

7 Programirani pouk v sodobnem, tehnološko podprtem okolju

Matej Urbančič

Pri razlagi teorije programiranega pouka Strmčnik (1972a, str. 195) poudari, da se kot pomembna kaže predvsem »potreba po usmerjanju obstoječih didaktičnih in psiholoških spoznanj v iskanje učinkovitejše poti za postopno vodenje učnih dejavnosti pri šolskem delu«. Kaže, da je bil v svojem razmišljanju napreden in je do neke mere dobro orisal tudi čas, ki ravnokar prihaja – uvajanje (spletnih) tehnologij, povezanih z umetno inteligenco, ki črpa možnosti za učinkovito pridobivanje znanj tudi na podlagi nevroznanstvenih dognanj. V enem bolj futurističnih prispevkov Strmčnik (2006) zapiše, da je šola bila in bo med najpomembnejšimi dejavniki razvoja družbe, pri čemer opozarja, da sta »enostransko poudarjeni tehnična in intelektualna plat«, pozablja se na »vrednote«. Znanje je, kot zapiše, »odločilni dejavnik življenja«, a je treba upoštevati tudi, da ima tovrstno funkcijo le znanje, povezano s »celostnim oblikovanjem osebnosti«. Znanje razume kot zapleteno »celoto racionalne, spominske, vrednotne in aplikativne ravni«, torej mora to biti razumsko pridobljeno in predelano, zapomnjeno, doživeto in uporabljivo.

Če je programirani pouk didaktični koncept, vzpostavljen kot sinteza tehnoloških možnosti in pedagoško-psiholoških teoretskih prizadevanj, ki legitimirajo tehnologizacijo pouka (Štefanc in Kalin, 2021, str. 109), pomeni, da primat močno prevzemajo tehnološke rešitve, usmerjene v podajanje znanja. Usmerjanje pozornosti »na znanje, na bistvo učne snovi, na sistematičnost in postopnost pouka, načrtovanje učnih oblik za dejavnost učencev, takojšnje ugotavljanje napačnih razumevanj, motiviranje, utečen pouk na osnovi dnevnih, tedenskih in letnih učnih ciljev, sploh pa razvoj individualizacije izobraževanja« ima lahko tudi s sodobne perspektive številne značilnosti programiranega pouka. Ker po Strmčniku (1972a) med učiteljem in učencem obstaja individualni stik, s sprotnim preverjanjem in dejavnostjo učenca pa je mogoče napredovanje spremljati in slediti načrtovani vsebini ter učence vrniti nazaj, ko nastopijo težave (prav tam), se zdi, da je v sodobnem pojmovanju ta učitelj že tudi *algoritem* oziroma *karkoli*, kar

omogoča ustrezno vodenje za doseganje načrtovanega učnega napredka. Misel je torej na eni strani skladna s pojmovanji in pričakovanji nevroznanosti, po drugi s tehnološkimi kibernetскими opredelitvami uporabe ume tne inteligence za vodenje učnega procesa. A prav zaradi številnih omejit ev uporabe spletnih okolij in pogostega nepremišljenega uvajanja rešitve vzbujajo dvom o dodani vrednosti za učenje (Sherman in Kurshan, 2005; Salehi in Salehi, 2012; Ghavifekr, 2016; Hashemi, 2021). Kaže, da Strmčnik ponuja odgovore tudi za čas, ki je nedaleč pred nami.

7.1 Strmčnikovi pogledi na programirani pouk

Koncept programiranega pouka, postavljenega na sistemu vnaprej priprav ljenih vprašanj, ki učenca na podlagi pravilnosti odziva usmerjajo k naslednjim vprašanjem (Skinner, 1965), omogoča na videz preprosto načrtovane izvedbe vsebine z uporabo tehnologije. Že Thorndike (1912, Tomlinson, 1997) razmišlja o strukturiranem učbeniku za programirano samostojno učenje, katerega poglavitna značilnost, kot zapiše Strmčnik, je, da posredovanje in utrjevanje znanja prevzamejo *učni stroji*. Ti imajo seveda za to posebej pripravljene programe, naloge, »upoštevajoč posebna psihološka, didaktična in programsko-tehnična merila«, ki omogočajo učencu individualno hitrost dela, napredovanje po njemu ustreznih korakov in to, da »neznano dosledno vežejo na že znano« (Strmčnik, 1972a, str. 199). Pri tem hipno pridobijo odziv in rezultate reševanja nalog ter odgovore preprosto primerjajo s pravilnimi odgovori *programa*. Strmčnik (prav tam) opozori, da poteka v tem sistemu nadzor po povratni zanki med učencem in programom, torej je v kibernetičnem smislu učinkovitost odzivov utemeljena na *preprečevanju zmotnih in krepitvi pravilnih* odgovorov. To seveda pomeni, da se učenec podreja vnaprej pripravljenemu programu, ki ga mora izpolnjevati premočrtno po določenem protokolu, ne zavedajoč se korakov in smeri (prav tam). Pomen procesa je, kot kaže, lahko povsem zanemarjen.

Kibernetični model programiranega pouka upošteva naravo problemov in za te opredeljuje najustreznejše metode mišljenja (Strmčnik, 1972b). Probleme je torej mogoče kategorizirati, prav tako tudi prilagoditi razmišljanje pri reševanju sorodnih vprašanj. Algoritmčnost načrtovanja nalog za razred ali skupino vsiljuje zamisel, da ena pot ustreza večini, učitelj pa poskrbi za odklone. Splošne metode poučevanja in učenja, torej tiste, ki se

ponavljajo pri poučevanju sorodnih učnih vsebin, so skupne, algoritmično pojmovanje poučevanja in učenja pa omogoča razreševanje vsakega problema, če predpostavimo, da so možnosti algoritma neskončne. S tem odgovorimo na katerokoli situacijo, če to ni mogoče, pa lahko *učitelj* algoritem ustvari. Sistem ni nujno binaren, do pravilnega rezultata – končnega cilja vsakega koraka – je mogoče priti na številne načine. V tem se skriva razlikovanje med strogo linearnim modelom, ki pomeni postopno premočrtno sledenje vsebini, in razvejenim oziroma kibernetičnim, ki omogoča različne učne poti, namenjene preverjanju razumevanja in napredovanja (Maheshwari, 2016). Za učenca, ki v kibernetičnem sistemu ne vidi celote, je pot vsakokrat linearna, različni učenci pa seveda izbirajo različne linearne poti. Morebitne nepopolne povezave med koraki so lahko pojmovane le kot še nedokončan algoritem, ki ga je mogoče nadgraditi. Ali to omogoča učencu *celosten pregled* nad vsebino, je odprto vprašanje.

Pomembna plat je seveda tudi vsebina. Za algoritmično kibernetično pojmovanje mora biti učna snov podrobno in skrbno analizirana ter predvsem urejena in razdeljena v strukture, ki so logične in ustrezno omejene na atomizirano osnovno enoto, korak v sistemu nalog. Po Strmčniku je razčlenjevanje snovi nujen pogoj postopnega in sistematičnega učenja ter predvsem zagotavljanja boljšega razumevanja, motiviranosti in učinkovitosti upravljanja učnega procesa (Strmčnik, 1973b). Nedvomno je dojemljivost učencev v skupini različna, hkrati je raven tega težko določiti. Ključen problem je zagotavljati ustrezno dolžino individualiziranega koraka, da se prvi učenec ne dolgočasi in zadnji ne izgublja zaradi presežnosti. Strmčnik ugotavlja, da je teorija kratkih korakov ustrezno utemeljena na psiholoških ugotovitvah, a se premalo povezuje z učnimi cilji in učno snovjo. Ni problem, ali učno snov deliti ali ne, temveč je, kot pravi Strmčnik, »dilema v značaju teh elementov v procesu povezovanja z že obstoječimi« (Strmčnik, 1973, str. 246). Sploh pa je vprašanje, kako deliti abstraktno mišljenje in nasploh neotipljiva znanja, ki jih bodo učenci šele uporabljali, in pa seveda mišljenje, ki je lastno posamezniku, tisto, kar ga dela v osnovi drugačnega od drugih, njegovo specifično razmišljanje oziroma dojemanje sveta. Pri opredelitvi razdeljevanja vsebine je Strmčnik jasen (prav tam). Da, deliti, ampak – 1. nikakor ne podatkov, dejstev, zanimivosti informacij, opisov, sploh če so izvzeti iz konteksta in »brez primerne logične teže«, 2. logičnost zasnove

enote učnega koraka zahteva, da je ta ravno prav obsežen in zaokrožen samostojni del, ki pa je 3. hkrati povezan s predhodnimi in naslednjimi koraki v linearnem oziroma 4. z vsemi stranskimi v razvejenem sistemu. Strmčnik pri tem omeni *logične spirale učnih tem*, ki so predmet razčlenjevanja in vključujejo tudi horizontalne povezave z drugimi (predmetnimi) spiralami. Ločeno lahko stojijo posamezni podatki, ki so sami sebi namen, učencu pa je treba omogočiti, da ostaja *miselno naravnana na celoto*. Posameznost v tem ni nič drugega kot le način za dojetje sinteze, podpora celostnega razumevanja. Vzpostavljanje medsebojnih zvez in razumevanje celote je pri tem nujen korak.

Raziskave so pričakovano pokazale, da programiranih vsebin ni mogoče načrtovati, ne da bi se pojavila tudi odstopanja, ki posamezniku onemogočijo doseganje cilja (Marton in Pang, 2006). Za Strmčnika to ni ne presenečenje ne ovira, saj mora učitelj pri oblikovanju priprave upoštevati oziroma poskusiti napovedati tudi možne odklone, ki se bodo med izvedbo pojavljali (Strmčnik, 1977). Te lahko učitelj odkriva s pestrim naborom zahtevnejših vprašanj, s katerimi tudi preverja, vrednoti razumevanje in usmerja v problemsko-ustvarjalno razmišljanje, namenjeno spodbujanju ustvarjalnosti (Strmčnik, 2011b). Prava vprašanja so torej višje miselne ravni, ki pa zahtevajo zbrano spremljanje odgovorov in morda celo *branje med vrsticami*. Tovrstno predvidevanje in iskanje nerazumevanja je del učiteljeve strokovne usposobljenosti in izkušanj, a je pomembno predvsem, da se učitelj na odstopanje, ki ga zazna, sploh odzove.

7.2 Tehnološka sodobnost izobraževanja

Pri uporabi tehnologije je Strmčnik uvidel številne prednosti, saj je zapisal, da »brez učne tehnologije ni moderne šole«, stopi pa še korak dlje in poudari, da morajo šole uporabljati vso (sodobno) »razpoložljivo tehnologijo«. To je v njegovem času pomenilo več različne tehnologije, več različnih naprav. Strmčnik je torej v tehnologiji ob organizacijskih vidikih prepoznal tudi izvedbene možnosti pri poučevanju in učenju (1977). V ospredje teh postavi možnost postopnosti pri sistematični obravnavi vsebine in takojšnje preverjanje znanja učencev. Odziv, ki je pri tem na voljo hipno, omogoča preprostejše individualno načrtovanje na osnovi dejanskih trenutnih podatkov učenca. Danes je ta tehnologija združena v *predstavnost* ene naprave, torej

funkcionalnost računalniških programov, ki omogočajo neomejeno manipuliranje z vsebinami (Manovich, 2002). Sodobna naprava, ki podpira različne predstavne možnosti, hkrati vključuje tudi dodatna tipala (Chiappe in Rodríguez, 2017; Şahin in Yurdugül, 2020), ki jih je prav tako mogoče uporabiti pri pouku.

Po drugi strani mora učitelj tehnologijo preizkušati, vrednotiti, tudi didaktično-metodično načrtovati nadaljnjo uporabo in ne zgolj uporabljati pripravljenih rešitev. Po Strmčniku je učni proces kompleksna integracija dejavnosti (1995a), ki z načrtnostjo, ciljnostjo, organiziranostjo in vodenjem poudarja tudi komunikacijo, interakcijo in odnose med udeleženci, spet zahtevo, ki jo je z uporabo sodobne tehnologije preprosto izvajati. Tehnologija torej da, če se pri tem ne podcenjuje didaktično-metodičnih vidikov učnega procesa in v ospredju ni zgolj poudarjanje avtomatizacije odzivov. Po Strmčniku slednje kaže na šibko strokovno usposobljenost šol, ne glede na vrsto uporabljene tehnologije (Strmčnik, 1999; 2011a).

Ali naj danes učitelji pri pouku uporabljajo sodobno tehnologijo, ni več vprašanje, da bo ta še bolj poudarjena v prihodnosti, prav tako ni dvoma. Digitalizacija je v ospredju številnih domačih in evropskih projektov (Digitalizacija družbe)¹ in načrtov (na primer Akcijski načrt za digitalno izobraževanje,² Dvig digitalne kompetentnosti,³ Digitalna Evropa za vse⁴ ...). Prav tako kaže, da si dostop do za izobraževanje ključnih spletnih storitev na večpredstavnih pametnih napravah, ponekod že danes, najverjetneje pa v prihodnosti še bolj, zagotavljajo učenci kar sami (Aggarwal, 2019, Siyam, Hussain in Alqaryouti, 2022). Učenec naj bi uporabljal osebno napravo in enotno učno okolje, običajno je v slovenskem šolskem prostoru trenutno to na vseh ravneh vertikale Moodle (na primer Učilnice Arnes)⁵, ki združuje širok nabor orodij za učitelja (od orodij za vodenje, do orodij za ustvarjanje večpredstavne vsebine, prav tako za spremljanje dela učencev), pri čemer je mogoče dejavnosti izvajati sodelovalno in na problemskih

1 Digitalizacija družbe, spletni vir: <https://www.gov.si/teme/digitalizacija-druzbe/>.

2 Akcijski načrt za digitalno izobraževanje, spletni vir: <https://education.ec.europa.eu/sl/focus-topics/digital-education/action-plan>.

3 Dvig digitalne kompetentnosti, spletni vir: <https://www.zrss.si/projekti/dvig-digitalne-kompetentnosti/>.

4 Digitalna Evropa za vse, spletni vir: <https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/digitalna-evropa-za-vse-de4a/>.

5 Učilnice Arnes, spletni vir: <https://ucilnice.arnes.si/>.

pristopih. Raziskave kažejo, da je to sicer splošna značilnost izobraževanja na vseh ravneh in pomeni oblikovanje okolja, ki omogoča učenje z vrstniki, upravljanje učnih virov, možnost skupinskega dela in vzpostavljanje šolskega družbenega omrežja (Milligan idr., 2006). Prav tako obsežna analiza in metaanaliza, ki jo je opravili Tamim s sodelavci (2011), potrjuje, da ima uporaba računalnika in druge tehnologije pomemben učinek na kakovost izvajanja vzgojno-izobraževalnega procesa. Avtorji ugotavljajo, da ima ta učinke, če je načrtovana kot dopolnilo in podpora pri pouku.

Vse seveda ni tako rožnato. Vsakršna tehnologija je odvisna od uporabnikov in jih tudi *uporabniško* oblikuje. Johnson in Liber (2008) opozarjata na možnost, da učenci sami upravljajo svoje učno okolje, kar zahteva opredelitev različnih regulativnih mehanizmov, vsaj evalvacije, s katero je mogoče spremljati potek in uspešnost učenja. Razvoj IKT sicer ustvarja napetost med tehnologijo ter vlogo ustanove, zainteresiranih deležnikov in udeležencev. Ker tehnološke spremembe povzročajo nenehen pritisk na uporabnike in zahtevajo uravnoteževanje ponujenih storitev v obliko, ki spodbuja samoregulativno delovanje, pomeni, da pritisk na uporabo programske opreme določajo uporabniki (prav tam). Če so ključni učenci, morda ni osmišljena didaktično-metodična komponenta.

Z zbiranjem podatkov o uporabi in uporabniku tehnologija posredno vpliva na pojavljanje novih tehnoloških zahtev, ki sprožijo nove rešitve, te pa zahtevajo vedno več podatkov o uporabi. Zanka se seveda zateguje in se zato sočasno porajajo tudi zahteve po večji varnosti, zasebnosti in avtonomiji (Johnson in Liber, 2008). Vse to nekako spodkopava zahtevo po *za učenca stabilnem učnem okolju*. Še pomembnejše je vprašanje, ali ni v tem primeru bolje, če že vztrajamo v spletnih okoljih, podpirati učitelja in oblikovati okolje, ki ga opredeljuje koncept *poučevalnega in raziskovalnega* okolja (Bland in Ruffin, 1992, Urbančič, 2021), kar hkrati razreši tudi didaktične in metodične dileme. Že Gaff in Wilson (1971) sta pred pol stoletja zapisala, da si mora učitelj oblikovati okolje po lastni meri in ne uporabljati takih, ki učitelja pri delu omejujejo in onemogočajo pripravo osebnega pristopa k poučevanju. Taka zahteva torej ni nova.

Nikakor ne smemo zanemariti, da je danes sodobna družba odvisna od tehnoloških koncernov, ki ustvarjajo preplet omrežij, povezujejo izobraževanje

in gospodarstvo ter hkrati z analizo neskončnih virov uporabnikovih podatkov vplivajo na družbeno in kulturno dejavnost (Wilson idr., 2015, Vega-Hernández idr., 2018). Uporaba naprednih tehnologij, kot so umetna inteligenca, strojno učenje in učna analitika, potencialno ogroža osebno varnost in zasebnost, etični problem pa je tudi nevarnost sprejemanja avtomatiziranih algoritemskih odločitev, ki neposredno vplivajo na posameznika.

7.3 Učna okolja in izobraževalna nevroznanost

Izobraževalna nevroznanost je interdisciplinarno raziskovalno področje, ki si prizadeva ugotovitve raziskav o nevronskih mehanizmih učenja prevesti v izobraževalne prakse in hkrati razumeti, kako učinki izobraževanja vplivajo na možgane. Vzpostavlja odvisni trikotnik s psihologijo in izobraževanjem (Thomas, Ansari in Knowland, 2019). Avtorji pokažejo, da se kljub ostrim kritikam in burni razpravi o možnosti uporabe ugotovitev tovrstnih raziskav za razreševanje izobraževalnih problemov, za možnosti povezav s poljem učenja in za poučevanje na splošno, te kljub vsemu aktivno izvajajo. Kritiki pri tem opozarjajo, da trenutno sploh ni primerov, ki bi nedvoumno pokazali, da lahko nevroznanost spodbudi razvoj novih in učinkovitih metod poučevanja. Po mnenju drugih tega niti ne more storiti, ker se nezmožnost skriva v dejstvu, da je 1. kognitivne zmožnosti lažje kot na podlagi merjenja možganske dejavnosti opredeliti na podlagi vedenja in vedanja in 2. da je na podlagi nevroznanosti težko oblikovati, še težje oceniti nove metode poučevanja (Bowers, 2016). Pomembneje je ugotoviti, ali se oseba uči, to pa se odraža v vedenju.

Tudi ugotovitve nevroznanosti sicer kažejo na pomembnost razdeljenosti vsebine in postopnosti napredovanja pri obravnavi. Če so v programiranem pouku po eni strani vsebine idealizirano razdeljene na korake, nevroznanost omogoča, da so individualizirane na mikroravnih, ki so skladne z mikroravnimi učenja posameznika. Ravni so odmerjene in premišljeno oblikovane v podporo učenčevega aktivnega kognitivnega procesiranja pri usvajanju bogatih, uravnoteženih in dobro organiziranih struktur znanja (Rutar Ilc, 2014). Podpiranje naj bi potekalo v *učnih situacijah*, torej posebej oblikovanem učnem okolju, ki bi bil učencem »pri urejanju informacij v glavi« v pomoč in ki npr. temelji na premišljenem vključevanju podpor/opor, da učenci pospešijo svoje učenje z razumevanjem, ter na reguliranju stopnje

obremenjevanja kognitivnih zmožnosti (prav tam). Strmčnik na primer govori o nalogi učitelja, da vzpostavi »problemsko naravnane učne situacije« in načrtuje raziskovalne pristope k oblikovanju učnih vsebin (1992, str. 39; 2009). Te bi si učenec izbral na podlagi osebnih zanimanj in želja. *Učitelj* naj bi z razdeljevanjem vsebine pomagal učencem, da zasede ta manj delovnega spomina. To omogoči boljši pregled, priklic in organiziranost povezovalnih »idej« oz. konceptov (Rutar Ilc, 2014). Prav to je po sodobnem pojmovanju bistvenega pomena za šole na vseh ravneh in nevroznanost lahko zaradi vpogleda v kognitivno delovanje posameznika *predlaga pedagoške prilagoditve in izboljšave*.

Zagovorniki poudarjajo rezultate raziskav, ki kažejo, da lahko tovrstne ugotovitve prispevajo k spremembi učnih pristopov in izboljšajo dosežke. Teh naj le na podlagi dejavnikov okolja ne bi bilo mogoče določiti. Še pomembnejši so biološki dejavniki, ti omogočajo razumevanje učenčevih sposobnosti in po mnenju nevroznanstvenikov tudi razumevanje učnih težav učencev. To se lahko odraža v načinu priprave gradiv, ki je usklajen z »ravnjo« možganov (Fischer, 2013, Amran idr., 2019) in pomeni eno od prizadevanj za nadgradnjo sistemov izobraževanja.

Vendramin (2022) se postavi nasproti zamisli, da bo mogoče s slikanjem možganov odpraviti tudi učne težave. Preslikava miselnih struktur v digitalno obliko in mogočna podpora, ki jo z rudarjenjem neskončno velikih zbirk podatkov oglašuje umetna inteligenca, dajeta slutiti, da so v ozadju najpomembnejši politični in pedagoški diskurzi, v katerih se te ugotovitve uporabljajo. Oblikovanje določil *personalizacije izobraževanja*, ki temelji na genetskem profiliranju, vplivajo pa na izboljševanje pouka oziroma poučevanja, predvsem pa na individualne prilagoditve učenja (prav tam), deluje neprepričljivo, sploh zato, ker omogoča tak sistem načrtno »usmerjanje procesa socializacije« posameznika in »priučenje pravil delovanja« v okolju, ki so v primeru kršenja, zavarovane s sankcijami in potencialnimi nepričakovanimi posledicami. Hkrati se *znanje* poudarja, ko v neki družbi obstaja individualistični oziroma tehnokratski interes in z ukalupljenjem ustvarjalnosti zaviramo pestrost učnega procesa v korist »storilnostno naravnane šole« (Strmčnik, 1977, 2006, Ule, 1988). Mogoče je torej poljubno manipuliranje s človekom, kar povsem ustreza »strojnemu modelu osebnosti« oziroma *Homo mechanicus* ... (Strmčnik, 1972a, str. 202).

Biološko opredeljevanje učenja je sicer poznan koncept, saj je pomen nevrobiologije za izobraževanje priznan že od časa Thorndika, vendar je šele v devetdesetih letih 20. stoletja dobil pravi zagon z možnostmi slikanja delovanja možganov (Thomas, Ansari in Knowland, 2019). Razvoj znanja razloži s prehajanjem med ravnmi, ki jih Rutar Ilc (2014) opiše kot *kognitivni prelomi*. Ravnmi vzpostavljajo vedno bolj »kompleksna dejanja, ki vplivajo na oblikovanje abstrakcij«, te s kompleksnostjo oblikujejo principe. Vsako novo znanje, nova veščina, nova misel, spretnost (proces je močno povezan z izobraževanjem, sploh v obdobju odraslosti) vpliva na ustvarjanje in reorganizacijo nevrnske mreže, ki ravnmi podpirajo (Fischer, 2013, Rutar Ilc, 2014), ustrezno vzpostavljena mreža pa pomeni ustrezen način delovanja. V tem kontekstu povratna informacija omogoča kakovostno upravljanje in reguliranje učnega procesa in oblikovanje abstrakcij, a mora biti ta usmerjena na posameznega učenca. Koraki so odvisni ali od postopnega vodenja ali samostojnosti učenja, vse skupaj pa ustvarja individualno didaktično pot, ki je pri nekaterih daljša, pri drugih krajša (Strmčnik, 1973b).

7.4 Sodobnost učnega okolja in nova znanost o učenju

S povezovanjem podatkovnih znanosti, naprednih sistemov umetne inteligence, z disciplinarnim strokovnim znanjem iz psiholoških, bioloških ved in ved o možganih se tako ustvarja nova znanost o učenju. Raziskovanje izobraževanja je postala intenzivna eksperimentalna znanost, pri kateri pomeni lastništvo nad podatki moč in oblast (Williamson, 2020), prinaša pa ju rudarjenje digitalnih podatkov, izkopanih iz številnih virov, naprav, tudi na videz neproblematičnih vseprisotnih nosljivih pametnih ur, zapestnic in drugih dodatkov. Analiza teh podatkov pomeni *iskanje vzorcev*, ki po eni strani opisujejo delovanje posameznika, po drugi omogočajo napovedovanje načina odziva, torej tudi učenja. Seveda nekateri opozarjajo (prav tam), da je treba upoštevati omejitve, a spoznanja ob pomoči zmogljivih strojev kljub temu oblikujejo novo izobraževalno polje. Najmočnejša orodja so sicer precej omejena in so v veliki večini usmerjena v eno samo nalogo: z zbiranjem podatkov posameznika in na podlagi statističnih tehnik čim natančneje napovedovati odzive, s katerimi bi bilo mogoče razviti algoritme za personalizacijo izobraževanja (Ciolacu idr., 2018; Dick, 2019).

Učno okolje torej oblikujejo tehnološki strokovnjaki, vsebino v njem pedagogi, ti oblikujejo tudi učne dejavnosti, naloge in pripravljajo učne vire. Prilagojena orodja, programi in storitve, uporabljene za učenje, lahko omogočajo vrstniško, strokovno, družbeno ... delovanje in povezovanje (Chatti idr., 2010). Potencialna prednost uporabe pametnih tehnologij je analitika študijskega in raziskovalnega dela, saj omogoča učinkovito spremljanje in hitro zaznavanje odstopanja od zastavljenega načrta, kar lahko sproži ustrezno prilagajanje procesa (Sclater, Peasgood in Mullan, 2016). Nekateri avtorji zahtevajo po sprotnem prilagajanju učnega procesa, tj. učno analitiko, dojemajo kot izjemno motečo za študijski proces s stališča posameznika (Baer in Campbell, 2012), kot še bolj pereče pa vidijo neprestano spreminjanje, ki onemogoča kakovostno evalvacijo tega procesa.

Čeprav pri mnogih storitvah umetna inteligenca, podkrepljena z učno analitiko, opravi celotno delo, trenutno razvoj še ni dovolj daleč, da bi lahko zanemarili pomembnost učiteljevega odločanja (Bolander, 2019). Umetna inteligenca kot raziskovalna disciplina temelji na domnevi, da je mogoče vsak vidik učenja oziroma vsako značilnost inteligence opisati dovolj natančno, da jo je mogoče strojno simulirati. Zgodovina kaže, da potekajo vzporedno tudi poskusi uravnavanja človekovega vedenja, da bi to postalo podobnejše strojnemu (Dick, 2019).

7.5 Sklep

Thorndike je z ocenjevalnimi lestvicami pomembno prispeval k industrializaciji izobraževanja (Tomlinson, 1997). Zasnoval je lestvice za standardizacijo in merjenje znanja otrok pri pisanju z roko, črkovanju, risanju, zgodovini in razumevanju angleščine ter prodal na milijone aritmetičnih učbenikov, ki so poudarjali urjenje, ponavljanje in trening osnovnih spretnosti. Nevroznanost se lahko izkaže prav na teh področjih, torej pri ciljnih vprašanjih na podrobnejši ravni analize, na primer o tem, kako ljudje berejo, se učijo in so pozorni, vendar bodo ti podatki uporabni le v kontekstu dobro razvite vedenjske teorije (Willingham, 2009). Pod drugi strani nevroznanost ne sme biti normativna in mora biti umaknjena s področij, ki niso združljiva z nevroznanstveno analizo (npr. abstrakcije, estetika; prav tam). Posebna prednost tehnologije se kaže v razširjanju možnosti in individualizaciji. Thorndike (1912, str. 164–166) je na primer ugotavljal, da

bi z gradivom, ki bi ga z uporabo tehnologije pripravili na način, da bi se nadaljnje vsebine učencu pokazale šele, ko bi usvojil predhodno znanje, lahko veliko stvari, ki zdaj zahtevajo osebno poučevanje, uredili s tiskom. Stare izobraževalne tehnologije se morda ne obdržijo, morda se spremeni način uporabe, nedvomno pa zasnova ostane, se predrugači, nadgradi z naslednjimi tehnologijami in kot sodobna tehnologija spet vpliva tudi na izobraževanje (Manovich, 2022). Tudi Strmčnik v analizi pojmovanja programiranega pouka ugotavlja, da so največji problem uspešnosti poučevanja in učenja »pogoji, v katerih to poteka« (Strmčnik, 1972a). Idealizirano bi bilo uresničljivo le, če bi bil pouk popolnoma individualiziran, torej če bi imel »vsak učenec svojega učitelja«. Ker to v stvarnosti z učiteljem ni mogoče, se zdi *avtomatizirani* učitelj druga najboljša zamisel. Njegova misel, da uporaba tehnologije pri pouku omogoči učitelju bistveno boljše opravljanje svoje posredovalne in ponazoritvene vloge, uporaba računalniško podprte tehnologije pa lahko omogoči avtomatizacijo vrste didaktičnih procesov (Štefanc in Kalin, 2021), pomeni, da ostane več časa za poglobljeno, kompleksno didaktično delo.

Strmčnik (1995) se po drugi strani sprašuje, ali prilagoditi zahtevnejše učne cilje zmožnostim samostojnega učenja in ravni, ki jo je še mogoče posredno usmerjati in voditi, ali pa se odpovedati univerzalnosti takega vodenja in programirati na način le tiste učne dejavnosti, ki jih je brez škode mogoče atomizirati. Kako atomizirati samostojno presojanje in kritičen dvom, samostojno iskanje, preverjanje in ocenjevanje podatkov in virov s ciljem oblikovanja kakovostne subjektivne misli in ob tem voditi do ugotovitve, da je stvarnost kompleksnejša, kot jo prikaže šolsko učenje. Če vodimo proces za vse algoritmično po vnaprej pripravljenih korakih do istega cilja, postavimo vse posameznike na neki način v povprečje, načrtno jih torej omejujemo, saj dobijo ista znanja, pridobljena po isti poti. Po Strmčniku je treba v šoli zagotoviti didaktično odprtost, to je ustvariti bogato izbiro učnega gradiva, sredstev, medijev, na sploh učne tehnologije, s poudarkom, da mora biti šola trajno odprta za vsebinske, metodične in organizacijske inovacije ter družbena dogajanja (Strmčnik, 2001, 2003). Če je klasična didaktika preobremenjena z vprašanji, kaj učence naučiti, premalo pa s problemi, kako naj se učijo, je pri programiranem pouku vrstni red enostranosti pogosto obrnjen. Nastaja prepad med resničnimi nalogami pouka in resničnim

znanjem učencev. Posamezniku preostane le osebni način sinteze, pri tem pa je vzpostavljanje medsebojnih zvez in razumevanje celote prav tako nujen korak (Strmčnik, 1973b). Največji didaktični izziv ostaja opredelitev okolja glede na celovitost tehnoloških možnosti vključenih orodij, ki so učitelju in učencem na voljo za uporabo (Kompen idr., 2019). Smer je znana.

Literatura in viri

- Amran, Muhammad S., Rahman, Salak., Surat, Shahlan, in Bakar, A. Y. Aya, 2019. Connecting neuroscience and education: Insight from neuroscience findings for better instructional learning. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7/2). 341–352.
- Bland, Carol J., in Ruffin, Mack. T., 1992. Characteristics of a productive research environment: literature review. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*, 67/6. 385–397.
- Bowers, Jeffrey S., 2016. The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychological Review*, 123/5. 600–612.
- Chatti, Mohamed. A., Agustiawan, Malvino. R., Jarke, Mathias, in Specht, Marcus, 2010. Toward a personal learning environment framework. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments (IJVPLE)*, 1/4. 66–85.
- Ciolacu, Monica, Tehrani, Ali. F., Binder, Leon, in Svasta, Paul. M., 2018. Education 4.0–Artificial Intelligence assisted higher education: early recognition system with machine learning to support students' success. In 2018 IEEE 24th *International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)*. 23–30.
- Dick, Stephanie, 2019. Artificial Intelligence. *Harvard Data Science Review*, 1/1. Dostopno na: <http://repository.uwl.ac.uk/id/eprint/6883/> (citirano 15. avgust 22).
- Fischer, Kurt W., 2013. Um, možgani in izobraževanje: postavljanje znanstvenih temeljev za učenje in poučevanje. *Vzgoja in izobraževanje* 44 (6): 11–22.
- Gaff, Jerry. G., in Wilson, Robert. C., 1971. The teaching environment. *AAUP Bulletin*, 57/4. 475.
- Gagne, Robert M., 1965. The learning of concepts. *The School Review*, 73/3, 187–196.

- Ghavifekr, Simin, Kunjappan, Thanusha, Ramasamy, Logeswary in Anthony, Annreetha, 2016. Teaching and learning with ICT tools: Issues and challenges from teachers' perceptions. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 4/2. 38–57.
- Hashemi, Aminuddin, 2021. The barriers to the use of ICT in English language teaching: A systematic literature review. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 3/1., 77–88.
- Johnson, Mark, in Liber, Oleg, 2008. The personal learning environment and the human condition: from theory to teaching practice. *Interactive Learning Environments*, 16/1., 3–15.
- Kompen, Ricardo T., Edirisingha, Palitha, Canaleta, Xavier, Alsina, Maria in Monguet, Josep M., 2019. Personal learning environments based on Web 2.0 services in higher education. *Telematics and informatics*, 38/2., 194–206.
- Maheshwari, Vikalp. K., 2016. *Types of programmed instruction, Programmed Instruction – A Research-based system*, Dostopno na: <http://www.vkmaheshwari.com/WP/?p=2323> (citirano 16. marec 2019).
- Marton, Ference, in Pang, Ming F., 2006. On some necessary conditions of learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 15/2. 193–220.
- Milligan, Colin D., Beauvoir, Phillip, Johnson, Mark W., Sharples, Paul in Wilson, Scott and Liber, Oleg 2006. Developing a reference model to describe the personal learning environment. V: *European Conference on Technology Enhanced Learning*. Berlin, Heidelberg: Springer. 506–511.
- Rutar Ilc, Zora, 2014. Kognitivna znanost v šolstvu, *Vodenje v vzgoji in izobraževanju*, 12/2. 43–59.
- Salehi, Hadi, in Salehi, Zeinab, 2012. Challenges for using ICT in education: teachers' insights. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 2/1., 40.
- Sherman, Thomas M. in Kurshan, Barbara L., 2005. Constructing learning: Using technology to support teaching for understanding. *Learning & leading with technology*, 32/5., 10.
- Siyam, Nur, Hussain, Malek in Alqaryouti, Omar, 2022. Factors impacting teachers' acceptance and use of Bring Your Own Device (BYOD) in the classroom. *SN Social Sciences*, 2/1, 1–30.

- Skinner, Frederic B., (1964). The technology of teaching. *Proceedings of the Royal Society*, 162/2. 427–443.
- Strmčnik, France, 1972a. Teoretična izhodišča programiranega pouka. *Sodobna pedagogika*, 23/5–6. 194–207.
- Strmčnik, France, 1972b. Kibernetična smer programiranega pouka. *Sodobna pedagogika*, 23/7–8. 261–281.
- Strmčnik, France, 1973. Programirani pouk in teorija kratkih učnih korakov. *Sodobna pedagogika*, 24/5–6. 245–259.
- Strmčnik, Franc, 1977. *Sodobna šola v luči programiranega pouka*. Ljubljana: DDU Univerzum.
- Strmčnik, France, 1992. *Problemski pouk v teoriji in praksi*. Ljubljana: Didakta.
- Strmčnik, France, 1994. Problemska učna inovacija in hevristični pouk. *Pedagoška obzorja*, 5/2. 29–33.
- Strmčnik, France, 1995a. Strukturiranost in sistematičnost pouka. *Sodobna pedagogika*, 4/9–10. 452–466.
- Strmčnik, France, 1995b. Problemsko orientiran pouk kot didaktično načelo. *Pedagoška obzorja*, 10/3–4. 3–15.
- Strmčnik, France, 1995c. Reševanje problemov kot posebna učna metoda. *Pedagoška obzorja*, 10/5–6. 3–12.
- Strmčnik, France, 1999. Značilnosti pouka. *Sodobna pedagogika*, 50/3, str. 126–138.
- Strmčnik, France, 2001. *Osrednje teoretične teme*. Ljubljana: Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.
- Strmčnik, France, 2003. Didaktične paradigme, koncepti in strategije. *Sodobna pedagogika*, 54/3. 80–93.
- Strmčnik, France, 2006. Znanstvenostorilnostna ali učencu prilagojena šola. *Sodobna pedagogika*, 52/1. 56–74.
- Strmčnik, France, 2007. Problemska usmerjenost, nujnost sodobnega pouka. *Sodobna pedagogika*, 58/3. 188–206.
- Strmčnik, France, 2009. Učna vsebina v funkciji problemsko orientiranega pouka. *Pedagoška obzorja*, 24/1. 3–15.
- Strmčnik, France, 2011a. Temeljni pedagoškodidaktični trendi današnje in prihodnje šole. *Sodobna pedagogika*, 56/4. 158–170.
- Strmčnik, France, 2011b. Vprašanja v funkciji problemskega pouka in razvijanje problemske senzibilnosti. *Pedagoška obzorja*, 26/3. 3–22.

- Štefanc, Damijan in Kalin, Jana, 2021. Poslovil se je prof. dr. France Strmčnik. *Sodobna pedagogika*, 72/1., 108–111.
- Ule, Mirjana, 1988. *Mladina in ideologija*. Ljubljana: Delavska enotnost.
- Thomas, Michael S., Ansari, Daniel in Knowland, Victoria C., 2019. Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60/4., 477–492.
- Thorndike, Edward L., 1912. *Education: a first book*. New York: Macmillan, str. 161–167. Dostopno na: <https://archive.org/details/educationafirstb013883mbp> (citirano 10. avgust 2022).
- Tomlinson, Stephen, (1997). Edward Lee Thorndike and John Dewey on the science of education. *Oxford Review of Education*, 23/3). 365–383.
- Urbančič, Matej, 2021. Programirani pouk in učno oziroma poučevalno okolje. *Sodobna pedagogika*, 72/1. 138–150.
- Vendramin, Valerija, 2022. Biosocialni obrat: vzgoja in izobraževanje v postgenomični in nevroznanstveni dobi. *Sodobna pedagogika*, 73/1. 82–91.
- Williamson, Ben, (2020). New Digital Laboratories of Experimental Knowledge Production: Artificial Intelligence and Education Research. *London Review of Education*, 18/2. 209–220.
- Willingham, Daniel T., 2009. Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex*, 45/4. 544–545.
- Wilson, Mark, Scalise, Kathleen in Gochyyev, Perman, 2015. Rethinking ICT literacy: From computer skills to social network settings. *Thinking Skills and Creativity*, 18/1. 65–80.