

Miloš Šumonja¹

Univerzitet u Novom Sadu

Pedagoški fakultet u Somboru

Primljen: 1.4.2022.

Prihvaćen: 27.6.2022.

UDK 37.015.31:004.4]:16

37.018:004.738.5

37.014/.016:329.12

<https://doi.org/10.2298/SOC220401005S>

Algoritamski način razmišljanja u obrazovanju – epistemologija, pedagogija i politika²

APSTRAKT: U radu se razmatra uvođenje algoritamskog načina razmišljanja (ANR) u obrazovanje, kao novog kurikularnog sadržaja, i kao tehnosolucionistički projekat preoblikovanja obrazovne prakse. Zagovornici ANR tvrde kako đaci treba da nauče da „razmišljaju kao informatičari“ – zato što je to opšta mentalna veština za rešavanje svih vrsta problema. Ipak, praktične teškoće u nastavi i ocenjivanju te veštine ukazuju da je stvarno postojeći ANR kontekstualno specifičan za programiranje kompjutera, što znači da njegovo uopštavanje u obrazovanju neopravdano marginalizuje ostale oblike znanja. Istovremeno, a posebno tokom pandemije, ANR sve više prožima obrazovanje i kroz upotrebu softvera za organizaciju učenja, sa pedagoškim argumentom da će, kao na Jutjubu ili Netfliksu, algoritamska obrada podataka o đачkim aktivnostima na obrazovnim platformama ostvariti progresivni ideal personalizovanog iskustva – učenja u adaptivnom okruženju. Tako, međutim, kurikulum postaje ono što algoritam kaže, a ne obrazovne institucije. A da ti algoritmi nisu politički neutralni, i da personalizacija znači dalju

¹ milossumonja@gmail.com

² Ovaj rad napisan je u okviru naučnoistraživačkog projekta „Obrazovne institucije u vremenu globalizacije”, finansiranog od strane Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost AP Vojvodine, rešenje br. 142-451-2554/2021-01/2.

privatizaciju obrazovanja, potvrđuju same pristalice digitalizacije kada zahtevaju da se tradicionalne škole postepeno zamene obrazovnim platformama, zastupajući pri tome neoliberalnu doktrinu o obrazovanju kao sticanju „ljudskog kapitala“, odnosno veština potrebnih digitalnoj ekonomiji. Otuda „razmišljati kao informatičar“ zaista ne znači samo programirati, već i stvarati digitalne sadržaje i podatke, što je kapital za velike informatičke kompanije.

KLJUČNE REČI: algoritamski načina razmišljanja, digitalno obrazovanje, personalizacija učenja, tehnosolucionizam, obrazovne platforme

Computational thinking in education - epistemology, pedagogy and politics

ABSTRACT: The paper discusses computational thinking (CT) in education, as a new curricular content, and as a technosolutionist project to reshape educational practice. Proponents of CT argue that all students should learn to „think like computer scientists“, because that is a universal mental skill for solving problems. However, practical difficulties in teaching and assessing this skill show that CT is contextually specific to computer programming, which means that its educational universalisation unjustifiably marginalizes other forms of knowledge. At the same time, especially during the pandemic, CT is increasingly permeating education through machine learning softwares, with the pedagogical argument that, like on YouTube or Netflix, algorithmic processing of data on student activities on educational platforms will achieve the progressive ideal of personalized user experience – of learning in an adaptive environment. Thus, however, algorithms shape the curriculum, not institutions. Proponents of digitalization actually confirm that these algorithms are not politically neutral, and that personalization means further privatization of education, when they demand that traditional schools be gradually replaced by educational platforms, while advocating the neoliberal view of education as acquisition of „human capital“, or skills needed by the digital economy. Hence, „thinking like a computer scientist“ really does

not only mean programming, but also creating digital content and data, which is capital for large IT companies.

KEYWORDS: computational thinking, digital education, personalized learning, technosolutionism, educational platforms

Uvod

Od školske 2020/21. godine, u nastavni plan prvog i drugog razreda srpskih osnovnih škola uveden je obavezan predmet pod nazivom *Digitalni svet* (Sl. glasnik RS – Prosvetni glasnik, 2/2020). Četiri godine ranije, *Informatika i računarstvo* je postala obavezan predmet za učenike od petog razreda, uključujući nastavu i učenje o informaciono-komunikacionim tehnologijama, digitalnoj pismenosti i – programiranju. Ove dve krupne intervencije u kurikulum produbljuju državnu politiku digitalizacije obrazovanja, prethodno izloženu u vladinoj „Strategiji razvoja digitalnih veština“ u Republici Srbiji za period 2020-2024 (Vlada RS, 2020) i „Strategiji razvoja obrazovanja i vaspitanja u Republici Srbiji do 2030 godine“ (Vlada RS, 2021). Ipak, reklo bi se da zvanična definicija te politike kroz „mere usmerena na digitalne kompetencije nastavnika i učenika“ i „pedagošku primenu digitalnih tehnologija u cilju unapređivanja kvaliteta nastave i učenja“ (Vlada RS, 2021: 36) ne pokriva značenje navedenih promena.

Mogu se, naime, navesti *prima facie* dobri razlozi u prilog pretpostavci da se, u Srbiji i šire, težište uticaja digitalnih tehnologija na obrazovanje izmešta sa terena njihove *upotrebe* u nastavi i svakodnevnom životu, prema obrazovanju za učešće u *stvaranju* digitalnih tehnologija. U tom preoblikovanju, programiranje sve izričitije postaje epistemološka i pedagoška paradigma, sa argumentom da sveprisutnost kompjutera rađa obrazovni imperativ da se podigne „hauba sa toga kako su digitalna rešenja dizajnirana upotrebom računarskih alata“ (Grover, 2018), usled čega više nije dovoljno „da ljudi samo steknu sposobnost da upotrebljavaju alat bez da nauče pojmove (Wing, 2008: 3721). U „Strategiji za razvoj digitalnih veština“ se navodi da „programiranje daje učenicima da razviju *računarski način mišljenja* i rešavanja problema“ koji je „*usmeren na rešavanje problema i primenjiv je u svim oblastima ljudske delatnosti*“ (Vlada RS, 2020: 18; moj italik). Dokaz je kurikulum, koji koristi identičan pojam

algoritamski način razmišljanja (ANR), kako se, uz „digitalno društvo“ i „bezbednost na internetu“, zove jedna od tri tematske celine predmeta *Digitalni svet* (Sl. glasnik RS – Prosvetni glasnik, 2/2020).³ A pokazatelj političke valence tog pojma je to što ga je u srpsku javnost lansirala premijerka Ana Brnabić, afirmišući uvođenje pomenutog predmeta, kada je najavila „[a]lgoritamski način razmišljanja od prvog razreda osnovne škole“ (Beta, 2020).

Čini se očigledno da širenje gotovo revolucionarne ideje o jednoj generičkoj veštini za rešavanje svih vrsta problema, koju programiranje kristališe ali ne iscrpljuje, mora da ostavi trag u obrazovnoj teoriji i praksi. Međutim – videćemo to kasnije – dosadašnja istraživanja govore da među učiteljima i nastavnicima postoji nerazumevanje u pogledu toga šta deca treba da nauče, ako nije samo da programiraju. Štaviše, niz teorijskih i empirijskih studija osporava središnju obrazovnu pretpostavku zagovornika ANR – da će đaci, kako budu ovladavali programiranjem, posledično postizati bolje rezultate i u učenju drugih predmeta. Imajući u vidu ovaj dvostruki jaz između ideje i stvarnosti ANR, ali i optimizam koji uprkos tome prati njeno širenje, možemo konstatovati dovoljne razloge da zauzmemo skeptički stav i zapitamo se, uvodno, šta tačno podrazumeva pojam ANR, i da li postoji nešto u njegovim epistemološkim i pedagoškim tezama što bi moglo da objasni izneverena očekivanja? Onda možemo te zaključke o obrazovnoj epistemologiji ANR da proširimo u pitanje o svetonazorskim i društvenim pretpostavkama i implikacijama tog koncepta.

Na prvo pitanje ću pokušati da odgovorim primenjujući „udžbeničku definiciju“ kritičkog metoda, koja podrazumeva napuštanje pretpostavki vladajućeg stanovišta, kako bi se one uporedile sa stvarnim događajima, a odstupanja objasnila uz pomoć drugačijih gledišta na isti obrazovni fenomen (Selwyn, 2015). Zato ću, da bih ispitao epistemološki osnov pedagoških pretenzija ANR, razmotriti raspravu o značenju tog pojma u informatičarskim akademskim krugovima, iz kojih je on i potekao. Kritike standardne definicije ANR navode na zaključak da taj pojam ili a) obuhvata premalo, apstrahuje

³ Mada prevod engleskog *computational thinking* kao „računarski način razmišljanja“ izgleda tačniji, ja ću koristiti drugi, *algoritamski način razmišljanja*. Osim što se nalazi u kurikulumu, taj prevod izražava duh vremena, u kojem pojmovi „algoritam“ i „algoritamski“ počinju da označavaju ne samo tehnički, već i politički fenomen. Više o tome u četvrtom odeljku.

ANR kao mentalnu vještinu prvo *iz*, ali zatim i *od* upotrebe kompjutera u rešavanju problema, pa nije jasno šta razlikuje informatički metod od postojećih oblika naučno-tehničkog i filozofsko-logičkog mišljenja; ili b) obuhvata previše, programiranje i upotrebu računara, pa nije jasno zašto bi jedan takav disciplinarno-specifičan način predstavljanja i rešavanja problema trebalo da se primenjuje i u drugim oblastima, koje imaju svoje načine problematizacije i racionalizacije sveta. Dakle, teza je da teškoće u operacionalizaciji pojma ANR kao opšte mentalne vještine za rešavanje problema ukazuju na njegovu epistemološku neosnovanost – i otuda na to da je ta ideja pre izraz epistemološkog imperijalizma u ime digitalnih tehnologija.

Na tragu kritičke teorije društva, u odgovoru na drugo pitanje se polazi od pretpostavke da ideju o uvođenju ANR u obrazovanje treba istraživati pitajući se koje svetonazore i čije društvene interese ona izražava i podržava. U svom odgovoru, pokušaću da povežem neke od glavnih rezultata primene kritičkog metoda na tehnologiju kao ideologiju „digitalnog sveta“; na neoliberalizam, kao politički ali i pedagoški projekat tržišnog preoblikovanja društvenih odnosa; i, u tom okviru, na tržišno usmereno obrazovanje, kao ne samo profitni već i mehanizam društvene kontrole u ime individualne slobode, danas posredovan u sve raširenije algoritamsko upravljanje socijalnim procesima. Stav koju ću zastupati je da je ideja o ANR izraz *tehnosolucionizma*. To je poznato stanovište unutar zapadne modernosti da tehnološki napredak donosi rešenje svih društvenih problema, osavremenjeno informatičkim uslovom: ako se ti društveni fenomeni prethodno pojednostave u elegantne i jasne probleme sa računarskim rešenjima (Morozov, 2014). U obrazovanju, tehnosolucionizam je stav da, nasuprot „školama od cigle i maltera“, digitalne tehnologije utelovljuju progresivne pedagoške vrednosti. A u ovom post-pandemijskom trenutku, posebno je važno što se taj kvalitet izričito pripisuje obrazovnim platformama, sa obrazloženjem da one pružaju najpoticajnije moguće, algoritamski prilagođeno okruženje za samostalno učenje korisnih vještina.

Međutim, pod plaštom progresivne pedagogije, pristalice algoritamski personalizovanog učenja prepuštaju definisanje društvene svrhe čitavog obrazovnog procesa neoliberalnoj doktrini o obrazovanju kao ulaganju u individualni „ljudski kapital“. Ja ću argumentovati da, pored stvaranja tržišta za obrazovne softvere, po cenu postepenog ukidanja tradicionalnih škola, i obrazovanja radne snage prema zahtevima

tržišta rada, ovaj projekat reflektuje još jednu političko-pedagošku svrhu: algoritamski personalizovano obrazovanje treba da proizvede građane koje će sebe razumeti i živeti kao *digitalni* preduzetnici, sposobni da razmišljaju o svom životu kao nizu problema sa algoritamskim rešenjima – tačno ono što traži sve više automatizovan društveni poredak čija platformska infrastrukturna logika zavisi od sposobnosti građana da stvaraju digitalne podatke i sadržaje o svom životu. Prema tome, aktuelna politika digitalizacije predstavlja nastavak ranije ustanovljenih procesa privatizacije obrazovanja, čiji tok danas oblikuju komercijalni interesi, pogledi na svet i tehnološko-poslovni modeli velikih informatičkih kompanija.

1. ANR kao univerzalna veština za rešavanje problema

Pojam *algoritamski načina mišljenja* je okupirao obrazovnu teoriju počevši od 2006. godine, kada je Dženet Ving (Jeannette Wing), profesorica informatike sa univerziteta Em-Aj-Ti, objavila svoj svega četiri strane dug, ali sad već klasični manifest „Computational thinking“ (2006). O njegovom revolucionarnom naučnom uticaju svedoči to što je, prema podacima Gugl Akademika, do marta 2022. godine naveden 8959 puta. Sa druge strane, ako „su reči i fraze koje se pojavljuju u mejnstrim medijima pokazatelj vladajućih ideja našeg vremena“, onda – imajući u vidu da se naslovni izraz „computational thinking“ pojavljuje u pretrazi novinarskih članaka Gugl Njuza za period od januara 2006. do januara 2016 godine 264 puta, a 286 samo u toku 2021. – može da se zaključi kako „ideja [algoritamskog načina razmišljanja]... sve više postaje deo mejnstrim svesti“ (Grover, 2021: 18). Konačno, ta ideja je za svega nekoliko godina širom sveta prožela obrazovnu politiku, zvanični diskurs i aktuelnu školsku praksu – trijumf krunisan uključivanjem ANR u PISA 2021 studiju, famozni međunarodni program procene učeničkih postignuća (Lodi & Martini, 2021).

Prema Vingovoj, ANR „uključuje rešavanje problema, dizajniranje sistema, i razumevanje ljudskog ponašanja oslanjanjem na fundamentalne informatičke pojmove“ (Wing, 2006: 33). Kako će ona nešto kasnije precizirati u danas najcitiranijoj, *standardnoj* definiciji ANR (Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017), to je „misaoni proces uključen u formulisanje problema i njihovih rešenja tako da ta rešenja budu predstavljena u obliku koji agent za obradu informacija može efektivno da izvrši“ (Wing, 2011).

Međutim, ANR „nije samo veština kompjuterskog programiranja, već mnogo širi načini razmišljanja koje informatičari (ne nužno programeri) razvijaju“ (Curzon et al., 2019: 515). Naime, agent za obradu informacija, odnosno „računar“ koji rešava problem, ne mora da bude mašina: „Ljudi obrađuju informacije, ljudi računaju. Drugim rečima, algoritamski način razmišljanja ne zahteva mašinu“ (Wing, 2008: 3719). Shodno tome, u svetu koji se ubrzano preobražava pod uticajem digitalnih tehnologija, umeti „razmišljati kao informatičar“ postaje „*fundamentalna veština za sve*, ne samo za informatičare. Pored čitanja, pisanja, i aritmetike, analitičkim sposobnostima svakog deteta treba da dodamo algoritamski način razmišljanja“ (Wing, 2006: 33; moj italik).

Kao *mentalna* strategija za rešavanje problema, ANR podrazumeva njihovu „*reformulaciju* u probleme koje znamo kako da rešimo, možda kroz redukciju, ugrađivanje, transformaciju, ili simulaciju“; to je, dakle, „*rekurzivno* mišljenje“ o problemu kao nizu jednostavnijih problema istog oblika, koje uključuje „upotrebu *apstrakcija* i *dekompozicije* kada napadamo neki veliki kompleksan zadatak ili dizajniramo neki veliki sistem“ te „odabir odgovarajuće predstave za problem ili *modelovanje* relevantnih aspekata problema“ (Wing, 2006: 33; moj italik). Odnosno, ANR čini „razlaganje teškog problema u više poznatih koje možemo da rešimo (dekompozicija problema) uz korišćenje skupa pravila za pronalaženje rešenja (algoritmi), i upotreba apstrakcija da bi se ta rešenja generalizovala na slične probleme“ (Yadav, Stephenson & Hong, 2017: 57). Suštinski, posredi je „*automatizacija* naših apstrakcija“ (Wing, 2008: 3718). Jer, sve epistemološke strategije ANR pretpostavljaju „hvatanje suštinskih svojstava zajedničkih nekom skupu objekata i skrivanje irelevantnih razlika između njih“ – one su procesi apstrakcije, poput „definisanja obrazaca [u podacima ili problemima], generalizacije iz pojedinačnih primera, parametrizacije“, ali i formulacije „algoritma [kao] apstrakcije procesa koji uzima input, izvršava niz koraka, i proizvodi output da bi zadovoljio željeni cilj“ (Wing, 2011).

Tako stižemo do ključne teze, na kojoj počivaju obrazovne pretenzije ANR kao strategije za rešavanje problema. Da bi ona mogla da bude primenjiva u različitim oblastima a ne samo programiranju, neophodno je da agent automatizacije pomenutih informatičkih apstrakcija može da bude i čovek, a ne samo mašina. Tek onda može da sledi da, iako ANR potiče iz programiranja, od njega ga razlikuje upravo

to što omogućava ljudima da prenesu te veštine u ne-informatičke kontekste (Bertrand & Wilensky, 2015). A posledica stanovišta da je ANR više od programiranja je to da prva, opšta veština može da se uči nezavisno od druge, posebne (Curzon et al., 2019), to jest nezavisno od mašine (Wing, 2017).

U prilog svojoj tezi o epistemološkoj autonomnosti i univerzalnosti ANR, Vingova najpre navodi niz različitih, svakodnevnih životnih aktivnosti koje mogu lako da se re-konceptualizuju u jeziku ANR:

Kada vaša ćerka ide ujutro u školu, ona stavlja u svoj ranac stvari koje treba tog dana; to je prethodno preuzimanje [prefetching] i keširanje. Kada vaš sin izgubi rukavice, vi mu predlažete da se vrati svojim koracima; to je bektreking. U kom trenutku prestajete da iznajmljujete, i kupujete sebi par skija?; to je onlajn algoritam (Wing, 2006: 34).

Druge pristalice ANR su izričite o njegovoj sveprisutnosti: „[ANR] je primena obrazaca, koji su izraženi kao nizovi akcija, da bi se rešili problemi – nešto što svako radi svaki dan“ (Henderson, 2009: 102-103). Sledeći dokaz Vingove je informatička revolucija u naučnoj metodologiji:

Mašinsko učenje je transformisalo statistiku. Statističko učenje se koristi za probleme u obimu... koji je bio nezamisliv pre svega nekoliko godina...Doprinos informatičara biologiji ide preko mogućnosti da se pretražuje ogromna količina podataka o sekvenciranju u potrazi za obrascima. Nada je da će...naše informatičke apstrakcije i metode pomoći da se struktura proteina predstavi na način koji će rasvetliti njihovu funkciju (Wing, 2006: 34).

Dakle, ne samo što naš svakodnevni život može da se razume algoritamski, čitav svet može da se posmatra kao informacioni proces. Dokaz je to što su, počevši od 1980-ih pa sve više do danas, zahvaljujući ogromnom povećanju kompijuterske brzine i memorije, kompijuterske simulacije i modelovanje postali glavni pokretač progressa u mnogim naučnim i inženjerskim poljima – u toj meri da su se počeli smatrati „trećim stubom“ nauke, pored teorije i eksperimenta (Denning & Tedre 2021: 379–

380; Tedre & Denning, 2016: 124). S tim u vidu, Vingova izražava očekivanje da će ANR postati neprimetni deo našeg samorazumevanja i svačijeg rečnika – kada „nedeterminizam i skupljanje đubreta poprime značenja u kojima ih informatičari upotrebljavaju“ (Wing, 2006: 34).

2. ANR u obrazovnoj teoriji i praksi – šta je to i kako se prenosi?

Pođimo od definicije. Ubrajajući i srpski, većina postojećih školskih programa i zvaničnih preporuka za nastavu i učenje ANR polazi od standardne definicije (Denning & Tedre, 2021), pojednostavljene u opis ANR kao misaonih navika uključenih u formulisanje problema na način koji omogućava da njihova rešenja budu predstavljena kao računarski koraci ili algoritmi (Aho, 2012). Jedan od prvih, engleski vodič za učitelje informatike, identifikuje ANR sa

procesom *prepoznavanja* aspekata računarstva u svetu koji nas okružuje, i *primenjivanja* oruđa i tehnika iz računarstva u razumevanju i razmišljanju o prirodnim, društvenim i veštačkim sistemima i procesima, [koji] dozvoljava učenicima da razlože [probleme] u rešive delove, i da osmisle algoritme za njihovo rešavanje (Csizmadia et al., 2015: 5).

U odgovoru na pitanje šta razlikuje ANR od drugih oblika apstraktnog mišljenja, američko Udruženje nastavnika informatike (Computer Science Teachers Association) je dalo svoju *operacionu* definiciju. U njoj se za prvu od šest karakteristika ANR navodi da je to misaoni proces „formulisanja problema na način koji nam omogućava da u njihovom rešavanju upotrebimo kompijuter ili neko drugo oruđe“ (Bar, Harrison & Conery, 2011: 21). Ostalih pet odgovaraju spisku elemenata ANR koji je Ving predložila, i oko kojeg je naučno-obrazovna zajednica uglavnom uspela da izgradi saglasnost: dekompozicija, generalizacija i apstrakcija, logičko mišljenje, prepoznavanje obrazaca u podacima i problemima, osmišljavanje algoritama (Bar, Harrison & Conery, 2011; Csizmadia et al., 2015; Curzon et al., 2019; Grover & Pea, 2013; Denning & Tedre, 2021; Lodi, 2020; Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017; Vlada RS, 2020; Wing, 2008, 2011).

Zagovornici uvođenja ANR u obrazovanju su iz središnje postavke o univerzalnom algoritamskom metodi za rešavanje problema izvukli opravdanje za različite predloge kako da se razvijanje te mentalne veštine iz informatike proširi na čitav kurikulum – jer, „upravo u svim kontekstima izvan informatičke učionice ANR uspeva istinski da zasija svojom generativnošću“ (Grover & Pea, 2018: 32). Te preporuke se nisu odnosile samo na upotrebu kompjuterskih modela i simulacija u nastavi matematike i prirodnih nauka, gde su se pozitivni efekti digitalizacije kurikuluma prvo očekivali, već i, u obrazovnom smislu, znatno ambicioznijeg cilja – da se ANR, kao misaona strategija, uči nezavisno od kompjutera i programiranja (Barr, Harrison & Conery, 2011; Barr & Stephenson, 2011; Grover, 2021; Grover & Pea, 2018). Pojedini teoretičari su radikalizovali ekspanzionističke ambicije ANR u obrazovanju sa tvrdnjama „da jezik ANR mora prožeti pedagogiju“: da nastava, umesto na programiranje, mora da se usredotoči na ovladavanje terminologijom ANR (Fletcher & Lu, 2009: 261-262). Recimo, da đaci u prvom razredu nauče, kao što predviđa srpski plan nastave i učenja za *Digitalni svet*, da reč „algoritam“ označava svako „uputstvo za rešavanje nekog problema ili izvođenje nekog postupka“, kao što su „kolut napred, pisanje slova, niz sličica od kojih treba sačiniti priču, niz sličica među kojima ima suvišnih“ (Sl. glasnik RS – Prosvetni glasnik, 2/2020: 6).

Ipak, u obrazovnoj praksi se pokazalo da operacionalizacija definicije ANR sa naglaskom na razvoj misaonih navika da se životu i svetu u celini pristupa kao problemu sa algoritamskim rešenjem nije pružila nastavnicima jasne odgovore na najvažnija pitanja: šta je to čemu bi trebalo da nauče đake?; kako to znanje treba da se predaje i ocenjuje?; i da li ono zaista koristi svima (Armoni, 2016; Denning, 2017; Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017)? To tvrde ne samo kritičari (Armoni, 2016; Denning & Tedre, 2021) već i zagovornici ANR (Grover, 2021; Grover & Pea, 2013; Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017), kao i autori neutralnog stava (Curzon et al., 2019; Saqr et al., 2021).

Teškoće sa ANR, međutim, ne tiču se samo obrazovne definicije: ni raspoloživa empirijska istraživanja ne podupiru ključnu pretpostavku da će razvoj ANR (kroz programiranje i bez njega) poboljšati kognitivne sposobnosti đaka u svim drugim problemskim oblastima, u školi i van škole (Guzdial, 2015; Denning, 2017; Lodi 2020). Mark Guzdial, u pregledu istraživanja o transferu

informatičkih znanja i veština, navodi niz rezultata koji ukazuju da je taj transfer u stvari *negativan*: „da je učenje drugog programskog jezika ponekada teže nego učenje prvog“; da postoji „negativan transfer od komunikacije u svakodnevnom jeziku ka kodiranju u programskim jezicima“; kao i da su đaci koji su učili ANR kroz posebno osmišljen skup aktivnosti bez kompjutera retko kada povezivali te aktivnosti sa informatikom (Guzdial, 2015: 29, 30, 40). Kada pozitivan transfer postoji, npr. od blokovskog ka tekstualnom programiranju, on se događa unutar jedne discipline (informatike), te predstavlja „blizak“ a ne „daleki transfer“ između disciplina, koji pristalice ANR prizivaju (Lodi, 2020b).

Takav zaključak ne bi smeo da bude iznenađenje, ako se ideja ANR sagleda u istorijskom kontekstu, pa u obzir uzmu lekcije iz prošlosti informatičkog obrazovanja – a to Vingova propušta da učini (Guzdial, 2015; Denning, 2017; Denning & Tedre, 2021; Voogt et al., 2015). Naime, američki informatičar i pedagog Simor Papert (Seymore Papert) je u svojoj knjizi iz 1980. godine „Moždane oluje“ (*Mindstorms*) prvi upotrebio izraz „computer thinking“ da bi označio mentalnu veštinu koju učenici razvijaju kroz programiranje. Uveren da mi učimo konstruišući sopstvene mentalne modele sveta, Papert je razvio obrazovni programski jezik Logo, smatrajući da će deca u tom kompjuterskom okruženju „matematičkog sveta“ moći da se igraju matematikom, i da stvaraju konkretne verzije apstraktnih matematičkih pojmova. Papert je argumentovao da će greške koje đaci prave u svojim Logo programima reflektovati greške u njihovom razumevanju matematike, da će ispravljanje prvih voditi ispravljanju drugih – te da iz tog razloga može da se očekuje poboljšanje u kognitivnim sposobnostima đaka i u drugim oblastima. Međutim, Pi i Kurlend su utvrdili da ne postoji korelacija između učenja Logo-a i drugih generalnih mentalnih veština (Pea & Kurland, 1984; vidi i Palumbo 1990). A to je zaključak do kojeg je došao i Košman (Koschmann 1997), poredeći tezu da je učenje Logo-a razvija dečije misaone sposobnosti sa nekadašnjim verovanjem u slične dobrobiti učenja latinskog jezika.

3. Kritika standardne definicije ANR – ništa bez kompjutera

Meni se čini da teškoće sa izvođenjem obrazovne teorije i prakse iz standardne definicije ANR ukazuju da ona nije samo „nejasna i konfuzna“ (Denning, 2017: 33), već i cirkularna. Hoću da kažem, teza da se

ANR razlikuje od programerskog pristupa problemima upravo po tome što omogućava njegov prenos u ne-informatičke kontekste nije odgovor, već pre razlog da se postavi osnovno pitanje o definiciji ANR: po čemu se te misaone navike razlikuju od svoje primene u informatici, *tako* da ta karakteristika omogućava đacima da ih primene i u drugim oblastima?

Neki teoretičari su argumentovali da nedostatak precizne definicije nije prepreka za integraciju ANR u obrazovanje ako se, umesto za jedinstvenom i jasnom formulacijom, počne tragati za sličnostima u već postojećim predlozima i na njima zasnuju nastavni protokoli (Voogt et al., 2015). Ovde bi se, međutim, moglo prigovoriti da, bez upotrebljive definicije koja će izraziti izvornu zamisao o jednoj opštoj veštini za rešavanje problema, sam pojam ANR gubi veliki deo svog obrazovnog opravdanja i privlačnosti. Sa druge strane, videli smo kako je težnja da se ideja ANR konkretizuje za potrebe obrazovne prakse pokrenula evoluciju u definisanju tog fenomena: od obuhvatnog „razmišljati kao informatičar“ (Wing, 2006); preko, nešto određenije, mentalne veštine formulisanja problema i njihovih rešenja tako da „agent za obradu informacija“ može da ih izvrši (Wing, 2011); sve do tek jednog od šest misaonih „processa rešavanja problema“ (Bar, Harrison & Conery, 2011). Uporedo sa tim, „agent za obradu informacija“ je sužen na „kompjuter ili neko drugo oruđe“, ali je njegova uloga narasla, od slepog i poslušnog izvršioca do aktivnog učesnika u rešavanju problema: „To jeste, značenje ‘rešenja’ se proširilo preko pojma algoritma, uključujući predstavljanje algoritma (njegovo programiranje), kao i njegovo izvršenje od strane kompijutera“ (Armoni, 2021: 147). Komentarišući ovaj razvoj, Armoni argumentuje da dok ne znamo koja to „druga oruđa“, pored kompijutera, učenik može da upotrebi prilikom algoritamskog rešavanja problema – dakle, dok ne postoji odgovor na osnovno pitanje o definiciji ANR – prva i navodno suštinska karakteristika ANR može da podrazumeva jedino nastavu kroz uvodni kurs programiranja, kao što je u praksi često i slučaj (Armoni, 2016). A ako je to „drugo oruđe“ sam učenik, ili njegove mentalne veštine, što može da sledi iz upozorenja Vingove da ANR nije samo programiranje, cirkularnost operacione definicije postaje očigledna. Ovo tim pre ako imamo u vidu da su ostalih pet karakteristika preopšte za praktične opise strategija za rešavanje problema, a i nisu svojstvene samo ANR: „Reformulacija teških problema je tipična za rešavanje problema u svim oblastima. Filozofi

su odvajkada mislili o mišljenju – rekurzivno. Matematičari zasigurno upotrebljavaju apstrakcije, kao i sve druge discipline koje grade modele“ (Hemmendinger, 2010: 1).

Prema Deningu i Tedreu, razlog zašto su opisani pokušaji da se u definiciji i obrazovnoj praksi ANR odvoji od računara i programiranja osuđeni na neuspeh je to što ključni informatički pojmovi ne mogu da se razumeju bez razumevanja mašine u pozadini:

Bez mašine koja će ga izvršiti, algoritam je apstraktni matematički konstrukt koji ne može da proizvede stvarne rezultate u svetu...U današnjem računarstvu, algoritam je veza između naše mentalne ideje o tome šta želimo da se uradi sa mašinom koja izvršava našu nameru. [Prema tome], u svakom relevantnom pogledu, ANR se ne tiče dizajniranja i razmišljanja o algoritmima, već toga kako učiniti da mašine obavljaju algoritamske zadatke za čoveka (Denning & Tedre, 2021: 382-383).

Dakle, definicija ANR se sužava sa uvidom da je „razlika koja pravi razliku“ između te i drugih apstraktnih metodologija za rešavanje (matematičkih, naučnih, logičkih) problema u praktičnom ostvarenju matematičarske težnje za automatizacijom procesa računanja – to jest, u aktivnosti komuniciranja sa mašinom, sa ciljem da se na nju prebaci teret rešavanja složenih problema i tako prevaziđu ograničenja ljudskog razuma (Dennig & Tedere, 2019, 2021; Nardelli, 2019). U ovom smislu, ANR odražava do kraja dovedenu „promenu u gledištu *od rešavanja problema ka davanju da nam se problem reši*“ (Nardelli, 2019: 34). Još drugačije rečeno, premda ideja o propisanom postupku za manipulisanje apstraktnim simbolima kao delotvornom načinu da se rešavaju problemi seže duboko u istoriju primenjene matematike, značenje „algoritma“ u informatici i tamošnjem načinu razmišljanja je vezano za proces osmišljavanja, izdavanja i prevođenja naredbi kompjuteru kako da umesto nas izvršavaju date zadatke (Dennig & Tedere, 2019). Ako su, pak, jedino mašine agenti za obradu informacija, pa se ANR u praksi tiče jedino stvaranja programa, vladajući pojam „ANR“ je i neutemeljen,

i suvišan – jer, programiranje je taj disciplinarno omeđen skup veština o kojem je reč (Curzon et al., 2019).

Sa druge strane, Vingova zanemaruje da umeti misliti algoritamski (kritički, ili logično, ili umetnički) nužno znači umeti misliti *o nečemu*, i o tom predmetu dovoljno znati. Informatička revolucija u nauci ne implicira da svi treba od najranijeg doba da uče ANR zato što će „vrhunski programer koji ne zna ništa o kvantnoj mehanici moći malo toga da ponudi timu fizičara koji radi na kvantnom kompjuteru“; kao ni timu biologa, zato što „rad na složenim algoritamskim procesima prirode zahteva znatno razumevanje bioloških procesa“; što znači „da je najveći deo današnjeg naprednog [naučnog] ANR kontekstualno vrlo specifičan i tesno vezan za određenu oblast primene“ (Denning & Tedre, 2019: 215). Ni pokušaj da se naš svakodnevni život opiše informatičkim jezikom ne uspeva da opravda obrazovne pretenzije ANR. Takve analogije imaju smisla samo zašto smo mi najpre iz svakodnevne prakse naučili šta znači, na primer, „vratiti se svojim koracima“, ili držati često korištene stvari pri ruci, a ne obrnuto, što Vingova sugerise, zato što smo mi zapravo čitav život primenjivali „bektreking“ i „keširanje“ kada smo tražili izgubljene ključeve ili pakovali torbu (Hemmendinger, 2010).

Dakle, epistemološko opravdanje za uvođenje ANR u kurikulum kao ne-informatičkog predmeta, nastavne teme ili međupredmetnog sadržaja – ne postoji. U stvarnosti, ANR nije opšta već disciplinarna veština. Otuda, ideja ANR predstavlja izraz *epistemološkog imperijalizma* u ime digitalnih tehnologija, a na štetu drugih načina za osmišljavanje sveta i izlaženje na kraj sa njim. Uticaj tih tehnologija na oblikovanje savremenog društva se u ANR artikuliše i manifestuje kroz to kako se njegovi „problemi“ uopšte zamišljaju, uz „ignorisanje činjenice da je svaki poseban izraz ‘problema koji treba rešiti’ ishod tekućih pregovora između konkurentskih potreba raznih zainteresovanih strana“ (Easterbrook, 2014: 237), pre negoli kako se oni rešavaju. To što se u vladajućoj koncepciji ANR zanemaruje jeste središnji uvid kritičke teorije – da je svako znanje, i ono „najnaučnije“, istorijsko i političko po svojoj prirodi (Friesen, 2008).

4. ANR i tehnosolucionizam u obrazovanju

Do sada smo pokušavali da primenimo vrstu kritičke analize koja ne mora da se osloni na neko određeno filozofsko ili političko stanovište. Za razliku od toga, u ovom odeljku ćemo pod kritičkim metodom podrazumevati polimorfnu teorijsku tradiciju ujedinjenu u pristupnom stavu da sve društvene pojave valja analizirati polazeći od odnosa moći i interesa koji oblikuju život u kapitalističkom društvenom sistemu. Prema ovom stanovištu, koje se prethodno vezivalo za tzv. Frankfurtsku školu ali danas obuhvata i druge, manje ili više srodne projekte društvene kritike (kritičku pedagogiju, poststrukturalizam, postkolonijalizma itd.), ideje, vrednosti i svetonazori koje ljudi usvajaju (npr. kroz obrazovanje) utiču na to kako će oni da razumeju svoje interese i položaj u svetu, pa onda i na to kako će se u njemu ponašati. To je razlog zašto ljudska emancipacija od svih oblika potčinjavanja, u čemu je osnovni cilj kritičkih teorija, pretpostavlja rastvaranje na prvom mestu onih teorijskih koncepcija i oblika znanja koji se predstavljaju kao izvesni, konačni, neutralni i objektivni – kao da izviru nezavisno od posebnih društvenih interesa i pogleda na svet (Friesen 2008).

4.1. „Zašto još postoje škole?“ – privatizacija i radikalna pedagogija u „digitalnom svetu“

Već na prvi pogled, ideja ANR uzorno izražava epistemološki profil stavova čiji smisao, prema kritičkoj teoriji, valja razotkriti smeštajući ih u širi društveni kontekst. To stoga što zamisao jedne opšte veštine za rešavanje svih problema koja može u obrazovanju da se izvuče iz programiranja pretpostavlja *tehnoški solucionizam* (Easterbrook, 2014; Bridle, 2019). U pitanju je verovanje u mogućnost „preoblikovanja svih složenih društvenih situacija ili kao uredno definisanih problema sa definitivnim, izračunljivim rešenjima ili kao transparentnih i očiglednih procesa koji se lako mogu optimizovati – samo ako su pravi algoritmi na mestu!“ (Morozov, 2014: 5). Recimo, algoritam za sprečavanje kriminala, koji će na osnovu podataka o prošlim krivičnim delima u nekom gradu moći da predvidi gde i kada će ona biti izvršena, usmeravajući tako preventivno prisustvo policije (Sadowski 2020). Ili, kao u Velikoj Britaniji tokom pandemije 2020. godine, kada nisu mogli da se održe maturalni ispiti, algoritam koji će rangirati kandidate za upis na fakultete na osnovu podataka o njihovim ocenama i srednjim školama koje su završili (Williamson, 2021). Dakle, tek ako se društveni život u celini predstavi kao niz računarskih problema, umesto kao polje

sukoba oko moći, moguće je zamisliti ANR, jednu univerzalnu vrstu znanja koja potiče iz neutralne sfere čistih naučnih apstrakcija te stoga nije društveno uslovljena: „Algoritamski način razmišljanja internalizuje solucionizam do tog stepena da je nemoguće misliti ili artikulirati svet u pojmovima koji nisu računarski“ (Bridle, 2019: 4).

Pristalice ANR polažu pravo na znanje primereno tzv. „digitalnom svetu“ čiji „problemi“ nemaju ni istorijsku ni političku dimenziju, već su formulisani kao matematički modeli (Neyland, 2015). Prema Vingovoj, u tom svetu „naučna otkrića potiču tehnološke inovacije, koje potiču nove društvene primene“, a zatim „nova tehnologija inspiriše nove kreativne društvene upotrebe, koje mogu da zahtevaju nova naučna otkrića“ (Wing, 2008: 3722). Tehnologija se, dakle, „spušta na nas iz apstraktnih oblasti pozitivnog znanja na koje mi *ne možemo* da utičemo“ (Hamilton & Friesen, 2013: 8-9), razvijajući se prema svojim sopstvenim zakonima, ka sve većoj efikasnosti. Njen razvoj je glavni pokretač društvenog napretka, koji povratno zahteva nove, efikasnije tehnologije (Wing, 2008). Iz tehnosolucionističkog ugla, društveni problemi u stvari manifestuju nesavršenosti i nepouzdanosti ljudskog rasuđivanja, koje mogu da se otklone jedino primenom prave tehnologije (Morozov 2014, Zubof 2019). Samo, to znači i da se sve ukorenjene ljudske institucije mogu posmatrati kao problemi, prolazni kompromisi, na putu tehnološkog napretka u automatizaciji svih društvenih funkcija (Burrell & Fourcade 2021). Ova, poslednja implikacija tehnosolucionizma je ključna za tekuću analizu, zato što se u njoj povezuju pedagoški koreni ANR sa aktuelnim, pandemijskim tendencijama u digitalnom obrazovanju. Evo i kako.

U Papertovoj izvornoj verziji, ANR je izraz modelarske prirode naše mentalne mašinerije, a tehnosolucionistički obrazovni argument je da sposobnost kompjutera da konkretizuje mentalne apstrakcije kroz dinamične vizuelne predstave znanja otvara mogućnost za individualizovano i stvaralačko učenje. Poput Ivana Ilića (Ivana Illich), pisca manifesta radikalne pedagogije *Dole škole* (1970/72), Papert je smatrao da tradicionalne obrazovne institucije guše dečiju slobodu sa svojim pravilima, birokratijom i hijerarhijskom organizacijom (Selwyn, 2012). Takođe poput Ilića, on je verovao da će nova tehnologija „dići...u vazduh...školu definisanu kao nešto gde ima časova, učitelji drže ispite, ljudi grupisani po uzrastu prate kurikulum“ (Papert, 1984: 38). Samo, „obrazovanje je pokvareno,

tehnologija će ga popraviti“ – to je istovremeno i „nativ Silikonske Doline“ koji godinama unazad animira rasprave o digitalizaciji obrazovanja (Waters, 2014b).

I zaista, upadljive analogije između, na primer, Ilićeve proročke zamisli o spasonosnoj, „mrežnoj“ obrazovnoj tehnologiji (za slobodnu razmenu sadržaja, veština, usluga i vršnjačko učenje) i interneta nisu promakle istaknutim pristalicama digitalnog obrazovanja. Bivši savetnik za informaciono društvo u britanskoj vladi Čarls Lidbiter (Charles Leadbeater) će reći: „1971 [razškolovanje] mora da je zvučalo suludo. U eri I-beja i Majspejsa zvuči kao samo-očigledna mudrost“ (2008: 44). Danas se čak i od Ilićevih levo orijentisanih pristalica može čuti da je svet tokom pandemije, zahvaljujući onlajn *obrazovnim platformama*, počeo prinudno da živi utopiju društva bez škole (Bartlett & Schugurensky, 2020). Još važnije, slično tvrdi i jedan od najuticajnijih aktera globalne obrazovne politike, Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD), koja predviđa da će obrazovanje posle pandemije postajati više *personalizovano* upotrebom digitalne tehnologije, prepušteno privatnim firmama, eksperimentalno organizovano, i da će se odvijati svuda kroz „moć mašine“ (Williamson, 2021).

Iz ugla kritičke teorije, sve ovo potvrđuje da je politika digitalizacije obrazovanja svojim čitavim tokom podrazumevala njegovu dalju privatizaciju (Selwyn & Facer, 2013), kako u smislu stvaranja novih obrazovnih tržišta, tako i uvođenja ideja, tehnika i praksi iz biznisa u javne obrazovne institucije. U osnovi, ti komplementarni procesi odražavaju dva aspekta *neoliberalizma*, još uvek globalno vladajućeg političkog projekta transformacije svih društvenih odnosa i javnih institucija po uzoru na tržište, a na uštrb egalitarne demokratije (Munck, 2005). Istorijski, neoliberalizam predstavlja odgovor zapadne kapitalističke klase na pad stope profita i opštu krizu posleratnog „demokratskog kapitalizma“ tokom 1970-ih godina prošlog veka (Streeck, 2014). U praksi, od dolaska Margaret Tačer (Margaret Thatcher) i Ronalda Regana (Ronald Reagan) na vlast početkom 1980-ih, neoliberalni narativ o oslobađanju preduzetničkog duha od državnih okova je podrazumevao slamanje sindikata, smanjivanje socijalnih prava, ukidanje kontrole nad kapitalom, regresivnu poresku politiku, i nadasve privatizaciju svih javnih dobara i usluga; među prvima obrazovanja, najpre kroz povlačenje propisa koji su ograničavali otvaranje privatnih škola, i finansijsko izgladnjivanje državnih obrazovnih institucija, a kasnije i uspostavljanjem

javno-privatnih partnerstava u upravljanju državnim školama i fakultetima (Šumonja, 2021). Pandemija je dovela taj proces u radikalnu fazu privatizacije kroz platformizaciju obrazovanja – i to nije samo normativni već i deskriptivni sud, za čiju istinitost svedoči investitorska klasa, koja je samo tokom 2020. godine uložila novih 16 milijardi dolara u tržište digitalnih obrazovnih tehnologija, kladeći se zapravo da će obrazovne platforme u doglednoj budućnosti zameniti učionice (Williamson, Macgilchrist & Potter 2021).

Sa druge strane, trajna zaostavština Fukoove (Michel Foucault) analize neoliberalizma ostaje uvid u pedagoški karakter tog političko-ekonomskog poretka – u to da je reč o načinu upravljanja društvom „kroz slobodu“ ili „na daljinu“, što znači kroz uticaj tržišta kao sredine koja zahteva i podstiče ekonomsku racionalnost u individualnom ponašanju, te razvoj novog vida subjektivnosti (Fuko, 2005). Čovek koji se razume i živi kao preduzetnik, svakodnevno računajući i birajući u šta će da uloži svoje ograničene resurse – iz njegove perspektive, znanje postaje „ljudski kapital“ odnosno skup veština za prilagođavanje na tržišne signale, obrazovanje je investicija u sticanje tog kapitala, a škole i fakulteti pružaoci obrazovnih usluga na tržištu. Socijalizacije ove individue odvija se po anti-institucionalnom receptu progresivne pedagogije – sa uverenjem da je život izvan javnih obrazovnih institucija, u tržišnom okruženju, najbolja škola. Tako čitav život postaje učenje, a društvo tržišna škola života; potonje će britanski sociolog Bazil Bernštajn (Basil Bernstein) nazvati „totalno pedagogizovanim društvom“, onim koje se legitimiše tako što „svet rada pedagoški prevodi u doživotno učenje“ (2001: 365). No, osim sa obrazovanjem, neoliberalni projekat podvođenja svih ljudskih akcija pod domen tržišta je suštinski vezan i za naš drugi predmet, informacione tehnologije: jer, taj način upravljanja „zahteva postojanje tehnologija za kreiranje informacija i kapacitete za skupljanje, skladištenje, prenos, analizu i korišćenje masovnih baza podataka radi donošenja odluka na globalnom tržištu“ (Harvi, 2012: 16). Moj sledeći zadatak će biti da ova prožimanja neoliberalne politike, progresivne pedagogije i informacionih tehnologija pratim u već naznačenom kontekstu digitalizacije obrazovanja – tamo gde se u dizajnu platformске organizacije procesa učenja vidi ANR na delu.

4.2. Algoritamsko obrazovanje – personalizacija kroz platformizaciju

Pođimo od toga da je „digitalni svet“ u osnovi svet digitalnog kapitalizma – onog u kojem podaci o ljudskom ponašanju predstavljaju oblik kapitala, vrednost i izvor vrednosti (Sadowski, 2020; Zubof, 2019). Svetskom ekonomijom dominiraju velike digitalne platforme poput Gugla, Fejsbuka, Amazona ili Netfliksa. To su kompanije organizovane da posreduju i regulišu odnose između svojih korisnika, kroz prikupljanje i algoritamsku obradu „velikih podataka“ o njihovim aktivnostima na platformi – i da te usluge pristupa i pozicioniranja na onome što je postalo digitalna infrastruktura tržišta naplaćuju (Srnicsek, 2017). Kao tehnologija i organizaciona forma, platforme su već ušle u školsku svakodnevicu: u rutinsku administraciju i disciplinarnu praksu kvantifikacije, samovrednovanja, poređenja; u komunikaciju između nastavnika i đaka, razmenu materijala i ocenjivanje (Selwyn, 2021). Sada, međutim, obrazovne platforme prodiru u samu formu i vrednosti kurikuluma (Hillman, Rensfeldt & Ivarsson, 2020). Naime, teoretičari i ulagači čija očekivanja OECD izražava imaju na umu softvere za organizaciju učenja koji su dizajnirani da funkcionišu kao Netfliks, Gugl, Amazon ili Jutjub: da algoritamski prilagođavaju svoj sadržaj pojedinačnim preferencijama korisnika platforme (Bulger, 2016; Roberts-Mahonely, Means & Garrison, 2016). Ti softveri za učenje se hrane obiljem različitih podataka o đacima, algoritamski utvrđuju veze između njihovih izbora na platformi sa već ustanovljenim obrascima u obrazovnoj praksi, i prema individualnom profilu svakog đaka podešavaju šta, kako i kada će on učiti. Taj „personalizovani“ kurikulum je, dakle, ono što algoritam kaže.

Videli smo, ANR je tehnosolucionistička epistemologija, čiji razvoj zahteva odgovarajuće okruženje, drugačije od industrijske uniformnosti tradicionalnog školstva. Sasvim dosledno, ANR može da se konceptualizuje i kao put ka rešenju problema prevaziđenosti obrazovnih institucija, naročito ako uočimo da tekući proces digitalizacije doživljava svoj vrhunac u stvaranju i primeni pomenutih obrazovnih platformi – softverskih tehnologija koje dubinski preoblikuju obrazovnu praksu u ime radikalno progresivnih pedagoških ideja (Selwyn, 2010, 2021; Williamson, 2017). Ne samo što su škole problem a kompjuterski programi rešenje, u digitalno „personalizovanom“ obrazovanju sam algoritam je

zamišljen kao idealni Rusoov (Jean Jacques Rousseau) učitelj: a) kao nesumnjivo objektivan pedagoški agent, sa dubinom uvida u pravilnosti dečijeg ponašanja koja uveliko nadmašuje stručne procene nastavnika, b) dizajniran da „nevidljivo“ prilagođava tok učenja individualnim potrebama i interesima đaka, da upravlja obrazovanjem „na daljinu“, bez „spoljašnje“ prinude ili ograničenja u pogledu forme i sadržaja kurikuluma (Dishon, 2017).

Međutim, u bujajućem polju *kritičkih studija algoritma*, gde se oni izučavaju kao društveni i politički fenomeni, iskristalisala su se dva uvida, koja dovode u pitanje tehnosolucionistički spoj algoritamske racionalnosti i progresivne pedagogije. Prvi je da predstava o algoritmima u ANR, gde su oni „čisto formalna bića razuma“, ili čak apstraktni procesi, previđa da algoritmi „nose ključan, iako problematičan, odnos sa materijalnom stvarnošću“ (Goffey, 2008: 16). Pored toga što su tek „slova na papiru“ bez kompijutera, oni su u stvari „prepuni ljudi“ kao što su programeri, dizajneri, menadžeri, finansijeri (Gillespie, 2016). To znači da je algoritam proizvod konkretne ljudske prakse umesto racionalnosti apstraktnog znanja, i da je on oblikovan nizom društvenih okolnosti, prevashodno svetonazorima i interesima onih koji odlučuju šta će neki algoritam da radi, koje podatke će da skuplja i analizira, i kako će izvrši dati cilj (Beer, 2017; Gillespie, 2016; Kitchin, 2017; Williamson, 2017). Dizajneri obrazovne tehnologije „ne ostavljaju svoje društvene veze na laboratorijskim vratima“: i „u laboratoriji“, oni su deo društvenog sveta, vođeni nekom već postojećom, „radnom“ definicijom obrazovanja, koju koriste u specifikovanju odgovarajućih svojstava proizvedene obrazovne tehnologije (Hamilton & Friesen, 2013: 10).

Štaviše, pošto algoritmi nisu matematički izrazi čistog znanja, razumljivo je zašto iskustvo praktične primene ANR u rešavanju različitih društvenih problema pokazuje kako pripisana mu „objektivnost i vrednosna neutralnost vode algoritamskim intervencijama koje reprodukuju postojeće društvene uslove i politike“, te „peru poglede vladajućih društvenih grupa“ u navodno bezinteresne i sveobuhvatne ‘pogleda niotkuda’ (Green & Viljoen, 2020: 22). Algoritmi se uče da obrađuju podatke koji odražavaju postojeće obrasce društvenih nejednakosti – u čemu i jeste politika ANR, što čitav društveni kontekst algoritamskog sistema re-konceptualizuje u fiksiranu, kvantitativnu, objektivno datu spoljašnost

(Beer, 2017; Green & Viljoen, 2020). Jer, kada „odlučuje šta je važno i šta treba da je najvidljivije“ (Beer, 2017: 6), algoritam rangira na osnovu postojećih klasifikacionih formi i praksi, što privileguje već prilivegovane društvene grupe (Katzenbach & Ulbrich, 2019). To što, na primer u SAD, kaznena politika neproporcionalno pogađa siromašne Afroamerikance, ANR tretira kao prost korelativni odnos između objektivnih podataka, koji se u društvenom delovanju algoritma za prevenciju kriminala reflektuje kao samo-ispunjavajuće proročanstvo u vidu pojačanog policijskog nadzora nad već marginalizovanom populacijom (Burrell & Fourcade, 2021). Pomenuti algoritam, koji je trebalo nepristrasno da odredi rang-liste za upis na fakultete u Velikoj Britaniji, najviše je snizio nastavničke ocene đaka koji su pohađali „lošije“ škole u siromašnim sredinama – u ime objektivnosti (Williamson, 2021).

Algoritmi su, dakle, teorije o tome kako bi društveni svet trebalo da funkcioniše, izražene matematikom ili programskim kodom (Pariser, 2015). U svakodnevnom životu, oni prožimaju i oblikuju društvene odnose, koji se onda povratno modeluju u algoritamski dizajn (Beer, 2017). S tim na umu, „personalizacija kroz platformizaciju“ se pre može opisati kao „digitalni tejlorizam“ u obrazovanju (Roberts-Mahonely, Means & Garrison, 2016). Jer, ono što algoritam stvara jesu veze između pojedinca i grupa sličnog ponašanja koje na granularnom nivou analiziranih podataka odgovaraju društveno propisanim, a iz ugla ANR objektivnim, kriterijumima klasifikacije đaka (Buleger, 2016; Williamson, 2017). Pri tome, sa znanja moraju da se strgnu društveni i kulturni atributi (namere, značenja, svrhe, vrednosti), a ono da se rastvori u različite generičke veštine – takve čija ispoljavanja mogu da se izmere, kvantifikuju, prate, analiziraju i podvrgnu naučno-tehničkoj modifikaciji (Friesen, 2013; Roberts-Mahonely, Means & Garrison, 2016; Williamson, 2017). Uprkos konstruktivističkim korenima ANR u Papertovoj teoriji, vladajuća teorija učenja u dizajnu obrazovnih platformi jeste bihejviorizam (Selwyn, 2021; Waters, 2014b).

Naime, platforme generišu velike količine podataka o đacima i njihovim reakcijama na nadražaje u digitalnom okruženju, automatski se prilagođavaju individualnim osobinama i tako podstiču poželjno i „samoregulisano“ ponašanje (Dishon, 2017). Ali onda obrazovni proces, koji je algoritamski kontrolisan kroz stalan nadzor nad đacima i merenje „ishoda učenja“, počinje da liči na video-igru, gde se „pravi

izbori“ na platformi, kao jedini objektivan i merljiv pokazatelj znanja, nagrađuju prelaskom na „sledeći nivo“ (Waters, 2014a). Primerno tehnosolucionističkoj viziji sveta u ANR, tako se čitava društvenost učenja svodi na individualni odnos sa tehnologijom, dok odgovornost za definisanje obrazovnih ciljeva prelazi sa nastavnika i obrazovnih institucija, iz javne rasprave u demokratskom okviru nacionalne države, na softvere, u ruke privatnih komercijalnih interesa i dizajnera tih algoritamskih rešenja (Hillman, Rensfeldt & Ivarsson 2020; Roberts-Mahonely, Means & Garrison, 2016).

5. Umesto zaključka – ANR kao „ljudski kapital“

Ako je OECD u pravu kada najavljuje dalju personalizaciju obrazovanja, to praktično znači da će poslovni model digitalnih platformi postati operativna logika organizacije učenja – umesto razloga definisanih u obrazovnoj teoriji i institucionalnoj praksi. Zagovornici digitalizacije i ne kriju privrženost neoliberalnoj doktrini o obrazovanju kao ulaganju u individualni „ljudski kapital“ (Moltó Egea, 2014). Širom sveta, pa i kod nas, politika digitalizacije obrazovanja se pravda ekonomskim imperativom podizanja individualne i nacionalne konkurentnosti na svetskom tržištu, sa idejom da se tehnološkim inovacijama reši problem nedovoljne efikasnosti učenja (Selwyn 2021; Vlada RS, 2020,2021).

Gledajući je u tom svetlu, ideja o ANR predstavlja čist ideološki destilat iz pojma „ljudskog kapitala“, sazrelog u tržišnom okruženju digitalnog kapitalizma. Ako prihvatimo argumente Dženet Ving i „narrativ Silikonske doline“, to je meta-znanje „digitalnog sveta“ i opšti model za objašnjenje ljudskog ponašanja. U stvari, ANR je disciplinarna mentalna veština utelovljena u programerskoj praksi, zbog čega i postoje pedagoške teškoće u pokušajima njenog definisanja i učenja nezavisno od kompijutera. Kada je, pak, stavljen u funkciju razvoja ljudskog kapitala – šta znači „razmišljati kao informatičar“ o obrazovanju ako ne programirati obrazovni softver? – ANR oblikuje znanje u veštine individualnog adaptiranja na tržišne signale, u podatke o dečijem ponašanju klasifikovane na input i autput, uzorke i posledice. Samo, tržišni smisao interakcije sa platformom nije tek to da korisnik investira u sticanje „ljudskog kapitala“. I individualne osobine učenika, rekonstruisane u podatke o njihovim aktivnostima, postaju imovina

vlasnika obrazovnih softvera (Roberts-Mahonely, Means & Garrison, 2016). S tim u vezi, završio bih sa sugestijom koju tek treba ispitati.

Ako je tačna pretpostavka da neoliberalizam predstavlja politički uopšten pedagoški progresivizam, može da se argumentuje da ta „javna pedagogija“ danas projektuje jedan novi vid subjektivnosti, koji će odgovarati algoritamskom upravljanju socijalnim procesima. Otuda Vilijams (Williams, 2017) iznosi pažnje vrednu tezu: da digitalni kapitalizam traži da ljudi nauče da „razmišljaju kao informatičari“ pre svega zato da bi svi mogli da postanu učesnici u kreiranju digitalnih sadržaja, voljni i vešti korisnici socijalnih medija, komercijalnih platformi, administrativnih aplikacija – da svi nauče da stvaraju podatke o sebi, i tako daju svoj „ljudski kapital“ na raspolaganje vlasnicima i dizajnerima softverskih rešenja za probleme u različitim oblastima života. Tako, moglo bi se reći, u digitalnom svetu, „preduzetnik svog života“ postaje „programer svog života“ – neko ko samostalno uči i odlučuje na tržištu života razmišljajući algoritamski, svakodnevno investirajući podatke o sebi u njihovu algoritamsku obradu.

Da zaključim. Ova intervencija imala je za cilj da – osvetljavajući ideju o ANR kao epistemološki, pedagoški i politički fenomen – doprinese kritičkom razgovoru o politici digitalizaciji obrazovanja u našoj društvenoj teoriji. Njena svrha će biti ispunjena ako ovaj rad nađe svoje čitaoce u širim obrazovnim krugovima, i pomogne im da razumeju zašto je u maju 2020. godine, na početku pandemije, Endru Kuomo (Andrew Cuomo), tada guverner američke države Njujork, postavio pitanje u duhu radikalne pedagogije iz 1970-ih, „Stari model gde svi idu i sede u učionici, i nastavnik je ispred tog razreda, i predaje...i sve te fizičke učionice – zašto uz svu tehnologiju koju imamo?“ – najavljujući partnerstvo u „ponovnom osmišljavanju“ škola sa obrazovnom fondacijom Bila Gejtsa (Bill Gates), vlasnika Majkrosoft Timsa, jedne od najraširenijih platformi za onlajn učenje (Rogers, 2020).

Literatura

Aho, A.V. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal* 55(7): 832-835.

- Armoni, M. (2016). Computer science, computational thinking, programming, coding: The anomalies of transitivity in K-12 computer science education. *ACM Inroads* 7(4): 24-27.
- Armoni, M. (2021). Importing from a young educational discipline – the case of computational thinking. In Hofstein, A., Arcavi, A., Eylon, B. and Yarden, A. (eds.). *Long-term Research and Development in Science Education*. Lediden: Brill. (135-161).
- Barr, D., Harrison, J. and Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology* 38(6): 20-23.
- Barr, V. and Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads* 2(1): 48–54.
- Barrow, R. (1999). The higher nonsense: Some persistent errors in educational thinking. *Journal of Curriculum Studies* 31 (2): 131-142.
- Bartlett, T. and Schugurensky, D. (2020). Deschooling Society 50 years later – revisiting Ivan Illich in the era of COVID-19. *Sisyphus: Journal of Education* 8(3): 65-84.
- Beer, D. (2017). The social power of algorithms. *Information, Communication & Society* 20(1):1-13.
- Berland, M., and Wilensky, U. (2015). Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology* (24): 628-647.
- Bernstein, B. From Pedagogies to Knowledges. In Ana M. Morais, A., Neves, I., Davies, B. and Daniels, H. (eds). *Towards a Sociology of Pedagogy: The Contribution of Basil Bernstein to Research*, New York: Peter Lang, 2001. (363-384).
- Beta (14. 2. 2020). Brnabić: Algoritamski način razmišljanja od prvog razreda osnovne škole. *Danas.rs*. <https://www.danas.rs/vesti/ekonomija/brnabic-algoritamski-nacin-razmisljanja-od-prvog-razreda-osnovne-skole>.
- Bridle, J. (2019). *New Dark Age*. London: Verso.
- Bulger, M. (22. 7. 2016). Personalized learning: the conversations we're not having. *Data and Society*. https://datasociety.net/pubs/ecl/PersonalizedLearning_primer_2016.pdf.

Burrell, J. and Fourcade, M. (2021). The society of algorithms. *Annual Review of Sociology* 47: 213-237.

Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., and Woollard, J. (2015). *Computational thinking – a guide for teachers*. <https://eprints.soton.ac.uk/424545/>.

Curzon P., Bell T., Waite J. and Dorling M. (2019). Computational thinking. In Fincher, S. and Robins A. (eds.) *The Cambridge Handbook of Computing Education Research*. Cambridge: Cambridge University Press. (513-546).

Denning P. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM* 60 (6): 33-39.

Denning, P. J. and Tedre, M. (2021). Computational thinking: A disciplinary perspective. *Informatics in Education* 20 (1): 361-390.

Denning, P.J. and Tedre, M. (2019). *Computational Thinking*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Dishon, G. (2017). New data, old tensions: Big data, personalized learning, and the challenges of progressive education. *Theory and Research in Education* 15(3): 272-289.

Easterbrook, S. (2014). From computational thinking to systems thinking. In *Proceedings of the 2nd International Conference ICT for Sustainability*. Paris: Atlantis Press. (235-244).

Friesen, N. (2008). Critical theory: ideology critique and the myths of e-learning. *Ubiquity* (22) 9: 1-15.

Friesen, N. (2013). Educational technology and the „new language of learning“. In Selwyn, N. and Facer, K. (eds.). *The Politics of Education and Technology*. New York: Palgrave Macmillan. (21-38).

Fuko, M. *Radanje biopolitike*. Novi Sad: Svetovi, 2005.

Gillespie, T. (18.5.2016). Algorithms, clickworkers, and the befuddled fury around Facebook Trends. *Culturedigitaly.org*. <http://culturedigitaly.org/2016/05/facebooktrends/#sthash.Sp9QjIXi.dpuf>

Goffey, A. (2008). Algorithm. U: Fuller M. (ed.). *Software studies – A lexicon*. Cambridge: MIT Press. (15-20).

Green, B. and Viljoen, S. (2020). Algorithmic realism: Expanding the boundaries of algorithmic thought, In *Proc. 2020 Conf. Fairness, Accountability, and Transparency*. New York: Association for Computing Machinery. (9-31).

- Grover, S. (2021). Computational thinking today. In Yadav, A. and Berthelsen, U. (eds.). *Computational Thinking in Education*. New York: Routledge. (18-40).
- Grover, S. (2018). The 5th ‘C’ of 21st Century Skills? Try Computational Thinking (Not Coding). *Edsurge.com* <https://www.edsurge.com/news/2018-02-25-the-5th-c-of-21st-century-skills-try-computational-thinking-not-coding>.
- Grover, S. and Pea, R. (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. In Sentance, S., Barendsen, E. and Schulte, C. (eds). *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*. London: Bloomsbury Academic. (19-37).
- Grover, S. and Pea, R. D. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher* 42(1): 38-43.
- Guzdial, M. (2015). Learner-Centered Design of Computing Education: Research on Computing for Everyone. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*. San Rafael, CA: Morgan & Claypool.
- Hamilton, C. and Friesen, N (2013). Online education: a science and technology studies perspective. *Canadian Journal of Learning and Technology* 39 (2): 1-21.
- Harvi, D. (2012). *Kratka istorija neoliberalizma*. Novi Sad: Mediterran Publishing.
- Hemmendinger, D. (2010). A plea for modesty. *ACM Inroads* 1(2): 4-7.
- Hillman, T., Rensfeldt, A.B. and Ivarsson. J. (2020). Brave new platforms: a possible platform future for highly decentralised schooling. *Learning, Media and Technology* 45 (1): 7-16.
- Ilić, I. (1972). *Dole škole*. Beograd: Duga.
- Katzenbach, C. and Ulbricht, L. (2019). Algorithmic governance. *Internet Policy Review* 8(4): 1-18.
- Kitchin, R. (2017). Thinking critically about and researching algorithms. *Information, Communication & Society* 20(1): 14-29.
- Koschmann, T. (1997). Logo-as-Latin Redux. *The Journal Learning Sciences* (6) 4: 409-415.
- Leadbeater, C. (2008). *We-think*. London: Profile.
- Lodi, M. (2020). *Introducing computational thinking in K-12 education: Historical, epistemological, pedagogical, cognitive, and affective aspects*. <https://hal.inria.fr/tel-02981951/document>.

- Lodi, M. and Martini, S. (2021). Computational thinking, between Papert and Wing. *Science & Education*. 30(4): 883-908.
- Lu, J.J., Fletcher, G.H. (2009). Thinking about computational thinking. *SIGCSE Bulletin* 41(1): 260-264.
- Moltó Egea, O. (2014). Neoliberalism, education and the integration of ICT in schools. A critical reading. *Technology, Pedagogy and Education* 23(2): 267-283.
- Morozov, E. (2014). *To Save Everything, Click Here: Technology, Solutionism and the Urge to Fix Problems That Don't Exist*. London: Penguin.
- Munck, R. Neoliberalism and Politics, and the Politics of Neoliberalism. In Saad-Filho, A. and Johnston, D. *Neoliberalism – A Critical Reader*. London: Pluto Press, 2005. (60-69).
- Nardelli E. (2019). Do we really need computational thinking? *Communications of the ACM* 62 (2): 32-35.
- Neyland, D. (2015). On organizing algorithms. *Theory, Culture & Society* 32(1): 119-132.
- Palumbo, D.B. (1990). Programming language/problem solving research. *Review of Educational Research* 60(1): 65-89.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1984). Trying to predict the future. *Popular Computing* 3(13): 30-44.
- Pariser, E. (7. 5. 2015). Did Facebook's big study kill my filter bubble thesis? *Wired.com*. <https://www.wired.com/2015/05/did-facebooks-big-study-kill-my-filter-bubble-thesis/>
- Pea, R. and Kurland, M. (1984). *On the cognitive effects of learning computer programming*. *New Ideas in Psychology* 2(2): 137-168.
- Pravilnik o planu nastave i učenja za prvi ciklus osnovnog obrazovanja i vaspitanja i programu nastave i učenja za prvi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja (2020). *Službeni glasnik RS – Prosvetni glasnik* 2/2020.
- Roberts-Mahoney, H., Means, A.J. and Garrison, M.J. (2016). Netflying human capital development: personalized learning technology and the corporatization of K-12 education. *Journal of Education Policy* 31(4):1-16.

- Sadowski, J. (2020). *Too smart*. Cambridge, Mass: The Mit Press.
- Selwyn, N. (2012). School 2.0: rethinking the future of schools in the digital age. In Jimoyiannis A (ed.) *Research on e-Learning and ICT in Education*. New York, NY: Springer. (3-16).
- Selwyn, N. (2015). Technology and education – Why it's crucial to be critical. In Bulfin, S., Johnson N. F. and Bigum C. (eds). *Critical Perspectives on Technology and Education*. New York: Palgrave Macmillan. (245-255).
- Selwyn, N. and Facer, K. eds. (2013). *The Politics of Education and Technology Conflicts, Controversies, and Connections*. Palgrave Macmillan: New York.
- Selywyn, N. (2021). *Education and Technology*. 3rd ed. London: Bloomsbury.
- Shute, V. J., Sun, C. and Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review* 22: 142-158.
- Srnicek, N. (2017). *Platform capitalism*. Cambridge: Polity Press.
- Šumonja, M. (2021). Pedagogija kao politika u „društvu znanja”. U Vučković, Ž., Antolović, M. i Sadžakov, S. *Tolerancija, demokratija i obrazovanje. Mogućnosti i perspektive u 21. veku*. Sombor: Pedagoški fakultet u Somboru. (40–67).
- Tedre, M. and Denning, P. J. (2016). The long quest for computational thinking. In *Proceedings of the 16th Koli Calling international conference on computing education research*. New York: ACM. (120-129).
- Vlada Republike Srbije (2020). *Strategija razvoja digitalnih veština u Republici Srbiji za period 2020-2024*, Službeni glasnik RS 21/2020.
- Vlada Republike Srbije (2021). *Strategija razvoja obrazovanja i vaspitanja u Republici Srbiji do 2030 godine*, Službeni glasnik RS 63/2021.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P. and Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*. 20(4): 715-728.

- Watters, A. (2014a). What should school leaders know about gamification? *Hackededucation.com*.
<http://hackededucation.com/2014/10/14/gamification>.
- Watters, A. (2014b). *The Monsters of Education Technology*. Los Gatos, CA: Smashwords.
- Williamson, B. (2017). *Big Data in Education*. London: Sage.
- Williamson, B. (2021). Education technology seizes a pandemic opening. *Current History* 120 (822): 15-20.
- Williamson, B., Macgilchrist, F and Potter. J. (2021). Covid-19 controversies and critical research in digital education. *Learning, Media and Technology* 46 (2): 117-127.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM* 49(3): 33-35.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 366: 3717-3725.
- Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking – what and why. *The Link Magazine*. 20–23. <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>.
- Wing, J.M. (2017). Computational thinking’s influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology* 25(2): 7-14.
- Yadav, A., Stephenson, C. and Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM* 60(4): 55–62.
- Zubof, Š. (2019). *Doba nadzornog kapitalizma*. Beograd: Clio.