell, D.E. (1989), "Normal and Abnormal Visual Development in Kittens: Insights into the Mechanisms that Underlie Visual Perceptual Development in Humans", *Canadian Journal of Psychology*, Vol. 43(2), pp. 141-164.

Nelson, C.A. et al. (2000), "The Neurobiological Bases of Early Intervention", in J.P. Shonkoff and

S.J. Meisels (eds.), *Handbook of Early Childhood Intervention*, second edition, Cambridge University Press, Cambridge, Mass.

NSCDC (National Scientific Council on the Developing Child) (2004a), "Young Children Develop in an Environment of Relationships", Working Paper 1, Summer, NSCDC, www.developingchild.net.

NSCDC (National Scientific Council on the Developing Child) (2004b), "Children's Emotional Development is Built into the Architecture of their Brains", Working Paper 2, NSCDC, www.developingchild.net.

NSCDC (National Scientific Council on the Developing Child) (2005), "Excessive Stress Disrupts the

Architecture of the Brain”, Working Paper 3, Summer, NSCDC, www.developingchild.net.

OECD (2006), *Starting Strong II: Early Childhood Education and Care*, OECD, Paris.

Posner, M.J. (2004), “Neural Systems and Individual Differences”, *Teachers College Record*, Vol. 106(1), pp. 24-30.

Ramey, S.L. and C.T. Ramey (2000), “Early Childhood Experiences and Developmental Competence”, in J. Wolfagel and S. Danziger (eds.), *Securing the Future. Investing in Children from Birth to College*, Russell Sage Foundation, New York, pp. 122-150.

Reid, V. and J. Belsky (2002), “Neuroscience: Environmental Influence on Child Development”, *Current Paediatrics*, Vol. 12, pp. 581-585.

Rushton, S. and E. Larkin (2001), “Shaping the Learning Environment. Connecting Developmentally Appropriate Practice to Brain Research”, *Early Childhood Education Journal*, Vol. 29(1), pp. 25-33.

Rutter, M. (2002), “Nature, Nurture and Development: From Evangelism through Science towards Policy and Practice”, *Child Development*, Vol. 73(1), pp. 1-21.

Rutter, M., T. O'Connor and the English Romanian Adoptees Study Team (2004), “Are there Biological Programming Effects for Psychological Development? Findings from a Study of Romanian Adoptees”, *Developmental Psychology*, Vol. 40(1), pp. 81-94.

Shonkoff, J.P. and D.A. Phillips (2000), *From Neurons to Neighbourhoods: The Science of Early Child Development*, National Academy Press, Washington DC.

Shore, R. (1997), *Rethinking the Brain. New Insights into Early Development*, Families and Work Institute, New York.

Siegler, R.S. (2000), “The Re-birth of Children’s Learning”, *Child Development*, Vol. 71(1), pp. 26-35.

Slavin, R.E. (2002), “Evidence-based Education Policies: Transforming Educational Practices and Research”, *Educational Researcher*, Vol. 31(7), pp. 15-21.

Smith, P.K. and A.D. Pellegrini (2004), “Play in Great Apes and Humans”, in A.D. Pellegrini and P.K. Smith (eds.), *The Nature of Play: Great Apes and Humans*, pp. 285-298.

Sylva, K., E. Melhuish, P. Sammons, I. Siraj-Blatchford and B. Taggart (2004), “The Effective Provision of Preschool Education (EPPE) Project. Final Report”, Department for Education and Skills, London, December.

Thompson, R.A. and C.A. Nelson (2001), “Developmental Science and the

Media. Early Brain

Development", *American Psychologist*, Vol. 56(1), pp. 5-15.

Thorpe, K., C. Tayler, R. Bridgstock, S. Grieshaber, P. Skoien, S. Danby and A. Petriwskyj (2004), "Preparing for School. Report of the Queensland School Trials 2003/4", Department of Education and the Arts, Queensland Government, Australia.

Werker, J. and H.H. Yeung (2005), "Infant Speech Perception Bootstraps Word Learning", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 9, pp. 520-527.

Winters, C.A. (2001), "Brain-based Teaching: Fad or Promising Teaching Method", ERIC Document 455 218, SP 040 143.

DRUGI DEO

Članak B

Mozak i učenje u adolescenciji

Keren Evans (Karen Evans), Škola za doživotno učenje i međunarodni razvoj, Univerzitet u Londonu, Velika Britanija

Kristijan Gerlah (Christian Gerlach), Danska laboratorija za učenje, Danska

Sandrin Kelner (Sandrine Kelner), srednjoškolska nastavnica, Nansi, Francuska

B.1. Uvod

Mozak se sastoji od ogromnog broja ćelija, ili neurona, koji čine osnovne operativne jedinice mozga. Tokom perioda najvećeg prenatalnog moždanog razvoja (od 10. do 26. nedelje po začeću), procenjuje se da mozak raste brzinom od 250.000 neurona po minuti. Pri rođenju mozak poseduju većinu ćelija koje će inače imati, čiji broj se kreće u rasponu od 15 do 32 milijarde. Veliki raspon ne odslikava samo neprezicnost brojanja ćelija, već i velike varijacije od osobe do osobe. Posle rođenja stvara se samo ograničeni broj novih neurona. Najtananije promene u mozgu posle rođenja dešavaju se u vezama između neurona; nove se stvaraju, a stare ili jačaju ili nestaju. A prostora za promenu je mnogo jer je svaki neuron često povezan sa hiljadama drugih. Dugo se pretpostavljalo da se ove promene prvenstveno odvijaju u detinjstvu, pošto mozak do šeste godine već ima 90 % veličine mozga odraslog. Danas je ovo uverenje nedvosmileno dovedeno u pitanje. Sad je jasno da se mozak značajno menja tokom celog života. U ovom radu fokusiraćemo se na neuronske promene koje se dešavaju tokom adolescencije, grubo govoreći, perioda od dvanaeste do osamnaeste godine. Istražićemo odnos ovih promena sa značajnim promenama u ponašanju koje se takođe dešavaju tokom adolescencije i u koje spadaju promenjena afektivna regulacija, rizično ponašanje, sposobnost donošenja odluka i razvoj samostalnosti. Konačni cilj nam je da razmotrimo implikacije ovih razvojnih promena po učenje, nastavu i obrazovanje. Pre nego što stignemo do ove teme, ponudićemo osnovne informacije o razvoju mozga na mikroskopskom (neuronskom) i makroskopskom (moždani sistem) nivou.

B.2. Razumevanje razvoja mozga – šta tražimo?

B.2.1. Razvoj mozga na mikroskopskom nivou

Da bismo razumeli promene kroz koje prolazi mozak, potrebno je nešto da znamo o sastavu mozga. Najmanja funkcionalna jedinica u mozgu je neuron. On se sastoji iz tri osnovna dela: **tela**, koje sadrži mašineriju za održavanje ćelije, **aksona** i nekoliko **dendrita** koji se pružaju od tela ćelije. Funkcija dendrita jeste da prima podražaje od drugih neurona, dok je funkcija aksona da šalje podražaje drugim neuronima. Neuron komunicira sa drugim neuronom tako što otpušta hemijsku supstancu (**neurotransmiter**) iz aksona, koji može imati nekoliko završetaka (**terminala**). Ovaj neurotransmiter zatim prolazi kroz malu pukotinu pre nego što se zakači za receptore na površini dendrita

koji pripada susednom neuronu. Mesta kojima su aksoni i dendriti razdvojeni ovim malim pukotinama kroz koje neurotransmiter prolazi, nazivaju se sinapse.

Na komunikaciju između neurona utiče nekoliko faktora. Najvažnije je da neuroni mogu povećati broj svojih sinapsi (sinaptogeneza). Međutim, broj sinapsi može se i smanjiti, što se naziva „sinaptička eliminacija“. Na nižem, nivou, „snaga“ komunikacije između dva neurona može biti pod uticajem količine neurotransmitera koji se oslobađa iz terminala aksona, brzine kojom neurotransmiter nestaje iz sinaptičke pukotine ili broja receptora, koji su na površini primajućeg neurona. Ove kasnije promene često se nazivaju jačanje ili slabljenje postojećih sinaptičkih veza.

Na promene kroz koje neuroni prolaze utiče iskustvo pojedinca. Očito se ovo dešava na darvinistički način (preživljavaju najbolji), tako da se veze koje se ne koriste gube ili slabe, dok veze koje se koriste postaju jače, obezbeđujući efikasniji način komunikacije. Stoga se učenje ostvaruje ili putem rasta novih sinapsi ili jačanjem ili slabljenjem (čak i nestajanjem) postojećih. Zapravo, postoje čvrsti dokazi za oba mehanizma, pri čemu je prvi učestaliji tokom detinjstva i adolescencije, dok se drugi javlja kasnije u životu. Metaforično govoreći, mozak je skulptura izvajana iskustvom.

Pored sinaptičkih promena, neuroni prolaze i kroz drugu promenu. Da bismo je razumeli moramo pogledati šta se dešava kada neuroni komuniciraju. Kako je već pomenuto, komunikacija se dešava otpuštanjem neurotransmitera od aksona neurona. Međutim, neuron mora dobiti signal da otpusti neurotransmiter. On dolazi u obliku električnog impulsa koji putuje od tela neurona duž aksona. Odvija se na sledeći način: neuron A otpušta neurotransmiter u sinaptičku pukotinu između neurona A i B. Deo ovog neurotransmitera proći će kroz sinaptičku pukotinu i zakačiti se za receptore neurona B. Ovo vodi do otvaranja pumpi u membrani neurona B, tako da hemijske supstance izvan ćelije ulaze u ćelije, dok druge napuštaju ćeliju. Ukoliko je uticaj neurona B dovoljno snažan – odnosno, ako se aktivira dovoljan broj pumpi, električna voltaža ćelije promeniće se tako da se serijske reakcije odvijaju niz akson i tako električni implus može da pređe od tela ćelije niz akson. Akson deluje, da tako kažemo, kao vrsta žice i baš kao i žica akson optimalnije (brže) provodi struju (električne impulse) ako je izoliran. Pri rođenju, većina aksona nisu izolirani, ali će to postati tokom vremena. Ovo se dešava kada se omotač masti obavije oko njih. Ovaj tip razvoja naziva se mijelinizacija (mijelin je masna supstanca koja čini izolaciju). Kada je akson mijeliniziran, električni impuls može „skočiti“ niz akson u pukotinu između masnih omotača umesto da mukotrpno puzi do njih. Ovo znači da mijelinizirani aksoni mogu preneti informaciju 200 puta brže od onih nemijeliniziranih. Kao što je slučaj sa promenama

sinapsi (sinaptogeneza/ sinaptička eliminacija/ jačanje/ slabljenje), ovaj proces mijelinizacije, čini se, zavisi od iskustva (Stevens and Fields, 2000).

B.2.2. Razvoj mozga na makroskopskom nivou

Neuroni u mozgu nisu nasumično povezani. Zajednički princip jeste da su neuroni koji imaju iste ili slične funkcije smešteni u blizini jedni drugih, u takozvane ansamble. On su, zatim, povezani sa drugim ansamblima, te je neka moždana oblast direktno ili indirektno povezana sa mnoštvom oblasti u komplikovanim neuronskim kolima. Naravno, ovo ne znači da svi ansamblu imaju istu funkciju. Naprotiv, oblasti u mozgu veoma su specijalizovane i uslužuju veoma specifične podfunkcije. Na primer, neke grupe u vizuelnom koreksu kodiraju boju, dok druge kodiraju pokret, oblik itd. Kad god vidimo neki objekat, reč je mnoštvu specijalizovanih oblasti od kojih svaka doprinosi nekom aspektu percepcije. Kada mnoge oblasti zajedno deluju kako bi ostvarile neku funkciju, nazivamo ih kognitivne mreže. Neke funkcije očito su već prisutne pri rođenju. Verovatno je takva operacije i segmentiranje govora u reči (Simos and Molfese, 1997) (često ne postoji razmak između reči, pa je veoma složen zadatak uočiti gde se jedna reč završava, a gde druga počinje). Druge funkcije moraju se „izgraditi“. Za sposobnost čitanja potrebna je kompleksna mreža, koja obuhvata mnogo različitih oblasti u mozgu. Ova mreža ne postoji pri rođenju i mora se stvoriti povezivanjem i koordiniranjem aktivnosti mnoštva specijalizovanih mreža. Delimično zbog ovoga, sposobnost čitanja zahteva mnogo obuke, dok se razumevanje govora, čini se, razvija spontano, odnosno, bez formalne obuke.

B.2.3. Razvoj mozga može se ispitivati na više nivoa

Znanje o razvoju mozga na mikroskopskom nivou potiče iz istraživanja neurona kod životinja. Pošto nema mnogo razlika između neurona kod ljudi i kod životinja, ovo znanje primenjivo je i na ljude. Studije na ovom nivou manje su informativne ako smo zainteresovani za odnose između kognitivnih funkcija i neuronskih funkcija. Razlog je u tome što se neuroni ponašaju na sličan način i njihovim razvojem upravljaju isti opšti principi, bez obzira na to da li su locirani u prednjem ili zadnjem delu mozga, čak i ako su podfunkcije koje izvršavaju veoma različite. Ukoliko želimo da upoznamo kognitivne funkcije, moramo proučavati istovremeno veće regione – i poželjno ceo mozak. Štaviše, ako želimo da razumemo ljudski razvoj, najprirodniji je da proučavamo mozgove ljudi, a ne mozgove majmuna (čak i ako su veoma slični). Sve do pre oko dve deceni-

ja, ovo je značilo da je proučavanje razvoja ljudskog mozga bilo ograničeno na *postmortem* istraživanja. Iako se mnogo može saznati seciranjem mozga, ovaj metod pati od ograničenja jer takvi mozgovi obično pripadaju bolesnim ili starim ljudima. Ovo komplikuje ispitivanje normalnog razvoja mozga. Ipak, mora se priznati da su značajni elementi razvoja ljudskog mozga uočeni već 1901. godine, upravo korišćenjem ovog metoda. Istraživanje je sproveo Pol Fleksih (Paul Flechsig) krajem XVIII veka. Ispitivanjem mijelinizacije u različitim delovima tela u različitim uzrastima, Fleksih je izradio mape koje pokazuju progresivno sazrevanje različitih moždanih oblasti. Mnoštvo korisnih informacije može se dobiti iz ovih mapa. Na primer, može se videti da oblasti koje delimično služe konsolidaciji znanja u dugotrajnoj memoriji (mezijalni delovi temporalnog režnja) sazrevaju pre frontalne oblasti koja posreduje radom radne memorije (deo dugoročne memorije u kojem se informacije aktivno koriste). Iako su Fleksihova otkrića potvrđena novijim studijama, njegove mape ostavljaju mnogo otvorenih pitanja. Prvo, bilo bi korisno da znamo u kojem tačno vremenu ontogeneze (razvojna istorija pojedinca) sazrevaju različite oblasti mozga i kada se završava ovaj razvoj. Takođe, bilo bi zanimljivo da znamo da li deca i odrasli – zvog razvojnih razlika – koriste različite delova mozga u rešavanju zadataka. U poslednjih dvadeset godina, informacije o ovim aspektima postale su dostupne zahvaljujući razvoju tehnika odslikavanja (skeniranje mozga). Ove tehnike omogućavaju da se prati razvoj mozga kod zdravih (i živih) individua. Pošto se ove tehnike razlikuju i, stoga, otkrivaju različite aspekte razvoja mozga, biće opisane u nastavku.

B.2.4. Tehnike neuroodslikavanja

Tehnike neuroodslikavanja mogu se razvrstati u dve grupe: funkcionalne i strukturalne. Tehnike strukturalnog neuroodslikavanja omogućavaju slike moždane autonomije, pokazujući distribuciju sive mase (ćelijskih tela) i bele mase (aksona). Najviše korišćena tehnika strukturalnog skeniranja jeste magnetna rezonanca (MRI) (za detalje o ovim metodama videti Primer B.1).

Primer B.1. Principi u osnovi MRI-ja

Ljudsko telo sadrži mnogo vode, ali koncentracija vode je različita u različitim tipovima tkiva. U mozgu razlikujemo dva tipa tkiva: sivu masu i belu masu. Siva masa sastoji se iz ćelijskih tela, dok se bela masa sastoji

iz aksona (aksoni su beli jer su prekriveni masnim omotačem, mijelinom). Principi u osnovi MRI-ja donekle su komplikovani, ali uglavnom su zasnovani na sledećim elementima: u vodi postoji veća količina hidrogena, u atomima hidrogena nalaze se, takozvani, protoni. Pošto su protoni namagnetisani, ponašaju se kao male igle kompasa, i obično se kreću i ukazuju na sve pravce. Ukoliko se smeste u jako magnetno polje, koje stvara MRI skener, oni će se usmeriti ka jakom magnetnom polju i svi će ukazivati na isti pravac. Iako se sada protoni drže na mestu, oni se okreću oko svoje ose nekom fekvencijom. Ukoliko se radio talas iste frekvencije (kao frekvencije obrtanja) usmeri ka protonima, protoni će se tiltovati, apsorbujući energiju talasa. Kada se radio talas ukine, protoni će se preorijentisati, odašiljući nazad radio talas iste frekvencije kao one kojom su tretirani. Ove radio talase detektuje sistem antena. Pošto će intenzitet radio signala zavistiti od koncentracije protona i pošto se ova koncentracija razlikuje u sivoj i beloj masi, razlike u intenzitetu mogu se rekonstruisati kao slike koje pokazuju oblasti sive i bele mase.

Primer B.2. Principi u osnovi PET-a i fMRI-ja

Kada neuroni rade, potrebna im je veća količina energije. Ova energija potiče iz šećera koji se transportuje do neurona putem krvi. Merenjem metabolizma ili cerebralnog protoka krvi, dobija se indirektna mera nivoa moždane aktivnosti. Ovo se može dobiti korišćenjem Pozitronske emisione tomografije (PET), kada se ubrizga radioaktivna supstanca koja se ili vezuje za šećer ili rastvara u krvi. Oblasti u mozgu koje najviše rade biće one sa najvećim metabolizmom, najvećim protokom cerebralne krvi i, shodno tome, najvećom koncentracijom radioaktivnih supstanci. Prebrojavanjem radioaktivnih raspada i predstavljanjem ovih podataka kao slika, dobijamo slike o razlikama o aktivaciji u različitim oblastima mozga u nekom trenutku. PET tehnika ima jedan osnovni nedostatak: zahteva ubrizgavanje radioaktivne supstance (mada u maloj dozi), koje bismo želeli da se oslobodimo. Na sreću ovo je danas moguće jer se ispostavilo da se i MRI može koristiti za merenje protoka cerebralne krvi. Ovo je moguće jer oksidisana i neoksidisana krv ima različit stepen magnetizacije, što pruža različite signale ako se krv tretira radio talasima. S obzirom na to da neuroni moraju koristiti kiseonik da bi transformisali šećer u energiju, ovo znači da

će radio signal u nekoj oblasti biti različit u zavisnosti od toga da li ona radi ili ne radi. Merenjem odnosa između oksidisanе i neoksidisane krvi, dobija se indeks stepena aktivacije u nekoj oblasti. Tehnika koja se koristi za merenje aktivacije putem MRI naziva se fMRI (funkcionalni MRI).

U poređenju sa tehnikama strukturalnog neuroodslīkavanja, tehnike funkcionalnog neuroodslīkavanja pružaju slike moždane aktivnosti u nekom trenutku. Tehnikama funkcionalnog neuroodslīkavanja mogu se identifikovati oblasti koje su aktivnije u nekim uslovima i odrediti oblasti koje opslužuju određene funkcije i podfunkcije (za detalje o ovom metodu videti Primer B.2).

B.2.5. Da li je teško reći u kojoj meri razvoj zavisi od prirode i/ili odgoja?

Otkriće tehnika neuroodslīkavanja dovelo je do velikog napretka u našem razumevanju razvoja mozga jer je omogućilo da se razvoj mozga proučava kod zdravih ljudi. Sada smo u poziciji da ispitujemo različite oblasti moždanog razvoja (sazrevanja) i da posmatramo da li deca koriste različite oblasti mozga. Pre nego što se pozabavimo rezultatima dobijenim korišćenjem ovih tehnika, važno je da pomenemo neke od problema u interpretaciji ovih rezultata.

Do sada smo govorili o razvoju mozga kao o jednom procesu. Jasno je, međutim, da na razvoj mozga utiče nekoliko faktora. Sa jedne strane, očito je da nekim aspektima moždanog razvoja rukovodi genetika i zato na njih ne utiče individualno iskustvo u bukvalnom značenju. Na primer, nije slučajno što je vizuelni korteks smešten u istom delu mozga i premrežen na isti način kod svih individua¹. Ovu vrstu razvoja genetski prouzrokuje biološko sazrevanje. Sa druge strane, neki aspekti moždane strukture su pod uticajem iskustva i razlikuju se od osobe i osobe. Čak ni jednojajčani blizanci nemaju identične mozgove (White, Andreasen and Nopoulos, 2002). Razvoj mozga je zato očito proizvod sazrevanja (prirode) i iskustva (odgoja). Ovo znači da je veoma teško razaznati koje promene u mozgu su posledica biološkog sazrevanja, a koje nisu.

Drugi problem tiče se odnosa između razvoja i starosne dobi. Ukoliko samo proučavamo razvoj mozga kao funkciju dobi, stići ćemo do nepreciznih merenja. Razlog tome su individualne varijacije u razvoju, koje nastaju usled

¹ Na primer, naš vizuelni korteks razvijaće se normalno čak i ako će svako od nas primati veoma različite vizuelne stimulanse. Samo u izuzetnim slučajevima, kao pri potpunom slepilu uzrokovanom oštećenjem oka, ovaj genetski određen razvoj će se poremetiti.

individualnih razloga. Drugim rečima, čak i ako oblast „x“ sazreva pre oblasti „y“ kod svih individua, tačno vreme kada oblast „x“ sazreva, razlikovaće se od pojedinca do pojedinca. Ovaj problem prisutan je u takozvanim **međusektor-skim** istraživanjima u kojima se prate i poredbe različite starosne grupe. Samo je jedan način da se prevaziđe ovaj problem, a to je proučavanje iste grupe osoba u različitim uzrastima. Studije zasnovane na ovakvim merenjima nazivaju se **longitudinalne**. Ove studije su pre izuzetak nego pravilo pošto su tehnike neuroodslikavanja postale dostupne tek poslednjih 10-15 godina.

Iako longitudinalne studije pružaju preciznije rezultate nego međusektorske, one ne uspevaju da reše problem odnosa između razvoja vođenog sazrevanjem i iskustvom. I dalje je teško odrediti da li je neku promenu, koja se uoči kod istog pojedinca uzrasta šest i osam godina, prouzrokovalo sazrevanje ili iskustvo (ili oba). Na kraju, tek nekoliko stvari se odvija u vezi sa iskustvom u dve godine; u školi, na primer.

I dalje imajući na umu ove probleme interpretacije, pogledaćemo ono što je poznato o ontogenetskom razvoju mozga.

B.3. Mozak je skulptura izvajana iskustvom

B.3.1. Moždana aktivnost posmatrana tokom vremena

Mnogo informacija o razvoju mozga potiče iz proučavanja moždanog metabolizma merenog PET tehnikom (Chugani and Phelps, 1986; Chugani, Phelps and Mazziotta, 1987; Chugani, 1998). Ove studije daju sliku moždane sinaptičke aktivnosti. One pokazuju da je metabolizam novorođenčadi (do jednog meseca) najveći u moždanom stablu, u delovima cerebeluma i talamusa, kao i u primarnim senzornim i motornim oblastima. U pogledu funkcionalnosti, ovo znači da su novorođenčad sposobna da regulišu bazične funkcije poput disanja, buđenja itd. (moždano stablo), da regulišu dodir, vizuelne predstave itd. (talamus i primarne senzorne oblasti) i da mogu da izvedu elementarne radnje (primarne motorne oblasti i cerebelum). Pored ovoga, relativno visok metabolizam pronalazi se u nekim oblastima koje podržavaju pamćenje i pažnju (hipokampus, cingularni girusi i bazalna ganglija). Od drugog do trećeg meseca starosti metabolizam se povećava u sekundarnim i tercijarnim oblastima parijetalnog, temporalnog i okcipitalnog režnja, odnosno, u regionima koji ne primaju direktno stimulanse već obrađuju informacije iz primarnih oblasti. U pogledu ponašanja, ovo pokazuje da dete postaje sposobnije da integriše informacije različitih modaliteta i da koordinira pokrete. Ovo povećanje metabolizma, međutim, nije uniformno u

svim sekundarnim i tercijarnim oblastima. Karakteristično je da metabolizam u frontalnim delovima mozga počinje da se povećava tek u šestom mesecu starosti. Frontalni režnjevi su ti koji izvode najkompleksnije obrađivanje informacija i ove oblasti se obično povezuju sa izvršnim funkcijama, odnosno sa sposobnošću planiranja i izvođenjem kompleksnih ciljnih radnji.

Prethodno opisana šema razvoja ne razlikuje se bitno od one koju je opisao Fleksih 1901. godine, mada nam pruža bolji hronološki pregled. I PET studije i Fleksihovo istraživanje pokazuju da ontogenetski razvoj generalno odslikava filogenetski razvoj. Ipak, PET studije otkrivaju iznenađujući obrazac. Iako je brzina metabolizma kod novorođenčadi oko 30 % niža nego kod odraslih, ona se naglo povećava od rođenja i u naredne četiri godine. Ovaj porast je tako nagao da je metabolizam do četvrte godine dva puta veći od onog kod odraslih. Od četvrte do devete ili desete godine stopa metabolizma je stabilna. Zatim se smanjuje do nivoa odraslih, što se dešava između šesnaeste i osamnaeste godine. Pošto metabolizam odslikava prevashodno sinaptičku aktivnost, ovaj obrazac ukazuje da je do četvrte godine dostupno mnogo više sinapsi nego što je zaista potrebno i da se ove suvišne sinapse eliminišu vremenom. Prirodni deo razvoja mozga zato se sastoji iz eliminacije suvišnih veza između neurona. Samo sinapse koje se koriste preživljavaju i ovo zavisi od iskustva individue (Rauschecker and Marler, 1987). Iz genetske perspektive ova tvrdnja je sasvim u redu. Umesto da specifikuje sve veze u mozgu, samo one suštinske deluju od početka. Ostatak je pitanje uticaja okoline. Na ovaj način obezbeđuje se da moždana funkcionalnost odgovara potrebama organizma.

B.3.2. Moždana struktura posmatrana tokom vremena

Studije o kojima smo prethodno govorili zasnovane su na proučavanju mozga putem PET tehnike. Iako postoji tesna veza između metabolizma i broja sinapsi, PET tehnika može samo posredno otkriti kako se mozak strukturno menja tokom vremena. Kako bismo dobili informacije o strukturalnim promenama, moramo se okrenuti tehnici MRI koja identifikuje promene u sivoj i beloj masi. Trenutno postoji nekoliko takvih studija (videti Durston et al., 2001; Paus et al., 2001; Casey et al., 2005; Paus, 2005).

Generalno, rezultati nalaza dobijenih MRI i PET tehnikom su podudarni. U jednoj od najekstenzivnijih studija (Giedd et al., 1999; Giedd, 2004), koja je zasnovana na longitudinalnom istraživanju koje je obuhvatalo 161 osobu, otkriveno je da je volumen sive materije (GMV) pokazao karakterističan polukružni oblik, odnosno GMV se povećava u detinjstvu, na vrhuncu je tokom

adolescencije i smanjuje se posle ovog perioda. Ovaj razvoj, međutim, različit je u različitim oblastima mozga. U parijetalnoj oblasti GMV je na vrhuncu oko jedanaeste godine (prosek za devojčice = 10,8 i prosek za dečake = 11,8). U frontalnom režnju GMV je na vrhuncu oko dvanaeste i po godine (prosek za devojčice = 11,0 i prosek za dečake = 12,1), a u temporalnom režnju u uzrastu od šesnaest i po godina (prosek za devojčice = 16,7 i prosek za dečake = 16,5). (Zanimljivo je da nije zabeleženo smanjenje GMV u okcipitalnim režnjevima koji su zaduženi za vizuelne funkcije). Potrebno je primetiti da razlike između ovih regiona (frontalnog, temporalnog i parijetalnog) postoje jer se GMV vrhunac javlja ranije u primarnim, a tek posle u sekundarnim i tercijarnim oblastima. Na primer, dorzolateralni deo frontalnog režnja, koji se povezuje sa izvršnim funkcionisanje, jedna je od poslednjih oblasti koje sazrevaju. Druga oblast koja sazreva u starijem uzrastu locirana je u temporalnim režnjevima (tačnije u lateralnim delovima i posebno u levoj hemisferi) (Sowell et al., 2003). Za ovu oblast smatra se da ima posebnu ulogu u skladištenju semantičkog znanja, odnosno znanja o stvarima i načinu na koji rade (poput rečnika). Oktriće da je GMV na vrhuncu u ovoj oblasti tek relativno kasno, zapravo u kasnim dvadesetim godinama, konzistentno je sa činjenicom da usvajamo semantičko znanje tokom života posebno u detinjstvu, adolescenciji i ranim dvadesetim godinama.

Opšti je princip, čini se, da se GMV smanjuje u periodu između adolescencije i ranih dvadesetih godina. Ovo nije ono što je otkriveno promenama u volumenu bele mase (WMV) koji je ispitivan, odnosno, kada su istraživani delovi neurona koji šalju informacije dalje i koji povezuju različite oblasti mozga. WMV se, čini se, smanjuje barem do četrdesete godine (Sowell et al., 2003) i izgleda da ne postoji velika promena WMV u različitim regionima mozga (Giedd, 2004).

Ukoliko objedinimo promene koje su uočene kod volumena sive i bele moždane mase tokom vremena i povežemo ove promene sa funkcionalnim aspektima, možemo zaključiti da vremenom gubimo plastičnost/sposobnost da učimo (smanjuje se siva masa) ali povećeva se funkcionalnost (suvišne sinapse nestaju optimizacijom komunikacionih puteva – mijelinizacijom aksona koja dovodi do povećanja bele mase).

B.3.3. Odnosi između mozga i ponašanja uglavnom su posredni

Očito je da je tehnika MRI povećala naša saznanja u vezi sa razvojem mozga. Mnoga istraživanja, međutim, suočavaju se sa specifičnim ograničenjima. Opšte je pravilo da se ispituje razvoj mozga bez istovremenog proučava-

nja kognitivnog razvoja. Ovo znači da moramo da postavljamo relevantna i validna pitanja o promenama u ponašanju koje ove fiziološke promene prouzrokuju. Iako je svakako moguće na ovaj način dobiti neka saznanja o odnosu između mozga i ponašanja, ovi odnosi ostaju posredni. Neposredni odnosi mogu se otkriti samo ako se ispituje razvoj mozga i ponašanje kod istih ljudi istovremeno. Iako su takva istraživanja moguća (Tyler, Marslen-Wilson and Stamatakis, 2005), ona su i dalje retka.

B.3.4. Deca i odrasli ne koriste mozak na isti način

U istraživanjima koja su prethodno pominjana fokus je bio na strukturalnim promenama u mozgu, koje su posmatrane kao funkcija starosne dobi. Drugi način da se proučava odnos između kognitivnih funkcija, razvoja mozga i starosne dobi jeste putem istraživanja aktivacije koje se sprovodi tehnikama funkcionalnog neuroodslivanja (PET i fMRI). Ovaj tip istraživanja otkriva moždanu aktivnost (nasuprot strukturalnim promenama) u vezi sa različitim zadacima (npr. čitanje, prepoznavanje predmeta i sl.). Prednost ovih studija je u tome što se uočene razlike između grupa (npr. adolescenata nasuprot odraslima) direktno dovode u vezu sa zadatkom koji ispitanici rešavaju. Ovo nije nužno slučaj ako smo pronašli oblast u kojoj razvoj mozga odslikava razvoj neke kognitivne funkcije. Takva korelacija, recimo između oblasti A i kognitivne funkcije B, u principu može biti rezultat promena kognitivne funkcije C, ukoliko se ona razvija tokom vremena na isti način kao funkcija B. U proučavanju aktivacije ovo se može direktno kontrolisati pošto istraživač može odlučiti koje će kognitivne funkcije delovati – u zavisnosti od zadatka koji se odabere.

Broj studija o aktivaciji koje proučavaju razlike u uzrastu daleko premašuje broj sličnih strukturalnih studija. Pregled ovih studija je zato daleko izvan obima ovog rada. Generalno, može se zaključiti da ove studije pokazuju da se kod dece i adolescenata aktivira više moždanih oblasti nego kod odraslih, i da su ove aktivacije difuznije (Casey et al., 2005). Ovo je u skladu sa: *i*) otkrićem da se kod dece i adolescenata broj sinapsi vremenom smanjuje i *ii*) neprestanim rastom bele mase, koja efektivnije povezuje regione mozga. Oba aspekta trebalo bi da dovedu do usmerenije aktivacije koja je u korelaciji sa godinama.

B.3.5. Mozak adolescenta i promene u adolescentskom ponašanju

Kako je prethodno pokazano, ceo mozak se razvija tokom adolescencije. Ipak, neke oblasti prolaze kroz radikalniji razvoj tokom adolescencije nego

tokom drugih perioda u životu. Ovo se posebno odnosi na dorzolateralne delove prefrontalnog korteksa. Obično se ovi delovi mozga povezuju sa kognitivnim procesima kakva je radna memorija (u kojoj se onlajn informacijama aktivno barata), usmeravanje pažnje, inhibicija odgovora i temporalno strukturiranje novih ili kompleksnih ciljnih radnji (Fuster, 2002). (Treba zapaziti da su ove operacije tesno povezane u svakodnevnom životu). Ne iznenađuje zato da je već neko vreme poznato da se sposobnosti za koje su potrebne ove operacije razvijaju i u adolescenciji (Keating and Bobbitt, 1978). Nedavno je utvrđeno da ove razvojne promene zaiste odgovaraju fiziološkim promenama (i strukturno i funkcionalno) (Casey, Giedd and Thomas, 2000). Razvojne promene o kojima diskutujemo verovatno će odslikavati četiri karakteristike koje obično razdvajaju decu od odraslih, to su sposobnost: *i*) hipotetičkog mišljenja, *ii*) mišljenje o razmišljanju (metakognitivnost), *iii*) planiranje unapred, *iv*) mišljenje izvan konvencionalnih granica (Cole and Cole, 2001). Posledično, negde do sredine adolescencije, sposobnosti donošenja odluka dostižu nivo odraslih. Zanimljivo je da ovo ne znači nužno da adolescenti donose odluke na isti način kako to rade odrasli. Zapravo, zna se da se adolescenti upuštaju u rizičnije ponašanje nego odrasli, što se opet može povezati sa povećanjem čulne osetljivosti i ponašanjem koje karakteriše traženje novina (Spear, 2000). Iako su ove promene u ponašanju verovatno povezane sa biološkim faktorima, nije jasno kako su povezane sa moždanim razvojem, jer se mogu uočiti i kod drugih vrsta. Promenjeno rizično ponašanje obično se povezuje sa strukturama zaduženim za emocionalnu regulaciju (ventromedijalni prefrontalni korteks i amigdala) (Bechara et al., 1997; Krawczyk, 2002) i nije poznato da su razvojne promene mozga tokom adolescencije u vezi sa ovim oblastima. Ovo, međutim, može biti rezultat (najmanje) dva faktora. Prvo, u poređenju sa eksperimentalnim problemima u odlučivanju koji se proučavaju u razvojnim studijama, donošenje odluka u stvarnom životu odvija se u nestrukturiranim situacijama koje karakteriše nedostatak eksplicitnih pravila i raznovrsnost mogućih rešenja. U skladu sa tim, sposobnost za donošenje odluka pri sredini adolescentnog doba može se preceniti u razvojnim studijama i zapravo ova sposobnost možda dostiže nivo kao kod odraslih tek u poznoj adolescenciji. Drugo, postoji mogućnost da je smanjeno rizično ponašanje (uključujući osetljivost i ponašanje u cilju traženja novina) povezano sa sazrevanjem ventromedijalnog prefrontalnog korteksa, koje se, kako je već rečeno, povezuje sa emocionalnom regulacijom. Nije nemoguće da se ovo sazrevanje odvija neprimećeno jer se ova struktura teže odslikava putem fMRI-ja (Devlin et al., 2000). Bez obzira na to koji su biološki uzroci rizičnog ponašanja, traženja senzacija ili novina, ovo ponašanje podstiče adolescente da emigriraju iz primarne grupe, obezbeđujući impuls za traženjem novih i širih oblasti daleko od doma (Spear, 2000).

B.3.6. Sažetak i opšte implikacije

Uprkos problemima povezanim sa određivanjem bioloških (sazrevanje) i iskustvenih faktora koji utiču na razvoj mozga, pojavljuje se opšti obrazac. Najvažniji aspekt razvoja mozga jeste verovatno saznanje da razvoj traje i kod odraslih i da je reč o dinamičnom procesu. U meri u kojoj je smisleno nazvati neke procese striktno biološkim, radi se o prekomernom stvaranju sinapsi, koje se, čini se, dešava od rođenja do adolescencije. Iskustvo, međutim, ima važnu ulogu jer se čini da upravo iskustvo određuje koje će sinapse biti sačuvane, koje će biti eliminisane i koji komunikacioni putevi (aksoni) će se učiniti efektivnijim. Ovaj proces „usavršavanja“ odvija se i kod odraslih. To, međutim, ne znači da ne možemo da učimo posle tridesete godine. Možemo – sinapse se i dalje mogu ojačati ili oslabiti i nove sinapse se i dalje mogu stvoriti (Draganski et al., 2004), mada verovatno u manjoj meri. To znači da, zapravo, gubimo plastičnost, sposobnost učenja koju predstavlja prekomerno proizvođenje sinapsi. Postajemo sporiji i manje fleksibilni učenici. Sa druge strane, ima utehe za nas koji smo prešli dvadesete: sa gubitkom sposobnosti učenja, postajemo bolji u onome što smo već naučili.

Otkriće da se mozak i dalje razvija i u nešto poznijem dobu ukazuje na to da je vremeniski okvir prilično rastegnut, a samim tim i obrazovanje tokom kojih usvajamo sposobnosti. Ovo ne znači da se rađamo kao prazne tablice koje samo čekaju da se na njih nešto zapiše. Rukom prirode „stvoreni“ smo tako da neke stvari učimo brže i lakše i rađamo se sa već nekim znanjem i očekivanjima². Ovo, pak, dovodi u pitanje koncepciju po kojoj je naš razvoj već veoma rano determinisan. Ukoliko je to slučaj, čemu onda sve biološke promene u poznijoj dobi? Ovo takođe znači da moramo prevrednovati ideju o kritičkim periodima, prema kojoj postoji ograničeno vreme tokom kojeg moramo naučiti neke stvari, ako mislimo da ih uopšte naučimo. Trenutno, unutar neuronauke postoji malo dokaza koji govore u prilog ovom gledištu³. Ukoliko uopšte govorimo o periodima, obično govorimo o osetljivim periodima, odnosno, periodima kada je učenje optimalno, ali koje se može preći bez katastrofalnih rezultata. Čest primer osetljivog perioda jeste činjenica da je lakše naučiti jezik na početku života. Pitanje je međutim da li ovo zaista predstavlja osetljivi period koji se odlikuje posebnom spremnošću u pogledu razvoja mozga i usvajanja jezika. Neki dokazi sugerišu da veće poteškoće pri

² Izvan je obima rada da se bavimo ovim pitanjem. Zainteresovane čitaoce upućujemo na Pinkera (Pinker, 2002) i Permak i Permak (Permack and Permack, 2003).

³ Makar ako se ne isključe neuobičajene situacije. Verovatno je, na primer, da će osoba koja ima povež posle rođenja i tokom naredne četiri godine, neće nikada naučiti da gleda adekvatno, posle skidanja poveza. Međutim, kritični periodi ne odnose se na ove slučajeve.

učenju drugog jezika samo odslikavaju činjenicu da već vladamo jednim (maternjim) jezikom. Verovatnije je da je usvajanje maternjeg jezika već oblikovalo one oblasti mozga – na primer, eliminacijom sinapsi – koje su isto potrebne za učenje drugog jezika (Johnson and Munakata, 2005). Takođe, gubitak moždane plastičnost rezultat je učenja, a ne određenih perioda tokom kojih je učenje optimalno. Rekavši ovo, moramo zapaziti da ne učimo sve stvari sa jednakom lakoćom u svakom trenutku. Slično, postoje i individualne razlike u sazrevanju mozga. Prema tome, moramo prilagoditi obrazovanje razvoju mozga, ne možemo jednostavno očekivati da osoba ovlada nečim ako mozak za to nije spreman.

B.4. Teorije učenja u adolescenciji i tokom života

Započinjemo ovu analizu pregledom onoga što je poznato o mozgu i što nam može objasniti ponašanje adolescenata. Suprotan pristup jeste pregled onoga što je poznato i uočeno o učenju adolescenata i razmatranje načina na koje „proučavanje mozga“ doprinosi ovom saznanju. Tamo gde neuronaučna istraživanja dosežu do granice na koju je već ukazano u prethodnim poglavljima možemo početi da identifikujemo oblasti u kojima je potrebna sinteza između proučavanja mozga, kognitivne nauke, društvenih istraživanja i evolucione psihologije, ako želimo dalji napredak.

Za adolescenciju se smatralo da je socijalna konstrukcija, „izmišljena“ kada promene u pubertetu postaju polazna tačka za sve duže periode tranzicije u društveno prihvaćene uloge i očekivanja sveta odraslih. Životne faze nazvane „postadolescencija“ ili „predodraslost“ zatim su „izmišljene“ kao tranzicija u uloge i odgovornosti odraslih koje se protežu do sredine dvadesetih godina u mnogim zapadnim društvima. Adolescencija je počela da biva sagledavana kao neka vrsta socijalno konstruisanog „psihosocijalnog“ moratorijuma, vreme koje je potrebno „da se pripremi i uvežba uloga odraslog“ u sve složenijim društvima (Cockram and Beloff, 1978). Smatralo se da se ovaj period proteže daleko posle fizičkog „sazrevanja“ zbog socijalnih razloga. Prvi veliki doprinos novog proučavanja mozga, koji je predstavljen u prethodnim delovima ovog rada, jeste činjenica da se pokazalo da postoji fizička, kao društvena osnova za duže periode „tranzicije“, u kojima se mozak i dalje razvija i menja sve do treće decenije života i tokom nje, odnosno, daleko u zrelom dobu.

Razumevanjem razvoja adolescenata dugo je u XX veku dominirala teorija životnih faza koja je naglašavala prirodni razvoj faze „bure i stresa“ koja je morala da bude razrešena u adolescenciji. Teorija životnih faza fokusirala se na normativne zadatke povezane sa godinama, koje donose stabilnost i

razrešenje identiteta ukoliko se „zadaci odrastanja“ nekog adolescenta završe uspešno po pojedinca i društvo. U ključne zadatke odrastanja spadaju, na primer, konstrukcija društvenog, seksualnog, fizičkog, filozofskog i stručnog sopstva (videti Havighurst and Kohlberg za faze u moralnom razvoju). Za Eriksona, ključna odlika adolescencije u „sedam čovekovih faza“ jeste stvaranje identiteta nasuprot identitetskoj konfuziji, što je i dalje uticajno gledište. Vršnjačke grupe postale su važnije u adolescenciji u pogledu potrage za identitetom i razvojem značenja za druge (Coleman, 1961; Bandura, 1997).

Sociološke i kulturološke teorije unele su različite dimenzije u analizu iskustva adolescenata, fokusirajući se na društvene strukture i odnose moći u društvu, društvene procese (one u domu i u školi), koji oblikuju životne prilike i relativnu ranjivost i bespomoćnost mladih u odnosu na njih. Metafore o „putanjama“ u adolescenciji, koje su postale popularne sedamdesetih i devedesetih godina, često se povezuju sa teorijama koje naglašavaju longitudinalne efekte društvene i kulturne reprodukcije uloga i životnih prilika na adolescente. Ove i njima bliske kulturološke teorije često su naglašavale reakcije otuđenja i otpora u adolescenciji koje su prisutne u kontekstu školovanja, ali i u porodici i zajednici.

Metafore o „navigaciji“ u adolescenciji bile su izum s kraja XX veka (Evans and Furlong, 1998). One se povezuju sa većim prihvatanjem kompleksnosti razvoja tokom života i povećanim izlaganjem mladih ljudi „sekundarnim stimulansima“ izvan neposrednog okruženja doma, porodice, škole i susedstva. Proces tranzicije iz detinjstva, u kojem su sredina i uticaji podložniji sopstvenoj volji, postaju kompleksniji sa, na primer, modernim medijima. Kolmanova (Coleman, 1970) „fokalna teorija“ počela je da osporava jednostavne „teorije stadijuma“, pokazujući da „bura i stres“ adolescentske faze, ukoliko uopšte postoji, nije period opšteg komešanja, već da mladi ljudi progresivno postaju uključeni u različita pitanja i izazove u različito vreme. Osetljivi periodi mogu postojati za različite zadatke i pitanja na koja se treba fokusirati, ali oni su veoma individualni, dešavaju se različito kod različitih pojedinaca i nisu nepovratno izgubljeni, ako se ne razrade tokom „osetljivog“ perioda. Ne rešavajući u potpunosti svako pitanje u životu, mlada osoba nastavlja od jednog fokusa ka drugom. Stres je povezan sa pitanjem koje je prisutno u datom trenutku, praćen ostacima stresa zaostalih posle aktivnosti kojima se mlada osoba može kasnije vratiti. Naglasak u teorijama povezanim sa metaforom o „navigaciji“ jeste i na načinu na koji mladi ljudi pregovaraju strukture rizika i mogućnosti, na načinu na koji ove strukture pružaju izvor stabilnosti ili nestabilnosti kasnije u životu i na biografskoj konstrukciji i „individualizaciji“ (Baethge, 1989; Evans and Heinz, 1994). Samoefikasnost (Bandura, 1997) i rukovođenje sopstvenim životom (personal agency) (Evans, 2002) čine važne dimenzije biografija učenja adolescenata i odraslih.

Ove teorije uglavnom se ne bave direktno procesom učenja, mada sadrže mnoge pretpostavke i implikacije za učenje. Same teorije o učenju prate određene tradicije i odslikavaju određene aspekte učenja. Psihološke tradicije koje su posmatrale učenje kao individualno, racionalno, apstraktno, odvojeno od percepcije i akcije i vođeno opštim principima dovedene su u pitanje sociokulturološkim i teorijama „situacione kognitivnosti“ koje tvrde da je kognitivnost suštinski društvena, usidrena, locirana i zavisna od konteksta i od određenih okruženja. Sve više se prihvata značaj psihodinamičkih dimenzija emocija u učenju i kognitivna nauka uvela je u debatu novo shvatanje „višestrukih inteligencija“ u individualnom učenju i ljudskim radnjama (Gardner, 1984; Bruer, 1993).

Proučavanje mozga ne može ni potvrditi ni osporiti ove teorije. Možemo međutim, ustanoviti da li se rezultati koji su predstavljeni u prethodnim delovima slažu ili razlikuju od teorija zasnovanih na metodama društvenih nauka. U nekim slučajevima, razmatranje rezultata proučavanja mozga može nam reći koje se teorije sada mogu plodonosnije razvijati.

Teorije razvoja adolescenata najbolje je povezati za pitanjima o učenju u adolecenciji putem integrativne teorijske perspektive koja počiva na sledećim elementima:

1. Učenje je prirodni proces za sva ljudska bića.
2. Učenje je mnogo više od usvajanja sadržaja i razvijanja kognitivnih veština.

Učenje se može definisati kao proces ekspanzije ličnih sposobnosti. Učenje uvek obuhvata interakciju kognitivnih i emocionalnih procesa, i učenje se uvek odvija u društvenim kontekstima putem interakcije između učenika i njihovih okruženja.

Kako je pokazala nedavno urađena sinteza istraživanja u oblasti društvenih nauka, dugoročno usvajanje naučenog u nekom trenutku zavisiće od nivoa angažmana i toga koliko je naučeno bitno samoj osobi. „Odgovor na određeni stimulans u okruženju zavisi od procene mozga o značaju koji taj stimulans ima za nas. Sopstvo je centralni element u nesvesnoj selekciji informacija na koje ćemo reagovati i koje ćemo naučiti, a ono samo se uči i razvija u našim interakcijama sa drugima (Hallam, 2005).

Promene u sposobnosti koje nastaju učenjem često će biti uočljive u ponašanju, ali ne uvek. Promene u sposobnostima tokom adolescencije obuhvataju međudejstvo predispozicija i orijentacija, sazrevajućih mentalnih funkcija, razvoja identiteta i uverenja o sopstvu, motivacijama, strategijama za ostvarenje autonomije i kontrole. Svi ovi elementi su pod snažnim uticajima okruženja.

Nekoliko teorija društvenih nauka naglašavaju aspekte predispozicija u učenju, pokazujući kako ljudi imaju uopštene predispozicije i orijentacije

ka svetu koje oblikuju njihovo učenje. Neke mentalne predispozicije, čini se, postoje od rođenja (Pinker, 2002; Premack and Premack, 2003) i razvijaju se i oblikuju daljim iskustvom. Iz sociološke perspektive, društveno konstruisane predispozicije, kako pokazuju istraživači poput Hodkinsona i Blumera (Hodkinson and Bloomer, 2002) imaju poseban značaj u učenju adolescenata, odslikavajući internacionalizaciju kultura i razvoj rodni, seksualnih i rasnih identiteta mlade osobe, kao i nastajuće individualne interese, želje i htenja. Na primer, ovo istraživanje pokazalo je kako su se profesionalne aspiracije i predispozicije za učenje starijih adolescenata promenile na način koji sugerše da postoji veza sa iskustvom, ali i bazičnim kontinuitetom ranijeg identitetnog formiranja. Predispozicije su, čini se, veoma značajne u oblikovanje „karijere učenja“ mlade osobe, obuhvatajući pitanja da li se upuštaju ili povlače iz organizovanog učenja, mada se kulturama i identitetima često ne posvećuje dovoljno pažnje u organizaciji srednjoškolskog i kasnijeg obrazovanja.

Društvene nauke su, takođe, pokazale da se veći deo učenja odvija podsvesno i da implicitne veštine i znanje leže u osnovi ponašanja, delovanja i radnji ljudi u obrazovnim i svakodnevnim okruženjima. Svesno učenje je u neprestanoj interakciji sa implicitnim učenjem.

Prepoznavanje implicitnih dimenzija učenja (od strane onog ko uči) potrebno je kako bi se moglo kontrolisati i svrsishodno primeniti (Evans et al., 2004; Illeris, 2004). Verovatno se ova sposobnost povećava s godinama, sa metakognitivnim sposobnostima (mišljenje o razmišljanju) koje se razvijaju u adolescenciji i nastavljaju da se povećavaju kasnije. Pojačan razvoj prethodnog učenja i razvoj metakognitivnosti u kasnoj adolescenciji je, čini se, konzistentan sa neuronaučnim saznanjima u vezi sa prirodom i periodima razvoja različitih regiona mozga i opšteg procesa „vavanja“ koji je prethodno predstavljen.

Proces sazrevanja u učenju dugo se posmatrao kroz rad Pijažea (1967) i njegovih nastavljača. Kasnija istraživanja pokazala su da se više mentalne funkcije postepeno diferenciraju u adolescenciji, sa sposobnošću logičkog mišljenja i deduktivog sazrevanja i sa razvojem većeg kognitivnog kapaciteta. Postoje dokazi koji pokazuju da su emotivni i kognitivni procesi isprepleteni (Damasio, 1994), mada se smatra da je to što adolescenti postaju sposobni za „zrelije“ ponašanje“ manifestacija povećane insulacije u mozgu, kao i većeg iskustva. Ovde je opet teško razdvojiti prirodu i odgoj. Postoji saglasnost i između pojave ovih viših kognitivnih funkcija i otkrića obrasca povećavanja i smanjenja volumena bele i sive mase u adolescenciji i kasnije.

Danas znamo da razvoj mozga pojedinca odslikava njena ili njegova iskustva učenja i aktivnosti u kojima su učestvovali, da stepen promene zavisi od vremena provedenog u učenju i da se trajne, specifične i značajne promene u funkcionisanju mozga pojavljuju kada se duže vreme provede u učenju i

vežbanju određenih veština i načina rađenja stvari. Na primer, poređenje moždane aktivacije kod trinaestogodišnjih i petnaestogodišnjih učenika koji imaju muzičku obuku sa drugim učenicima istog uzrasta naveo je Altenmullera (Altenmuller et al., 1997) da zaključi da moždane osnove procesuiranja odslikavaju „biografiju učenja“ svakog pojedinaca; ne samo šta smo naučili, već i kako smo učili.

Iako su biografije učenja veoma individualne i jedinstvene, neki obrasci postoje. Mentalna „šema“, smatraju psiholozi, najfleksibilnija je kod dece i postaje zacementirana kod odraslih (Illeris, 2004). Ovo možemo povezati sa pojmom „fluidne“ inteligencije u detinjstvu i „kristalizovane“ inteligencije kod zrelih odraslih, sa obimom iskustvenog učenja i sposobnosti da se donose sudovi i odluke kao ključnih faktora koji razlikuju adolescente od odraslih (Davies, 1971). U adolescenciji, shema postaje manje fleksibilna i odbrani identitetni sve su aktivniji – na način koji može ograničiti učenje – kako ljudi postaju stariji. Ovi pojmovi „fluidne“ i „kristalizovane“ inteligencije su, čini se, u skladu sa neuronskim rezultatima u vezi sa volumenom sive mase, brojem oblasti aktivnosti koje su uočene u mozgu i njihovoj relativnoj difuznosti ili fokusiranosti u različitom starosnom dobu.

Dalji uvidi o učenju kao razvoju sposobnosti mogu se dobiti iz literaturе o ekspertskom mišljenju. Procesi aklimatizacije, kompetentnosti i visoke stručnosti (Alexander, 2003) svi zahtevaju povećan nivo lične motivacije, kao pomak od površinskog ka dubinskom učenju ukoliko se dostižu viši nivoi (Entwistle, 1984; Hallam, 2005).

Drugi aspekt napredovanja ka „visokoj stručnosti“ identifikovao je Čiksentmihalyi (Csikszentmihalyi, 1996), koji je posmatrao „bujicu“ iskustva u učenju kod adolescenata koji se odvija sa povećanim angažmanom u odabranoj aktivnosti. Bez obzira na tip aktivnosti koja je odabrana i sprovedena, ovo „stanje bujice“ manifestuje se u intelektualnom i emocionalnom uzbuđenju i u adaptaciji pri kojoj se menja hemija tela i osoba se u potrazi sa kompetentnošću i stručnošću kreće ka onome što se naziva „mentalni overdrajv“. Ovo je navelo Čiksentmihalyija da utvrdi da je dostizanje visoke stručnosti i kompetentnosti evolutivno adaptivno. Ovo je konzistentno sa drugim istraživanjima (videti, na primer, Bandura, 1989) koja pokazuju da ljudi najbolje uče kada pokušavaju da urade stvari koje im predstavljaju izazov i koje ih veoma interesuju, što opet odslikava međudejstvo emocionalnog i kognitivnog razvoja sposobnosti.

Interes mora biti interiorizovan i mora postati deo identiteta koji se vremenom održava. Pošto je adolescencija kritični period za formiranje identiteta, faza „identifikacije“ unutar određenih domena učenja uglavnom se pojavljuje u adolescentskim godinama (Hallam, 2005). Sve prethodno navedeno su delovi pomeranja ka kontroli učenja u adolescenciji, što predstavlja najveću

razliku između učenja dece i odraslih. Teorije razvoja adolescenata predstavljaju ovu starosnu grupu kao osobe koje teže da ostvare kontrolu nad sobom i svojim okruženjem; ovo se slaže sa mladalačkim formiranjem identiteta ili razvojem osećaja o tome ko su i kako ih drugih vide (ili kako žele da ih vide).

Erikson (Erikson, 1968) je tvrdio da formiranje identiteta dostiže najkritičniju fazu u adolescenciji, pošto je ovo period života kada se mlada osoba bori za identitetskom konfuzijom kako bi pronašla „ko je“. Ovo je veoma značajno za učenje pošto je identitet važan pokretač motivacije u učenju i često se odbrana identiteta uočava pri otporu ili povlačenju iz učenja. Fundamentalna razlika između učenja dece i odraslih jeste u stepenu kontrole koji učenik ima nad situacijom, kao i u prethodnom učenju i sposobnostima, težnja ka autonomiji u adolescenciji ima ključni značaj za učenje i za način na koji učenik adolescent učestvuje u konstruisanju njenog ili njegovog učenja u interakciji sa društvenim okruženjem. Ovaj proces je, čini se, konzistentan sa saznanjem da sa u adolescenciji razvijaju fokusiranije sposobnosti rešavanja problema i donošenja odluka u poznoj adolescenciji. Dalji razvoj ovih sposobnosti konzistentan je sa dokazima prethodno navedenim u vezi sa kasnijim sazrevanjem relevantnog moždanog regiona (prefrontalnog korteksa).

Težnja za autonomijom i samostalnošću, zajedno sa procesom formiranja identiteta, često takođe uključuje i eksperimentisanje i rizično ponašanje, što su aktivnosti koje same po sebi mogu proširiti sposobnosti i doneti značajno učenje. Predlagano je da je adolescencija „osetljivi“ period za ove vrste učenja, jer obezbeđuje suštinsko „raskidanje“ sa roditeljskim vezama koje omogućava pojavu zrele osobe. Kako vidimo iz prethodne diskusije, postoji veoma malo neuronaučnih dokaza koji bi potkrepili ove tvrdnje, ali čini se da postoji veza sa težnjom za pomeranjem izvan primarne grupe, koja se možda može bolje objasniti povratkom na evolucionu psihologiju. Razumno je pretpostaviti da, iako je adolescencija, možda, osetljiva faza za ovu vrstu učenja, neuspeh u ovom zadatku odrastanja tokom tinejdžerskih godina verovatno neće dovesti do nepovratnih problema koji se ne mogu rešiti kasnije, s obzirom na stepen plastičnosti koji se zadržava tokom poznije dobi.

B.4.1. Implikacije za podučavanje i učenje u periodu adolescencije

Do sada smo pokazali da se važne promene u sposobnostima odvijaju kako se ljudi odrastaju i da na ove promene snažno utiče interakcija sa širim društvenim okruženjem. Dokazi iz društvenih nauka konzistentni su sa dokazima neuronauke u pogledu načina na koji je mozak jedinstveno izvajan, ne samo u

skladu sa onim što je naučeno, već i u skladu sa načinom na koji je nešto naučeno. Razmotreno je i pitanje da li se adolescencija može smatrati kritičnim periodom za razvoj autonomije i kontrole, što adolescente čini manje zavisnim od porodičnog porekla.

Neki, poput tima koji je bio uključen u inicijativu *21st Century Learning* (Učenje za XXI vek) u Velikoj Britaniji, tvrde da ovi rezultati već ukazuju na velike zaokrete koje društvo treba da načini u organizovanju podučavanja i učenja u adolescenciji: organizovanje školovanja, tvrde oni, mora pratiti „šta mozak kaže“, kako bi bilo u potpunosti uspešno.

Menjajući metaforu, Silvester (Silvester, 1995) kaže da Edelmanov model po kome je mozak bogat, slojevit, zbrkan, neplaniran ekosistem džungle ukazuje na to da mozak koji je poput džungle, možda, najbolje uspeva u učionici koja nalikuje džungli i koja obuhvata „mnoštvo senzornih, kulturnih i problemskih slojeva koji su čvrsto povezani sa stvarnim okruženjem u kojem živimo – okruženjem koje najbolje stimuliše neuronske mreže koje su genetski prilagođene za njega“.

Ključno pitanje jeste veza između motivacije i učenja. Ovde se javljaju mnogi izazovi za trenutnu organizaciju podučavanja i učenja u drugoj fazi obrazovanja u najnaprednijim ekonomijama. Videli smo da je motivacija za učenje tesno povezana sa identitetom i ciljevima koje ljudi sebi postavljaju. Vrednost koja se pripisuje učenju određenih stvari zavisi od njihove veze sa identitetom i ciljevima u određenom periodu života. Poteškoće se javljaju kada je kurikulum predodređen i kada je slaba veza između onoga što se nudi i ličnih ciljeva adolescenta. Što se više podudaraju ciljevi nastavnika, učenika i obrazovnih sistema, to će učenje biti efikasnije, smatra Halam (Hallam, 2005). Štaviše, što je učenje bolje povezano sa višestrukim stimulansima „stvarnog okruženja“, ono će bolje angažovati i animirati učenika.

Koje se stvari moraju promeniti u organizaciji učenja adolescenata kako bi ono bilo u skladu sa onim što mozak kaže, a prema istraživanjima koja su nam dostupna?

1. Rekonceptualizovanje učenje kao doživotnog razvoja ljudskih sposobnosti, pri čemu su promene u mozgu u adolescenciji i poznoj adolescenciji makar jednako važne kao i učenje i potencijal promena u ranom detinjstvu. Obrazovni sistem koji radi na osnovu progresivne selekcije prema „sposobnostima“ određenog starosnog uzrasta ne uklapa se u saznanja koja danas imamo o razvoju ljudskih kapaciteta. Potreban je sistem doživotnog učenja.

2. Potrebni su pristupi učenju koji podstiču visoku stručnosti, u kojima je cilj učenika da poboljšaju svoja postignuća i/ili kvalitet svog rada, bez obzira na relativni napredak drugih učenika. Ovo se nadovezuje na činjenicu da mogu postojati značajne varijacije u sazrevanju mozga među pojedincima u bi-

lo kojoj starosnoj grupi. Potpunije bi trebalo usvojiti principe opservacionog učenja (cognitive apperenticeship). Učenici se „penju“ do sledećeg nivoa uz podršku nastavnika, koji sami dobijaju podršku neophodnim neformalnim putevima i podsticajima.

3. Trebalo bi posvetiti pažnju stavovima koje mladi ljudi imaju o mozgu i sposobnostima. Mnogi mladi veruju da su inteligencija i sposobnosti fiksirani i nepromenjivi. Dweck i Leget (Dweck and Legget, 1988) pokazali su da mladi koji imaju ove stavove o nepromenljivosti inteligencije („entity attitudes“) verovatnije imaju ciljeve koji obuhvataju pozitivnu komparaciju sa drugima, dok oni koji imaju stavove o kumulativnom stvaranju inteligencije („incremental attitudes“) uglavnom sebi postavljaju ciljeve povezane sa sopstvenim napretkom u ovladavanju nekim sadržajem ili zadacima. Oni mladi ljudi koji imaju teorije o fiksiranim sposobnostima i inteligenciji uglavnom smanjuju količinu vremena koje ulažu u školski rad, verujući da su sposobnosti urođene i izbegavajući one aktivnosti u kojima misle da nisu dobri. Oni ulažu malo napora u oblasti u kojima su slabiji i prihvataju da kada se kaže da je neko „dobar/a u nečemu“ znači da ne mora oko toga uopšte da se trudi (Hallam, 2005).

4. Razvrstavanje ljudi u određene tipove učenika ili prema određenim stilovima učenja pre će ograničiti nego poboljšati učenje. Kofildov (Coffield, 2004) rad na stilovima učenja ukazao je na značajne nedostatke u rezultatima koji su osnova mnogih modela koji se danas koriste i naglasio je opasnosti nekritičke primene tih modela.

5. Prethodno učenje trebalo bi progresivno da se izgrađuje, da podstakne i kanališe razvoj kompetencija i visoke stručnosti. Trenutna organizacija školovanja u mnogim obrazovnim sistemima ne ispunjava efikasno ovaj zadatak, već naprotiv uvodi prekide u fazama adolescencije koje mogu ugroziti napredak u učenju.

6. Adolescenti bi trebalo da nastave da razvijaju niz perspektiva stečenih iskustvom i različitim tipovima učenja kako bi se unapredile njihove sposobnosti rešavanja problema i donošenja odluka. Ovo važi i za poznu adolescenciju i za ranu odraslost. Širina bi trebalo da ide ruku pod ruku sa mogućnostima za veoma fokusirane aktivnosti koje omogućavaju i podstiču „protok“. Podrška ovom tipu učenja trebalo bi da se proširi i na treću deceniju života svih mladih ljudi, ne samo onih koji su ušli u visoko obrazovanje, već i onih koji su počeli da rade.

7. Veći značaj trebalo bi dati vanškolskim i vannastavnim aktivnostima. Osećaj „protoka“ i ushićenja učenjem danas mladi sve više dobijaju izvan formalnih konteksta učenja i mladi koji „ne uspeju“ u školi mogu, i to se često dešava, razviti identitete i steći odobravanje vršnjaka u nekonvencionalnim aktivnostima koje donose ovo iskustvo i radost učenja. Od ključnog značaja

je način na koji nastavnici vrednuju i podržavaju „vannastavne“ i opcionalne aktivnosti u adolescenciji. Ove mogućnosti trebalo bi otvoriti svim učenicima, a ne samo onima koji imaju roditeljske resurse i pristup. Učenje se može poboljšati ako učenici i nastavnici prihvate prethodno učenje i iskustvo koje nastaje u ovim opcionalnim aktivnostima i ako se dalje razvija u drugim okruženjima za učenje, omogućavajući da se veze prošire i konsoliduju.

8. Učenicima bi trebalo ponuditi da izaberu šta će i kako učiti, kad god je to moguće i kad god je u skladu sa potrebom da se razvijaju iskustvo i perspektive tokom adolescencije.

Pored ovoga, Halam je oslanjajući se na rezultate neuronauke i na literaturu o „stručnosti“ predložio svima koji učestvuju u podučavanju nekoliko preporuka za poboljšanje motivacije i učenja:

- Izbegavati prenatrpavanje kurikuluma.
- Davati zadatke koji učenicima predstavljaju izazov, ali im nisu previše teški.
- Obezbediti prostor za različite nivoe prethodnog znanja i iskustva.
- Izbegavati prideve u vezi sa „sposobnostima“.

Podsticati učenike da preuzmu odgovornost sa sopstveno učenje uz shvatanje da je i ovo nešto što se mora naučiti, a ne nešto što se može samo zahtevati od dece.

B.5. Izazovi i budući pravci: ka novoj sintezi

Ciljevi ovog poslednjeg dela su sledeći:

1. Sumiranje značajnijih procepa i nedostajućih pravaca; šta je poznato, šta je nepoznato i šta je sledeće što je potrebno saznati.

2. Razmatranje pitanja da li se može ostvariti nova sinteza između proučavanja mozga, kognitivne nauke, drugih društvenih nauka i evolutivne psihologije, a u cilju razumevanja pitanja do koje mere se aspekti učenja u adolescenciji mogu smatrati ključnim elementima u kritičnom periodu života.

Već smo pokazali da, uprkos poteškoćama da se razmrse efekti sazrevanja i iskustva, možemo uočiti obrazac koji nastaje iz do danas dostupnih saznanja:

- Razvoj mozga nastavlja se i kod odraslih i to je dinamičan proces.
- Iskustvo ima važnu ulogu jer „vaja“ i „usavršava“ mozak, što je proces koji se nastavlja i kod odraslih, mada se fleksibilnost donekle gubi u poznijim godinama.
- Iako se s godinama smanjuje „plastičnost“ mozga, povećava se „stručnost“ u onome što smo već naučili.
- Imamo unapred date predispozicije, ali dokazi dovode u pitanje gledište da je razvoj determinisan u ranom dobu.
- Mozak, čini se, postaje spreman za razvoj samokontrolisanih i ciljnih

ponašanja u poznoj adolescenciji jer oblast mozga (dorzolateralni delovi frontalnih režnjeva) koji su zaduženi za ove zadatke sazrevaju kasnije.

- Nema dovoljno dokaza koji govore u prilog postojanju „kritičnih perioda“.
- Osetiljivi periodi, čini se, postoje kao optimalni, ali ne i konačni periodi kada se neke sposobnosti mogu razviti.
- Postoje velike individualne razlike u sazrevanju mozga.

Iako su ovi opšti elementi očigledni, postoji tek mali broj longitudinalnih studija koje prate promene u jednoj grupi tokom adolescencije i ranih dvadesetih godina. Kako bi se detaljnije objasnili ovi opšti elementi potrebni su rezultati iz većeg broja longitudinalnih istraživanja. Takođe, najveći deo saznanja o odnosima između razvoja mozga i ponašanja zasnovan je na naknadnim interpretacijama, jer uočavamo neke promene u mozgu i potom pokušavamo da ih povežemo sa onim što se već zna o ponašanju. Buduća istraživanja trebalo bi da prate promene u mozgu i ponašanju simultano kako bi se dobili direktniji dokazi.

Zauzeli smo i perspektivu društvenih nauka u kojoj smo predstavili saznanja o učenju adolescenata i razmotrili način na koji „proučavanje mozga“ doprinosi ovom pristupu. Ustanovili smo da proučavanje mozga ne može ni potvrditi ni osporiti teorije o učenju, ali možemo ustanoviti oblasti u kojima postoji slaganje ili neslaganje između rezultata neuronauke i teorija zasnovanih na metodima društvenih nauka. Takođe, možemo izvući neke zaključke o dimenzijama nekih teorija, koje se daljim istraživanjem mogu uspešno razraditi.

Neuronaučni rezultati su konzistentni sa integrativnim pristupom učenju koji prihvata individualne razlike u razvoju sposobnosti. Ove sposobnosti oblikuju se i zajedno konstruišu u interakciji sa društvenim okruženjem u periodu od detinjstva do adolescencije i kasnije tokom života. Za dugoročan proces učenja u adolescenciji veoma su značajni razvoj viših kognitivnih funkcija, samoposmatranje, ciljno ponašanje i formiranje identiteta.

Neuronauka nam može objasniti način na koji mozak radi. Kognitivna nauka pokušala je da ponudi model obrađivanja informacija i višestrukih i višeslojnih procesa učenja. Druge grane društvenih nauka rasvetlile su društvene procese koji deluju pri učenju i razvoju ljudskih sposobnosti. Pitanja kako su se i zašto ljudske sposobnosti razvile na ovaj način pripada antropolozima i evolutivnim psiholozima. Moguće je da bi bolje integrisanje ove dve discipline u analizu donelo neke veze koje nedostaju u trenutnom korpusu znanja. Već smo utvrdili, na primer, da adaptivni mehanizmi, u evolucionom smislu, mogu objasniti rizično ponašanje i traženje iskustva i izazova koji nisu dobro objašnjeni u drugim naukama. Jasno je da su potrebne nove interdisciplinarne sinteze kako bi pojedinačne discipline napredovale.

Dosadašnja saznanja prilično snažno ukazuju na to da se obrazovanje i organizacija nastave i učenja mora čvršće povezati sa načinima na koje se ljudske sposobnosti „prirodno“ razvijaju i sazrevaju u interakciji sa fizičkim i društvenim okruženjem. Mnogi prethodni stavovi o „sposobnostima“ moraju se preispitati. U periodu adolescencije ovo znači da se mora pokloniti više pažnje prethodnom učenju i iskustvu, da se moraju prihvatiti individualne razlike, podstaći stručnost i izazov, promovisati samoposmatranje i odgovornost kada je adolescent za to spreman i da se mora prihvatiti stav da se razvoj novih sposobnosti nastavlja i posle adolescencije. Najveći izazov za budućnost jeste osmišljavanje novih interdisciplinarnih sinteza koje bi se bavile ovim pitanjima.

Keren Evans i Kristijan Gerlah

B.6. Odogovor ljudi iz prakse: Imam san

Provela sam mnogo godina podučavajući, uglavnom u Francuskoj, ali i u nekim drugim zemljama, uglavnom adolescente, ali i decu i odrasle. Poprilično vremena sam provela čitajući zvanična uputstva i pohađajući dodatne obuke za nastavnike. Takođe, dosta sati provela sam proučavajući obrazovne nauke, društvene nauke, socijalnu psihologiju i sve „logije“ koje se mogu zamisliti. Sve ove godine sanjam o drugačijem načinu posmatranja učenika. Imam toliko ideja kako bi podučavanje i školovanje trebalo da izgledaju, i iznenada se pojavi ovaj članak ... izuzetno jasne, neverovatno koncizne strane koje ne samo da sumiraju, već i naučno podupiru većinu onoga što mi se već nekoliko godina vrzma po glavi u vezi sa pitanjem čemu i kako bi trebalo da podučavamo adolescente.

Moja reakcija na ovaj rad je dvostruka: sa jedne strane, očito je u skladu sa mojim stavovima o obrazovanju i učenju, ipak, sa druge strane, mogu samo da razmišljam s gorčinom „Koliko će nam trebati da zaista počnemo da radimo na ovoj osnovi?“.

I dalje imam svoj san, ali sada osećam da nisam puno pogrešila i, s obzirom na to šta nauka danas zna, spremnije ću podeliti svoje stavove o školovanju adolescenata. Zapravo, smatram da moramo posmatrati učenike, kao i podučavanje, na potpuno drugačiji način. Možda moramo porazmisliti o definisanju novih ciljeva za školovanje, novih misija za nastavnike i novih metoda evaluacije. Ne kažem da moramo sve promeniti, ali mi (obrazovna zajednica) moramo promeniti način na koji vidimo đake, bez obzira na to kojeg su uzrasta.

B.6.1. Ponovno razmatranje podučavanja

Zašto?

Iako danas poklanjamo više pažnje ličnosti učenika nego što smo to činili pre nekoliko decenija, čini se da i dalje moramo da radimo u ovom pravcu. Nastavnici pred sobom vide grupu ljudi koji se moraju pripremiti za predstojeći ispit i koji moraju biti spremni da daju odgovore na pitanja (ona su ponekad teška) kako bi se proverilo njihovo akademsko znanje. Jasno je čak i da su ponekad učenici sposobni da napišu pasus o temi koju su napamet naučili, a da su potpuno nesposobni da objasne značenje ili da iskoriste naučno u različitim situacijama. Zbog toga sam čvrsto uverena da nastavljamo da ih kljukamo bez obzira na to da li su spremni ili da li žele da progutaju ono što nudimo.

Ukoliko prihvatimo stavove iznete u radu:

1. „učenje je prirodan proces za sva ljudska bića“ (deo B.4) moramo se zapitati zašto adolescenti ne vole školu i kako ih možemo pomiriti sa procesom učenja.

2. „učenje je mnogo više od usvajanja sadržaja ili razvoja kognitivnih veština“ (deo B.4), onda očito podučavanje nije samo pitanje nagomilavanja lekcija i vežbanja (čak i kada ih nazivamo „aktivnosti“) prema krutom kurikulumu i u cilju polaganja ispita.

Zaista, podučavanje ne bi trebalo da se bavi samo sadržajem, već i njegovim značenjem. Niko ne može naučiti nešto što nema značenje – a ovo ponajviše važi za adolescente. Očito se kurikulumi smisleno i koherentno nadovezuju jedan za drugim, ali ovo moramo učiniti očiglednim i jasnim našim adolescentima.

Keren Evans i Kristijan Gerlah se slažu da se „učenje uvek odvija u socijalnim kontekstima putem interakcije između učenika i njihovog okruženja“, što ukazuje na to da bi uvek trebalo da ono što podučavamo povezujemo sa nečim konkretnim, nečim što je blisko okruženju adolescenata i što im postepeno otvara oči i omogućava da razumeju društvo u kome žive: ego, porodicu i prijatelje, školu, radno okruženje, društvo, život.

Ovde bih dodala da se interakcija ne može ostvariti ako učenicima nisu jasne stvari o kojima ih podučavamo.

Apstraktni koncepti mnogo se bolje razumeju ako se zasnuju na konkretnim pitanjima i objašnjenjima. Dobar primer za ovo je knjiga „Sofijin svet“ Justejna Gordera, koja omogućava lak način razumevanja filozofije.

Slično, svaki predmet koji se uči u školi podrazumeva i veoma specifičan rečnik – žargon – koji učenici moraju da nauče. Drugim rečima, oni moraju

istovremeno naučiti i reč i njeno značenje. Ovo nije nemoguć zadatak ako se: 1) reč prvo objasni osnovnim rečima i 2) nema previše novih pojmova koji moraju da se nauče za jedan dan.

Verujem da nastavnici, koji moraju da prate prenatrpan kurikulum, nemaju vremena (ili neće da ga imaju) da uspore kod složenih pojmova; objasne ih jednom tokom časa i očekuju da učenici vredno rade kod kuće, razumeju, usvajaju i sami vare ove pojmove. Ovde se, dakle, postavlja pitanje na koje nastavnici moraju svakodnevno da odgovaraju: da li je prosečan adolescent sposoban, motivisan, spreman da sam napravi ovaj korak, kada postoji toliko drugih društvenih iskustava za proživljavanje posle škole?

Takođe, nastavnici često zaboravljaju (ili umanjuju?) značaj drugih predmeta koje učenici imaju u kurikulumu (ponekad čak 10 ili 12, mada ovo varira od zemlje do zemlje). Znamo da mozak adolescenta ima ogromnu mogućnost da uči, ali ne mislim da im načinom podučavanja i ocenjivanja pomožemo da iskoriste ovu mogućnost.

Kako?

Prvo, smatram da moramo mnogo više raditi na metodologiji nego što smo dosada. Često pretpostavljamo da su, pošto odrastaju, adolescenti koji „sazrevaju“ spremni da rade samostalno. Ali gde i kada u okviru kurikuluma oni uče kako da uče? Često im se objasni kako da uče, ali mislim da bi im učenje trebalo demonstrirati.

Ne kažem da treba da radimo umesto njih, ali zašto ne bismo ostvarili neku vrstu napretka, unutar kurikuluma, koji bi postavio različite korake koje učenik mora načiniti u pogledu učenja i ostvarivanje autonomije u svom procesu učenja.

- Prvo, ovo znači da bi svi nastavnici trebalo da vode učenike i dake ka tome da postavljaju i odgovoraju na pitanja: „Zašto učim ovo?“, „Zašto mi je ovo važno?“, „Kako se ovo uklapa (ili će se uklopiti) u moj svakodnevni život?“, „Kada, kako i zašto će mi ovo biti korisno“. I ako sam predmet nije povezan sa nečim konkretnim u stvarnom, bliskom, okruženju studenta, kako je povezan sa nekim drugim predmetom? Zapravo, može se ponuditi bilo koji razlog, dok god on ima smisla za učenike.

- Zatim sledi pitanje kako bi učenici trebalo da nauče određenu temu. Ovde bi opet nastavnici trebalo da ih vode kroz rad i da im pokažu (radeći sa njima neko duže vreme) kako da se neprestano vraćaju onome što su uradili, i povezuju to sa onim što su prethodno radili ili sa ličnim iskustvom ili da vide ili oseće prirodni sled cele lekcije.

Ukoliko vodimo učenika kroz rad, takođe im pokazujemo da niko ne može sve usvojiti odjednom i da to može potrajati. Koliko adolescenata je sposobno da samostalno radi na nečemu što sami ne razumeju i da ustraju u pokušaju da sami razumeju o čemu se tu radi? Veoma malo. Moraju da oseće da nastavnici rade zajedno sa njima – ne da rade posao umesto njih – kako bi stigli do zajedničkog cilja. Opet, nastavnici moraju imati vremena, moraju posvetiti neko vreme i neko vreme im mora biti dato kako bi se omogućilo da se znanje slegne.

U periodu života pojedinca, kada je mozak optimalno pripremljen za kognitivno učenje, smatram da nastavnici imaju ključnu ulogu u vođenju ovog procesa.

Uverena sam da je rad na metodologiji jedan od načina da se poboljša proces učenja. Takođe, ako đaci ili učenici steknu znanje o tome kako da uče, nastavnici su verovatno mudro uložili vreme, umesto da ga potroše. Pomogli bi učenicima da razviju veštine učenja koje će koristiti tokom celog života i koje će im verovatno pomoći da budu sigurniji u sebe.

Druga stvar koja se mora imati na umu je motivacija. Svi znamo da su adolescenti daleko više zainteresovani za interakciju sa vršnjacima nego za usvajanje akademskog znanja. Međutim, ne možemo se samo sakriti iza ove tvrdnje kada se suočimo sa buntovnim/om tinejdžerom/kom. Takođe znamo da su prirodno veoma znatiželjni. Zašto nastavnici retko koriste ovu znatiželju da podstaknu motivaciju i animiraju učenike za različite zadatke?

Verujem da su opet odgovorni vreme i prenatrpan kurikulum. Adolescentima bi sigurno bilo interesantnije i konstruktivnije da se različitim temama bave putem projekata u kojima bi aktivno učestvovali. Iako tako ne izgledaju, većina adolescenata voli izazov – dok god nije suviše težak – i jesu (ponekad nesvesno) spremni da dokažu da mogu nešto da urade dobro.

Bez obzira na školski predmet, uvek postoji način da se formalni akademski ciljevi ostvare na neformalan način.

Osmišljavanje niza projekata ili samo okvira koji je u vezi sa kurikulumom, angažovanje učenika da odaberu jednu stvar i budu za nju odgovorni, od kreiranja do realizacije, za mene predstavljaju drugačije i neophodne načine posmatranja podučavanja.

Ovo, naravno, ne znači da ostavimo po strani osnovne i fundamentalne nastavne teme, ali znači da su nam potrebni lakši kurikulumi kako bi učenici učili radeći. Što se tiče nastavnika, oni će imati vremena da razmisle o učenicima kao individuama u procesu neprestanog razvoja, a to bi im omogućilo da uče kroz interakciju sa okruženjem koje bi sami za sebe odabrali.

Da bi se ovo dogodilo, učenje mora poticati iz različitih izvora:

1. Osnovne teme za učenje koje bi došle od nastavnika u onome što možemo nazvati „tradicionalni način“.

2. Šire teme koje bi kombinovale važne elemente koji su postavljeni kurikulumom i lične elemente koje bi sami studenti uneli.

Sve pomenuto u radu Keren Evans i Kristijana Gerlaha o mozgu i učenju u adolescenciji uklapa su u ideju da se radi na ovaj način. Nastavnici ne bi samo pomagali gomili mladih učenika da se popnu jednu stepenicu više u testovima, već bi im pomagali da postanu odgovorni za projekte, preuzmu inicijativu, nadograđuju svoju ličnost i budu sigurniji u sebe i kreativniji.

B.6.2. Treba li da definišemo nove ciljeve za škole i nove misije za nastavnike?

Kada razmatramo obrazovanje i učenje kao interakciju između učenika i njihovog okruženja moramo, u nekom trenutku, uzeti obzir evoluciju društva u kojem naši „učenici“ žive. Nemam nameru da zađem duboko u ovu temu, ali na dve stvari želim da ukažem.

1. Kako evoluiraju sredstva komuniciranja (televizija, internet, on-lajn igrice isl), svi se, čini se, slažu da su današnji adolescenti razvili druge veštine i generalno imaju širu opštu kulturu nego đaci od pre nekoliko decenija. Nisam, međutim, sigurna da su kurikulumi i načini podučavanja ispratili ovu (r)evoluciju. Osim toga, između televizije, veba i konzola, adolescenti postaju još pasivniji nego što su bili. Skoro da ih niko ne tera na akciju. Često se smatraju pasivnim konzumentima koji nisu sposobni da se potrudu, a ipak, da li im se kod kuće ili u školi nude mogućnosti u koje bi uložili trud?

2. I većina društava je evoluirala i nisam sigurna da roditelji mogu da igraju istu ulogu kao pre. U osiromašenim predgrađima često možemo pronaći roditelje koji ne mogu da se nose sa zadacima koje deca donose kući. Često ne mogu da im pomognu oko domaćeg i ne mogu sebi priuštiti privatne časove. Slično tome, u srednjim i višim slojevima društva roditelji su često umorni, pod stresom ili odsutni zbog posla i ne mogu stalno biti tu da pomognu deci. Ovoj listi možemo dodati i porodice sa jednim roditeljem i različite druge situacije.

Ponekad imam osećaj da umesto da krivi roditelje i način na koji obrazuju decu, obrazovna zajednica treba da reaguje i vidi kako može da ispuni neke od praznina koje je današnje društvo stvorilo. Ne kažem da bi škola trebalo da preuzme ulogu roditelja, ali verujem da nešto možemo učiniti da sprečimo produbljivanje jaza između dece kojoj neko može da pomogne i one koja nemaju pomoć. Posebno želim da verujem da je škola mesto u kojem se svima pružaju jednake prilike.

Imajući na umu ideju podučavanja putem projekata, verujem da je ovo takođe način da se deci nadoknadi ono što više nemaju kod kuće. Škola je – za mene – očigledno mesto za pomoć pri „vajanju“ adolescenata, „oblikovanje“ njihovih

mozgova i razvoj znatiželje. Škola bi, takođe, trebalo da bude mesto u kojem će imati priliku da sprovedu znanje koje su usvoji u školi i izvan nje; veći deo vremena i ne pomišljaju na tako nešto. Ovo je u direktnoj vezi sa onim o čemu se govori u delu B.4.1.

Kao posledica svega ovoga, čini se da je očito da su potrebne „promene u organizaciji učenja u adolescenciji“. „Promene“ koje Keren Evans i Kristijan Gerlah pominju u radu dovoljno su jasne i precizne da ih ne moramo dalje razvijati, ali oni definitivno predlažu definisanje nove misije za školu i nastavnike. Trebalo bi im omogućiti (ili ih zamoliti) da prošire aktivnosti i treba im dati sredstva i vreme da češće individualizuju učenje. Radeći više na motivaciji, a manje na prenatrpanom kurikulumu, nastavnici bi mogli doprineti razvoju emocionalnih i kognitivnih procesa u adolescentskom mozgu.

Postoji ipak još jedna stvar koja se ne pojavljuje u članku, a koja se tiče nastave: to su vrednovanje i ocenjivanje. Ako ocenjivanje može biti podsticajno i motivišuće, onda ono može biti obeshrabrujuće i inhibirajuće. U nekim školskim sistemima, deca dobijaju ocene već od četvrte godine. Ponekad veoma rano u detinjstvu postoji pritisak na decu i u slučaju onih koji imaju poteškoće u ranim fazama možemo se samo pitati kako su uspeali da usvoje išta dobro i konstruktivno iz procesa učenja.

Ovo je još jedna promena kroz koju moramo proći. Verujem da moramo dobro razmisliti o vrednovanju i, opet, moramo pronaći način da vrednujemo evoluciju sposobnosti, kao i formalno znanje. Evropski jezički portfolio (European Language Portfolio) koji je kreirao Savet Evrope deluje zanimljivo jer omogućava ljudima da dosegnu različite nivoe kompetencija ne prosuđujući unutar te kompetencije šta je dobro ili pogrešno. Na primer, utvrdiće da možete da postavljate jednostavna pitanja na stranom jeziku, a neće reći da li pravite male gramatičke greške, da li imate pravilan akcenat isl.

Zašto ne bismo ustanovili takvu jednu skalu oko projekata za koje bi se studenti opredeljivali? To bi se verovatno slagalo sa „tradicionalnim“ školskim izveštajem i verovatno bi nekim studentima (posebno onima koji pate od disleksije, diskalkulije, ADHD-a i sl.) dalo priliku da ostvare mnogo bolje rezultate od onih koje su imali na čisto akademskom testiranju.

Sada se vraćam u stvarnost i imam osećaj da postoji šansa da će se neka vrata uskoro otvoriti za drugačije načine podučavanja. Međutim, i dalje ima mnogo posla i dug je put do „priznavanja individualnih varijacija, podsticanja stručnosti i izazova i promovisanja samoposmatranja i odgovornosti kada je adolescent za to spreman“. Ujedno sam svesna da se sve ove stvari tiču „prosečnog adolescenta“, ali ne uzimaju u obzir one sa kojima treba da radimo na licu mesta: psihologe, doktore i socijalne radnike.

Sandrin Kelner

Literatura

Alexander, P.A. (2003), "The Development of Expertise: The Journey from Acclimation to Proficiency", *Educational Researcher*, Vol. 32(8), pp. 10-14.

Altenmuller, E.O., W. Gruhn and D. Parlitz et al. (1997), "Music Learning Produces Changes in Brain Activation Patterns: A Longitudinal DC-EEG-study Unit", *International Journal of Arts Medicine*, Vol. 5, pp. 28-34.

Baethge, M. (1989), "Individualization as Hope and Disaster", in K. Hurrelmann and U. Engel (eds.), *The Social World of Adolescents*, de Gruyter, Berlin.

Bandura, A. (1977), "Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioural Change", *Psychological Review*, Vol. 84, pp. 191-215.

Bandura, A. (1989), "Regulation of Cognitive Processes through Perceived Self-efficacy", *Developmental Psychology*, Vol. 25, pp. 729-735.

Bandura, A. (1997), *Self-efficacy: The Exercise of Control*, Free Press, New York.

Bechara, A., H. Damasio, D. Tranel and A.R. Damasio (1997), "Deciding Advantageously before Knowing the Advantageous Strategy", *Science*, Vol. 275, pp. 1293-1295.

Blakemore, S.J. and U. Frith (2000), *The Implications of Recent Developments in Neuroscience for Research on Teaching and Learning*, Institute of Cognitive Neuroscience, London.

Bruer, J. (1993), *School for Thought*, MIT Press.

Casey, B.J., J.N. Giedd and K.M. Thomas (2000), "Structural and Functional Brain Development and its Relation to Cognitive Development", *Biological Psychology*, Vol. 54, pp. 241-257.

Casey, B.J., N. Tottenham, C. Liston and S. Durston (2005), "Imaging the Developing Brain: What Have we Learned about Cognitive Development", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 9, pp. 104-110.

Chugani, H.T. (1998), "A Critical Period of Brain Development: Studies of Cerebral Glucose Utilization with PET", *Preventive Medicine*, Vol. 27, pp. 184-188.

Chugani, H. T. and M. E. Phelps (1986), "Maturational Changes in Cerebral Function in Infants Determined by 18FDG Positron Emission Tomography", *Science*, Vol. 231, pp. 840-843.

Chugani, H.T., M.E. Phelps and J.C. Mazziotta (1987), "Positron Emission Tomography Study of Human Brain Functional Development", *Annals of Neurology*, Vol. 22, pp. 487-497.

Cockram, L. and H. Beloff (1978), "Rehearsing to Be Adult: Personal Development and Needs of Adolescents", National Youth Agency.

Coffield, F. (2004), *Learning Styles and Pedagogy in Post-16 Education*, Learning and Skills Development Agency, London.

Cole, M. and S.R. Cole (2001), *The Development of Children* (4th edition), Worth Publishers, New York.

Coleman, J.C. (1970), "The Study of Adolescent Development Using a Sentence Completion Method", *British Journal of Educational Psychology*, Vol. 40, pp. 27-34.

Coleman, J.S. (1961), *The Adolescent Society*, Free Press, New York.

Csikszentmihalyi, M. (1996), *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*, Harper Collins, New York.

Damasio, A.R. (1994), *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, G.P. Putnam, New York.

Davies, I.K. (1971), *The Management of Learning*, McGraw-Hill, London.

Devlin, J.T., R.P. Russell, M.H. Davis, C.J. Price, J. Wilson, H.E. Moss, P.M. Matthews and L.K. Tyler (2000), "Susceptibility-induced Loss of Signal: Comparing PET and fMRI on a Semantic Task", *NeuroImage*, Vol. 11, pp. 589-600.

Draganski, B., C. Gaser, V. Busch, G. Schuierer, U. Bogdahn and A. May (2004), "Changes in Grey Matter Induced by Training: Newly Honed Juggling Skills Show up as a Transient Feature on a Brain-imaging Scan", *Nature*, Vol. 472, pp. 111-112.

Durston, S., H.E. Pol, B.J. Casey, J.N. Giedd, J.K. Buitelaar and H. van Engeland (2001), "Anatomical MRI of the Developing Human Brain: What Have we Learned?", *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol. 40, pp. 1012-1020.

Dweck, C.S. and E.L. Leggett (1988), "A Social Cognitive Approach to Motivation and Personality", *Psychological Review*, Vol. 95(2), pp. 256-373.

Elliott, E.S. and C.S. Dweck (1988), "Goals: An Approach to Motivation and Achievement", *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 54, pp. 5-12.

Entwistle, N. (1984), "Contrasting Perspectives on Learning", in F. Marton, D. Hounsell and N. Entwistle (eds.), *The Experience of Learning*, Scottish Academic Press, Edinburgh, pp. 1-18.

Erikson, E.H. (1968), *Identity, Youth and Crisis*, Norton, New York.

Evans, K. and A. Furlong (1998), "Metaphors of Youth Transitions: Niches, Pathways, Trajectories or Navigations", in J. Bynner, L. Chisholm and A. Furlong (eds), *Youth, Citizenship and Social Change in a European Context*, Avebury, Aldershot.

Evans, K., N. Kersh and S. Kontiainen (2004), "Recognition of Tacit Skills: Sustaining Learning Outcomes in Adult Learning and Work Re-entry", *International Journal of Training and Development*, Vol. 8, No. 1, pp. 54-72.

Evans, K. and W. Heinz (1994), *Becoming Adults in England and Germany*, Anglo-German Foundation for the Study of Industrial Society, London.

Flechsigt, P. (1901), "Developmental (myelogenetic) Localisation of the Cerebral Cortex in the Human Subject", *Lancet*, Oct. 19, pp. 1027-1029.

Fuster, J.M. (2002), "Frontal Lobe and Cognitive Development", *Journal of Neurocytology*, Vol. 31, pp. 373-385.

Gardner, H. (1984), *Multiple Intelligences*, Basic Books, New York.

Giedd, J.N. (2004), "Structural Magnetic Resonance Imaging of the Adolescent Bra-

in", *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1021, pp. 77-85.

Giedd, J. N., J. Blumenthal, N.O. Jeffries, F.X. Castellanos, H. Liu and A. Zijdenbos et al. (1999), "Brain Development during Childhood and Adolescence: A Longitudinal MRI Study", *Nature Neuroscience*, Vol. 2, pp. 861-863.

Hallam, S. (2005), *Learning, Motivation and the Lifespan*, Bedford Way Publications, Institute of Education, London.

Havighurst, R.J. (1953), *Human Development and Education*, Longman's, New York.

Hodkinson, P. and M. Bloomer (2002), "Learning Careers: Conceptualising Lifelong Work-based Learning", in K. Evans, P. Hodkinson and L. Unwin (eds.), *Working to Learn: Transforming Learning in the Workplace*, Routledge, London.

Illeris, K. (2004), *Adult Education and Adult Learning*, Roskilde University Press, Roskilde.

Johnson, M.H. and Y. Munakata (2005), "Processes of Change in Brain and Cognitive Development", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 9, pp. 152-158.

Keating, D.P. and B.L. Bobbitt (1978), "Individual and Developmental Differences in Cognitive Processing Components of Mental Ability", *Child Development*, Vol. 49, pp. 155-167.

Kohlberg, L. and C. Gilligan (1971), *The Adolescent as Philosopher*, Daedalus, Vol. 100, pp. 1051-1086.

Krawczyk, D.C. (2002), "Contributions of the Prefrontal Cortex to the Neural Basis of Human Decision Making", *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 26, pp. 631-664.

Mueller, C.M. and C.S. Dweck (1998), "Intelligence Praise can Undermine Motivation and Performance", *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 75, pp. 33-52.

Paus, T. (2005), "Mapping Brain Maturation and Cognitive Development during Adolescence", *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 9, pp. 60-68.

Paus, T., D.L. Collins, A.C. Evans, G. Leonard, B. Pike and A. Zijdenbos (2001), "Maturation of White Matter in the Human Brain: A Review of Magnetic Resonance Studies", *Brain Research Bulletin*, Vol. 54, pp. 255-266.

Piaget, J. (1967), *Six Psychological Studies*, University of London Press, London.

Pinker, S. (2002), *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*, Viking, New York.

Premack, D. and A. Premack (2003), *Original Intelligence: Unlocking the Mystery of Who We Are*, McGraw-Hill, New York.

Rauschecker, J.P. and P. Marler (1987), "What Signals are Responsible for Synaptic Changes in Visual Cortical Plasticity?", in J.P. Rauschecker and P. Marler (eds.), *Imprinting and Cortical Plasticity*, Wiley, New York, pp. 193-200.

Resnick, L.B. (1987), "Learning in School and Out", *Educational Researcher*, Vol.

16, pp. 13-20.

Simos, P.G. and D.L. Molfese (1997), "Electrophysiological Responses from a Temporal Order Continuum in the Newborn Infant", *Neuropsychologia*, Vol. 35, pp. 89-98.

Sowell, E.R., B.S. Peterson, P.M. Thompson, S.E. Welcome, A.L. Henkenius and A.W. Toga (2003), "Mapping Cortical Change across the Human Life Span", *Nature Neuroscience*, Vol. 6, pp. 309-315.

Spear, L.P. (2000), "The Adolescent Brain and Age-related Behavioral Manifestations", *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 24, pp. 417-463.

Stevens, B. and R.D. Fields (2000), "Response of Schwann Cells to Action Potentials in Development", *Science*, Vol. 287, pp. 2267-2271.

Sylvester, R. (1995), *A Celebration of Neurons: An Educators' Guide to the Human Brain*, Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD), Alexandria.

Twenty-first Century Learning Initiative (2005 draft), "Adolescence: A Critical Evolutionary Adaptation, 21st Century learning Initiative", Bath.

Tyler, L.K., W. Marslen-Wilson and E.A. Stamatakis (2005), "Dissociating Neuro-cognitive Component Processes: Voxel-based Correlational Methodology", *Neuropsychologia*, Vol. 43, pp. 771-778.

Wall, W.D. (1968), *Adolescents in School and Society*, National Foundation for Education Research, Slough.

White, T., N.C. Andreasen and P. Nopoulos (2002), "Brain Volumes and Surface Morphology in Monozygotic Twins", *Cerebral Cortex*, Vol. 12, pp. 486-493.

DRUGI DEO

Članak C

Mozak, kognitivnost i učenje odraslih

Raja Parasuraman (Raja Parasuraman), Univerzitet Džordž Mejson,
Ferfeks, Vajoming, SAD

Rudolf Tippelt (Rudolf Tippelt), Univerzitet Ludvig Maksimilijan,
Minhen, Nemačka

Lijet Helvig (Liet Hellwig), Nastavnica i edukatorica
nastavnika za program TEFL, Vankuver, Kanada

C.1. Uvod

Bezmalobolja sva društva razvijenog sveta, i sve veći broj zemalja u razvoju, suočavaju se sa do sada neviđenim porastom broja starijih muškaraca i žena, posebno žena (Keyfitz, 1990; OECD, 2005). Rapidne društvene promene takođe sve više od starijih osoba zahtevaju da usvoje i koriste kompleksne informacije koje dolaze sa novim tehnologijama, ne samo na radnom mestu, već i u domu i svakodnevnom životu. Ovi zahtevi predstavljaju veliki izazov za starije koji se stareći suočavaju sa opadanjem senzornih, percpcijskih i kognitivnih sposobnosti. Posledično, postoje ubedljivi razlozi za razumevanje efekata starenja na učenje odraslih, i iz psihološke i obrazovne perspektive i sa tačke gledišta moždanih mehanizama koji su u osnovi kognitivnosti i učenja.

Učenje i starenje ne mogu se odvojiti od biogenetskih, medicinskih, psiholoških, društvenih i pedagoških problema. Usled toga, potreban je interdisciplinarni pristup da bi se razumeli mozak, kognitivnost i učenje (Bransford, Brown and Cocking, 2004). Sa druge strane, istraživanja mozga pokušavaju da razumeju rad i funkcije koje su u osnovi kognitivnog, efektivnog i društvenog ponašanja. Proučavanje mozga i neuronauka tako obezbeđuju saznanja o razvoju, ali o ograničenjima učenja mozga. Sa druge strane, istraživanje obrazovanja i starenja razmatra kulturne, ekonomske i političke uspehe modernih društava koja zavise od sposobnosti rešavanja problema koju bi građani trebalo da imaju tokom celog života. Ove sposobnosti stižu se u različitim institucijama obrazovnog sistema, kao i u samoorganizovanim, institucionalnim ili implicitnim procesima učenja.

C.1.1. Šta je učenje?

Teško je ponuditi konzistentnu definiciju pojma „učenje“, jer se on koristi na različite načine u različitim disciplinama. Iz psihološke perspektive, učenje se može definisati kao promena u efikasnosti ili korišćenju osnovnih kognitivnih procesa, svesnih i nesvesnih, koji donose efikasnije rešavanje problema i izvođenje zadataka u svakodnevnom životu. Prema ovom gledištu, učenje i razmišljanje povezani su tako da je kognitivnost neophodan, ali ne i dovoljan preduslov za učenje. Učenje se zato tiče ne samo proširenja znanja, već i promena obrazaca delovanja.

Potrebno je takođe da pravimo razliku između formalnog, vaninstitucionalnog i implicitnog procesa učenja, posebno kod odraslih. Formalno učenje povezano je sa obrazovnim institucijama, dok se vaninstitucionalno učenje odvija u klubovima, udruženjima ili na poslu. Implicitno učenje se, sa druge

strane, tiče obrazovnih procesa, često nenameravanih, koji se odvijaju izvan unapred definisanog okruženja za učenje (Tippelt, 2004). Na kraju, može se smatrati da je učenje doživotan proces. Međutim, delimično zbog kompleksnosti prevladajućih faza u životu i faza u učenju, empirijska istraživanja dece, mladih i starijih odraslih i dalje postoje kao razdvojene discipline i retko se stapaju u jedinstvenu perspektivu „celoživotnog istraživanja“ (Weinert and Mand, 1997).

C.1.2. Mozak odraslih

Pošto i psihološka i obrazovna perspektiva posmatraju učenje kao nešto što se makar delimično odslikava na razvoj i manifestaciju različitih kognitivnih procesa, postavlja se pitanje o neuronskim mehanizmima koji su uključeni. Iz neurobiološke perspektive, učenje se može posmatrati kao promena jačine i efikasnosti neuronskih veza koje omogućavaju kognitivne procese (videti Spitzer, 2002). Već je prihvaćena činjenica da se, iako već pri rođenju ljudski mozak sadrži sve svoje veće strukture, značajne promene u broju neurona, vezama i funkcionalnoj efikasnosti dešavaju i posle rođenja i tokom prve godine života. Štaviše, sazrevanje i strukturni razvoj mozga traje i tokom detinjstva i adolescencije i kod odraslih mlađe dobi, odnosno do sredine dvadesetih godina.

Ukoliko odraslost posmatramo kao period od dvadesetih do osamdesetih, strukturne i funkcionalne promene mozga se i dalje uočavaju, mada su manje izraženije i suptilnije, osim u slučajevima poremećaja kod starih, recimo demencije, kada se mogu zapaziti izražene promene u moždanoj strukturi i funkcionisanju. Pošto do šeste godine mozak dostiže oko 90 % veličine mozga odrasle osobe, dugo se verovalo da se promene ne dešavaju kod odraslih. Danas, međutim, znamo da mozak prolazi kroz značajne promene tokom čitavog života. Moderne tehnike neuroodslikavanja danas nam omogućavaju precizno kvantifikovanje ovih promena. Takođe, ove promene odslikavaju ne samo genetski inicirane mehanizme, već predstavljaju i odgovor mozga na faktore okruženja i stila života.

Druga neuronska „dogma“ koja je odbačena poslednjih godina jeste ona da se novi neuroni ne formiraju kod odraslih. Međutim, sada je konačno ustanovljeno da se rađanje novih neurona – neurogeneza – odvija u hipokampusu (Erikssen et al., 1998) i možda i nekim drugim regionima mozga. Značaj ovog otkrića dodatno je potkrepljen studijama koje pokazuju da je neurogeneza kod odraslih u hipokampusu uključena u stvaranje nove memorije (Shors et al., 2001). Stoga je učenje kod odraslih makar delimično posredovano strukt-

urnim promenama mozga, uključujući i formiranje novih neurona. Izazov jeste u razumevanju preciznih mehanizama putem kojih se ove promene mogu povezati sa starosnim varijacijama u kognitivnosti i učenju kod odraslih.

C.1.3. Struktura rada

U ovom radu fokusiraćemo se na neuronske promene koje se odvijaju kod odraslih, onih između 20 i 80 godina. Istraživanje mozga i istraživanje obrazovanja su empirijski zasnovane nauke koje nastoje da ljudima iz prakse i kreatorima politika ponude usmerenja za odluke na osnovu validnih empirijskih rezultata. Danas nisu dovoljni stavovi i ideologije za važne odluke koje se tiču politika, ali da li možemo da ponudimo empirijske rezultate za učenje i obrazovanje zasnovano na dokazima? Zatim, mogu li neuronaučnici ili istraživači obrazovanja ponuditi usmerenje koje ne upada u zamku naivnog „neurologizovanja“ – predlažući promene obrazovne prakse zasnovane na pogrešnim i popularnim saznanjima o funkcionisanju mozga? (Bruer, 1997). Verujemo da može. U skladu sa tim, ovaj rad postavlja okvir za pitanja iz dve perspektive, neuronauke i obrazovnih istraživanja, što je saglasno sa interdisciplinarnim pristupom koji je potreban da bismo bolje razumeli učenje (OECD, 2002).

Ispitivaćemo vezu između promena mozga i značajnih kognitivnih i promena u ponašanju koje se takođe odvijaju kod odraslih. Konačni cilj nam je da razmotrimo koje su implikacije ovih starosnih promena za učenje, podučavanje i obrazovanje i za optimalno funkcionisanje starijih ljudi.

C.2. Starosne promene u kognitivnosti i učenju kod odraslih

C.2.1. Kognitivno starenje

Naučnici u oblasti kognitivnog starenja sprovedi su brojna istraživanja u vezi sa starosnim promenama u kognitivnosti i učenju (Baltes, 1993; Salthouse, 1996). Većina ovih istraživanja osmišljena su kao međusektorska, u kojima su poređene različite kohorte mlađih i starijih odraslih. Međutim, u nekim istraživanjima korišćen je moćniji longitudinalni metod, kojim je generacijska kohorta praćena tokom nekog vremena i testirana u različitim kognitivnim zadacima. I međusektorska i longitudinalna istraživanja dovela su do zaključka

da se sa starenjem smanjuje efikasnost nekih perepcijskih i kognitivnih funkcija, dok druge ostaju stabilne ili razvijenije i efikasnije (Baltes, 1993; Park and Schwarc, 1999). Šema starosnih promena može se sažeti na sledeći način. Dok su odrasli generalno sporiji i imaju slabije pamćenje nego mladi, tipično pokazuju superiornije opšte i verbalno znanje, kreativno rešavanje problema i ono što se može nazvati „mudrost“ (Baltes and Staudinger, 2000; Sternberg, 1990). U smislu gubitaka u starosti, stariji odrasli su sporiji (Salthouse, 1996; Schaie, 2005) i imaju smanjenu sposobnost radne memorije u poređenju sa mlađim odraslima (Dobbs and Rule, 1989). Postoje takođe i ubedljivi dokazi da postoje linearna smanjenja sa godinama u periferalnom (npr. oštrina vida) i centralnom (npr. osetljivost na pokret) vizuelnom i auditivnom senzornom funkcionisanju (Lindenberg, Scherer and Baltes, 2001).

Drugi način da se opišu starosne promene u kognitivnosti jeste u smislu razlike između fluidne i kristalizovane inteligencije (Cattel, 1963). Fluidna inteligencija neprestano se smanjuje negde od četvrte decenije života. Kristalizovana inteligencija, sa druge strane, ostaje stabilna ili se poboljšava. Superiorne verbalne sposobnosti i znanje o svetu kod odraslih, a u poređenju sa mladima, može im omogućiti da kompenzuju nedostatke u brzini obrade i radnoj memoriji (Kruse and Rudinger, 1997).

Sveobuhvatna studija u kojoj su proučavani višestruki domeni percepcije i kognitivnosti jeste ilustrativna za vrstu starosnih promena koje se tipično prate pri istraživanju kognitivnog starenja. Park i saradnici (Park et al., 2002) sprovedli su nekoliko zadataka – koji testiraju brzinu obrade, radnu memoriju, dugoročnu memoriju i rečnik – sa uzorkom od oko 300 odraslih, starosti od 20 do 90 godina. Relativno veliki uzorak omogućio je da se standardizovane (z) vrednosti izračunaju za svaku starosnu deceniju u ovom rasponu. Park i saradnici (2002) otkrili su relativno linalno smanjenje uspešnosti prema starosnim decenijama pri obradi, radnoj memoriji i dugotrajnoj memoriji (slobodan i vođen priziv), dok je rečnik (WAIS i Šipli Šiplijevi testovi) ostao relativno stabilan u srednjem dobu, a povećao se od šezdesetih do osamdesetih godina.

Sličan obrazac skoro linerarnog starosno određenog smanjenja u brzini obrade, radnoj memoriji i dugoročnoj memoriji, zabeležili su Balts i Lindenberg (Baltes and Lindenberg, 1997) u berlinskoj Studiji o starenju između 25. i 103. godine. Značajna odlika ove studije jeste da je pokazala da se smanjenje sa godinama ne razlikuje značajno prema obrazovanju, klasi ili prihodu ispitanika. Sa druge strane, smanjenje sa godinama u bazičnim senzornim procesima – vizuelna i auditivna oštrina – snažno je odredilo smanjenje perepcijskih i kognitivnih sposobnosti. Autori su zaključili da, kao osnovna mera neuronskog integriteta koji nije zagađen društvenim ili sredinskim faktorim-

a, senzorno funkcionisanje predstavlja fundamentalni biološki posrednik starosnog smanjenja kognitivnih sposobnosti.

Starenje može uticati i na upotrebu specifičnih strategija za rešavanje zadataka ili na prioritete u obradi pri izvođenju kognitivnih zadataka. Ove je posebno prisutno kada se stariji ljudi smeste u nepoznato okruženje ili ako se od njih traži da pokažu novo učenje. Stariji odrasli, čini se, pripisuju drugačije prioritete zadacima nego mladi, verovatno zbog potrebe da relociraju resurse za procesuiranje kojih više nema, poput sposobnosti radne memorije. Ovo se može pokazati čak i pri naizgled dobro naučenim ili „automatskim“ veštinama, poput hodanja. Na primer, Li i saradnici (Li et al., 2001) procenjivali su starosne efekte na paradigmu dualnog zadatka (dual task paradigm) u kojoj su pojedinci odvojeno obučavani za zadatke pamćenja i zadatke hodanja, a zatim testirani. Otkrili su da su stariji odrasli veoma vešti u hodanju tokom dvostrukog zadatka hodanja i pamćenja, ali na uštrb pamćenja u poređenju sa zadatkom koji je činilo samo pamćenje. Rezultati pokazuju da su stariji odrasli pridavali veći značaj tome da budu dobri u zadatku hodanja, na uštrb zadatka pamćenja, dok mlađi odrasli nisu morali da usvaju eksplicitnu strategiju i bili su uspešni u oba zadatka. U poređenju sa mlađima, stariji odrasli više su se oslanjali na informacije „odozgo“, kada su one bile dostupne, kada je od njih traženo da obave složene zadatke pažnje. Na primer, traženje meta među ometačima u bogatoj vizuelnoj sceni zavisilo je i od faktora „odozdo“ – istaknutost mete i njena sličnost sa ometačima – i od faktora „odozgo“ poput poznavanja ciljne lokacije ili njene forme. Grinvud i Parasuraman (Greenwood and Parasuraman, 1994, 1999) dali su zadatak mlađim i starijim ispitanicima da traže velike vizuelne celine za određenu metu koja je određena spojem oblika i boje. Pre predstavljanja celine koju treba da pronađu, ispitanicima je dato prethodno znanje o verovatnoj prostornoj lokaciji mete putem naznaka koje su varirale po preciznosti lokacije. Ove naznake imale su kod starijih odraslih mnogo veći efekat za brzinu pronalaženja mete. Korišćenje različitih prioriteta obrađivanja može se interpretirati kao protektivna strategija, pošto se kod starijih odraslih simultano dešava smanjenje u sposobnostima obrade i povećanje znanja (Park et al., 2002). Na primer, Heden, Lautšlager (Heden, Lautenschlager and Park, 2005) otkrili su da se stariji odrasli mnogo više oslanjaju na svoje (superiornije) verbalno znanje u zadatku pamćenja sa uparenim saradnicima (paired associates), za razliku od mlađih odraslih koji se više oslanjaju na brzinu obrade i sposobnost radne memorije.

Da zaključimo, postoji dovoljno dokaza koji govore o smanjenju senzornih funkcija, brzini obrade, radne memorije i dugoročne memorije, a koji su povezani sa starenjem. Ujedno, rečnik, semantičko i znanje o svetu, kao i mudrost poboljšavaju se sa godinama. Ovo su ključne kognitivne funkcije koje

doprinosi individualnom i kolektivnom uspehu u učenju. Čini se da je starenje praćeno i promenama u prioritetima i strategijama izvršavanja zadataka, tako da stariji odrasli više zavise od faktora „odozgo“ i mogu biti kažnjeni kada ova podrška odozgo nije dostupna. Svaka od ovih promena u kognitivnom funkcionisanju može imati negativan uticaj na novo učenje starijih odraslih. Istovremeno, međutim, stariji odrasli mogu kompenzovati ovaj nedostatak u osnovnom kognitivnom funkcionisanju tako što u rešavanje problema unose svoje značajno verbalno i znanje o svetu. Korišćenje dobitaka starenja kako bi se odložili gubici može biti jedna od strategija za mere obrazovanja i obuke koje za cilj imaju unpređenje učenja kod odraslih.

C.2.2. Doživotno učenje: perspektiva obrazovanja odraslih

Celoživotna razvojna perspektiva omogućuje pristup koji je komplementaran okviru kognitivnog starenja, opisanom u prethodnom delu. Ovo gledište prihvata fundamentalan doprinos Erika Eriksona (Erikson, 1996) koji je utvrdio da je ontogenetski razvoj doživotan proces. Nijedan poseban period nema monopol nad ljudskim razvojem i učenje je kontinuirano i kumulativno. Istovremeno, iznenadni i diskontinuirani procesi učenja mogu se dogoditi tokom života. Dok se Erikson prevashodno bavio načinom na koji pojedinci uspevaju da se izbore sa krizama tokom života, moderna obrazovna istraživanja u vezi sa učenjem, razvojem i obrazovanjem naglašavaju višesmernost ontogenetskih promena. Na primer, nedavno sprovedeno istraživanje ustanovilo je međuzavisnost samostalnosti i zavisnosti, tako da se dinamika između rasta, održavanja ili regulacije gubitaka može uočiti među starijim tokom života (Baltes, 1993; Lehr, 1991). Stoga, učenje i razvoj ne označavaju uvek povećanje sposobnosti ili veću efikasnost. Dok je osnovni cilj učenja u prvoj fazi života dostizanje visokog stepena autonomije i empatije, kako ljudi stare tako je sve važnije da se nose za gubitkom fizičke nezavisnosti i da koriste mreže podrške na kreativan i produktivan način.

Prevenција zavisnosti jeste jedan od najvažnijih ciljeva učenja u poznoj dobi, pošto očuvanje kompetencija obezbeđuje da sposobnosti i lični razvoj deluju zajedno (Alterskommission, 2005). Pravac razvoja veoma zavisi od društvenog položaja i situacije u kojoj se nalazi pojedinac. Sociolozi, sa druge strane, naglašavaju istorijski kontekst učenja, odnosno da je doživotno učenje ograničeno ne samo biološkim i kognitivnim preduslovima, već i društvenim i kulturnim kontekstom istorijske epohe. Prema ovom gledištu, razvoj s godinama povezan je sa kolektivnim generacijskim iskustvom ekonomske krize ili blagostanja, kulturnim vrednostima i bazičnim političkim iskustvima.

Na primer, u modernim društvima odrasli imaju viši prosečni nivo obrazovanja i bolje su upoznati za obrazovnim mogućnostima nego ranije generacije. Povećan životni vek i tehničke inovacije sadrže rizik da sistemi znanja brzo postaju zastareli. Usmerenje obrazovnih procesa samo ka ranim fazama života danas više nije dovoljno; štaviše, iz perspektive pojedinaca i društva, rad se mora povezati sa doživotnim učenjem. Sa jedne strane, takvo učenje društveno se fokusira na poboljšanje ekonomskih sposobnosti kompetitivnosti i na podršku stručnim sposobnostima, a takođe i na jačanje socijalne kohezije u modernim pluralnim i individualizovanim društvima. Sa druge strane, doživotno učenje, posebno individualno, ima za cilj samostalan razvoj i održavanje nezavisnosti kod odraslih. Takve perspektive moraju se imati na umu kada se razmišlja o odnosu mozga i učenja kod odraslih.

U istraživanjima koja se bave učenjem i obrazovanjem, kao i u gerontologiji, mogu se razlikovati normalni, optimalni i patološki oblici starenja (Thomae, 1970; Kruse, 1997; Lehr, 1991). Proces starenja veoma se razlikuje od osobe do osobe. U skladu sa tim, strategije učenja i istraživački pristupi moraju da raspoznaju i uzmu u obzir individualne faktore. U narednim delovima ovog rada individualne razlike posmatraćemo iz kognitivne, genetske i neuronske perspektive.

Normalan proces starenja i optimalni oblici učenja odraslih fokusiraju se na unapređenje pedagoških, medicinskih, psiholoških i društvenih osnovnih stanja i na ponudu različitih usluga. U ovom pristupu podrazumeva se da rana posvećenost učenju u porodici ili školi imaju pozitivan efekat na dalji lični razvoj i aktivno učenje u poznijoj dobi (videti Feinstein et al., 2003). U okviru ovog pristupa analizira se proces starenja uz pomoć modela optimističnih kompetencija (optimistic competence model), koji zamenjuje uži model deficita u kojem je starenje, jednostavno, izjednačeno sa kognitivnim, psihološkim i društvenim gubicima (videti Kruse and Rudinger, 1997).

Nezavisno od modela deficita, drugi pravac istraživanja ide u smeru analize određenih patoloških pratilaca starenja. Reč je različitim demencijama i raznim oboljenjima koja deluju u kombinacijama koje se najčešće javljaju u poznoj dobi. Prevencija koja počinje u mladosti ili u dvadesetim godinama, pruža šansu za dug i zdrav život, nezavisnost i podelu odgovornosti. Postoji ideja da se oboljenja i mentalna oštećenja – sa daljim povećanjem životnog veka – smanje na poslednje godine života (Baltes, 2003), kako bi se omogućila željena duža i istraživačka aktivnost u starosti. Ove stvari stavljaju važna pitanja pred proučavanje mozga: Šta znamo o studijama neuroodslikavanja starijih odraslih ljudi? Da li razlike među pojedincima utiču na moždane funkcije i mogu li se nadoknaditi kortikalni informacioni procesi? Kako se u mozgu manifestuju različiti oblici kognitivnih i emocionalnih procesa? Na kraju, kako možemo iskoristiti narastajuću literaturu kognitivne neuronauke o starenju kako bismo postigli optimalno starenje i pob-

oljšali mogućnosti učenja kod odraslih? Nekim od ovih pitanja pozabavićemo se u narednim delovima.

C.3. Starenje i moždane funkcije: strukturalno neuroodslikavanje

Starenje mozga povezuje se sa nizom strukturalnih promena na različitim nivoima neuronske organizacije, od međučelijske, neuronske do međukortikalne. Na opštem nivou, *postmortem* istraživanja su pokazala da u starosti mozak gubi oko 2 % težine i volumena po deceniji (Kemper, 1994). Kompjuterizovana tomografija (CT) i magnetna rezonanca (MRI) pokazuju da se globalni volumen mozga smanjuje u sistematski negativnoj koleraciji sa godinama (Raz et al., 2005). MRI je osetljivija tehnika od CT-a i posebno je korisna za razlikovanje sive mase (neurona) i bele mase (aksona). Pomoću MRI-ja visoke rezolucije možemo, ne samo razlikovati promene u volumenu sive i bele mase, već i kvantifikovati promene volumena posebnih kortikalnih i subkortikalnih struktura mozga, kao i komora (ventrikula).

Podaci dobijeni MRI tehnikom pokazuju da je starenje praćeno smanjenjem volumena sive mase (Resnick et al., 2003; Sowell et al., 2003). Smanjenje volumena može se uočiti već u tridesetim godinama (Courchesne et al., 2000), ali tipično se najpouzdanije uočava kod odraslih preko pedesete godine. Kako se može videti iz skorih studija u kojima su praćeni ispitanici od 15 do 90 godina (Walhovd et al., 2005) kortikalna siva masa ravnomerno se smanjuje tokom života, ali smanjenje je najočiglednije u srednjoj dobi. Međutim, trebalo bi primetiti da nije dokazano da smanjenje volumena sive mase sa godinama predstavlja smanjenje broja neurona (Zbog toga stara tvrdnja da se sa starenjem gube moždane ćelije nije nužno tačna). Iako postoje izveštaji o dokazima neuronskog iscrpljivanja (*attrition*) (Kemper, 1994), ovo ostaje kontroverzno pitanje, a drugi sugerišu da smanjenje volumena sive mase verovatno reflektuje smanjivanje neurona, a ne njihov nestanak.

Pored promena u sivoj masi, starenje se povezuje i sa promenama u beloj masi, mada dosadašnji dokazi nisu konkluzivni u pogledu obima ovih promena. U nekim studijama otkriveno da ne postoje starosne promene u ukupnom volumenu bele mase (Good et al., 2001), dok su drugi otkrili da se volumen bele mase (Guttman et al., 1998; Jernigan et al., 2001) smanjuje s godinama. Valhovdova i saradnici (Walhovd et al., 2005) uočili su ukupno smanjenje, mada obrazac smanjivanja nije konzistentan. Takođe, kod odraslih su otkrivene abnormalnosti bele mase – „hiperintezivnosti” (povišeni signali) koji predstavljaju ili lokalnu aksonsku ili vaskularnu degradaciju (Guttmann et al., 1998).

C.4. Starenje i moždane funkcije: funkcionalno neuroodslikavanje

Pored strukturnih promena, nekoliko studija u kojima su korišćene metode pozitronska emisiona tomografija (PET) i funkcionalna magnetna rezonanca (fMRI) rađene sa mlađim i starijim odraslima pokazale su starnosne razlike u obrascima regionalne moždane aktivacije tokom izvođenja percepcijskih i kognitivnih zadataka. PET studijom Grejdi i saradnici (Grady et al., 1994) su pokazali da se, u poređenju sa mlađima, kod starijih odraslih javlja smanjena aktivacija okcipitalnog korteksa pri izvršenju zadataka prepoznavanja lica. Generalno, otkriveno je da kod starijih odraslih postoji smanjena aktivaciji modalno specifičnih kortikalnih regiona koju su primarno posvećeni percepcijskoj obradi, odnosno okcipitalnog i temporalnog korteksa tokom zadataka opažanja i prepoznavanja.

Dok se starenje, čini se, povezuje sa smanjenjem aktivacije percepcijski specifičnih regiona za obradu u korteksu, javljaju se dokazi o aktivaciji drugih moždanih regiona koji nisu aktivni kod mlađih osoba. Konkretno, nekoliko istraživanja pokazalo je da se kod starijih odraslih javlja povećana aktivacija prefrontalnog korteksa (PFC), uključujući bilateralnu aktivaciju u zadacima leksičkog odlučivanja (Madden et al., 1996), vizuelne potrage (Madden et al., 2004) i rešavanja problema (Rypma and D'Esposito, 2000).

Ponudeno je nekoliko objašnjenja za ove starnosne razlike u šemama aktivacije. Jedna teorija je da dodatna aktivacija, posebno u PFC-u kod starijih odraslih, možda kompenzuje smanjenje sposobnosti obrade neuralnog sistema (Park et al., 2002; Rosen et al., 2002). Na primer, Gačesova i saradnici (Gutthess et al., 2005) otkrili su da kod starijih odraslih postoji veća aktivacija medijalnog, srednjeg prefrontalnog korteksa nego kod mlađih tokom kodiranja slika u zadatku pamćenja, dok se kod mlađih odraslih javlja veća aktivacija hipokampusu. Ovo ukazuje na to da su stariji odrasli nadomestili deficit procesuiranja u hipokampusu tako što su regrutovali dodante resurse iz frontalnih oblasti, što je neuralna teorija slična kognitivnom gledištu o kome se diskutovalo ranije i po kome odrasli koriste različite strategije obrade, uključujući superiorno verbalno znanje, kako bi kompenzovali smanjenje sposobnosti obrade.

Drugo gledište jeste da nalazi pokazuju smanjenu cerebralnu lateralizaciju kod starijih odraslih, te da kod starijih dolazi do bilaterlane aktivacije tokom zadataka koji su kod mladih lateralizovani u levoj hemisferi (npr. epizodno kodiranje) ili u desnoj hemisferi (npr. vizuelna pažnja) (Cabeza, 2002). Dokazi dobijeni transkranijalnom magnetnom stimulacijom (TMS) konzistentni su sa idejom da je starijim ljudima potrebno bilateralno procesuiranje kako bi uspešno izveli zadatke koji se kod mladih ljudi unilateralno izvode. Primena

ove metode samo na desnu dorzolateralnu oblast prefrontalnog korteksa kod mladih ljudi uključivala je prisećanje, dok je kod starijih ljudi primena TMS-a ometala uključivala sve hemisfere (Rossi et al., 2004).

Rezultati ovih studija neuroodslikavanja pokazuju da stariji odrasli mogu kompenzovati smanjenje sposobnosti obrade regrutovanjem drugih i/ili dodatnih neuralnih oblasti, posebno prefrontalnog korteksa. Ukoliko je ovo gledište tačno, ono onda upućuje na fleksibilnost i pokazuje da je plastičnost ne samo odlika mozga starijih odraslih, već i da traje u poznijoj dobi. Međutim, ne mogu se svi rezultati neuroodslikavanja lako objasniti hipotezom o „kompenzaciji“ i dodatnim regrutovanjem kortikalnih regiona. Na primer, u poređenju sa mladima, kod starijih ljudi slabije se aktivira hipokampus u nizu zadataka, ali i veću aktivaciju parahipokampusa u epizodnom prisećanju (Grady, McIntosh and Craik, 2003). Takođe, Colkom (Colcombe et al., 2005) i saradnici su izvestili da, iako kod nekih starijih odraslih postoji dodatna aktivacija PFC-a u zadacima inhibitorne kontrole (*flanker*), ovaj obrazac može se uočiti samo kod onih koji su pri dnu liste u izvođenju ovog zadatka. Oni koji su imali dobre rezultate pokazivali su jednak obrazac aktivacije prefrontalnog korteksa kao i mlađa grupa.

Da zaključimo, studije funkcionalnog neuroodslikavanja konzistentno su otkrивale starosne razlike u regionalnoj moždanoj aktivaciji tokom izvođenja perceptivskih i kognitivnih zadataka. Ove razlike posebno su izražene u prefrontalnom korteksu, za koji se zna da je važan za više „izvršne“ moždane funkcije i koji može biti posebno osetljiv na starenje. Međutim, trenutno ne postoji konsenzus o teorijskom značaju starosnih promena u moždanoj aktivaciji. Studija koju je nedavno sproveo Colkom sa saradnicima (Colcombe et al., 2005) donosi mogućnost sinteze pošto su ovi autori pokazali da se „abnormalne“ šeme aktivacije kod starijih odraslih mogu povezati sa lošijim izvođenjem zadataka, dok se pri dobrom izvođenju javljao „normalan“ obrazac. S obzirom na to da se izvođenje zadataka može poboljšati obukom i drugim merama, jedna mogućnost jeste da se stepen „normalizacije“ šema moždane aktivacije može koristiti kao marker za evaluiranje uspeha obuke starije populacije.

C.5. Individualne razlike u moždanim i kognitivnim promenama povezane sa godinama

U prethodnim delovima dali smo pregled rezultata koji ukazuju na to da se, ukupno posmatrano, kod starijih odraslih pojavljuje niz promena različitih aspekata kognitivnog funkcionisanja. Starenje takođe prate globalne i regionalne promene u volumenu sive i volumenu bele mase. Moguće je da postoji korelacija između ovih promena, tako da su promene u moždanoj strukturi

kauzalno povezane sa starosnim promenama u kognitivnosti. Međutim, bilo kakva takva veza mora biti u mogućnosti da objasni i individualne razlike u starosnim promenama. Stepenn starosnog smanjenja kognitivnih sposobnosti značajno se razlikuje od osobe do osobe. Kod nekih ljudi dolazi tek do malih gubitaka, neki zadrže kognitivno funkcionisanje na skoro konstantnom nivou tokom čitavog života. Takođe, kada se procenjuju više kognitivne sposobnosti kod znatnog dela starijih osoba javljaju se samo mali gubici ili je funkcionisanje stabilno s godinama (Wilson et al., 2002).

Pošto se kod starijih odraslih, u poređenju sa mladima, uočavaju nedostaci u brzini obrade, radnoj memoriji i izvršnom funkcionisanju i da se kod odraslih javljaju strukturne moždane promene i promene u regionalnim obrascima moždane aktivacije tokom izvođenja kognitivnih zadataka, moramo se zapitati da li su kognitivne i moždane promene povezane. Svakako postoje dokazi o paralelnim obrascima kognitivnih promena s godinama i dokazi o mogućim neuralnim posrednicima ovih kognitivnih promena (Cabeza, Nyberg and Park, 2005). I volumen bele i volumen sive mase se smanjuje s godinama (Bartzokis et al., 2003; Resnick et al., 2003). Međutim, sa smanjenjem kognitivnih funkcija postoje značajne individualne varijacije (Raz et al., 2005).

Koji faktori leže u osnovi ovih individualnih razlika u moždanom i kognitivnom integritetu sa starenjem? U iskušenju smo da normalne i starosne varijacije pripišemo promeni moždanog volumena, i u nekoliko istraživanja pokazana je veza između gubitka volumena prefrontalnog korteksa i smanjenje kognitivnih funkcija povezanih sa „izvršnim” i inhibitornim procesima (za pregled videti Raz et al., 2005). Sa pojavom novih tehnika neuroodslikavanja, poput tenzornog difuznog imidžinga (diffusion tensor imaging) kojim se procenjuje aksonski integritet kod živog ljudskog mozga, izveštava se o vezama između kognitivnih promena i volumena bele mase (Bartzokis et al., 2003). Takve veze veoma su važne zbog opšteg nalaza da su više izvršne funkcije veoma osetljive na starosne promene i da su takve promene ključne za učenje i manifestaciju fluidne inteligencije (Cabeza, Nyberg and Park, 2005). Međutim, veze između kortikalnog i volumena bele mase sa starosnim kognitivnim promenama nisu uvek konzistentne i snažne. Na primer, nedavno urađena metaanaliza volumena hipokampusa i funkcionisanja pamćenja kod ljudi srednje i starije dobi pokazala je da su ove veze slabe (van Patten, 2004).

Varijabilnost u vezi moždanog volumena i kognitivnosti kod starijih odraslih ukazuje da se dodatne posredujuće varijable moraju proučiti. U faktore okruženja spadaju mogućnosti za novo učenje i društvena interakcija, obuka, vežba, mentalna stimulacija itd. Uočeni su efekti nekih od ovih posrednika iz okruženja na kognitivno starenje (npr. Raz et al., 2005).

Pored faktora okruženja, važnu ulogu imaju i geni. Proučavanje blizanaca

pokazalo je da genetski faktori značajno doprinose normalnim varijacijama kod opštih kognitivnih sposobnosti ili *g* (Plomin, DeFries, McClearn and McGuffin, 2001). Heritabilnost *g* se povećava tokom životnog veka i dostiže .62 kod osoba preko 80 godina (McClearn et al., 1997). I visok *g* (Schmand et al., 1997; Whalley et al., 2000) i visoko kognitivno funkcionisanje (Snowdon et al., 1996) rano u životu štite od Alchajmerove bolesti kasnije. Visoka heritabilnost *g* utešno ukazuje na to da genetika mora takođe imati ulogu u individualnim varijacijama u pogledu starosnih kognitivnih promena.

C.6. Genetika i individualne razlike u kognitivnosti

Većina onoga što znamo o genetici kognitivnosti potiče iz proučavanja blizanaca u kojima su poređeni jednojajčani i dvojajčani blizanci kako bi se procenila naslednost nekih karakteristika. Ova paradigma često je korišćena u bihejvioralnim genetičkim istraživanjima više od veka. Na primer, ovaj metod korišćen je da se pokaže da je opšta inteligencija, ili *g*, veoma nasledna (Plomin and Crabbe, 2000). Međutim, ovim pristupom ne mogu se identifikovati *posebni geni* uključeni u inteligenciju ili kognitivne komponente *g*. Nedavni pomaci u molekularnoj genetici danas nam omogućuju drugačiji, komplementarni pristup bihejvioralnoj genetici, to je *asocijacija alela (allelic association)*. Ovaj metod nedavno je primenjen na istraživanje individualnih razlika u kognitivnosti zdravih osoba, otkrivajući da specifični geni utiču na uspešnost u kognitivnim zadacima (Fan, Fossela, Sommer, Wu and Posner, 2003; Greenwood et al., 2000; Parasuraman, Greenwood and Sunderland, 2000; videti Greenwood and Parasuraman, 2003 za pregled).

Metodom asocijacije alela uočene su *normalne* varijacije kandidata gena – onih za koje je verovatno da utiču na neku kognitivnu sposobnost zbog funkcionalne uloge proteinskog proizvoda svakog gena u mozgu – i ispitane su moguće veze sa kognitivnim funkcijama. Preko 99 % nizova pojedinačne DN-a u ljudskom genomu ne razlikuje se među pojedincima i zato oni nisu interesanti za proučavanje individualnih razlika u normalnoj kognitivnosti. Međutim, mali deo baznih parova (base pairs) – bp DNA pojavljuje se u različitim oblicima ili aleloma. Varijacija alela javlja se zbog malih razlika u lancu nukleinskih kiselina koje čine gene – obično kao rezultat zamene jednog nukleotida drugim – polimorfizam pojedinačnih nukleotida (SNP). Posledično, protein čijom produkcijom upravlja taj gen je promenjen (videti Parasuraman and Greenwood, 2003).

Ukoliko je poznata neurotransmitterska inervacija moždanih mreža koje su u osnovi određene kognitivne funkcije, onda se u principu može povezati

SNP koji utiče na funkciju neurontransmitera sa kognitivnom funkcijom. Na primer, što se tiče pažnje i radne memorije, sve više rezultata dobijenih istraživanjem lezija, elektrofiziologijom, neuroodslikavanjem i farmakologijom ukazuju na ulogu holinergički posredovanih posteriornih moždanih mreža u spacijalnoj pažnji i prefrontalnih mreža koje su bogate dopaminom u radnoj memoriji i procesima izvršne kontrole (Everitt and Robbins, 1997). Dopaminski receptor geni verovatni su kandidati za genetske uticaje na radnu memoriju i procese izvršne kontrole zbog značaja dopaminske inervacije za ove funkcije.

Drugi kandidat gen koji se može povezati sa individualnim razlikama u ranoj memoriji je dopamine beta hidroksilaza (DBH) gen koji je uključen u konvertovanje dopamina u norepinefrin u adrenergičkim vezikulama neurona. Polimorfizam u DBH genu, zamena G u A u 444, ekson 2 (G444A) u hromozomu 9q34 povezana je sa poznatim slučajevima poremećaje pažnje. Tri genotipa povezana su sa ovim polimorfizmom pojedinačnih nukleotida (SNP), to su AA, AG i GG. Parasuraman i saradnici (Parasuraman et al., 2005) ispitivali su ulogu DBH gena u pažnji i radnoj memoriji u grupi zdravih odraslih starosti od 18 do 68 godina. Zadatak za radnu memoriju koji su koristili obuhvatao je održavanje reprezentacije do tri prostorne lokaciji (crne tačke) u periodu od tri sekunde. Na kraju odlaganja, pojavila se crvena kontrolna tačka sama, ili na istoj lokaciji na kojoj su bile tačke ili jedna tačka (podudaranje) ili na različitoj lokaciji (nepodudaranje). Ispitanici su imali dve sekunde da odluče da li se lokacija kontrolne tačke poklapa sa crnim tačkama. Tačnost odgovora povećavala se sa brojem lokacija koje su morale biti sačuvane u radnoj memoriji, što pokazuje osetljivost zadatka na varijacije u memorijskom opterećenju. Tačnost je bila ekvivalentna za sva tri DBH genotipa na najnižem nivou memorijskog opterećenja, ali se povećavala sa većom "dozom gena" G alele, posebno za najveće (3 tačke) opterećenje. Pri ovom najvećem opterećenju, tačnost pamćenja za GG alel (G doza gena = 2) bila je značajno veća nego za AG (G doza gena = 1) i AA alele (doza gena = 0), sa efektivnom veličinom od .25 što predstavlja efekat „umerene“ veličine u Koenovoj (Cohen, 1988) terminologiji. Parasuraman sa saradnicima (Parasuraman et al., 2005) takođe je sa istom grupom ispitanika sproveo zadatak vizuelnospacijalne pažnje u kojem je komponenta radne memoriji ili bila mala ili potpuno odsutna. Individualne razlike u izvršenju ovog zadatka nisu bile značajno povezane sa varijacijama alela u DBH genu. Štaviše, preciznost radne memorije pri najvećem memorijskom opterećenju nije bila u korelaciji za uspešnošću izvođenja zadatka pažnje. Da zaključimo, ovi rezultati pokazuju da postoji značajna veza između DBH gena i radne memorije.

Parasuraman i saradnici (Parasuraman et al., 2005) otkrili su da je poveć-

ana doza gena G alela u DBH povezana sa boljim radom radne memorije. Ovaj efekat bio je najočigledniji kada je broj lokacija koje je trebalo upamtiti bio velik. Stoga je veza između DBH gena i radne memorije posebno obeležena u uslovima koji su najviše opteretili sistem radne memorije. Ovi rezultati, kao i neki drugi (videti Parasuraman and Greenwood, 2003) pokazuju da se molekularna genetička analiza može koristiti pri identifikovanju genskog doprinosa individualnim razlikama u kogniciji. Takođe, ovi rezultati prošireni su na odrasle osobe srednje i pozne dobi kod kojih je pokazano da postoje interaktivni efekti neurotransmiterskih gena, poput DBH, neuralnih reparacionih gena, kakav je apolipoprotein E (APOE) (Greenwood et al., 2005; Espeseth et al., 2007). Otkriće da se individualne razlike u radnoj memoriji mogu povezati sa DBH genom je zanimljivo jer se sposobnost radne memorije u vezi sa efikasnošću učenja, donošenjem odluka, rešavanjem problema i mnogim drugim složenim kognitivnim zadacima koji se oslanjaju na izvršne funkcije mozga. Individualne razlike u kapacitetu radne memorije dobro su dokumentovane (Conway and Engle, 1996) i poznato je da su veoma pouzdane (Klein and Fiss, 1999). Veliki kapacitet radne memorije povezan je sa boljom sposobnošću da se isfiltrira ometanje u Strupovom zadatku (Kane and Engle, 2003). Stoga se stariji pojedinci sa većim kapacitetom radne memorije mogu bolje adaptirati na nove situacije učenja i pokazuju manju potrebu za zadatkom indukovanim kontrolom odozgo pri kompenzovanju starosnog smanjenja u brzini obrade, o kojem smo prethodno diskutovali. Takođe, kako je rečeno u prethodnom delu, metode kognitivne obuke mogu se koristiti kako bi se poboljšao kapacitet radne memorije kod starijih ljudi.

C.7. Obuka i starenje

C.7.1. Kognitivna obuka

Postoje neki dokazi da „kognitivna stimulacija“, samoinicirana ili podstaknuta od članova porodice može uticati na očuvanje kognitivnih funkcija kod starijih odraslih kod kojih se u suprotnom ove funkcije smanjuju (Karp et al., 2004). Vilson i saradnici (Wilson et al., 2002) zamolili su starije odrasle da rangiraju svoj nivo uključivanja u niz kognitivno zahtevnih aktivnosti poput slušanja radija, čitanja, igranja igara i odlaska u pozorište. Osobe koje su izvestile o većem uključivanju u ove aktivnosti, imale su bolji uspeh u kognitivnim testovima. Značajno je da logitudinalna analiza pokazuje da je takva kognitivna stimulacija dovela do smanjenja rizika za razvoj Alchajmerove bolesti.

Ukoliko su neki izbori stila života uspješni u očivanju kognitivne funkcije kod starijih odraslih, mogu li se slične dobrobiti dobiti određenim oblicima kognitivne obuke? S obzirom na prihvaćeno stanovište da kod starijih odraslih dolazi do smanjenja u osnovnim kognitivnim funkcijama, poput brzne obrade, radne memorije i dugoročne memorije, poraslo je interesovanje za upotrebu programa kognitivne obuke sa ciljem poboljšanja efikasnosti ovih funkcija. Tipično se stariji odrasli obučavaju u specifičnim kognitivnim zadacima u kojima se javlja smanjenja i traže se dokazi za potencijalno poboljšanje u povezanim zadacima.

C.7.2. Obuka – razvojna perspektiva

Razvojna perspektiva obuke pokazuje da se život pojedinca – tranzicija od škole u posao, pronalaženje partnera, roditeljstvo, različite faze u karijeri, susret sa krizama, penzionisanje – može podeliti u sukcesivne „razvojne zadatke“ (Lehr, 1986; Kruse, 1999). Prema ovom gledištu, svaki period karakterišu određeni razvojni zadaci koji obuhvataju međuigru 1) biološko-psihološkog sazrevanja; 2) društvenih očekivanja i zahteva u toj dobi; i 3) individualnih interesovanja i mogućnosti za učenje. Štaviše, iskustva u ranijim fazama života i trenutna životna situacija zajedno su odgovorni za realizaciji ovog razvojnog potencijala (videti Tippelt, 2002).

Nedavno sprovedeno longitudinalno istraživanje u kojem je učestvovalo 1.958 osoba u tridesetim i četrdesetim godinama ukazalo je na šire dobrobiti iz učešća u bilo kom obliku obrazovanja (Schuller et al., 2004). Jezička i numerička pismenost kod odraslih imali su pozitivne efekte na zdravstveno ponašanje (pušenje, pijenje, stepen fizičke aktivnosti, težinu), blagostanje (zadovoljstvo životom, depresija, opšte zdravlje) i političku participaciji (interesovanje za politiku, glasanje, članstvo u organizacijama civilnog društva). Otkriveno je da učestvovanje u obrazovanju podstiče rasnu toleranciju, makar kod muškaraca (videti Bynner, Schuller and Feinstein, 2003). Visoko obrazovanje očito je u korelaciji za članostvom u volonterskim organizacijama kasnije u životu, tako da će se visokoobrazovane osobe u poznoj srednjoj dobi verovatnije angažovati u lokalnoj zajednici. Učešće u učenju, poput aktivnog pohađanja kurseva obrazovanja odraslih imaju pozitivne efekte na zdravstveno ponašanje, toleranciju i aktivno građanstvo. Sa druge strane, participacija u zabavnim kursevima nema preventivni uticaj na depresiju. Zaključak ovih longitudinalnih studija je jasan: obrazovanje nije toliko mogućnost koju vlade imaju na raspolaganju, već je apsolutni preduslov za postizanje ličnog blagostanja i kohezivnog društva (videti Feinstein et al., 2003).

Rezultati iz studija o odraslima u srednjoj dobi mogu se proširiti i na starije odrasle. Iskustvo daljeg obrazovanja pokazalo je koliko je značajno obrazovanje i prethodno znanje starijih odraslih u mnogim oblacima daljeg učenja (videti Becker, Veelken and Wallraven, 2000). Trenutno postoji *zeitgeist* „uspešnog starenja“ koji je, do neke mere (mada ne u potpunosti) zamenio model „deficita“ iz prethodnih decenija. Danas se smatra da se kompetencije i sposobnosti mogu očuvati do poznih godina. Iako se procesi učenja menjaju sa starenjem, sposobnost učenja ostaje (videti Schaie 2005; Baltes and Staudinger, 2000). Stoga, uprkos starosnom smanjenju osnovnih senzornih i kognitivnih operacija obrade (opisanih u odeljku C.2) i funkcionisanju odgovarajućih moždanih struktura (opisanih u odeljku C.3 i C.4), znanje stečeno u ranijim fazama života može se povratiti i koristiti u novom učenju. Učenje koje je usvojeno u ranijim fazama života, bilo da je stvoreno u formalnom (obrazovanje) ili u vaninstitucionalnom (porodica, škola, posao i društveno okruženje) okruženju, može se korisno upotrebiti tako da obezbedi predznanje neophodno za efikasne strategije učenja kod odraslih. Ishodi ovih ranijih iskustava učenja i dalje imaju efekte sve do poznije dobi (Kruse, 1999).

Dodatno, samosvest i identitet su važne komponente razvoja odraslih, posebno iskustvo i emocionalni kontekst uspomena (onih o sebi). Takve uspomene pružaju okvir za integrisano gledište na razvoj uključujući životni vek, moždani razvoj, učenje i društveno okruženje i genetske predispozicije. Iznenadujuće je da se u okviru obrazovnih istraživanja vema malo proučava emocionalni kvalitet uspomena (videti Welzer and Markowitsch, 2001, str. 212).

Potreba za razvojem ne postoji samo u detinjstvu i mladosti već se proteže tokom čitavog života. Odrasli, međutim, imaju veći stepen odgovornosti za uključivanje u učenje i za sadržaj i oblik učenja (videti Tippelt, 2000). U psihološkom istraživanju motivacije ova zainteresovanost za učenje pojavljuje se u konceptu „buijice“ (Csikszentmihalyi, 1982) ili kao zadovoljstvo usled „izgubljenosti u vremenu“ tokom naizgled lakog angažovanja u izazovnoj aktivnosti. Ovaj koncept se različito nazivao, Vajt (White, 1959) ga naziva „osećaj efikasnosti“, de Čarms (deCharms, 1976) „osećaj sopstvene efikasnosti“ ili „samodeterminacija“, Hekhausen (Heckhausen, 1998) „podudaranje akcije i cilja akcije“. Takođe, pozitivna ubeđenja u samoefektivnost i „unutrašnja atribucija“ (lokus kontrole) deluju tako da podržavaju kognitivnu sposobnost da se deluje među drugim učenicima (videti Jennings and Darwin, 2003).

Poseban pristup jeste putem pojma mudrosti koji se smatra idealnom krajnjom tačkom ljudskog razvoja, iako su visoko nivoi znanja povezanih sa mudročću retki. Period kasne adolescencije i dvadesete godine primarni su uzrasti kada se pojavljuje mogućnost pojave znanja povezanog sa mudročću. Osnova mudrosti počiva u orkestriranju uma i vrline ka ličnom i javnom dobru. Naj-

moćniji faktori za predviđanje znanja povezanog sa mudročću nisu kognitivni, poput inteligencije (c.f. Sternberg, 1990). Specifična životna iskustva (npr. delovanje u polju koje se tiče kompleksnih životnih problema) i lični faktori, poput otvorenosti prema iskustvima, kreativnost i naklonjenost poređenju, evaluiranju i prosuđivanju o informacijama bolji su faktori za predviđanje (videti Baltes, Glück and Kunzmann, 2002; Baltes and Staudinger, 2000).

Iz razvojno orijentisane perspektive, kompetencije starijih odraslih čine brojne sposobnosti, veštine i interesovanja koji čine više od ispunjavanja cilja očuvanja nezavisnosti. Pod kompetencijom razumemo sposobnost pojedinca da održava ili ponovo uspostavi zavistan, na zadatke orijentisan i smislen život u podsticajnom i podržavajućem okruženju koje promoviše aktivnu i svesnu konfrontaciju sa zadacima i ograničenjima (videti Kruse, 1999, str. 584). Razvoj kompetencija zato je uvek povezan sa pozitivnim osobinama društvenog i institucionalnog okruženja. Hendikepi koji se mogu javiti stoga zahtevaju neograničeno i tehnički podsticajno okruženje, kao podršku drugih ljudi i organizacija.

Kompetencije se takođe mogu povezati sa *ljudskim kapitalom*, koji je sličan drugim resursima u nekoj ekonomiji, npr. kompetencije pedesetogodišnjaka čine obilje ljudskog kapitala u radnom sektoru, a društvo njihove usluge i znanja ne koristi u potpunosti. Stariji zaposleni imaju reputaciju da su manje fleksibilni i stabilni u pogledu zdravlja, ali i drugi pored ljudi zaduženih za zaposlene u kompanijama sve više dovode u pitanje njihovu važna radna iskustva, mentalnu staminu, operacionalnu lojalnost i pouzdanost, sposobnost da donose odluke i deluju, kao i njihove društvene i komunikacione kompetencije (videti Lahn, 2002; Karmel and Woods, 2004; Williamson, 1997; Wrenn and Maurer, 2004). Moglo bi se pokazati da se zdravstveni problemi starijih zaposlenih generalno ne javljaju, već samo u slučaju nelagodnog radnog mesta bez prilika za učenje koje ne omogućava razvoj (videti Baethge and Baethge-Kinsky, 2004; Feinstein et al., 2003). Obrazovni programi za starije ljude imaju preventivne funkcije i služe održavanju kognitivnih sposobnosti, kao i očuvanju fizičkog i mentalnog zdravlja (videti Lehr, 1991; Alterskommission, 2005). Međutim, potrebno nam je više rezultata (kratkoročnih efekata) i ishoda (dugoročnih posledica) evaluiranih u longitudinalnim studijama kako bismo diskutovali na osnovu bolje empirijske osnove o efektima različitih vrsta obuke.

Dobri primeri ovih obrazovnih mera su programi „Coming back 45 plus“ (Povratak 45 plus) koji se posebno obraćaju ženama i koji reaguju na nizak stepen zaposlenosti osoba preko pedesete godine u mnogim zemljama (Eurostat, 2003). U Evropskoj uniji, Švedska ima najveću stopu zaposlenosti (75 %) osoba preko pedeset godina, dok Belgija ima najnižu (42 %). Ukoliko pretpostavimo da je mali procenat zaposlenih muškaraca i žena preko pede-

set godina u kontradikciji sa radnim potencijalom starijih zaposlenih, sledeći elementi u obrazovnim merama, koji su empirijski dokazani, daju smisao ponovnom zapošljavanju – ukoliko se iskoriste posebne kompetencije starijih zaposlenih i uvažava se njihove slabosti (videti Kruse, 2005):

- Društveno-komunikativne tehnike: konverzacija u formi dijaloga i u grupama, saradnja i timski rad, primena obuke, obuka iz pregovaranja.
- Kognitivna obuka: obuka iz učenja i pamćenja, primena poznatih kognitivnih strategija, usvajanje novih sposobnosti rešavanja problema, sintetično i konceptualno mišljenje, obuka u planiranju.
- Znanje o informacionim i komunikacionim tehnologijama: aktivna potraga za relevantnim informacijama, razmena i skladištenje znanja.
- Produblivanje praktičnog iskustva i prakse: transfer znanja, povećanje motivacije i samopouzdanja.

Opšte znanje o tržištu rada i novoj radnoj ulozi: strategije za ponovno zapošljavanje, mogućnosti zapošljavanja u drugoj polovini života i dvostruka uloga u porodici i na poslu.

Putem relevantnih kurseva ostvaruju se kognitivni i socijalni efekti, na primer, sposobnost koncentracije, brzina u radu i konverzijske kompetencije učesnika se poboljšavaju. Efekti koji promovišu zdravlje mogu se videti u tim aspektima neurotičnosti, odnosno strah, iritabilnost, depresivna raspoloženja i ranjivost se značajno smanjuju tako da se svakodnevne situacije konflikta, krize i stresa rešavaju na bolji način zbog veće mentalne robustnosti. Evaluacija ovih mera je stoga ohrabrujuća, ali takođe pokazuje i potrebu da se reaguje na potrebe društveno naprednijih.

Može se uočiti – i ovo pokazuju reprezentativne studije o obrazovanju odraslih (videti Barz and Tippelt, 2004) – da u doživotnom učenju, posebno u profesionalnom razvoju, postoje velike nejednakosti u stepenu obrazovanja, radnim kvalifikacijama i statusu, polu, nacionalnosti, godinama, ali i u stilovima života i da one imaju ozbiljne efekte – takve da su potrebna posebna i na različite ciljne grupe orijentisana okruženja za učenje. Barijere za učenje i obrazovanje koje se često navode u empirijskim studijama *nemaju puno veze sa opštom sposobnošću učenju* starijih odraslih, ali komparativno oni snažno određuju „strukturu ponuda i mogućnosti“ za dalje obrazovanje. Kako ljudi stare, tako se smanjuje učešće u daljem obrazovanju i posebno u obrazovanju koje je povezano sa zaposlenjem. Iz perspektive teorije o učenju, ovo starosno smanjenje u participaciji u daljem obrazovanju ne može se opravdati – izuzetak su samo stariji profesori koji održavaju ili čak pojačano učestvuju u daljem obrazovanju. Ova realnost strategija kompanija da ne integrišu operacionalno starije odrasle putem daljeg obrazovanja ostaje kontradiktorna uvidima iz istraživanja razvoja i učenja.

C.8. Stvaranje pozitivnog okruženja za učenje odraslih

Prirodno, pri osmišljavanju okruženja za učenje i konkretnog didaktičkog okruženja moraju se uzeti u obzir uvidi iz teorije učenja, andragogije i gerontologije. Ali šta ovo znači za učenje primereno odraslima? Poseban značaj imaju tri moderna koncepta u učenju: učenje zasnovano na kompetencijama, konstruktivističko i situirano učenje.

C.8.1. Učenje zasnovano na kompetencijama: priprema za rešavanje problema

Pojam „kompetencija“ razvijen je daljem obrazovanju posle debate o ključnim kvalifikacijama u stručnoj obuci (videti Achatz and Tippelt, 2001), ali posle toga se proširio u polje školskog obrazovanja i dalje obuke. Posebno u međunarodnom poređenju obrazovanja (OECD, 2004; OECD PISA survey) i u u pogledu napora da se razvije nacionalni obrazovni standard, pojam je uveden i čini definiciju obrazovnih ciljeva. Može nam pomoći Veinertova (Weinert, 2001) definicija prema kojoj su kompetencije *„kognitivne sposobnosti i veštine da se reše neki problemi i da se iskoriste motivaciona, voljna i socijalna spremnost i sposobnosti s ovim u vezi na uspešan i odgovoran način u različitim situacijama* (ibid, str. 27f). Kompetencije su uvedene kao mera uspešnosti učenja koja zauzvrat donosi stvaranje kompetencija i takođe cilj obrazovnih događaja. Dostizanje ovog cilja od nastavnika i učenika zahteva da obe strane promene razumevanje uloga tako da se omogući veća aktivnosti, samoinicijativnost i sopstvena odgovornost učenika, a da se nastavnicima da uloga podrške, poput društva, podrške i refleksije (videti Achatz and Tippelt, 2001, str 124f). U cilju razvoja kompetencija predlaže se razmatranje drugačijih principa učenja. Učenje uz pomoć smislenih aktivnosti i praktičnih problema, kao i povezivanjem sadržaja učenja sa relevantnim kontekstima primene jedan je od ovih principa. Iznad svega, mora se podsticati samostalnost pojedinca koji uči i saradnja među učenicima i mora se posvetiti pažnja raznolikosti metoda. U ovom kontekstu, posebno je pogodno učenje putem projekata, koje se često sreće u kompanijskim i operacionalnim obrazovnim modelima.

C.8.2. Konstruktivističko učenje: upotreba subjektivnih iskustava

Ukoliko se prate teorijske diskusije o procesima učenja tokom poslednjih decenija, dva neurobiologa smatraju se osnivačima moderne konstrukt-

ivističke filozofije učenja: Maturana i Varela (videti Siebert, 1998). Njihova centralna stanovišta su kamen temeljac za konstruktivističke teorije učenja i potvrđena su današnjim istraživanjima mozga (npr. Spitzer, 2002; Siebert and Roth, 2003).

Sažeto, iz konstruktivističke perspektive, učenje se uvek odvija individualno i uvek je bazirano na iskustvu. Novo znanje uvek se oslanja na već postojeće znanje i može dovesti do njegove transformacije ili diferencijacije. Ovo proširenje znanja odvija se putem novih iskustava i putem kritičke refleksije sopstvenih kognitivnih konstrukata u konfrontaciji sa drugima. Iz ovoga se mogu izvesti specifični zahtevi u pogledu organizovanja mogućnosti za učenje (videti Tippelt and Schmidt, 2005).

- Stvaranje znanja ne mogu inicirati samo nastavnici, ono je uvek i odgovornost učenika. Nastavnici su odgovorni za pružanje resursa za učenje i za organizovanje podsticajne sredine za učenje (ex-cathedra predavanje je i dalje važan, ali ne i dominantan faktor).

- Društvena interakcija pogoduje procesu učenja i stoga bi je trebalo podsticati,

- Slično, učenje orijentisano na probleme poželjno je i doprinosi stvaranju znanja usmerenog ka primeni.

- Novi sadržaji koji se uče trebalo bi uvek da se oslanjaju na prethodno znanje pojedinca. Čas koji je organizovan prema konstruktivističkim principima trebalo bi, na primer, da ohrabri učenike da iskažu svoje iskustvo, stavove i gledišta u vezi sa temom.

Neuronaučni rezultati su proteklih godina sve više u ulazu u polje pedagoških interesovanja i posmatraju se kao dodatak, koji je komplementaran ovim uvidima, a ne kao pomodna novotarija (videti Stern, 2004; Pauen, 2004). Neurobiološke studije pokazuju da se strukturiranje našeg mozga uglavnom odvija u detinjstvu i mladosti. Ipak, strukturalne i funkcionalne promene nastavljaju se i kod odraslih i tokom čitavog života, iako su manje uočljive nego one u ranim periodima (osim u slučaju demencije kod starijih). Zbog starosnih promena u efikasnosti obrade, kako osoba stari, tako sporije uči nove stvari, dok postojeće znanje postaje sve izdiferenciranije i preciznije (videti Spitzer, 2002 i delove C.4 i C.5 u ovom radu). Važna uloga pažnje, motivacije i emocija u učenju, na koju ukazuju istraživači mozga (videti Singer, 2002), potvrđuju pedagoške nalaze.

Generalno je tačno da je učenje povezano sa stvaranjem značenja. Učenje se odvija putem interpretacije senzornih impresija. Značenje koje je konstruisano na ovaj način obezbeđuje stvaranje novih sinaptičkih veza između neurona u mozgu, a stoga i učenje (Roth, 2004). Rezultati neurobioloških istraživanja obogaćuju i potvrđuju centralna gledišta konstruktivističkih istraživanja učenja i slično njima skreću pažnju na značenje organizacije

pogodne za okruženja za učenje. Ovo je takođe centralni zadatak nastavnika. Promovisanje učenja i obezbeđivanje osnovnih uslova prilagođenih ciljnoj grupi, kao i aktivacija nastavnika uz pomoć odgovarajućih didaktičkih principa važnije je od oblika i tehnika prezentovanja.

C.8.3. Situaciono učenje: organizovanje okruženja za učenje

Na osnovnu konstruktivističkih ideja o učenju razvijeni su različiti pristupi u kojima su ove ideje o učenju i konstruisanju znanja precizirane. Ovaj pristup, koji naglašava značenje konteksta u kojem se učenje odvija, izabran je zbog teorijskih osnova o učenju i zbog toga što je već mnogo puta prenet u praktične koncepte.

Pristup situacionog učenje zasnovan je na gledištu da se znanje uvek usvaja u određenom kontekstu, odnosno da primena znanja nije nezavisna od situacije u kojoj je ono naučeno. Što su sličniji učenje i konteksti primene, to će izvesnije znanje biti konvertovano u uspešno delovanje. Ali, odrasli – za razliku od dece i tinejdžera – uglavnom ne uče u školi, već u firmama i institucijama u kojima treba da primene sadržaj naučenog. Ovo je prednost učenja odraslih i podudarno je sa preporukama u vezi sa situiranim učenjem. Važno je stvoriti bliskost za mogućim kontekstima primene. Mogućnosti se kreću od analiziranja problema iz više perspektiva (multiperspective examination of problems), kognitivne fleksibilnosti (Cognitive Flexibility), preko tranzicije korak po korak do nezavisnog rešavanja problema (opservaciono učenje) pa sve do uključivanja sadržaja u kompleksne probleme (usidrene instrukcije – Anchored Instruction). Dve poslednje strategije biće ukratko predstavljene (videti Tippelt and Schmidt, 2005).

Pristup koji se naziva „opservaciono učenje“ u čvrstoj je vezi sa tradicionalnom obukom zanata, jer učenika vodi korak po korak od uputstva ka nezavisnom rešavanju problema. Učenici se od samog početka suočavaju sa kompleksnim zadacima čije rešavanje su za njih modelovali stručnjaci. Tek u drugom koraku od učenika se očekuje da reše problem sami, pri čemu im stručnjak, ili pre nastavnik, daje uputstva i pruža im podršku. Prisustvo stručnjaka se sa svakim korakom smanjuje tokom procesa učenja tako da tokom poslednje faze on/ona ima ulogu posmatrača. Ovaj metodološki postupak zasnovan je i na artikulaciji strategija za učeničko rešavanje problema. Učenici se podstiču da komentarišu svoje postupke i ekspliciraju strategije koje su primenili pri rešavanja problema tokom procesa učenja.

I pristup koji se naziva „usidrene instrukcije“ dobro se pokazao. Ovaj pristup obuhvata sadržaje učenja koji su zapravo autentični i složeni problem,

kako bi se učenici podstakli da nezavisno analiziraju probleme u smislu istraživačkog učenja. Problemi zasnovani na svakodnevnom životu i iskustvima su autentični, dok se pod složenošću misli na to da problemi nisu ograničeni na detalje relevantne za rešenja, već na odabir upravo jedne relevantne informacije iz mora drugih, i to je, takođe, deo zadatka. Tokom rada postaje očigledno da nije reč o lekcijama usmerenim ka nastavniku, već da se od odraslih ili mladih učenika zahteva samostalan način rada, dok nastavnici samo moderiraju i posebno pružaju podršku ponekad jasnim davanjem uputstava (videti Tippelt and Schmidt, 2005). Ponavljanjem učenici takođe stvaraju opšte strategije za rešavanje problema, kategorizujući različite tipove zadataka i rešenja i tako razvijajući sveobuhvatne šeme rešenja.

Da zaključimo, postoje adekvatne strategije učenja za obrazovanje odraslih, ali moramo prihvatiti da je starenje izgleda praćeno promenama u prioritetima zadataka i strategija učenja, da odrasli kompenzuju smanjenje osnovnih kognitivnih funkcija tako što u rešavanje problema unose veće verbalno i na iskustvu zasnovano znanje o svetu, da se javljaju ogromne individualne razlike u kognitivnim promenama i učenju i – najvažnije za učenje odraslih – da je plastičnost odlika mozgovia odraslih i da ona traje i u poznoj dobi.

C.9. Plan za budućnost

Na osnovu distinkcije između društveno-naučnog i neuronskog znanja o učenju, očito je da postoje starosne razlike u kognitivnosti, da je istorijska i ontogenetska plastičnost intelektualne delatnosti unapred data i da su za validnu i smislenu strategiju potrebne obe discipline, proučavanje mozga i obrazovna nauka. Međutim, neuronauka, obrazovne nauke ili čak društvene nauke imaju sopstvene zadatke, različite perspektive i jezike, ali u budućnosti bi učenje zasnovano na kompetencijama trebalo razumeti na dublji i smisleniji način – uzimajući u obzir obe perspektive.

Za saradnju su posebno pogodne analize ograničenja i problema pri učenju određenih grupa učenika u društvu koje stari: fizička, mentalna i društvena dobrobit starijih učenika predstavlja ogroman izazov za istraživanje učenja. Istraživanje mozga je u mogućnosti da pokaže da prethodno učenje može poboljšati učenje u kasnijim godinama, nudeći objašnjenja izvan obrazovne nauke i psihologije. Analizirajući mogućnosti i ograničenja mozga, proučavanje mozga i obrazovna nauka mogu bolje da objasne zašto posebna okruženja za učenje odraslih deluju ili ne deluju.

Iz optimističkog gledišta na društvo i pojedinca, postavlja se pitanje: na koji način potencijali starenja i starih mogu biti od koristi budućim gener-

acijama? Promovisanje korišćenja potencijala starijih ljudi u društvu trebalo bi da bude zasnovano na kontaktu generacija, jer učenje ima smisla samo u društvu koje je usmereno ka modelu solidarnosti generacija (videti Tippelt, 2000). Na primer, u istraživanjima mora biti vidljivija prednost rada i učenja u timovima koje čine ljudi svih godina i balansirana struktura zaposlenih u kompanijama. Potrebno je uložiti dodatne napore kako bi se tranzicija iz sveta rada i svet posle rada učinila fleksibilnijom, pošto odrasli imaju individualno veoma različite kognitivne i motivacijske potencijale. U istraživanjima se ovo mora detaljnije analizirati. I zasigurno, potrebno je diferencirano učenje koje promovise kompetencije i koje uzima u obzir ceo životni vek. Takvo učenje će još dugo predstavljati izazov za proučavanje mozga i obrazovne nauke.

Raja Parasuraman and Rudolf Tippelt

C.10. Odgovor ljudi iz prakse

Neuronauka i obrazovna istraživanja su sfere koje su daleko od sveta nastave u učionici. Članak „Mozak, kognitivnost i učenje odraslih“, autora Parasuramana i Tipelta za mnoge nastavnike ne predstavlja lako štivo jer se fokusira na učenje odraslih iz perspektive mozga i obrazovnih istraživanja. Međutim, za nastavnika poput mene veliko je olakšanje da saznam o empirijskim rezultatima iz ovih polja, jer ona potvrđuju moje opservacije i praksu u učionici.

Nastavnik u praksi je ponajviše svest imputa i autputa formalnog obrazovnog okruženja, ali može samo intuitivno znati šta se dešava u glavama učenika. Drugim rečima, dobar nastavnik ima prilično dobro razumevanje procesa podučavanja i obično je u poziciji da prati i evaluira sve pokazatelje učenja. Međutim, nastavnik u praksi nije svestan stvarnih procesa u mozgu koji čine samo učenje i u najboljem slučaju može samo nagađati o misterijama mehanizama u mozgu. Stoga ohrabruje što istraživanja mozga i obrazovanja potvrđuju ova nagađanja i što ovaj članak takođe dopunjava uvide koji su proistekli iz istraživanja u oblasti podučavanja lingvistike i jezika. Posebno, deo C.8. u članku, koji bavi se stvaranjem pozitivnih okruženja za učenje odraslih, govori u prilog praksi koja mi je bliska.

Moram priznati da je moje profesionalno iskustvo mnogo uže od opšte oblasti učenja kojim se bave Parasuraman i Tippelt. Držim nastavu engleskog jezika za odrasle učenike koji nisu usvojili engleski jezik u ranom detinjstvu. Moji komentari o ovom članku moraju se proceniti na osnovu ove informacije.

Prvo, takvo podučavanje odnosi se na dve kategorije – učenje engleskog jezika kao drugog jezika (ESL – English as a Second Language) i učenje eng-

leskog jezika kao stranog jezika (EFL – English as a Foreign Language). Odrasli koji uče engleski kao strani jezik žive u zemljama u kojima ne koriste engleski jezik svakodnevno. Moje profesionalne aktivnosti odvijale su se u Meksiku, Francuskoj, Jordanu, Palestini, Indoneziji i Holandiji. Nasuprot tome, odrasli koji uče engleski kao drugi jezik su oni koji su došli da ostanu u engleskom govornom okruženju kao imigranti ili strani studenti (rad u Kanadi i Velikoj Britaniji deo je moje nastavničke karijere) i za čije dnevne potrebe je nužno vladanje engleskim jezikom.

Drugo, moj rad na podučavanju engleskog jezika takođe je obuhvatao i obuku nastavnika u nekolicini zemalja (Jordan, Meksiko, Indonezija, Kanada i Kina) i njihovu pripremu za podučavanje engleskog jezika. Reč je kursevima koji su namenjeni ljudima bez ikakvog prethodnog iskustva u nastavi jezika i koji ih osposobljavaju da postanu nastavnici engleskog jezika (kursevi formalnog obrazovanja¹), ili kursevima koji su osmišljeni tako da pomagnu nastavnicima engleskog jezika u praksi da nadgrade svoje profesionalne veštine (kursevi dodatnog usavršavanja²).

Crvena nit povezuje rad u ovim različitim zemljama tokom različitih perioda: obilje dokaza o učenju odraslih. Mit da mozak odraslih ne može više da uči („model deficitna“ pominje se u članku) iznova i iznova je pobijan uspešnim učenjem koje se dešavalo oko mene. Rast novih neurona neprestano se odvijao, bilo kod odraslih u dvadesetima ili kod onih koji su dva ili tri puta stariji. Očito, ovo potvrđuje ono što je predstavljeno u članku.

Međutim, jedno pitanje u vezi sa učenjem i obukom odraslih nije otvoreno u članku, a za mene je ono najvažnije. Članak se bavi pitanjem „kako“ odrasla osoba uči – shodno tome i kako najbolje uči – u odnosu na određene parametre poput starosne dobi, genetike i mogućnosti. Iz opšteg pregleda iz ugla empirijske neuronauke i obrazovnih istraživanja, čini se da je pitanje „šta“ se uče irelevantno. Predmet učenja može biti bilo šta od istorije umetnosti preko informacionih tehnologija do aerobika. Pretpostavlja se da je jezik osnovni medij podučavanja i učenja nekog predmeta, bez obira da li je reč o japanskom, holandskom ili bilo kojem drugom jeziku. Stoga su „kako“ i „zašto“ dva posebna pitanja i potpuno su razdvojena. U podučavanju engleskog jezika ovo je važno – i nažalost u mnogim delovima sveta i dalje važi, jer je engleski jezik podučavan putem učenikovog maternjeg jezika, u kursevima koji su se uglavnom sastojali iz predavanja nastavnika i koji su bili opterećeni analizom gramatike i prevodjenjem. Ova obrazovna tradicija potiče iz dugo važećeg i is-

¹ Prim. prev. Termin *in-service education, training* označava inicijalno obrazovanje koje prethodi zaposlenju. Uglavnom je reč o programima koji vode sticanje formalne diplome ili sertifikata.

² Prim. prev. Termin *pre-service education, training* označava obuku namenjenu nastavnicima koji već podučavaju i koji ovim putem usavršavaju svoje nastavničke kompetencije i veštine.

torijski determinisanog pristupa.

Praktično posmatrano rezultati ovog pristupa bili su, i još uvek su, katastrofalni: mladi odrasli koji su u adolescenciji proveli između 1.000 i 2.000 sati nastave engleskog jezika (bez domaćeg) i koji počnu da putuju u mesta u kojima je upotreba engleskog jezika potrebna, često otkrivaju da godine napornog rada nisu donele nikakvu praktičnu dobit. Oni često ne razumeju duge nizove koje izgovoraju govornici engleskog jezika, nisu sposobni da vode jednostavnu konverzaciju umerene dužine, ne poseduju veštine čitanja koje bi im obezbedile da uživaju čak u kratkoj priči, ne mogu da napišu pismo na jednoj strani a da ne naprave mnoštvo grešaka i neprestano zbunjuju svoje sagovornike nerazumljivim izgovorom. Ovo pokazuje da način na koji se podučavanje i učenje odvijalo („kako“) nije doveo do željenih ishoda onoga „šta“ je trebalo da se nauči. Štaviše, ovo je bolni dokaz uzaludnog trošenja vremena, novca, energije, mentalnog napora, infrastrukture i ljudskih resursa.

Srećom, tokom proteklih nekoliko decenija sve više nastavika engleskog jezika (i uopšte nastavika stranih jezika) napustilo je ovaj tradicionalni pristup. Shvatanje da je engleski jezik važno sredstvo komuniciranja polako je praksu u učionicama odvelo u radikalno suprotan pravac. Maternji jezik učenika više nije sredstvo za postizanje cilja, odnosno znanja engleskog jezika. Umesto toga, „šta“ je postalo i „kako“, tako da nestaje granica između medija i poruke. Učenik čiji je cilj da stekne određen nivo znanja engleskog jezika koristi upravo engleski jezik kao sredstvo da postigne ovaj cilj. Ograničene kompetencije u engleskom jeziku predstavljaju odskočnu dasku da se postigne viši jezički nivo. Zauzvrat, jednom kada se taj nivo dovoljno uspostavi, učenik se pomera ka višem jezičkom nivou. Tek delimično proces učenja sadrži proširenje znanja, na primer rečnika, gramatičkih pravila, pravila pisanja ili izgovora. Mnogo značajniji i veći deo rada jeste unapređenje veština komuniciranja, govorenja, slušanja, čitanja i pisanja. Tradicionalna akumulacija znanja ustupa mesto razvoju jezičkih veština.

Za ovakav pristup potrebni su vešti i dobro obučeni nastavnici. Nastavnika mora polako da vodi razred od jednog nivoa do drugog, neprestano se oslanjajući na prethodne veštine i znanja, podstičući i kanališući razvoj ne čisto lingvističkih veština (poput tačnosti i tečnosti), već povećavajući samopouzdanje i motivaciju učenika da nastave sa učenjem.

Očito je da potreba za takvim nastavnicima dovodi do pažljivo osmišljenih kurseva obuke nastavnika, to su: Podučavanje engleskog jezika kao stranog jezika (Teaching English as a Foreign Language – TEFL), Podučavanje engleskog jezika kao drugog jezika (Teaching English as a Second Language – TESL) ili opštiji kurs Podučavanje engleskog jezika za govornike drugih jezika (Teaching English to Speakers of Other Languages). Tokom stručne pripreme oni

koji žele da budu nastavnici više se ne bave akademskim izučavanjem svog predmeta – lingvistikom, obrazovanjem – već se ekstenzivno obučavaju da primene obrazovni pristup u kojem koriste engleski jezik kao komunikaciono sredstvo za podučavanje engleskog jezika za komuniciranje.

Bila sam privilegovana jer je, više od dve decenije, moj rad na podučavanju engleskog jezika obuhvatao i puno obrazovanja/obuke nastavnika. Iako su se kod nastavnika učenika iz veoma različitih delova sveta javljale ogromne varijacije usled faktora poput nivoa jezičkih kompetencija, maternjeg jezika, prethodnog iskustva učenja, kulturnih i nacionalnih karakteristika i individualne motivacije, uvek je postojala crvena nit koja je povezivala učenje tokom ovih kurseva. Bez izuzetka, nastavnici učenici su učili, i još važnije, sa tim učenjem javljalo se razumevanje i prihvatanje osnovih principa podučavanja engleskog jezika.

Šta bi onda bio zajednički imenilac programa obrazovanja nastavnika u podučavanju engleskog jezika (ili podučavanja stranog jezika)? Na kojim principima bi trebalo da počiva svaka priprema nastavnika? Koje tradicionalne komponente se danas smatraju nepoželjnim i nepotrebim, ali bi ih trebalo odbaciti kao nepotrebne i beskorisne? Koji elementi su apsolutni preduslovi pri podučavanju engleskog jezika za govornike drugih jezika i koji elementi moraju biti sastavni deo svakog kursa? Smatram da postoji sedam elemenata koji se moraju ozbiljno razmotriti.

Poznavanje engleskog jezika, obrazovanja i pedagogije i dalje ima mesto koje je i pre imalo jer nastavnik mora poznavati predmet koji podučava. Međutim, svo ovo znanje ne može se odvojiti od primene u stvarnoj učionici. Iako su pre mnogi programi za pripremu nastavnika sadržali veliki teorijski deo o obrazovanju i lingvistici, takvi silabusi danas više nisu zadovoljavajući. Znanje i teoriju bi trebalo uključiti samo ukoliko imaju neku – direktnu ili indirektnu – vezu sa onim što je budućem nastavniku potrebno u radnom okruženju. Ukoliko ovo znači da se tradicionalni kursevi iz srednjovekovne književnosti ili staroengleskog moraju izbaciti, neka tako bude.

Ovo nas vodi do drugog principa, a to je da se celokupna teorija mora integrisati sa praksom sveta nastave/učenja. U programima TESOL, nema mesta teoretisanju koje nije povezano sa potrebama nastavnika u praksi. Svako uključivanje teorije mora biti opravdano u svetlu praktične primene ELT-a. Ukoliko se jaz između nekog teorijskog modela i njegove relevantnosti za praktičnu stvarnost ne može premostiti unutar TESOL silabusa, onda se teorija mora izbaciti iz kurikuluma.

Imperativ je da najveći deo obuke bude posvećen nastavnim metodama i tehnikama, kao i njihovoj unutrašnjoj logici. Od nastavnika učenika zato se traži da puno uvežbavaju podučavanje. Iz toga sledi da oni koji obučavaju nas-

tavnika treba da pružaju puno povratnih informacija o praktičnoj uspešnosti nastavnika učenika. Takav proces je tako naporan i logistički složen da zahteva veoma pažljivo planiranje i obilje ljudskih resursa. Različiti oblici praktičnih zadataka trebalo bi da budu uključeni od samog početka do kraja programa obrazovanja nastavnika, bez obzira na to da li on traje samo četiri nedelje (kakvi su bili mnogi moji kanadski kursevi) ili četiri godine (koliko traje sticanje TEFL univerzitetske diplome u mom meksičkom iskustvu).

Proširenje ovih principa znači da stvaran način na koji oni koji obučavaju nastavnike da sprovode programe TESOL mora reflektovati ono što se zagovara u teoriji. Prvo, osoba koja obrazuje nastavnike bi trebalo da bude nastavnik sa velikim iskustvom u učionici u kojoj se podučava jezik. Stoga, sadržaj svakog kursa u programu obuke nastavnika („kako“ u silabusu) mora biti prisutan u načinu na koji se program prezentuje. Posledica je ta da se sve tehnike opisane u teorijskim modelima stvarno vežbaju tokom sesija koje su važne za ove modele. Na primer, ukoliko se tvrdi da su diskusije u parovima – ili igre ili igranje uloga – izuzetno važni za EFL/ESL učionicu, onda se iste tehnike moraju koristiti u pripremi nastavnika tokom kurseva obrazovanja nastavnika. Posvećenost metodološkom sadržaju kursa meri se putem metodologije njegovog sprovođenja. Stoga, nije prihvatljivo da oni koji obučavaju nastavnike samo drže predavanja na tradicionalan način. „Sprovodite ono što zagovarate“ – jeste vrhovni princip u programima obrazovanja nastavnika.

Jedna od veoma uspešnih – i, po mom mišljenju, nezaobilaznih – komponenata, koja obezbeđuje da nastavnici učenici razumeju mnoštvo različitih aspekata komunikativnog podučavanja, jeste uvođenje nepoznatog stranog jezika (unfamiliar foreign language – UFL) u program TESOL, pri čemu je bitno da nijedan nastavnik učenik ne govori taj jezik. Nastavnik učenik tako se stavlja u poziciju učenika početnika koji uči strani jezik koji mu je potpuno nov i nepoznat, na primer srpsko-hrvatski, arapski, španski ili hebrejski jezik. Bez izuzetka, putem ovog iskustvenog učenja nastavnik učenik razvija visok stepen empatije sa učenikom, kao i dublje razumevanje onoga šta se očekuje od nastavnika jezika. Specifičnije, nastavnik učenik shvata koliko je učenicima naporno i neprijatno kada se sretnu sa novim jezikom; koliko je uzbudljivo i podsticajno ostvarivanje pozitivnih rezultata na početnom nivou; koliko je važno da nastavnik bude precizan i da inventivno koristi vizuelna pomagala, govor tela, mimiku, facijalnu ekspresiju; koliko su značajni nastavničko strpljenje i ohrabrenja; i koliko je izvodljivo da nastavnik koristi isključivo novi strani jezik, odnosno da ne koristi maternji jezik učenika. Ovo iskustvo učenja stranog jezika može se pružiti u formi kratke, polusatne lekcije, ili može biti u formi desetonedeljenog kursa sa dva sata rada nedeljno, sa različitim zadacima refleksije i analize (npr. grupne diskusije, upitnici o emocionalnim odgov-

orima, vođenje dnevnika). Moje profesionalne opservacije u veoma različitim okruženjima i mestima (Meksiko, Kanada, Indonezija) pokazuju da su nepr ocenjivi uvidi koje stiču nastavnici učenici koji su stavljeni u situaciju početnika. Ovo posebno važi za izvorne govornike engleskog, koji žele da podučavaju engleski jezik, dakle za one koji nemaju lično iskustvo u učenju engleskog jezika u formalnom okruženju.

Još jedna grupa veština koju bi nastavnici učenici trebalo da usvoje – u zavisnosti od njihovih prethodno usvojenih navika učenja – jesu veštine učenja. Nastavnici učenici moraju razumeti šta su uspešne nasuprot neuspešnih strategija učenja. Ukoliko ovo ne razumeju u potpunosti, na primer zbog loših navika učenja koje su stekli u sopstvenoj školskoj karijeri (npr. kratkoročno bubanje pre ispita, nevoljnost da se isproba jezik ili šetanje gore dole da bi se tekst naučio napamet), onda prvo moraju da „nauče kako da uče“. U ovo spada pravljenje beleški, veštine pretraživanja biblioteke, analitičko mišljenje, izražavanje stavova, rešavanje problema i sl. Poptuno je nerealistično da očekujemo od nastavnika da podučavaju odgovarajuće veštine učenja, a da ih nikada sami nisu primenili.

Na kraju, ali ne i najmanje važno, u programima obrazovanja nastavnika koji se organizuju za nastavnike učenike kojima engleski jezik nije maternji, veoma je važno da oni unaprede svoje veštine engleskog jezika. U inicijalnim, formalnim kursevima nastavnici učenici često uočavaju vrednosti unapređenja sopstvenog jezičkog nivoa i sretni su kada pohađaju ceo TESOL program na engleskom jeziku, jer tako značajno unapređuju svoje jezičke kompetencije. Zato bi samo neke, mada bi najbolje bilo da se to ne radi uopšte, kurseve trebalo sprovesti na nekom drugom jeziku, bez obzira na to da li osoba koja obučava nastavnike govori maternji jezik nastavnika učenika. Međutim, često tokom dodatnog usavršavanja navodnoiskusni nastavnici engleskog jezika imaju otpor kada se radi o unapređenju jezičkih kompetencija. Zapravo, kod ovih nastavnika često postoji – ali to sami ne vide – velika potreba da se unapredi njihovo znanje engleskog jezika, uprkos prethodnom iskustvu koje imaju u ELT radu. Dalje unapređivanje jezičkim kompetencija se obično preporučuje, ili se smatra apsolutno nužnim.

Da zaključimo, najvažniji principi u programima kojima se obučavaju i pripremaju odrasli za podučavanje engleskog jezika su sledeći:

1. Svaka teorija dovodi se u vezu sa primenom u stvarnom svetu podučavanja.
2. Teorija i praksa su integrisane.
3. Praktični zadaci iz podučavanja organizuju se tokom celog kursa.
4. Oni koji obučavaju nastavnike sprovode ono što zagovaraju.
5. Postoji i kurs nepoznatog jezika.

6. Veštine učenja se podučavaju, ukoliko je to potrebno.

Uključeno je i unapređenje kompetencija u engleskom jeziku, ukoliko je to potrebno.

Kreatori programa zaduženi za TESOL kurseve imaju profesionalnu obavezu da se postaraju da njihovi odrasli učenici mogu da uče i da budu obučeni na najbolji mogući način. Pošto se odrasli kasnije vrate svojim profesionalnim aktivnostima podučavanja, postaće modeli u svojim razredima i podstićaće procese učenje svojih učenika, tako ih pripremajući za budućnost. Uz pomoć rezultata empirijskih istraživanja možemo uložiti naše ljudske resurse u stvaranje najefikasnijih i najefektnijih okruženja za učenje odrasli. Krajnje je vreme da upravo to uradimo.

Lijet Helvig (Liet Hellwig)

Literatura

Achatz, M. and R. Tippelt (2001), "Wandel von Erwerbsarbeit und Begründungen kompetenzorientierten Lernens im internationalen Kontext", in A. Bolder, W. Heinz and G. Kutscha (eds.), *Deregulierung der Arbeit - Pluralisierung der Bildung?*, Leske and Budrich, Opladen, pp. 111-127.

Achtenhagen, F. and W. Lempert (eds.) (2000), *Lebenslanges Lernen im Beruf - Seine Grundlegung im Kindes- und Jugendalter*, Bd. 1-5, Leske and Budrich, Opladen.

Alterskommission (2005), "Zusammenfassung wesentlicher Thesen des Fünften Altersberichts", Berlin.

Baethge, M. and V. Baethge-Kinsky (2004), *Der ungleiche Kampf um das lebenslange Lernen*, Waxmann, Münster/New York/München and Berlin.

Ball, K., D.B. Berch, K. Helmers, J. Jobe, M. Leveck, M. Marsiske, J. Morris, G.W. Rebok, D.M. Smith, S.L. Tennstedt, F. Unverzagt and S. Willis (2002), "Effects of Cognitive Training Interventions with Older Adults. A Randomized Controlled Trial", *JAMA* 288, pp. 2271-2281.

Baltes, P.B. (1993), "The Aging Mind: Potential and Limits", *The Gerontologist*, Vol. 33/5, pp. 580-594.

Baltes, P.B. (2003), "Das hohe Alter - mehr Bürde als Würde?", *MaxPlanckForschung*, Vol. 2, pp. 15-19.

Baltes, P.B., J. Glück and U. Kunzmann (2002), "Wisdom: Its Structure and Function in Successful Lifespan Development", C.R. Snyder and S.J. Lopez (eds.), *Handbook of Positive Psychology*, Oxford University Press, New York, pp. 327-350.

Baltes, P.B. and U. Lindenberger (1997), "Emergence of a Powerful Connection between Sensory and Cognitive Functions across the Adult Life Span: A New Window

to the Study of Cognitive Aging?", *Psychology and Aging*, Vol. 12(1), pp. 12-21.

Baltes, P.B. and U.M. Staudinger (2000), "Wisdom: A Metaheuristic (pragmatic) to Orchestrated Mind and Virtue toward Excellence", *American Psychologist*, Vol. 55, pp. 122-136.

Bartzokis, G., J.L. Cummings, D. Sultzer, V.W. Henderson, K.H. Nuechterlein and J. Mintz (2003), "White Matter Structural Integrity in Healthy Aging Adults and Patients with Alzheimer Disease: A Magnetic Resonance Imaging Study", *Archives of Neurology*, Vol. 60(3), pp. 393-398.

Barz, H. and R. Tippelt (eds.) (2004), *Weiterbildung und soziale Milieus in Deutschland*, Bd. 1 u.2, Bertelsmann, Bielefeld.

Becker, S., L. Veelken and K.P. Wallraven (eds.) (2000), *Handbuch Altenbildung. Theorien und Konzepte für Gegenwart und Zukunft*, Leske and Budrich, Opladen.

Bransford, J.D., A.L. Brown and R.R. Cocking (2004), *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, Expanded Edition, National Academy Press, Washington DC.

Bruer, J.T. (1997), "Education and the Brain: A Bridge too Far", *Educational Researcher*, Vol. 26(8), pp. 4-16.

Bynner, J., T. Schuller and L. Feinstein (2003), "Wider Benefits of Education: Skills, Higher Education and Civic Engagement", *Z.f.Päd.*, 49.Jg., Vol. 3, pp. 341-361.

Cabeza, R. (2002), "Hemispheric Asymmetry Reduction in Older Adults: The HAROLD Model", *Psychology and Aging*, Vol. 17(1), pp. 85-100.

Cabeza, R., L. Nyberg and D.C. Park (2005), *Cognitive Neuroscience of Aging*, Oxford University Press, New York.

Cattell, R.B. (1963), "Theory of Fluid and Crystallized Intelligence: A Critical Experiment", *Journal of Educational Psychology*, Vol. 54, pp. 1-22.

Cohen, J. (1988), *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.), Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.

Colcombe, S.J. and A. Kramer (2002), "Fitness Effects on the Cognitive Function of Older Adults: A Meta Analytic Study", *Psychological Science*, Vol. 14, pp. 125-130.

Colcombe, S.J., A. Kramer, K.I. Erickson and P. Scalf (2005), "The Implications of Cortical Recruitment and Brain Morphology for Individual Differences in Inhibitory Function in Aging Humans", *Psychology and Aging*, Vol. 20, pp. 363-375.

Courchesne, E., H.J. Chisum, J. Townsend, A. Cowles, J. Covington, B. Egaas et al. (2000), "Normal Brain Development and Aging: Quantitative Analysis at In Vivo MR Imaging in Healthy Volunteers", *Radiology*, Vol. 216, pp. 672-681.

Csikszentmihalyi, M. (1982), "Towards a Psychology of Optimal Experience", R. Gross (ed.), *Invitation to Life-long Learning*, Fowlett, New York, pp. 167-187.

DeCharms, R. (1976), *Enhancing Motivation: Change in the Classroom*, Irvington, New York.

Deci, E.L. and R.M. Ryan (1985), *Intrinsic Motivation and Self-determination in*

Human Behavior, Plenum Press, New York.

Dobbs, A.R. and B.G. Rule (1989), "Adult Age Differences in Working Memory", *Psychology and Aging*, Vol. 4(4), pp. 500-503.

Erikson, E. (1966), *Identität und Lebenszyklus*, Frankfurt.

Eriksson, P.S., E. Perfilieva, T. Björk-Eriksson, A.M. Alborn, C. Nordborg, D.A.

Peterson and F.H. Gage (1998), "Neurogenesis in the Adult Human Hippocampus", *Nature Medicine*, Vol. 4, pp. 1313-1317.

Espeseth, T., P.M. Greenwood, I. Reinvang, A.M. Fjell, K.B. Walhovd, L.T. Westlye, E. Wehling, A. Astri Lundervold, H. Rootwelt and R. Parasuraman (2007), "Interactive Effects of APOE and CHRNA4 on Attention and White Matter Volume in Healthy Middle-aged and Older Adults", *Cognitive, Behavioral, and Affective Neuroscience*.

Feinstein, L., C. Hammond, L. Woods, J. Preston and J. Bynner (2003), "The Contribution of Adult Learning to Health and Social Capital. Wider Benefits of Learning Research", Report 8, Center of Research on the Wider Benefits of Learning, London.

Good, C.D., I.S. Johnsrude, J. Ashburner, R.N.A. Henson, K.J. Friston and R.S.J. Frackowiak (2001), "A Voxel-based Morphometric Study of Aging in 465 Normal Adult Human Brains", *Neuroimage*, Vol. 14, pp. 21-36.

Grady, C.L., J.M. Maisog, B. Horwitz, L.G. Ungerleider, M.J. Mentis and J.A. Salerno (1994), "Age-related Changes in Cortical Blood Flow Activation during Visual Processing of Faces and Location", *Journal of Neuroscience*, Vol. 14, pp. 1450-1462.

Grady, C.L., A.R. McIntosh and F.I. Craik (2003), "Age-related Differences in the Functional Connectivity of the Hippocampus during Memory Encoding", *Hippocampus*, Vol. 13(5), pp. 572-586.

Greenwood, P.M. and R. Parasuraman (1994), "Attentional Disengagement Deficit in Nondemented Elderly over 75 Years of Age", *Aging and Cognition*, Vol. 1(3), pp. 188-202.

Greenwood, P.M. and R. Parasuraman (1999), "Scale of Attentional Focus in Visual Search", *Perception and Psychophysics*, Vol. 61, pp. 837-859.

Greenwood, P. and R. Parasuraman (2003), "Normal Genetic Variation, Cognition, and Aging", *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, Vol. 2, pp. 278-306.

Greenwood, P.M., C. Lampert, T. Sunderland and R. Parasuraman (2005), "Effects of Apolipoprotein E Genotype on Spatial Attention, Working Memory, and their Interaction in Healthy, Middle-aged Adults: Results from the National Institute of Mental Health's BIOCARD Study", *Neuropsychology*, Vol. 19(2), pp. 199-211.

Greenwood, P.M., T. Sunderland, J. Friz and R. Parasuraman (2000), "Genetics and Visual Attention: Selective Deficits in Healthy Adult Carriers of the 4 Allele of the Apolipoprotein E Gene", *Proceedings of the National Academy of Science*, Vol. 97, pp. 1661-1666.

Gropengießer, H. (2003), "Lernen und Lehren: Thesen und Empfehlungen zu einem professionellen Verständnis", Report 3/2003, Literatur und Forschungsreport

Weiterbildung, Gehirn und Lernen, pp. 29-39.

Guttman, C.R., F.A. Jolesz, R. Kikinis, R.J. Killiany, M.B. Moss and T. Sandor (1998), "White Matter Changes with Normal Aging", *Neurology*, Vol. 50, pp. 972-981.

de Haan, M. and M. Johnson (eds.) (2003), "The Cognitive Neuroscience of Development", *Psychology Press*, Hove.

Heckhausen, H. (1989), *Motivation und Handeln*, Springer, Heidelberg.

Hedden, T., G.J. Lautenschlager and D.C. Park (2005), "Contributions of Processing Ability and Knowledge to Verbal Memory Tasks across the Adult Lifespan", *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.

Jennings, J.M. and A.L. Darwin (2003), "Efficiency Beliefs, Everyday Behavior, and Memory Performance among Elderly Adults", *Educational Gerontology*, Vol. 29, pp. 34-42.

Jernigan, T.L., S.L. Archibald, C. Fennema-Notestine, A.C. Gamst, J.C. Stout and J. Bonner (2001), "Effects of Age on Tissues and Regions of the Cerebrum and Cerebellum", *Neurobiology of Aging*, Vol. 22, pp. 581-594.

Johnson, M., Y. Munakata and R.O. Gilmore (eds.) (2002), *Brain Development and Cognition - A Reader*, Blackwell, Oxford.

Karmel, T. and D. Woods (2004), "Lifelong Learning and Older Workers", NCVER, Adelaide.

Kemper, T. (1994), "Neuroanatomical and Neuropathological Changes in Normal Aging and in Dementia", in M.L. Albert (ed.), *Clinical Neurology of Aging* (2nd edition), Oxford University Press, New York.

Keyfitz, N. (1990), *World Population Growth and Aging: Demographic Trends in the Late Twentieth Century*, University of Chicago Press, Chicago, IL.

Kruse, A. (1997), "Bildung und Bildungsmotivation im Erwachsenenalter", in F.E. Weinert and H. Mandl (eds.), *Psychologie der Erwachsenenbildung*, Hogrefe, Göttingen, pp. 115-178.

Kruse, A. (1999), "Bildung im höheren Lebensalter. Ein aufgaben-, kompetenz- und motivationstheoretischer Ansatz", in R. Tippelt (ed.), *Handbuch der Erwachsenenbildung/Weiterbildung*, Leske and Budrich, Opladen, pp. 581-588.

Kruse, A. (2005), "Qualifizierungsmaßnahmen für Wiedereinsteigerungen in den Beruf", Heidelberg (unveröffentl. Manuskript).

Kruse, A. and G. Rudinger (1997), "Lernen und Leistung im Erwachsenenalter", in F.E. Weinert and H. Mandl (eds.), *Psychologie der Erwachsenenbildung*, Hogrefe, Göttingen, pp. 46-85.

Lahn, L.C. (2003), "Competence and Learning in Late Career", *European Educational Research Journal*, Vol. 2/1, pp. 126-140.

Lehr, U. (1986), "Aging as Fate and Challenge", in H. Häfner, G. Moschel and N.

- Sartorius (eds.), *Mental Health in the Elderly*, Heidelberg, pp. 57-77.
- Lehr, U. (1991), *Psychologie des Alterns* (7th edition), Heidelberg.
- Leibniz-Gemeinschaft (2005), "Wie wir altern: Megathema Alternsforschung", *Journal der Leibniz-Gemeinschaft*, pp. 6-13.
- Lerner, R.M. (2002), "Concepts and Theories of Human Development", Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Li, K.Z., U. Lindenberger, A.M. Freund and P.B. Baltes (2001), "Walking while Memorizing: Age-related Differences in Compensatory Behavior", *Psychological Science*, Vol. 12(3), pp. 230-237.
- Lindenberger, U., H. Scherer and P.B. Baltes (2001), "The Strong Connection between Sensory and Cognitive Performance in Old Age: Not Due to Sensory Acuity Reductions Operating during Cognitive Assessment", *Psychology and Aging*, Vol. 16(2), pp. 196-205.
- Madden, D.J., T.G. Turkington, R.E. Coleman, J.M. Provenzale, T.R. DeGrado and J.M. Hoffman (1996), "Adult Age Differences in Regional Cerebral Blood Flow during Visual Work Identification: Evidence from H2 15O PET", *Neuroimage*, Vol. 3, pp. 127-142.
- Madden, D.J., W.L. Whiting, J.M. Provenzale and S.A. Huettel (2004), "Age-related Changes in Neural Activity during Visual Target Detection Measured by fMRI", *Cerebral Cortex*, Vol. 14(2), pp. 143-155.
- Nelson, C.A. and M. Luciana (eds.) (2001), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience*, MIT Press, Cambridge, MA.
- OECD (2002), *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*, OECD, Paris.
- OECD (2004), *Education at a Glance: OECD Indicators*, OECD, Paris.
- OECD (2005), *Aging and Employment Policies: United States*, OECD, Paris.
- Parasuraman, R., P.M. Greenwood, R. Kumar and J. Fossella (2005), "Beyond Heritability: Neurotransmitter Genes differentially Modulate Visuospatial Attention and Working Memory", *Psychological Science*, Vol. 16(3), pp. 200-207.
- Parasuraman, R., P.M. Greenwood and T. Sunderland (2002), "The Apolipoprotein E Gene, Attention, and Brain Function", *Neuropsychology*, Vol. 16, pp. 254-274.
- Park, D.C., G. Lautenschlager, T. Hedden, N. Davidson, A.D. Smith and P. Smith (2002), "Models of Visuospatial and Verbal Memory across the Adult Life Span", *Psychology and Aging*, Vol. 17(2), pp. 299-320.
- Park, D. and N. Schwarz (1999), *Cognitive Aging: A Primer*, Psychology Press, Hove.
- Pate, G., J. Du and B. Havard (2004), "Instructional Design - Considering the Cognitive Learning Needs of Older Learners", *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, Vol. 1/5, pp. 3-8.
- Pauen, S. (2004), "Zeitfenster der Gehirn- und Verhaltensforschung: Modethema

oder Klassiker?", *Z.f.Päd.*, 50Jg., Vol. 4, pp. 521-530.

Pillay, H., G. Boulton-Lewis, L. Wilss and C. Lankshear (2003), "Conceptions of Work and Learning at Work: Impressions from Older Workers", *Studies in Continuing Education*, Vol. 25/1, pp. 95-111.

Raz, N., U. Lindenberger, K.M. Rodriue, K.M. Kennedy, D. Head and A. Williamson (2005), "Regional Brain Changes in Aging Healthy Adults: General Trends, Individual Differences and Modifiers", *Cerebral Cortex*, Vol. 15(11), pp. 1676-1689.

Resnick, S.M., D.L. Pham, M.A. Kraut, A.B. Zonderman and C. Davatzikos (2003), "Longitudinal Magnetic Resonance Imaging Studies of Older Adults: A Shrinking Brain", *Journal of Neuroscience*, Vol. 23(8), pp. 3295-3301.

Rosen, A.C., M.W. Prull, R. O'Hara, E.A. Race, J.E. Desmond, G.H. Glover, J.A. Yesavage and J.D.E. Gabrieli (2002), "Variable Effects of Aging on Frontal Lobe Contributions to Memory", *Neuroreport*, Vol. 13, pp. 2425-2428.

Rossi, S., C. Miniussi, P. Pasqualetti, C. Babiloni, P.M. Rossini and S.F. Cappa (2004), "Age-related Functional Changes of Prefrontal Cortex in Long-term Memory: A Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Study", *Journal of Neuroscience*, Vol. 24(36), pp. 7939-7944.

Roth, G. (2004), "Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?", *Z.f.Päd.*, 50. Jg., Vol. 4, pp. 496-506.

Rypma, B. and M. D'Esposito (2000), "Isolating the Neural Mechanisms of Age-related Changes in Human Working Memory", *Nature Neuroscience*, Vol. 3(5), pp. 509-515.

Saczynski, J.S., S.L. Willis and K.W. Schaie (2002), "Strategy Use in Reasoning Training with Older Adults", *Aging Neuropsychology and Cognition*, Vol. 9/1, pp. 48-60.

Salthouse, T.A. (1996), "The Processing-speed Theory of Adult Age Differences in Cognition", *Psychological Review*, Vol. 103, pp. 403-428.

Schaie, K.W. (2005), "Developmental Influences on Adult Intelligence. The Seattle Longitudinal Study", University Press, Oxford.

Schuller, T., J. Preston, C. Hammond, A. Brassett-Grundy and J. Bynner (eds.) (2004), *The Benefits of Learning. The Impact of Education on Health, Family Life and Social Capital*, Routledge Farmer, London.

Shors, T.J., G. Miesegaes, A. Beylin, M. Zhao, T. Rydel and E. Gould (2001), "Neurogenesis in the Adult is Involved in the Formation of Trace Memories", *Nature*, Vol. 410, pp. 372-376.

Siebert, H. (1998), *Konstruktivismus: Konsequenzen für Bildungsmanagement und Semingestaltung*, Schneider, Frankfurt a.M.

Siebert, H. and G. Roth (2003), "Gespräch über Forschungskonzepte und Forschungsergebnisse der Gehirnforschung und Anregungen für die Bildungsarbeit", *Report 3, Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung*, Gehirn und Lernen, pp. 14-19.

Singer, W. (2002), *Der Beobachter im Gehirn*, Suhrkamp, Frankfurt a.M.

Snowdon, D.A., S.J. Kemper, J.A. Mortimer, L.H. Greiner, D.R. Wekstein and W.R. Markesbery (1996), "Linguistic Ability in Early Life and Cognitive Function and Alzheimer's Disease in Late Life. Findings from the Nun Study", *Journal of the American Medical Association*, Vol. 275, pp. 528-532.

Sowell, E.R., B.S. Peterson, P.M. Thompson, S.E. Welcome, A.L. Henkenius and A.W. Toga (2003), "Mapping Cortical Change across the Human Life Span", *Nature Neuroscience*, Vol. 6(3), pp. 309-315.

Spitzer, M. (2000), "Geist, Gehirn and Nervenheilkunde. Grenzgänge zwischen Neurobiologie", *Psychopathologie und Gesellschaft*, Schattauer, New York.

Spitzer, M. (2002), *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Spitzer, M. (2004), *Selbstbestimmen. Gehirnforschung und die Frage: Was sollen wir tun?*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Stern, E. (2004), "Wie viel Hirn braucht die Schule? Chancen und Grenzen einer neuropsychologischen Lehr-Lern-Forschung", *Z.f.Päd.*, 50.Jg., Vol. 4, pp. 531-538.

Stern, E., R. Grabner, R. Schumacher, C. Neuper and H. Saalbach (2005), "Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften: Erwartungen, Befunde und Forschungsperspektiven", *Bildungsreform Bd.13*, BMBF, Berlin.

Sternberg, R.J. (1990), *Wisdom: Its Nature, Origin, and Development*, Cambridge University Press, New York.

Thomae, H. (1970), "Theory of Aging and Cognitive Theory of Personality", *Human Development* 13, pp. 1-16.

Tippelt, R. (1999) (ed.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung*, Leske and Budrich, Opladen.

Tippelt, R. (2000), "Bildungsprozesse und Lernen im Erwachsenenalter. Soziale Integration und Partizipation durch lebenslanges Lernen", D. Benner and H.-E. Tenorth (eds.), *Bildungsprozesse und Erziehungsverhältnisse im 20. Jahrhundert*, *Z.f.Päd.*, Vol. 42, Beiheft, Beltz, Weinheim, pp. 69-90.

Tippelt, R. (2002) (ed.), *Handbuch Bildungsforschung*, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Tippelt, R. (2004), "Lernen ist für Pädagogen keine Blackbox: Basiselemente einer pädagogisch konzipierten Lerntheorie", *Grundlagen der Weiterbildung*, Vol. 3/15, pp. 108-110.

Tippelt, R. and B. Schmidt (2005), "Was wissen wir über Lernen im Unterricht?", *Pädagogik*, Vol. 3, pp. 6-11.

Walhovd, K.B., A.M. Fjell, I. Reinvang, A. Lundervold, A.M. Dale and D.E. Eilertsen (2005), "Effects of Age on Volumes of Cortex, White Matter and Subcortical Structures", *Neurobiology of Aging*, Vol. 26(9), pp. 1261-1270.

Wechsler, D. (1939), *The Measurement and Appraisal of Adult Intelligence*,

Williams and Wilkens, Baltimore.

Weinert, F.E. (2001), "Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene

Selbstverständlichkeit", *Leistungsmessungen in Schulen*, Beltz, Weinheim, pp. 17-31.

Weinert, F.E. and H. Mandl (1997) (ed.), *Psychologie der Erwachsenenbildung*, Hogrefe, Göttingen.

Welzer, H. and H.J. Markowitsch (2001), "Umriss einer interdisziplinären Gedächtnisforschung", *Psychologische Rundschau*, Vol. 52(4), pp. 205-214.

White, R.W. (1959), "Motivation Reconsidered: The Concept of Competence", *Psychological Review*, Vol. 66, pp. 297-333.

WHO (2003), *Gender, Health, and Aging*, World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Williamson, A. (1997), "You Are Never too Old to Learn! Third-Age Perspectives on Lifelong Learning", *International Journal of Lifelong Education*, Vol. 16/3, pp. 173-184.

Wilson, R.S., C.F. Mendes De Leon, L.L. Barnes, J.A. Schneider, J.L. Bienias, D.A. Evans et al. (2002), "Participation in Cognitively Stimulating Activities and Risk of Incident Alzheimer Disease", *JAMA*, Vol. 287(6), pp. 742-748.

Wrenn, K.A. and T.J. Maurer (2004), "Beliefs about older Workers Learning and Development Behaviour in Relation to Beliefs about Malleability of Skills, Age-Related Decline, and Control", *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 34/2, pp. 223-242.

DODATAK A
Forumi

Online diskusije na forumu OECD-a i CERI-ja „Teach the Brain“ (Podučavajte mozak) (www.ceri-forums.org/forums) imale su važnu ulogu u povezivanju dve značajne zajednice – nastavnika i naučnih eksperata. Forum je nastavnicima pružio odličnu priliku da postavljaju pitanja o načinu na koji mozak uči, da dobiju savete kako da inkorporiraju učenje zasnovano na proučavanju mozga u svoje nastavne metode i da dobiju potvrdu iz neuronauke o tome kako i zašto njihove prakse i institucije rade i da ponude gledišta iz perspektive ljudi iz prakse. Naučnici su bili tu da odgovore i ponude istraživanja. Takođe, stručnjaci i osoblje OECD-a bili su tu da razjasne nedoumice i terminologiju.

Rezultati ovog dvogodišnjeg poduhvata pokazali su se kao uspešni u pogledu odziva (preko 160 kreiranih tema i preko 2.000 odgovora), ali i u sposobnosti daljeg rasta (prosečan broj posetilaca povećao se od 300 poseta mesečno u 2005. godini na 600 mesečno tokom poslednjih meseci 2006. godine).

Ovi forumi mogli su da zabeleže pitanja koja trenutno pritiskaju nastavnike (može li neuspeh u matematici biti povezan sa nekim moždanim problemom), česte predrasude o mozgu do kojih nastavnici stižu (da li ADHD karakteriše nedostatak motivacije) i glad obrazovnih stručnjaka za onim informacijama iz neuronauke koje se mogu primeniti u učioničkom okruženju (kako različite neuronske razvoje inkorporirati u podučavanje).

U nastavku predstavljamo izabrane delove diskusije o različitim temama od „Emocija i učenja“, „Pismenosti i mozga“ do „Diskalkulije“ i „Nauke o mozgu i obrazovanje“. Upoznajte naše članove koji dolaze odasvud, od Solana Biča u Kaliforniji do farme u Ist Jorku u Velikoj Britaniji, od srednje Amerike do dalekih brda Australije i čak izvan članica OECD-a, iz zemalja poput Indije ili Nigerije. Oni su nastavnici, obrazovni savetnici, neuronaučnici i stručnjaci OECD-a. Pojavljuju se pod alijasma poput „segarama“, „lutkar“, „samo ja“, „strani mozak“ i „nastavnik četvrtog razreda“. Neki su čak i u penziji, daleko u šesdesetim godinama, a i dalje imaju u sebi vatru obrazovanja i pokretačku snagu učenja i žele da otkriju najnovije rezultate neuronauke i mogućnost njihove primene u budućnosti.

Kako čitate i pratite njihove priče, one će poslužiti kao podsetnik o tome gde se sve zajednice prakse nalaze u ovim uzbudljivim vremenima – u ogromnom jazu između neuronauke i obrazovanja – između razmene informacija i primene. Upoznajte se sa njihovim iskustvima kako bismo se svi kretali napred.

Svi odlomci direktno su preuzeti iz foruma, sadržaj i lični stilovi nisu redigovani kako bi se očuvala individualnost i autentičnost komunikacije.

O disleksiji ...

Dragi svi,

Želela bih da saznam zbog čega učenici sa disleksijom ne mogu da čuju razliku između pojedinih glasova. Zašto imaju poteškoća pri rimovanju, segmentaciji i stapanju (blending)? Šta je tačno uzrok deficitu u fonološkoj obradi? Može li to biti oštećenje usled infekcije uha u detinjstvu? Ili povreda ili udarac glave? Da li je reč o povredi ili nerazvijenosti iz nekog razloga? Uvek su me interesovali uzroci ovih poteškoća? Zanima me šta vi mislite o uzrocima problema u fonološkoj obradi koji prate disleksiju.

Samo ja

Zdravo, samo ja,

Možeš saznati više o disleksiji u našem posebnom izdanju posevećenom ovom problemu na OECD-ovom sajtu *Mozak i učenje*:

www.oecd.org/document/51/0,2340,en_2649_14935397_3-5149043_1_1_1_1,00.html.

Takođe, preporučujem knjigu *Overcoming Dyslexia* (Prvazilaženje disleksije) od Seli Šejvic (Sally Schaywitz, 2002).

Sve najbolje,

*Kristina Hinton,
stručnjak, konsultant OECD-a*

Dragi svi,

zamolila bih da prokomentarišete shvatanje da disleksija nije „specijalno“ stanje poteškoća sa čitanjem, već da onima koji loše čitaju nedostaje sposobnost za segmentiranje i stapanje glasova: sposobnost koja ne zavisi od inteligencije isto kao što ni daltonizam ne zavisi od inteligencije. Ovo gledište predstavljeno je nedavno u jednom televizijskom programu u Velikoj Britaniji, ali, nažalost, zaboravila sam imena proponenata.

Debra

Draga Debra,

RE: Televizijski program i stanovište profesora Eliota.

Svako dete sa „poteškoćom u učenju“ mora zvanično dobiti „etiketu“ za tu poteškoću pre nego što primi direktnu pomoć. Nema etiketiranja, nema pomoći. Mada, problem je što su etikete poopštene, dok mali broj dece ili odraslih stvarno savršeno odgovara preciznoj definiciji. Ovo stvara sledeći problem, šta se dešava posle etiketiranja? Onda se sprovodi lečenje koje se bavi onim što je definisano etiketom. Tako se ne uočavaju različiti mogući uz-

roci poteškoća sa čitanjem, pisanjem, disleksijom. A profesor Eliot kaže: „To je etiketa koja obuhvata sve“. Ono što Eliot sugeriše jeste da moramo otići dalje od etiketa i direktno se usredsrediti na uzroke tako da dobijemo „individualizovani pristup“.

Predložio bih da odemo dalje od etiketa ka razvoju razumevanja naših moždanih procesa u široj javnosti.

Džef

Dragi forume,

Danas se disleksija posmatra kao problem. Nadam se da će ljudi jednog dana shvatiti da je disleksija drugačiji način mišljenja, koji može dovesti do novih ideja i novih načina rešavanja problema. Kada bismo je posmatrali na ovaj način, disleksija može biti prednost... samo je pitanje kako na nju gledamo...

frule

O matematici...

Dragi svi,

poznajem sjajno dete koje ima odlične ocene iz svih predmeta osim matematike. Njegovi roditelji kažu da se trudi oko matematike koliko i oko drugih predmeta. Ima samo osam godina. Da li je ovo normalno? Da li mislite da je ovaj slab uspeh u matematici u vezi sa nekim moždanim problemom?

Hvala.

Strani mozak

Dragi nastavnici,

Prošlog vikenda sam na ovom veb sajtu pročitala sjajan članak o poteškoćama sa matematikom. Nažalost, ne znam kako sam ga pronašla. Tamo ima tako puno dobrih informacija da mogu provesti sate čitajući, zaboravljajući gde sam. U svakom slučaju, ako sam u pravu, problem može biti sa smislom za brojeve. U članku se objašnjava da dete mora simultano razumeti broj, na primer pet, mora prepoznati simbol 5, pisanje pet i koncept pet. Nadam se da ćete uspeti da pronađete članak i javiti ovom forumu šta ste saznali. Ja sam veoma zainteresovana.

Keti Trin

Deluje mi da dete o kome pričate ima diskalkuliju. Diskalkulija je ekvivalent disleksiji, ali u matematici. Međutim, za razliku od disleksije ona se mnogo manje proučava. Deficiniije i testovi za diskalkuliju razlikuju se od ze-

mlje do zemlje. Čak se i terminologij razlikuje, na primer u SAD se ona naziva „matematički hendikep“. U Engleskoj postoji nacionalni test, *Dyscalculia Screener* (Diskalkulija skener) Brajana Batervorta (Brian Butterworth). U Francuskoj, logopedi sprovode sopstvene standardne testove. U SAD, vaš školski psiholog testira dete i odlučuje da li ono ima neku posebnu poteškoću u matematici.

Keti, verovatno si pročitala članak o simpozijumu o softveru za lečenje diskalkulije (OECD finansira njegov razvoj), možeš ga opet pronaći ako odeš na početnu stranu sajta „Mozak i učenje“ i spustiš se dole.

Ukoliko želite da saznate nešto više o diskalkuliji, možete posetiti veb stranu Brajana Batervorta na adresi www.mathematicalbrain.com.

A tim OECD-a će uskoro postaviti još informacija o diskalkuliji na ovaj veb sajt, zato ostanite sa nama!

Ena Vilson

O vrednovanju ...

Zdravo, Kristina.

Hvala na odgovoru.

Što se tiče implikacija koje ovo ima za nastavu, vratiću se na našu prethodnu diskusiju o vrednovanju i evaluaciji.

Ovim se naglašava vrednost formativnog vrednovanja kao sredstva da se prevaziđe sumativno vrednovanje postignuća, koje samo pokazuje da li je učenik bio „dobar ili loš“ u nekom predmetu, a ne pokazuje gde je tačno potreban dalji rad.

Formativno vrednovanje može da obuhvati neuronske procese koji se odvijaju u onom ko uči. Ovo nam pomaže da precizno uočimo neuronske proces(e) kojima je potrebna pomoć u razvoju. A ovim se vraćamo na pitanje šta bi nastavnici trebalo da znaju o neuronauci i učenju.

Džef

Dragi Džef,

Vaša ideja o povezivanju neuronauke i vrednovanja je provokativna. Da li nas očekuje budućnost u kojoj će deo ocene činiti i neuronačna komponenta, poput fMRI snimka?

Srdačno,

*Kristina Hinton,
stručnjak, konsultant OECD-a*

Draga Kristina,

Sumnjam da može biti kontroverzna? Može biti veoma korisna jer bi veoma rano ukazala na „problem“ i on bi mogao da se rešava, a ne da se čeka da prođe nekoliko godina loših ocena pre nego što se problem uoči. Do tada će učenik prilično zaostati za ostalima. Stoga, može biti od velike koristi?

Džef

O emocijama i učenju ...

Dragi nastavnici, da li mislite da se emocije mogu odvojiti od kognitivnih procesa u učioničkom kontekstu?

*Kristina Hinton,
stručnjak, konsultant OECD-a*

Dragi svi,

Jednom rečju, ne.

U idealnoj situaciji, nastavnici bi imali učenike koji mogu da nauče sve što se podučava čim im se daju informacije i bili bi sposobni da samostalno proizvedu dokaze o razumevanju. Ovo je slika koju mnogi od nas imaju o obrazovanju. Ukoliko se ovo ne dešava, onda nešto nije u redu sa nastavnikom ili sa učenicom. Verujem da je sve u redu sa njima, osim što ne razumeju emocije.

Jedan primer ovoga je učenje osnovnih matematičkih činjenica. U četvrtom razredu, smatra se da učenici koji brže pružaju „automatske“ odgovore, brže uče složenije računске probleme (naravno postoji mnogo učenika koji su loši u vremenskoj stisci a veoma dobri u kompleksnim računima, ali kada se bavimo velikim brojem dece, nastavnici uglavnom gledaju širu sliku). Tako, mnogi nastavnici vremenski ograničavaju davanje odgovora. Davno sam shvatio da je ova grupna aktivnost previše destruktivna. Oni koji su bili jako dobri u ovome, bili su oduševljeni. Svi oni koji nisu bili najbolji, osećali su se loše. Tek nekolicinu bi takmičenje nateralo da više rade. Za veći broj njih, takmičenje je samo osnaživalo osećaj da su loši u matematici. Svake godine javljali bi mi se roditelji čija deca mrze vremenska ograničenja jer iz nekog razloga ne misle dovoljno brzo. Zato, govorili bi, matematičke činjenice nisu važne i nemojte, molim vas, vremenski ograničavati moje dete. A ja bih im odgovorio, hajde da im damo nekoliko nedelja, pa da vidimo kako ide. Sada znam za roditelje koji sa decom vežbaju u hodniku. Kada učenici rade samostalno niko ne vidi kako rade, a svi moji učenici napreduju. Klinci su srećni, roditelji su srećni, a neki od njih mi se čak i zahvaljuju.

Sa interesovanjem čitam komentare na forumu o holističkom pristupu uče-

nju, koji obuhvata motorne veštine, fizičko stanje, filozofiju i biološke osnove. Kako bih razumeo sadržaj svake poruke, pokušavam da zamislim osobu koja ju je napisala i njen položaj, kako bih otkrio njene intencije. Emocionalno razumevanje osnove pomaže da njihovo razmišljanje i njihove reči stavim u kontekst. Mogu navesti još jedan primer o tome šta nastavnici rade podučavajući pisanje. Svi ljudi imaju svoj stil pisanja, bez obzira šta pišu. Stil karakteriše ličnost pisca, a ličnost je zasnovana na emocijama.

Dakle, odvajanje emocija od kognitivnih procesa čini mi se neizvodljivim. Zapravo, mislim da je potrebno razviti neki nivo strasti pri učenju. Sa druge strane, fokusiranje, menjanje i uključivanje, drugim rečima bavljenje emocijama, veoma je izvodljivo i zapravo je ono na šta nastavnici troše najviše vremena. Možda zavisi od toga šta mislite pod razdvajanjem.

Šta neuronauka kaže o tome?

Nastavnik četvrtog razreda

Dragi nastavnice četvrtog razreda.

Hvala puno na ovome.

Emotivni i kognitivni procesi deluju skladno u mozgu. Ovo je zato što su emocije i kognitivnost kategorije koje ne odslikavaju organizaciju mozga. Mozak je organizovan u ansamblima neurona sa specijalizovanim odlikama i funkcijama, što je princip koji se naziva modularnost. Ove grupe regulišu veoma specifične funkcije, poput spacijalne percepcije ili raspoznavanja tonova. Stimulus izaziva mrežni odgovor različitih grupa neurona koje proizvode određeno iskustvo. Neke komponente ovog iskustva korisno je da označimo kao kognitivne ili emotivne, ali distinkcija između njih je teorijska, a nije zasnovana na funkcionisanju mozga. Zato se, po mom mišljenju, emocije koje vaši studenti osećaju dok uče matematiku i kognitivni procesi u koje se upuštaju ne mogu odvojiti. Čini mi se da i iskustvo posmatrate holistički.

Sve najbolje,

*Kristina Hinton,
stručnjak, konsultant OECD-a*

O obrazovnoj neuronauci ...

Dragi nastavnici,

Pogledajte reči našeg nastavnika i renomiranog neuronaučnika koji je bio na sastanku naše *Mreže za doživotno učenje*, održanom u januaru 2005. godine u Tokiju. Zanimaju nas vaši komentari ovih misli.

„Inženjeri se ne oslanjaju, zapravo, na fiziku da bi izgradili mostove, niti

čekaju da fizika dođe sa principima koji će im reći kako da grade. Pre se može reći da izučavaju fiziku i prilagođavaju principe praktičnim odlukama koje moraju doneti, a koje obuhvataju i kulturne vrednosti koje određuju drumski saobraćaj koji će možda ići preko mosta“.

Majkl Posner, neuronaučnik

Svi mi govorimo u metaforama jer zapravo nema prave oblasti – obrazovanja i mozak – kojoj se možemo okrenuti. Jedino što možemo jeste da se okrenemo konceptima koji su u vezi sa onim što društvene grupe prepoznaju.

Frenk Kofild

Dragi svi,

Posner je potpuno u pravu, ali preporučujem knjigu „Why Buildings Fall Down“ (“Zašto se građevine ruše”) autora Matisa Levija i Marija Salvadorija (Matthys Levy i Mario Salvadori). Stvarnost je da napredak nije moguć bez neuspeha i niko ne bi rekao da ne postoji napredak u arhitekturi. Moramo da se krećemo napred sa nekim neznanjem, jer nema drugog izbora.

Dakle, ko će da krene u pionirski posao?

Karl

DODATAK B

**Tehnologije
neuroodslikavanja**

Tehnike neuronskih istraživanja veoma su različite i mogu uključivati i invazivne procedure, uključujući neurohirurgiju. Međutim, najpoznatije i najčešće korišćene neinvazivne tehnologije danas su neuroodslikavanja mozga. Tehnike neuroodslikavanja mogu se podeliti u dve opšte kategorije, na one koje pružaju specijalne informacije visoke rezolucije i na one koje pružaju temporalne informacije visoke rezolucije. Od tehnika koje pružaju prostorne informacije o moždanoj aktivnosti, najpoznatije su pozitrona emisiona tomografija (PET) i funkcionalna magnetna rezonanca (fMRI). PET tehnika, koristeći radioizotope, detektuje moždanu aktivnost tako što prati promene u utilizaciji kiseonika, glukoze i promene protoka cerebralne krvi. fMRI, koristeći radio frekvencije i magnetne, identifikuje promene u koncentraciji neoksidisanog hemoglobina (videti Primer A). Kod obe tehnike ispitanici moraju ostati nepomični kako bi se dobili tačni snimci.

Jedna stvar koju treba zapaziti jeste da signal koji se meri – promena u kiseoniku – telo prirodno proizvodi – nikakav kontrast nije potrebno ubrizgati. Ovo znači da je to neinvazivna procedura, za razliku od drugih oblika odslikavanja mozga, poput PET skeniranja za koje je potrebno ubrizgavanje radioaktivnih materijala. Ovo znači da se fMRI može koristiti za bezbedno skeniranje dečjih mozgova i može se više puta promeniti kod jedne osobe – što znači da je danas moguće pratiti efekte obuke, mera intervencije itd. Druga stvar koju treba primetiti jeste da signal koji se meri – iako se smatra da reprezentuje neuronsku aktivnost – predstavlja INDIREKTNO merenje moždane aktivnosti. Ovo ograničenje treba upamtiti – danas je direktno merenje neuronske aktivnosti i dalje ograničeno na proučavanje životinja.

Pošto PET i fMRI tehnike obezbeđuju specijalnu rezoluciju koja se meri milimetrima, ali temporalnu rezoluciju samo u sekundama, one su korisne za merenje promena moždane aktivnosti tokom nešto dužih kognitivnih aktivnosti. Druga tehnika, transkranijalna magnetna stimulacija (TMS) koristi se da se kreira privremen prekid moždane funkcije (nekoliko sekundi) kako bi se locirala moždana aktivnost u određenom regionu mozga. Ipak, procesi poput rešavanja matematičkih zadataka ili čitanja obuhvataju mnoštvo procesa koji se odvijaju tokom nekoliko stotina milisekundi. Iz tog razloga, PET i fMRI mogu da lokalizuju moždane regione pri čitanju i rešavanju matematičkih zadataka, ali ne mogu da rasvetle dinamičke interakcije između mentalnih procesa tokom ovih aktivnosti.

Druga grupa tehnika obezbeđuje preciznu temporalnu rezoluciju u milisekundama, ali njihova specijalna rezolucija je gruba, pruža podatke tek u centimetrima. Ove tehnike mere električna ili magnetska polja na površini lobanje tokom mentalne aktivnosti. U ove tehnike spadaju elektroencefalografija (EEG), evociranje električnih potencijala (ERP – event related potentials) i magnetna encefalografija (MEG). EEG i ERP koriste elektrode koje se stavljaju na određene oblasti glave. Zbog toga što se lako koriste, ove tehnike uspešno se primenjuju kod dece.

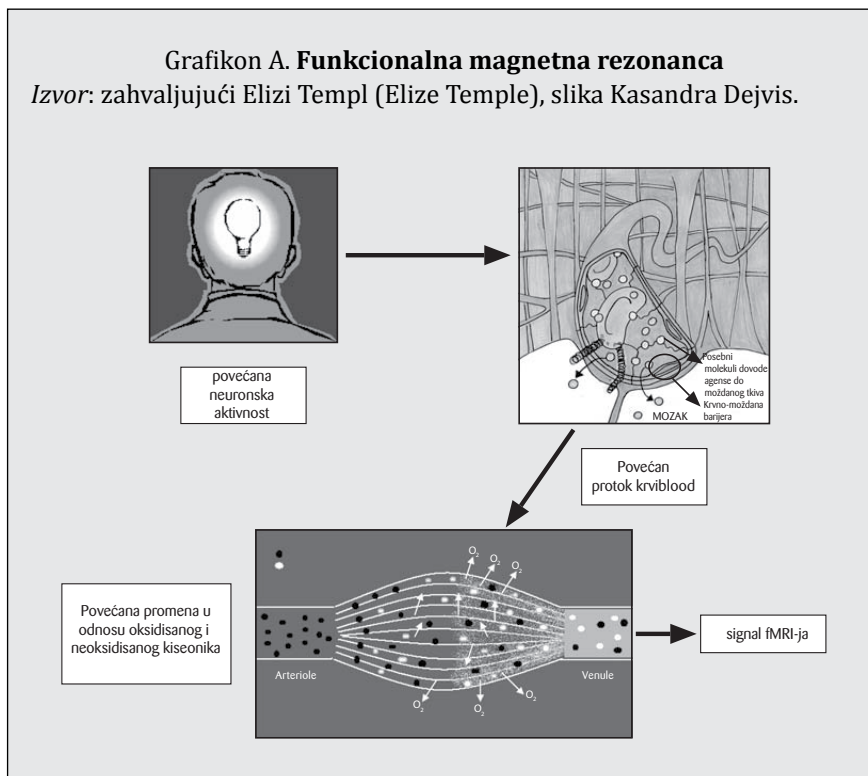
MEG koristi superprovodne uređaje kvantne interferencije (super-conducting quantum interference devices – SQUIDS) na temperaturi tečnog helijuma. Korišćenjem ovih tehnika mogu se dobiti precizna merenja u milisekundama promena u moždanoj aktivnosti tokom kognitivnih zadataka.

Primer A. Šta je fMRI?

Funkcionalna magnetna rezonanca (fMRI) omogućuje nam da vidimo funkcionisanje mozga, jeste varijanta standardne MRI tehnike. Standardni MRI, koji se koristi u bolnicama za snimanje kolena, leđa ili mozga, daje nam snimak mekog tkiva. Ova tehnika se, dakle, razlikuje od rendgena koji nam omogućuje da vidimo kosti i kalcifikacije. Dakle, pomoću MRI tehnike vidimo ligament, mišiće i druga meka tkiva tela, dakle i mozak, koji je u potpunosti meko tkivo. Pošto je fMRI varijanta MRI-ja, ove tehnike imaju slične prednosti i ograničenja. Neka ograničenja su ista kao i kod bilo kojeg MRI-ja: 1) pacijent mora da bude izuzetno miran, 2) ako ste klaustrofobični biće vam veoma teško da provedete vreme u veoma maloj komori, 3) veoma je glasan. Svako ko je bio na standardnom MRI-ju iskusio je ove osobine i oni su isti pri fMRI-ju. Standardni MRI radi pošto različita tkiva u telu imaju različite magnetne odlike i zbog magneta koji se koriste u MRI-ju oni reaguju drugačije, a uz pomoć kompjutera ovi različiti magnetni odgovori pretvaraju se u sliku. fMRI počiva na činjenici da kiseonik i njegov nosilac hemoglobin imaju magnetne odlike i reaguju na magnetna polja. Ovo nam omogućuje da merimo funkcionisanje mozga, jer neuroni koji su aktivniji koriste više kiseonika i imaju drugačiji magnetni signal nego oblasti koje nisu aktivne.

Da sumiramo ukratko ovu tehniku.

Ako osoba ima neku misao ili ideju ili izvršava neki kognitivni ili percipijski zadatak, ovo dovodi do povećane neuronske aktivnosti – u određenom regionu ili regionima mozga – to je FOKALNO povećanje neuronske aktivnosti. Ovo dovodi do FOKALNOG povećanja protoka krvi u tom regionu, što dalje dovodi do većeg snabdevanja kiseonikom u tom regionu (ili preciznije do promene u odnosu oksidisanog i neoksidisanog hemoglobina). Upravo ova promena u kiseoniku daje nam signale u fMRI-ju (videti Grafikon A).



Nova metoda neinvazivnog neuroodslkavanja je optička topografija (OT), koja je razvijena korišćenjem blisko infracrvene spektroskopije (near-infrared spectroscopy –NIRS) (Primer B). Za razliku od konvencionalnih metoda, može se koristiti za proučavanje ponašanja, jer fleksibilna optička vlakna omogućavaju subjektima da se pomeraju, a može se napraviti lagan i kompaktan sistem. Ovaj metod može se primeniti i kod odojčadi i kod odraslih. Praćenje ranog razvoja u mesečnim periodima obezbediće informacije o arhitekturi sistema neuronske obrade u mozgu. Optička topografija može doneti važne rezultate za učenje i obrazovanje¹

¹ Koizumi, H. et al. (1999), "Higher-order Brain Function Analysis by Trans-cranial Dynamic Near-infrared Spectroscopy Imaging", *Journal Biomed, Opt.*, Vol 4.

Primer B. **Blisko infracrvena optička topografija (NIR-OT) u naukama o učenju i proučavanju mozga**

Blisko infracrvena optička topografija (NIR-OT) neinvazivna je metodologija za analizu viših moždanih funkcija, koja beleži aktivaciju lokalnih oblasti mozga kod više subjekata u prirodnim uslovima, poput učenja kod kuće ili u učionici. Ova nova metodologija pomaže nam da procenimo individualne i integrisane moždane aktivnosti u međusektorskim longitudinalnim studijama.

Druge tehnike skeniranja, poput funkcionalne magnetne rezonance (fMRI) i magnetoencefalografije (MEG) počele su da se koriste ranih devedesetih godina. Međutim, kod ovih metodologija javljaju se različita ograničenja jer subjekat mora biti čvrsto fiksiran za mašinu tokom celokupnog procesa merenja. Iako ovaj element nije toliko važan u konvencionalnoj neurologiji u kojoj su subjekti prevashodno pacijenti, javilo se povećano interesovanje za odslikavanje viših moždanih funkcija u prirodnim uslovima. Zaista, NIR-OT metodologija omogućuje moždane snimke više subjekata bez ograničenja, što je važno za analiziranje interakcije između učenika i nastavnika.

NIR-OT se oslanja na bliskocrveno svetlo koje prenosi optičko vlakno, koje se nalazi na lobanji, a nešto od tog svetla dostiže dubinu i od približno 30 mm kod odraslih. Cerebralni korteks potom reflektuje svetlo i prenosi ga nazad kroz lobanju. Ovo reflektovano i rasuto svetlo kasnije će detektovati drugo optičko vlakno koje je smešteno na oko 30 mm od tačke emisije. Blisko infracrveno svetlo potpuno je neinvazivno, ekvivalentno zračenju sunca tokom hladnog zimskog dana. NIR-OT analitička mašina device je mobilni poluprovodnik, koji u budućnosti može postati malo integrisano kolo veličine dlana, čime će se značajno proširiti mogućnosti merenja faktora okruženja.

Različita istraživanja u vezi sa naukama o učenju i proučavanjem mozga već su sprovedena uz pomoć NIR-OT metodologije. U njih spadaju razvojne studije zdrave novorođenčadi, proučavanje jezika i radne memorije. NIR-OT je takođe primenjen u drugim istraživačkim oblastima, poput promena u moždanom funkcionisanju tokom kuvanja i vožnje.

Hideaki Koizumi, Saradnik, Hitachi, Ltd.

Za uspešna istraživanja u oblasti kognitivne neuronauke potrebna je kombinacija svih ovih tehnika, kako bi se dobile informacije i o prostornoj lokaciji i o vemenskim promenama moždanih aktivnosti koje su povezane sa učenjem. U povezivanju moždanih procesa i procesa učenja, za neuronaučnika

je važno da ima fino razgraničene elementarne kognitivne operacije i analize kako bi u potpunosti iskoristili tehnike odslikavanja mozga. Među disciplina-
ma povezanim sa učenjem, takav rafiniran obim i analize obično su dostupni u istraživanjima kognitivne nauke ili kognitivne psihologije, i danas, najčešće u studijama koje se bave vizuelnim procesuiranje, pamćenjem, jezikom, čitanjem, matematikom i rašavanjem problema.

U druge istraživačke opcije, koje su na raspolaganju neuronačnicima, spada proučavanje mozga tokom autopsije (na primer, za merenje sinaptičke gustine) i u nekim retkim slučajevima, rad sa pacijentima, na primer onima koji boluju od epilepsije (da bi se saznalo o moždanim procesima kod ljudi koji su pretrpeli oštećenje mozga ili moždane lezije usled bolesti ili povrede). Neki neuronačnici proučavaju decu koja pate od fetalnog alkoholnog sindroma ili sindroma fragilnog X hromozoma, dok drugi izučavaju smanjenje kognitivnih sposobnosti koje se javlja na početku Alchajmerove bolesti ili kod staračke depresije. Neki drugi proučavaju mozgove primata ili drugih životinja, miševa ili pacova, kako bi bolje razumeli kako mozgovi životinja sisara funkcionišu. U prošlosti, kada nisu postojale tehnike neuroodslikavanja, nije bilo moguće prikupiti direktne neuronačne dokaze o učenju zdrave ljudske populacije.

Drugi ograničavajući faktor leži u činjenici da nijedan detaljno proučen razvojni zadatak u vezi sa učenjem nije primenjen na normalnu ljudsku populaciju tokom čitavog života. Mnogo se istraživalo učenje u ranom detinjstvu, daleko manje učenje u adolescenciji, a čak još manje se proučavalo starenje i učenje odraslih. Bez osnovne linije normalnog kognitivnog razvoja, teško je razumeti bilo koju od patologija učenja.

Razumevanje mogućnosti i ograničenja tehnologija neuroodslikavanja i potreba za sprovođenjem rigoroznih kognitivnih protokola jeste prvi korak u pokušaju da razumemo kako kognitivna neuronauka može doprineti obrazovanju, i svoriti kurikulum zasnovan na proučavanju mozga. Nedavna otkrića počinju da pokazuju da će se obrazovanje naći na raskršću kognitivne neuro-nauke i kognitivne psihologije, zajedno sa sofisticiranom i dobro definisanom pedagoškom analizom. U budućnosti će obrazovanje biti transdisciplinarno, sa presekom različitih polja koja se stapaju kreirajući novu generaciju istraživača i stručnjaka za obrazovanje spremnih da postavljaju obrazovno relevantna pitanja.

Postojeće istraživačke metode kognitivne neuronauke nužno ograničavaju vrstu pitanja koja se postavljaju. Na primer, pitanje kao što je „Kako osoba nauči da prepozna pisane reči?“, lakše se prati nego pitanje „Kako osobe porede teme različitih priča?“. Razlog tome jeste što prvo pitanje vodi ka studijama u kojima se nadražaji i odgovori mogu lako kontrolisati. Stoga je razumljivo zašto je potrebno identifikovanje kognitivnih modela. Drugo pitanje obuhvata

previše faktora koji se ne mogu uspešno razdvojiti tokom eksperimentalnog testiranja. Iz ovog razloga, obrazovni zadaci koje društvo postavlja ostaju daleko složeniji od onih na koje odgovara kognitivna neuronauka.

Istraživači, takođe, naglašavaju metodološku nužnost da se učenje testira ne samo odmah po nekoj obrazovnoj meri (što je danas uobičajena praksa), već i u određenim intervalima kasnije, posebno u slučaju starosnih komparacija. Ova longitudinalna istraživanja iznose naučne projekte izvan laboratorija u stvarne životne situacije, a to ograničava period kada se rezultati mogu protumačiti i postati dostupni obrazovanju.

U težnji da razumemo i analiziramo naučne podatke, važno je da sačuvamo kritičke standarde pri prosuđivanju o tvrdnjama o kognitivnoj neuronauci i njenim implikacijama na obrazovanje. Neke od takvih tema su:

- originalnost istraživanja i primarni ciljevi;
- da li se radi o jednom ili o nizu istraživanja;
- da li su istraživanjem obuhvaćeni ishodi učenja;
- koja populaciji je obuhvaćena istraživanjem².

Nedavno je ponovo naglašen³ značaj razvijanja informisane, kritične zajednice kako bi se ostvario naučni progres (koji vremenom dostiže konsenzus oko dokazanih i neospornih osnova za postavljene naučne tvrdnje).

Krucijalno je stvaranje takve zajednice (koju bi činili nastavnici, kognitivni psiholozi, kognitivni neuronaučnici, kreatori politika) koja bi se okupila oko nastajućih nauka o učenju. Kako bi se ova zajednica razvijala, potrebno je kritički evaluirati tvrdnje o učenju i podučavanju, koje su zasnovane na proučavanju mozga. Integrisani u ovu zajednicu, kreatori obrazovnih politika još uspešnije će krenuti u stvaranje kurikuluma zasnovanog na proučavanju mozga, ukoliko postoji razumevanje da:

- a) popularnost neuronaučnih tvrdnji ne implicira nužno njihovu validnost;
- b) metodologije i tehnologije kognitivne neuronauke treba dalje razvijati;
- c) učenje nije potpuno pod kontrolom svesti i volje;
- d) mozak prolazi kroz prirodne razvojne promene tokom čitavog života;
- e) mnoga istraživanja u oblasti kognitivne neuronauke imaju za cilj razumevanje ili bavljenje moždanim patologijama ili oboljenjima;
- f) iako su nauka o učenju i obrazovanje bazirani na proučavanju mozga tek na početku, važni koraci već su učinjeni.

Postoji obilje podataka na psihološkom nivou (dobijenih uglavnom dobro dizajniranim istraživanjima u kognitivnoj psihologiji) iz kojih se mogu izvući

² Od ključne važnosti su pitanja: da li su obuhvaćeni ljudi ili majmuni, da li je uzorak reprezentativan i na koje populacije su tvrdnje primenjive.

³ U izveštaju o naučnom istraživanju obrazovanja Nacionalnog saveta za istraživanje, SAD.

zaključci o učenju i podučavanju. Podaci iz kognitivne neuronauke mogu doprineti rafiniranju hipoteza, razrešenju dvosmislenih tvrdnji i izboru daljih pravaca istraživanja. Drugim rečima, najveći doprinos kognitivne neuronauke nastajućoj nauci o učenju može biti u tome što će disciplinu obogatiti naučnim skepticizmom koji je usmren ka slobodnim tvrdnjama i nezasnovanim predlozima za poboljšanje podučavanja i učenja.

Ali, skepticizam povodom nekih trenutnih tvrdnji o neuronaučnoj osnovi učenja ne bi trebalo da podstiče cinizam u pogledu moguće korisnosti kognitivne neuronauke u obrazovanju. Zapravo, dokazi o plastičnosti mozga su ohrabrujući. Međutim, dokazi za tvrdnje o učenju ne mogu poticati samo iz neuronaučnih istraživanja. U budućnosti, unapređene tehnologije neuroodslikavanja i sofisticiraniji protokoli učenja možda će nam omogućiti da još bolje rasvetlimo ovo pitanje.

Pojmovnik

Akalkulija – Videti diskalkulija.

Akumbensna oblast (Accumbens area) – Videti akumbensno jedro.

Akumbensno jedro – Akumbensno jedro (poznat i kao accumbens nucleus ili nucleus accumbens septi) skup je neurona koji su locirani u tački u kojoj se glave kadualnog i prednjeg dela putamena (ljuske) sreću, tik do septum puluciduma (prozračna pregrada). Nucleus acumbens sa ventralnim olfaktornim tuberkulumom, ventralnim kaudatumom i putamenom čine ventralni strijatum. Smatra se da ovo jedro ima važnu ulogu u nagrađivanju, zadovoljstvu i zavisnosti.

Akcioni potencijal – Dešava se kada se neuron aktivira i privremeno preokrene električno stanje unutrašnje membrane iz negativnog u pozitivno. Ovaj električni napon putuje duž aksona ka neuronskom terminalu gde inicira otpuštanje ekscitatornog ili inhibitornog neurotransmitera.

Alchajmerova bolest – Progresivna degenerativna bolest mozga povezana sa starenjem, koju karakteriše difuzna atrofija u mozgu sa distinktivnim lezijama koje se nazivaju starački plakovi ili ploče of fibrila koje se nazivaju neurofibrilarnim promenama. Kognitivni procesi pamćenja i pažnje su oštećeni (videti neurodegenerativne bolesti).

Amigdala – Deo mozga koji je povezan sa emocijama i pamćenjem. Obe hemisfere imaju amigdalnu („u obliku badema“), koja je locirana duboko u mozgu, blizu unutrašnje površine svakog temporalnog režnja.

Angularni girus – Oblast korteksa u parijetalnom režnju, koji je uključen u procesuiranje zvučne strukture jezika i u čitanje.

Anhedonija – Smatra se jednim od ključnih simptoma depresije prouzrokovane poremećajem rapoloženja. Pacijenti sa anhedonijom ne mogu da osećaju zadovoljstvo inače ugodnih životnih događaja, jedenja, vežbanja ili društvenih/seksualnih interakcija.

Afazija – Poteškoća u recepciji ili proizvodnji jezika.

Akson – Vlaknolika ekstenzija neurona kojom ćelija šalje informacije ciljanim ćelijama.

Apolipoprotein E (ili „apoE“) – Dugo godina je izučavan zbog uloge koju ima u kardiovaskularnim oboljenjima. Tek nedavno je otkriveno da jedna alela (genetski faktor) gena apoE (E4) predstavlja faktor rizika za Alchajmerovu bolest.

Auditivni korteks – Oblast mozga koja je zadužena za obradu auditivnih (zvučnih) informacija.

Auditivni nerv – Klupko nervnih vlakana koja se protežu od ušnog puža do mozga i koja sadrže dve grane: pužni nerv koji šalje zvučne informacije i vestibularni nerv koji prenosi informacije u vezi sa ravnotežom.

Autizam, poremećaji autističnog spektra – Spektar neurorazvojnih stanja koja karakterišu poteškoće u razvijanju društvenih odnosa, komuniciranju, repetitivno ponašanje i poteškoće u učenju.

Bazalna ganglija – Grozd neurona koji čine kaudalno jedro (caudate nucleus ili repato jedro), putamen, pledo jedro (globus pallidus) i supstancija nigra, koji su locirani duboko u mozgu i imaju važnu ulogu u kretanjama. Smrt ćelija u supstanciji nigri doprinosi znacima Parkinsonove bolesti.

Bela masa – Bela masa sastoji se iz mijeliniziranih aksona koji povezuju različite moždane oblasti sive mase.

Bipolarni poremećaj – Poznat i pod imenom manična depresija. Bipolarni poremećaj obuhvata ekstremne promene raspoloženja od manije (oblika euforije) do duboke depresije. Nema jedan uzrok, mada postoje snažni dokazi da je povezan sa internim hemijskim promenama različitih prirodnih transmitera informacija o raspoloženju u mozgu, ali precizan način kako se ovo dešava i dalje nije poznat. Okidači ovog oboljenja mogu biti stresovi i problemi svakodnevnog života, traumatični doživljaji ili, u retkim slučajevima, fizičke povrede, na primer povreda glave.

Bledo jedro (Pallidum, globus pallidus) – Subkortikalna struktura mozga.

Brokaova zona – Region mozga lociran u prednjem režnju leve hemisfere, uključen u proizvodnju govora.

Cerebellum – Deo mozga lociran u pozadini i ispod osnovnih hemisfera, uključen u regulaciju kretanja.

Cerebralne hemisfere – Dve specijalizovane polovine mozga. Leva hemisfera je specijalizovana za govor, pisanje, jezik i računanje; desna je specijalizovana za spacijalne sposobnosti, vizuelno prepoznavanje lica i neke aspekte muzičke percepcije i proizvodnje.

Cerebrum – Inače poznat pod tehničkim imenom telencefalon. Označava cerebralne hemisfere i druge, manje strukture unutar mozga. Čine ga sledeći podregioni: limbički sistem, cerebralni korteks, bazalna ganglija i olfkatorni bulbus (mirisni put).

Cirkadijalni sat/ritam – Ciklus fiziološke promene ili promene u ponašanju koji traje približno 24 sata.

Dekodiranje – Osnovni proces u učenju čitanja alfabetskih pisama (na primer, engleskog, španskog, nemačkog ili italijanskog pisma) u kojem se nepoznate reči dešifruju povezivanjem slova sa odgovarajućim glasovima.

(Staračka) Demencija – Stanje umanjenih mentalnih sposobnosti koje karakteriše smanjenje prethodnog intelektualnog nivoa i često emocionalna apatija. Alchajmerova bolest jedan je od oblika demencije.

Dendrit – Produžetak tela ćelije neurona koji ima oblik stabla. Prima informacije od drugih neurona.

Depresija – Smanjenje vitalnosti funkcionalne aktivnosti: stanje smanjene fizičke ili mentalne vitalnosti. Staračka depresija je depresija u poznijoj dobi, kada mogu dominirati agitacija i hipohondrija. Nije jasno da li se ovaj oblik depresije razlikuje od depresije koja se javlja ranije u životu.

Diskalkulija – Poteškoće u izvođenju jednostavnih računskih operacija uprkos uobičajenoj obuci, adekvatnoj inteligenciji i socio-kulturnim mogućnostima.

Disleksija – Poremećaj koji se manifestuje poteškoćama u učenju čitanja uprkos uobičajenoj obuci, adekvatnoj inteligenciji i socio-kulturnim mogućnostima.

Dispraksija – Poteškoće u motornoj koordinaciji pri izvođenju složenih radnji.

DNA (Dezoksiribonukleinska kiselina) – DNA je dug polimer nukleotida (polinukleotid) koji kodira niz amino-kiselina u proteinima, koristeći genetski kod.

Dopamin – Kateholaminski neurotransmitter koji ima različite funkcije u zavisnosti od mesta gde deluje. Neuron koji sadrže dopamin u supstanciji nigri moždanog stabla projektuju ka kaudalnom jedru i uništeni su kod osoba obolelih od Parkinsonove bolesti. Smatra se da dopamin reguliše emocionalne odgovore i ima ulogu u šizofreniji i kokainskoj zavisnosti.

Dugotrajna memorija – Krajnja faza pamćenja u kojoj skladištenje informacija može trajati od nekoliko sati do celog života.

Dugotrajna potencijacija (Long-term potentiation – LPT) – Povećanje responzivnosti neurona koja nastaje kao funkcija prošle stimulacije.

Elektroencefalogram (EEG) – Merenje električne aktivnosti mozga putem elektroda. EEG se dobija iz senzora koji su smešteni na različitim delovima glave i koji su osetljivi na zbirnu aktivnost populacija neurona u određenom regionu mozga.

Ekscitacija – Promena električnog stanja neurona koje se povezuje sa većom verovatnoćom akcionih potencijala.

Ekscitatorne sinapse – Sinapse u kojima neurotransmiteri smanjuju razliku u potencijalu između neuronskih membrana.

Elektrohemijski signali – Ovi signali su sredstva putem kojih neuroni komuniciraju između sebe.

Emocije – Ne postoji univerzalno prihvaćena definicija. Neurobiološko objašnjenje ljudskih emocije jeste da su emocije prijatna ili neprijatna mentalna stanja organizovana kod sisara uglavnom u limbičkom sistemu mozga.

Emocionalna inteligencija – Nekada se naziva i emocionalni koeficijent („EQ“). Emocionalno inteligentne osobe u stanju su da se prema drugima odnose sa saosećanjem i empatijom, imaju dobro razvijene društvene veštine

i koriste emocionalnu svest da usmere svoje radnje i ponašanje. Termin je skovan 1990. godine.

Emocionalna regulacija – Sposobnost da se regulišu i adekvatno tempiraju emocije.

Endokrini organ – Organ koji luči hormone direktno u krvotokom čime se reguliše ćelijska aktivnost nekih drugih organa.

Endorfini – Neurotransmiteri koji se stvaraju u mozgu i koji stvaraju slične ćelijske efekte i efekte u ponašanju kao i morfin.

Epigenetske promene – Promene u funkcionisanju gena, koje često nastaju pod uticajem faktora iz okruženja.

Epilepsija – Hronični nervni poremećaj kod ljudi koji proizvodi konvulzije, manje ili više opasne, koje zamagljuju svest. Obuhvata promene u stanju svesti i pokretu kao posledice urođenog defekta ili lezija mozga koje mogu proizvesti tumor, povrede, otrovne materije ili poremećaj u radu žlezda.

EksPLICITNA memorija – Memorija koja se može povratiti svesnim činom, kao u prisećanju i koja može biti verbalizovana, za razliku od implicitne ili proceduralne memorije koja je manje verbalno eksplicitna.

Evocirani potencijali – Mera moždane električne aktivnosti u odgovoru na senzorni stimulans. Dobija se stavljanjem elektroda na površinu glave (ili retko, u glavi), ponavljanjem stimulansa i potom korišćenjem računara da bi se došlo do prosečnih vrednosti

Evociranje električnih potencijala (Event-related potentials – ERP) – Električni signali prvo su zabeleženi EEG-om. Podaci dobijeni ovom tehnologijom zatim se vremenski povezuju sa ponovljenim izlaganjem subjekta stimulanu, kako bi se posmatrao mozak u akciji. Moždana aktivacija (ili evocirani potencijali), koja je rezultat, može se zatim povezati sa pojavom stimulansa.

Filogenetski razvoj – Proces evolucije koji daje prednost genetskim odlikama ponašanja kod oba pola da bi se osigurao opstanak vrsta.

Funkcionalna magnetna rezonanca (fMRI) – Upotreba magnetne rezonance za posmatranje neuronske aktivnosti direktno putem promena u hemiji krvi (poput nivoa kiseonika) i analiziranje povećanja u aktivnosti u oblastima mozga koje se povezuju sa različitim oblicima stimulansa i mentalnih zadataka (videti MRI).

Foneme – Osnovne jedinice usmenog jezika, koje čine reči.

Fronatalni režanj – Jedan od četiri (parijetalni, temporalni, okcipitalni) dela svake hemisfere cerebralnog korteksa. Ima ulogu u kontrolisanju pokreta i povezivanju funkcija sa drugim kortikalnim oblastima, veruje se da je uključen u planiranje i više nivoe mišljenja.

Funkcionalno neuroodslikavanje – Čine ga tehnike merenja u cilju dobijanja kvantitavnih podataka o fiziološkim funkcijama.

Fuziformni girus – Kortikalni region koji se pruža duž donje površine okcipitalno-temporalnih režnjeva i koji se povezuje sa vizuelnim procesuiranjem. Funkcionalna aktivnost ukazuje na to da je ova oblast specijalizovana za vizuelno procesuiranje lica i vizuelne oblike reči.

Gen – Gen je jedinica hereditivnosti u živim organizmima. Geni utiču na fizički razvoj i na ponašanje organizma. Videti i genetika.

Genetika – Nauka o genima, hereditivnosti i varijacijama organizama. Klasična genetika stasotji se iz tehnika i metodologija genetike koje prethode molekularnoj biologiji. Molekularna genetika nastaje na osnovama klasične, ali se fokusira na strukturu i funkciju gena na molekularnom nivou. Bihejvioralna genetika proučava uticaj različitih genetskih faktora na ponašanje životinja, kao i uzrocima i posledicama poremećaja kod ljudi.

Girus – Kružna vijuga korteksa, od kojih svaka ima svoje ime: srednji frontalni girus, gornji frontalni girus, donji frontalni girusa, levi prednji frontalni girus, zadnji srednji girus, postcentralni girus, supermaginalni girus, angularni girus, levi angularni girus, levi fuziformni girus, cingularni girus.

Očvrste (sinapse) (hard-wired) – Čvrsto, nepremenjivo – nasuprot konceptu plastičnosti prema kome je mozak podložan promenama.

(cerebralna) **Hemisfera** – Jedna od dve strane mozga, koje se nazivaju „le-va“ i „desna“ strana mozga ili hemisfera.

Hipofiza – Endokrini organ čvrsto povezan sa hipotalamusom. Kod ljudi, sastoji se iz dva režnja i luči hormone koji regulišu aktivnost drugih endokrinih organa u telu.

Hipokampus – Struktura u obliku morskog konjića koja je locirana u mozgu i koja se smatra važnim delom limbičkog sistema. Funkcioniše pri učenju, pamćenju i emocijama.

Hipotalamus – Kompleksna moždana struktura koji čini mnoštvo jedra sa različitim funkcijama. U njih se ubrajaju regulisanje aktivnosti unutrašnjih organa, praćenje informacija iu autonomnog nervnog sistema i kontrolisanje hipofize.

Hormoni – Hemijski prenosioci koje luče endokrine žlezde kako bi regulisali aktivnost ciljanih ćelija. Ima važnu ulogu u seksualnom razvoju, metabolizmu kalcijuma i kostiju, pri rastu i mnogim drugim aktivnostima.

HUFA (highly unsaturated fatty acids) – Visoko nezasićene masne kiseline.

Glija, glijalne ćelije – Specijalizovane ćelije koje hrane i podržavaju neurone.

Grafeme – Najmanje jedinice pisanog jezika, u koje spadaju slova, kineski znaci, brojevi i znaci interpunkcije.

Imunološki sistem – Kombinacija ćelija, organa i tkiva koji rade zajedno kako bi telo zaštitili od infekcije.

Implicitna memorija, učenje – Memorija koja se može povratiti svesno, ali koja se aktivira kao deo određenih veština ili delatnosti i odslikava učenje

obrazaca koji se teško mogu eksplicitno verbalizovati ili svesno misaono obrađivati. (Memorija koja omogućava da neku aktivnost brže obavimo sledeći put, poput vezivanja pertli).

Inhibicija – Ako se odnosi na neurone, ovo je sinaptička poruka koja sprečava aktiviranje ćelijau recipijenta.

Insomnija – Nemogućnost spavanja u razumnom periodu.

Inteligencija – Karakteristika uma koja nema naučnu definiciju. Može biti fluidna ili kristalizovana (videti i višestruke inteligencije, IQ).

IQ – Broj za koji se smatra da iskazuje relativnu inteligenciju osobe i koji se prvo utvrđivao deljenjem mentalne sa starosnom dobi i množenjem sa 100.

Istraživanje kohorte – Vrsta logitudinalnih istraživanja koja se koriste u medicini i društvenim naukama, u kojima se poredi kohorta, grupa ljudi koji imaju zajedničke karakteristike ili iskustva, sa drugom grupom.

Joni – Atomi sa električnim nabojem,

Klasično uslovljavanje – Učenje u kojem stimulans koji prirodno proizvodi određeni odgovor (bezuslovni stimulans) ponavljanjem biva uparen sa neutralnim stimulansom (uslovni stimulans). Posledično, uslovljeni stimulans može postati sposoban da evocira odgovor sličan onom koji izaziva neuslovljen stimulans.

Kognitivnost – Niz operacija uma u koje spadaju svi aspekti percepcije, mišljenja, učenja i sećanja.

Kognitivne mape – Mentalne predstave objekata i mesta onako kako su locirani u okruženju.

Kognitivne mreže – Mreže u mozgu uključene u procese kao što su pamćenje, pažnja, percepcija, akcija, rešavanje problema i mentalne predstave. Ovaj naziv se takođe upotrebljava za veštačke mreže, poput onih u veštačkoj inteligenciji.

Kognitivna neuronauka – Proučavanje i razvoj uma i istraživanje mozga u cilju otkrivanja fizioloških, psiholoških i neuronaučnih osnova kognitivnosti.

Kognitivna nauka – Proučavanje uma. Interdisciplinarna nauka koja se oslanja na mnoga polja uključujući neuronauku, psihologiju, filozofiju, računarstvo, veštačku inteligenciju i lingvistiku. Cilj kognitivne nauke jeste da razvije modele koji pomažu ljudskoj kognitivnosti – percepciji, mišljenju i učenju.

Kognitivna obuka – Metode podučavanja i obuke u cilju ublažavanje kognitivnih deficita.

Kompetencije – Odnose se na sposobnosti učenika. Mentalna sposobnost da se izvedu određeni zadaci.

Kompjuterizovana tomografija (Computed Tomography – CT) Prethodno poznata kao kompjuterizovana aksijalna tomografija (Computed Axial Tomography – CAT i CT skener) i rentgenogram dela tela. Metod medicinskog

odslikavanja koji koristi tomografiju pri čemu se koristi digitalna geometrijska obrada kako bi se stvorile trodimenzionalne slike na osnovu niza dvodimenzionalnih x-zraka slika fotografisanih oko jedne ose rotacije.

Konsolidacija memorije – Fizičke i psihološke promene koje se odvijaju dok mozak organizuje i restrukturira informacije kako bi postale deo memorije.

Konstruktivizam – Teorija učenja po kojoj pojedinci aktivno konstruišu razumevanje iz sopstvenog iskustva.

Korpus kalozum – Veliko klupko nervnih vlakana koja povezuju levu i desnu cerebralnu hemisferu.

(Cerebralni) **Korteks** – Spoljni sloj mozga.

Kortizol – Hormon koji proizvodi kora nadbubrežne žlezde. Kod ljudi, luči se u najvećim količinama pred zoru, pripremajući telo za aktivnosti predstojećeg dana.

Kratkotrajna memorija – Faza pamćenja u kojoj se ograničena količina informacija može zadržati nekoliko sekundi ili minuta.

Kritični period – Koncept koji se odnosi na određene periode tokom kojih je sposobnost mozga da se prilagođava na iskustva značajno veća. Kod ljudi, kritični periodi postoje samo tokom prenatalnog razvoja. Osetljivi periodi, međutim, pojavljuju se u detinjstvu (videti osetljivi period).

Kaudalno jedro (Caudate ili caudale nucleus, repato jedro) – Jedro telencefalona koje je locirano unutar bazalne ganglije u mozgu. Ovo jedro je važan deo moždanog sistema za učenje i pamćenje.

Likvor (krvnomoždana tečnost) – Tečnost otkrivena unutar komora mozga i centralnog kanala kičmene moždine.

Limbički sistem – Poznat i kao „emocionalni mozak“. Graniči se sa talamusom i hipotalamusom i čini ga mnoštvo dubinskih moždanih struktura – uključujući amigdalnu, hipokampus, septum i bazalnu gangliju, koje rade u cilju regulacije emocija, pamćenja i određenih aspekata pokreta.

Lobus (režanj) – Velika oblast mozga koju razdvajamo po funkcijama (videti i okcipitalni, temporalni, parijetalni i frontalni).

Longitudinalno istraživanje – Istraživanje u kojem se prati razvoj pojedinaca tokom dužeg perioda.

Masne kiseline – Ljudski organizam proizvodi sve osim dve (linoleičke i alfa linoleičke) masne kiseline koje su mu potrebne i od kojih se sastoji mozak. Pošto se ne mogu stvoriti u telu iz drugih sastojaka i pošto se moraju uneti ishranom (biljnim i ribljim uljima), nazivaju se i esencijalnim masnim kiselinama (videti i Omega i HUFA)

Magnetoencefalografija (MEG) – Neinvazivna tehnika neuroodslikavanja koja je osetljiva na rapidne promene moždane aktivnosti. Mašine za snimanje (Superprovodni uređaji kvantne interferencije - „SQUID“), koje su smeštene

pored glave, osteljive su na male magnetne fluktuacije, koje su povezane sa neuronskom aktivnošću u korteksu. Odgovori na događaje mogu se ispratiti u milisekundama sa dobrom prostornom rezolucijom za one izvore na koje je tehnika osetljiva.

Međusektorska studija – Vrsta deskriptivnih istraživanja u kojima se mere frekventnost i karakteristike neke populacije u određenom trenutku.

Melatonin – Proizvod serotonina, melatonin, otpušta se niz epifizu u krvotok. Utiče na fiziološke promene povezane sa vremenom i ciklusom svetla.

Memorija – Radna memorija ili kratkotrajna memorija odnosi se na strukture i procese koji se koriste za privremeno skladištenje i baratanje informacijama. Dugoročna memorija skladišti memoriju kao značenje. Kratkotrajna memorija može postati dugoročna memorija putem procesa uvežbavanja i značenjskog povezivanja.

Mentalne predstave – (Poznato i kao vizualizacija.) Mozak stvara mentalne slike iz uspomena, imaginacije ili kombinacije ova dva. Pretpostavlja se da su oblasti mozga odgovorne za percepciju uključene i u mentalne predstave.

Metabolizam – Suma svih fizičkih i hemijskih promena koje se odvijaju u organizmu i svih transformacija energije koje se dešavaju u živim ćelijama.

Metakognitivnost – Svest o sopstvenim kognitivnim procesima i procesima učenja. Ukratko, „mišljenje o razmišljanju“.

Mijelin, mijelinizacija – Kompaktan masan materijal koji okružuje i izolira aksone nekih neurona. Proces u kojem se nervi prekrivaju zaštitnom masnom supstancom. Omotač oko nervnih vlakana deluje kao električni provodnik u električnom sistemu, te povećava brzinu kojom se poruke šalju.

Mikroerej (micro-array) – Alat za analizu ekspresije gena koji se sastoji iz stakla ili neke druge čvrste podloge sa sekvencom mnogo različitih gena koji su prikačeni za fiksirane lokacije. Korišćenjem array koji sadrži mnoštvo DNA uzoraka, naučnici mogu da odrede nivoe ekspresija stotina ili hiljada gena unutar ćelije tokom jednog eksperimenta.

Mikrogenetika – Metoda za praćenje promene tokom razvoja. Mikrogenetska metoda naglašava da je promena kontinualna i da se dešava u mnogo tačaka pored onih koje predstavljaju osnovne faze promene. Praćenje ovih tekućih promena može pomoći naučnicima da razumeju kako deca uče.

Mišljenje levom stranom mozga – Laički termin zasnovan na zabludi da su viši procesi mišljenja striktno podeljeni po ulogama koje se odvijaju nezavisno jedna od druge u dve polovine mozga. Smatra se da su ove zablude zasnovane na preuveličavanju određenih nalaza o specijalizaciji leve hemisfere, poput neuronskih sistema koji kontrolišu govor.

Mit o tri godine – Poznat i kao „Mit o prvim godinama“. Pretpostavka je da su samo prve tri godine stvarno važne pri menjanju moždane aktivnosti i

da se posle njih mozak ne menja. Ovo ekstremno gledište da postoji „kritični period“ nije tačno. Zapravo, mozak je respozivan na promene tokom čitavog života.

Mnemonička tehnika – Tehnika koja unapređuje rad memorije, pamćenja.

Motivacija – Može se definisati kao bilo šta što dovodi do delovanja. Motivacija odslikava stanja u kojima je organizam spreman da deluje fizički i mentalno usredsređeno, odnosno u stanju koje karakteriše povećana budnost. Prema tome, motivacija je povezana sa emocijama jer emocije čine način na koji mozak evaluira na koje stvari treba reagovati. Unutrašnja motivacije je evidentna kada se ljudi upuste u delovanje zarad njega samog, bez nekog očitog spoljnog podsticaja, nasuprot spoljašnjoj motivaciji koju pokreće nagrada.

Motorni korteks – Oblasti cerebralnog korteksa koje su uključene u planiranje, kontrolu i sprovođenje voljnih motornih funkcija,

Motorni neuron – Neuron koji nosi informacije od centralnog nervnog sistema do mišića.

Moždano stablo – Osnovna ruta kojom prednji mozak šalje i prima informacije iz kičmene moždine i perifernih nerava. Kontroliše, između ostalog, disanje i regulaciju rada srca.

Magnetna rezonanca (MRI) – Neinvazivna tehnika koja se koristi za dobijanje slika struktura unutar živog ljudskog mozga, putem kombinacije jakog magnetnog polja i impulsa radio frekvencije.

Multiple skleroza – Hronično, inflamatorno oboljenje koje utiče na centralni nervni sistem.

Višestruki zadaci (multi-tasking) – Simultano izvršavanje dvaju ili više zadataka.

Nauka o učenju – Termin formulisan sa ciljem da se ponudi etiketa za vrstu istraživanja koja je moguća kada se kognitivna neuronauka i druge relevantne discipline ujedine sa obrazovnim istraživanjima i praksom.

Neurobiologija – Proučavanje ćelija i strukture nervnog sistema.

Neurodegenerativna oboljenja – Poremećaji mozga i nervnog sistema koji dovode do disfunkcije i degeneracije mozga, uključujući Alchajmerovu bolest, Parkinsonovu bolest i druga neurodegenerativne poremećanje koji se često javljaju s godinama.

Neurogeneza – Rođenje novih neurona.

„Neuromitovi“ – Zablude nastale nerazumevanjem, pogrešnim tumačenjem ili navođenjem naučno ustanovljenih činjenica (dobijenih proučavanjem mozga) u cilju zagovaranja upotrebe istraživanja mozga, u obrazovanju i drugim kontekstima.

Neuron – Nervna ćelija specijalizovana za transmisiju informacija i karakterišu je dugi vlaknasti produžeci, koji se nazivaju aksoni i kraći, granasti

produžeci, koji se nazivaju dendriti. Osnovni su elementi nervnog sistema; specijalizovane ćelije za integrisanje i prenos informacija.

Neuroni-ogledala (mirror neurons) – Neuroni koji se aktiviraju i kada čovek izvodi neku radnju i kada posmatra kako neko drugi izvodi tu radnju. Neuroni-ogledala stoga predstavljaju odraz u ogledalu ponašanja jer sam posmatrač kao da sam izvodi radnju.

Neurotransmiter – Hemijska supstanca koju otpuštaju neuroni na sinapsi u cilju prenosa informacija putem receptora.

Blisko infracrvena spektroskopija (Near Infrared Spectroscopy – NIRS) – Neinvazivna metoda neuroodlikavanja koja omogućuje merenje koncentracija dezoksidisanog hemoglobina u mozgu putem blisko infracrvene apsorpcije (blisko infracrveno svetlo na talasnoj dužini između 700 nm i 900 nm može delimično penetrirati kroz ljudsko tkivo).

Odgoj – Proces brige za dete i podučavanje deteta kako ono raste.

Okcipitalni režanj – Zadnji region cerebralnog korteksa koji prima vizuelne informacije.

Okcipito-temporalni korteks – Poznat i kao Brodmanova oblast, deo je temporalnog korteksa ljudskog mozga.

Oksitocin – Poznat i kao „hormon ljubavi“. Oksitocin je uključen u socijalno priznavanje i vezivanje i može biti uključen u formiranje odnosa poverenja među ljudima.

Omega masne kiseline – Polinezasićene masne kiseline koje telo ne može da sintetiše.

Ontogeneza – Razvojna istorija pojedinca.

Opseg memorije – Količina informacija koje se mogu savršeno dobro upamtiti u neposrednim testovima pamćenja.

Ortografija – Niz pravila o tačnom pisanju u okviru pisma jednog jezika.

Optička topografija (OT) – Neinvazivni, transkranijalni metod odlikavanja za više moždane funkcije. Ovaj metod, zasnovan na blisko infracrvenoj spektroskopiji, nije osetljiv na pokret tako da se subjekti mogu testirati u prirodnim uslovima.

Osetljivi periodi – Vremenski period tokom kojeg je verovatniji da će se neki određeni biološki događaj pojaviti. Naučnici su dokumentovali osetljive periode za određene vrste senzornih stimulansa (npr. vid i glas) i za određena emocionalna i kognitivna iskustva (npr. bliskost i izlaganje jeziku). Međutim, postoji mnoštvo mentalnih veština, poput čitanja, veličine vokabulara i sposobnosti uočavanja boja, koje ne prolaze kroz uske osetljive periode u razvoju.

Parasimpatetički nervni sistem – Grana autonomnog nervnog sistema koji se bavi konzerviranjem telesne energije i resursa tokom stanja opuštenosti.

Parijetalni režanj – Jedna od četiri dela cerebralnog korteksa. Igra ulogu u senzornim procesima, pažnji i jeziku. Uključen je u mnoštvo funkcija, kao što je obrada prostornih informacija, slika tela, orijentisanje ka lokacijama itd. Može se dalje podeliti na gornji parijetalni lobul i donji parijetalni režanj. Prekuneus, postcentralni girus, supramaginalni girus i angularni girus čine parijetalni režanj.

Parkinsonova bolest – Degenerativni poremećaj centralnog nervnog sistema koji utiče na kontrolu mišića, te može uticati na kretanje, govor i telesni stav (videti i neurodegenerativna oboljenja).

Pažnja – Pažnja je kognitivni proces selektivnog koncentrisanja na jedan zadatak i ignorisanja drugih zadataka. Studije neuroodslivanja uspele su da pokažu distinktivne mreže neuronskih oblasti koje izvode različite funkcije pažnje kao što su održavanje stanja budnosti, orijentisanje na senzorne informacije i rešavanje konflikta između sučeljenih misli ili osećanja.

Periferni nervni sistem – Deo nervnog sistema koji se sastoji od svih nerava koji nisu deo mozga ili kičmene moždine.

Perisilvijevе oblasti – Kortikalni regioni koji se nalaze uz silvijevu fisuru – najveću fisuru na lateralnoj površini mozga koja se prostire duže temporalnog režnja.

Poremećaj pažnje ADHD (Attention Deficit Hyperactivity disorder) – Sindrom problema u učenju i ponašanju, koji karakterišu teškoće pri zadržavanju pažnje, impulsivno ponašanje (poput prekidanja drugih osoba) i hiperaktivnost.

Prednji mozak – Najveći deo mozga, koji obuhvata cerebralni korteks i bazalnu gangliju. Pripisuju mu se najviše intelektualne funkcije.

Proučavanje aktivacije (Activation study) – Istraživanje koje se sprovodi korišćenjem tehnika neuroodslivanja (videti PET i fMRI).

Puž – Crvoliki organ ispunjen tečnošću, koji se nazali u srednjem uhu i koji je zadužen za prevođenje kretanja u neurotransmisiju kako bi se proizveo auditivni osećaj.

Epifiza – Endokrini organ koji se nalazi u mozgu. Kod nekih životinja, čini se, deluje kao biološki sat na koji utiče svetlo.

Plastičnost (takođe, „moždana plastičnost“) – Fenomen promena i učenja mozga u odgovoru na iskustvo. Videti i učenje u očekivanju iskustva i učenje zavisno od iskustva.

Prekuneus – Struktura u mozgu koja se nalazi iznad kuneusa i koja je locirana u parijetalnom režnju.

Prefrontalni korteks – Region ispred frontalnog korteksa koji je uključen u planiranje i više kognitivne funkcije.

Primarni motorni korteks – Deluje u sprezi sa premotornim oblastima pri planiranju i izvršavanju pokreta.

Primarni vizuelni korteks – Oblast okcipitalnog korteksa u koji većina vizuelnih informacija prvo dolazi.

pozitrona emisiona tomografija (PET) – Niz tehnika koje koriste radionukleide koji emituju pozitron da bi se stvorila slika moždane aktivnosti, često krvotoka ili metaboličke aktivnosti. PET daje trodimenzionalne slike u boji koje predstavljaju hemikalije ili supstance koje funkcionišu u mozgu.

Obrada, procesuiranje informacija (information-processing) – Analiza ljudske kognitivnosti u nizu koraka kojima se apstraktne informacije procesuiraju.

Putamen – Komponenta limbičkog sistema. Ovaj deo je zadužen za poznate motorne veštine.

Kvalija (qualia, fenomenalni aspekt svesti) – Termin koji označava subjektivne senzacije. U knjizi „Phantoms in the Brain“ (“Fantomi u mozgu”) profesor Ramačandran (Ramachandran) ovako opisuje zagonetku kvalije: “Kako fluks jona i električnih struja i malim želatinoznim tačkama, što su neuroni u mom mozgu, mogu stvoriti ceo subjektivni svet senzacija, kao što su crveno, toplo, hladno ili bol? Kojom magijom se materija prevodi u nevidljive niti osećanja i senzacija?”

Razvoj – Progresivna promena koja se s godinama odvija kod ljudi. Biološki faktori u interakciji sa iskustvom rukovode razvojem tokom celog života.

Razmišljanje desnom stranom – Laički termin baziran na zabludi da su viši procesi mišljenja striktno podeljeni na uloge koje se odvijaju nezavisno u različitim polovinama mozga. Smatra se da je termin zasnovan na preuveličavanju određenih nalaza o specijalizaciji desne hemisfere u nekim ograničenim domenima.

REM (Rapid eye movement san) – Faza sna koju karakterišu brzi pokreti očiju, kada je aktivnost moždanih neurona veoma slična aktivnosti u budnom stanju.

„Reptilski mozak“ (takozvani) – Odnosi se na moždano stablo, koje je najstariji region u evoluciji ljudskog mozga.

Sekundarni glasnici – Nedavno uočene supstance koje su okidači komunikacije između različitih delova neurona. Smatra se da ove hemijske supstance igraju ulogu u stvaranju i otpuštanju neurotransmitera, pri intracelularnim pokretima, metabolizmu ugljenih hidrata i, verovatno, čak i pri procesima rasta i razvoja. Njihovi direktni efekti na genetički materijal ćelija mogu dovesti do dugotrajnih promena u ponašanju, na primer, u pamćenju.

Serotonin – Monoaminski neurotransmiter za koji se smatra da ima nekoliko funkcija uključujući regulaciju temperature, senzornu percepciju i početak sna, kao i druge. Neuroni koji koriste serotonin kao transmiter nalaze se u mozgu i u crevima. Veliki broj antidepresiva cilja na moždane sisteme serotonina.

Simpatetični nervni sistem – Deo autonomnog nervnog sistema zadužen za mobilisanje telesne energije i resursa tokom stresa i uzbuđenosti.

Sinapsa – Procep između dva neurona koji funkcioniše kao mesto transfera informacija od jednog do drugog neurona (naziva se „ciljana ćelija“ ili „postsinaptički neuron“).

Sinaptička eliminacija – Proces u razvoju mozga pri kome se neiskorišćene sinapse (veze između neurona) eliminišu. Iskustvo određuje koje sinapse će biti eliminisane, a koje očuvane.

Sinaptička gustina – Odnosi se broj sinapsi koje su povezane sa jednim neuronom. Veći broj sinapsi po neuronu ukazuju na veću sposobnost predstavljanja i adaptacije.

Sinaptogeneza – Formiranje novih sinapsi.

Siva masa – Siva masa sastoji se iz neuronskih ćelijskih tela i dendrita.

SPECT (Single Proton Emission Comuterised Tomography) – Funkcionalno neuroodslikavanje koje koristi kompjuterizovanu tomografiju emisije pojedinačnog fotona.

Stimulans – Događaj iz okruženja koji mogu detektovati senzorni receptori.

Strah, uslovljavanje straha – Uslovljavanje strahom je vrsta klasičnog uslovljavanja (vrsta asocijativnog učenja koje je prvi put na životinjama sproveo Ivan Pavlov dvadesetih godina prošlog veka), koja obuhvata ponavljano uparivanje bezopasnog stimulansa, poput svetla, koji se naziva i uslovni stimulans, sa opasnim stimulansom, na primer, blagim šokom, koji se naziva bezuslovni stimulans, sve dok životinja ne pokaže strah kao odgovor ne samo na šok, već i na samo svetlo, što se zove uslovljeni odgovor. Smatra se da uslovljavanje straha zavisi od amigdale. Blokiranje amigdale može sprečiti manifestaciju straha.

Strijatum – Subkortikalni deo telencefalona, poznat po ulozi koju ima u planiranju i modulaciji kretanja, ali je takođe uključen i u drugim kognitivnim procesima izvršnih funkcija.

Stres – Fizički ili mentalni odgovori na bilo šta što prouzrokuje stvarna ili zamišljena iskustva i promene u životu. Trajan i/ili obilan stres može dovesti do depresivnog ponašanja (povlačenja).

Strupov zadatak – Psihološki test mentalne vitalnosti i fleksibilnosti. Na primer: ako je reč odštampana ili ispisana u drugoj boji od one koji zapravo imenuje, kada je reč „zeleno“ napisana plavom bojom, dešava se odlaganje u procesuiranju boje reči što dovodi do sporije reakcije u testiranju i povećava pogreške.

Sulkusi – Vijugave brazde moždane površine. Dok se girusi pružaju sa površine, sulkusi se povlače stvarajući doline između girusa.

Šizofrenija – Mentalni poremećaj koji karakteriše oštećenje percepcije ili

ekspresije stvarnosti i/ili značajne socijalne ili profesionalne disfunkcije.

Talamus – Struktura koja se sastoji iz dve jajolike mase nervnog tkiva, svaka veličine lešnika, duboko u mozgu. To je ključna prenosna stanica za senzorne informacije koje dolaze do mozga, filtrirajući samo one d posebnog značaja iz mase signala koji dolaze do mozga.

Temporalni režanj – Jedan od četiri osnovna dela svake hemisfere cerebralnog korteksa. Deluje pri auditivnoj percepciji, govoru i kompleksnim vizuelnim percepcijama.

Tenzorni difuzni imidžing (Diffusion Tensor Imaging – DTI) – Tehnika magnetne rezonance (MRI) koja omogućava merenje ograničene difuzije vode u tkivu. Omogućava *in vivo* praćenje molekularne difuzije u tkivima i molekularnu organizaciju u tkivima.

Teorija inferencije – Teorija zaboravljanja pri kojem se druge memorije mešaju sa prisećanjem ciljane memorije

Terminal, aksonski završetak – Specijalizovana struktura na kraju aksona koja se koristi za otpuštanje hemikalija neurotransmitera i za komuniciranje sa ciljnim neuronima.

Transdisciplinarnost – Termin koji se koristi da bi se objasnila fuzija potpuno različitih disciplina što rezultira novom disciplinom i njenom sopstvenom konceptualnom strukturom, čime se proširuju granice izvornih nauka i disciplina koje su bile uključene u njeno stvaranje.

Transkranijalna magnetna stimulacija (TMS) – Procedura u kojoj se na električnu aktivnost u mozgu deluje putem pulsirajućeg magnetnog polja. O nedavno TMS se koristi za istraživanje aspekata kortikalnog procesuiranja, uključujući senzorne i kognitivne funkcije.

Učenje u očekivanju iskustva – Odlika funkcionalnog neuronskog sistema da razvoj sistema kritično zavisi od stabilnih imputa iz okruženja koji su grubo isti za sve članove jedne vrste (npr. stimulacija oba oka kod novorođenčadi tokom razvoja dominantnosti okularnih kolumni.

Učenje zavisno od iskustva – Odlika funkcionalnog neuronskog sistema da varijacije u iskustvu dovedu do varijacija u funkcionisanju, što je odlika koja može postojati tokom čitavog života.

Um – Um je ono što mozak radi, obuhvata intelekt i svest.

Ventrikule (komore) – Od četiri komore, komparativno velikih prostora ispunjenih likvorom, tri su locirane u mozgu i jedna u moždanom stablu. Lateralne ventrikule, dve najveće, nalaze se simetrično iznad moždanog stabla, svaka u jednoj hemisferi.

Vernikeova oblast – Oblast mozga koja je uključena u razumevanje jezika i proizvodnju značenjskog govora.

Veštačka inteligencija – Oblast računarstva koja pokušava da razvije mašine koje se ponašaju „inteligentno“.

Višestruka inteligencija – Teorija po kojoj svaka individua ima višestruke, delimično distinktivne, inteligencije, u koje spadaju: lingvistička, logičko-matematička, prostorna, telesno-kinetička, muzička, interpersonalna i intrapersonalna,

Zadnji cingularni korteks – Prednji deo cingularnog korteksa. Važan je za niz autonomnih funkcija, kao što je regulisanje rada srca i krvni pritisak i ključan je za kognitivne funkcije kao što su anticipacija nagrade, odlučivanje, empatija i emocije.

Zaključivanje – Čin korišćenja razuma kako bi se izvukao zaključak iz nekih premisa korišćenjem neke metodologije. Dva najčešće korišćena metoda dolaženja do zaključka su deduktivno rezonovanje, u kojem se zaključak izvlači iz prethodno poznatih činjenica i induktivno rezonovanje, pri kome se smatra da premise nekog argumenta podupiru zaključak ali ga ne osiguravaju.

Takođe dostupno u kolekciji CERI-ja

Demand-Sensitive Schooling? Evidence and Issues

146 pages • November 2006 • ISBN: 978-92-64-02840-1

Think Scenarios, Rethink Education

200 pages • April 2006 • ISBN: 978-92-64-02363-5

Personalising Education

128 pages • February 2006 • ISBN: 978-92-64-03659-8

Students with Disabilities, Learning Difficulties and Disadvantages – Statistics and Indicators

152 pages • October 2005 • ISBN: 978-92-64-00980-6

E-learning in Tertiary Education: Where do We Stand?

290 pages • June 2005 • ISBN: 978-92-64-00920-2

Formative Assessment – Improving Learning in Secondary Classrooms

280 pages • February 2005 • ISBN: 978-92-64-00739-0

Quality and Recognition in Higher Education: The Cross-border Challenge

205 pages • October 2004 • ISBN: 978-92-64-01508-1

Internationalisation and Trade in Higher Education – Opportunities and Challenges

250 pages • June 2004 • ISBN: 978-92-64-01504-3

Innovation in the Knowledge Economy – Implications for Education and Learning

Knowledge Management series

96 pages • May 2004 • ISBN: 978-92-64-10560-7

www.oecdbookshop.org

Impresum