

Naučna pismenost i socio-konstruktivistička perspektiva¹

Slobodanka Antić²

Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, Univerzitet u Beogradu

Ana Pešikan

Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Termin naučna pismenost se već odomaćio u obrazovnoj retorici kod nas. Iako se termin uveliko koristi, kod nas nema radova koji se bave preispitivanjem njegovog određenja, šta on uključuje i na šta se tačno odnosi. Ova vrsta analize je neophodna, ako naučnu pismenost vidimo kao jedan od potrebnih ishoda obrazovanja, da bismo mogli kreirati nastavu/učenje koja omogućava realizaciju takvog ishoda. Zbog toga, u ovom radu se analizira konstrukt naučna pismenost, prikazuju različita gledišta o njemu i njegovoj prirodi, i definiše se pet ključnih linija, pravaca delovanja u nastavi/učenju, neophodnih za razvoj ove kompetencije: uvažavanje predznanja učenika; podsticanje bazične funkcionalne pismenosti učenika i veštine razumevanja pročitano; podrška razvoju mišljenja učenika; razvoj razumevanja socio-kulturne perspektive nastanka i upotrebe naučnih znanja i tehnoloških produkata; i, posebno, praktikovanje naučno-istraživačkog rada, bilo kroz školsku nauku, ili nauku primenjenu u kontekstu saradnje škole i lokalne zajednice, dakle u socio-kulturnom miljeu u kome učenici žive.

Ključne reči: naučna pismenost, socio-konstruktivizam, razvoj naučne pismenosti u školi, metode nastave/učenja, obrazovanje

Naučna pismenost (NP)³ kao jedan od željenih ishoda procesa obrazovanja postala je u našoj obrazovnoj retorici aktuelna sa početkom učešća naše ze-

1 Rad s projekta: "Identifikacija, merenje i razvoj kognitivnih i emocionalnih kompetencija važnih društvu orijentisanom na evropske integracije", br. 179018 koji podržava Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srbije

2 slobodanka.antic@gmail.com

3 Iako se kod nas odomaćio termin *naučna pismenost*, smatramo da bi bilo mnogo korektnije koristiti termin **prirodno-naučna pismenost**, jer se konstrukt upravo na to i od-

mlje u PISA testiranju. Mnogo ranije, NP je bila (i ostala) nezaobilazan cilj u većini obrazovnih dokumenata u mnogim zemljama sveta. Prepoznata je i kao jedna od osam ključnih kompetencija neophodnih za celoživotno učenje (European Commission, 2007). S obzirom da su nauka i tehnologija i na dobar i na loš način duboko upletene u sve aspekte našeg života i sveta oko nas, sasvim je razumljivo što NP mora biti u vrhu obrazovnih ciljeva škole. Savremeni život vrši pritisak na obrazovanje i status naučne pismenosti: „Možemo očekivati da će se uslovi i okolnosti života ljudi radikalno promeniti u narednom ciklusu ljudskog životnog veka. Nauka, matematika i tehnologija će biti u centru tih promena, izazivajući ih, menjajući ih ili dajući odgovore na te promene. Zato u obrazovanju današnje dece za njihov sutrašnji život one moraju biti od suštinske važnosti“ (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2010, str. 3). Da bi obrazovanje moglo da efikasno odgovori na ovakve zahteve mora se početi od jasne definicije šta je to NP, šta je čini, koja je njena svrha, odnosno doprinos životu osoba kad završe školu. Odgovori na ova pitanja modelovaće pristup kako u školi podsticati razvoj NP.

Cilj ovog rada je da iz perspektive socio-konstruktivističkog razumevanja procesa učenja (Vigotski, 1983; Ivić, 1992; 1996) analizira konstrukt naučna pismenost i definiše nužne pravce delovanja za podsticanje njenog razvoja kroz obrazovanje.

Kratka istorija pojma naučna pismenost

Odnos prema pojmu NP se menjao kroz vreme, između ostalog i kao posledica uvida da nauka nije nešto što svojim tehničkim rešenjima samo odgovara na potrebe ljudi već može biti i izvor problema (Baram-Tsabari & Osborne, 2015). Šamos (Shamos, 1995) istoriju koncepta NP u američkom obrazovanju vidi u tri talasa. Prvi talas je započeo početkom 20. veka sa Dju-ijevom idejom da razvija „naučni pogled na svet“. Glavni efekat ovih napora je bio da je nastava prirodnih nauka postala obavezan predmet u većini američkih škola za opšte obrazovanje. Drugi talas, gde je upliv politike potpuno očigledan, počinje u vreme II svetskog rata kada se javlja potreba za vojnim inženjerima, a kulminira sa početkom Hladnog rata i američke „nacionalne sramote“ zbog toga što je Sovjetski Savez lansirao prvi veštački satelit 1957. godine. Naredne godine, u toj atmosferi, Hard je objavio članak u kome je prvi put upotrebio kovanicu *naučna pismenost* (Hard, 1998). NP postaje eksplicitan cilj obrazovanja koji je trebalo ostvariti modernizacijom kurikula i udžbenika iz prirodnih nauka i to tako da bolje reflektuju naučnu disciplinu viđenu očima profesionalaca (naučnika). Međutim, sedamdesetih godina, pokazalo se da je efekat ovog poduhvata bio zanemarljiv. Šamos, ve-

nosi. Ova zabuna je posledica prevoda engleskog termina *science*, pri čemu se *science* u školskom kontekstu odnosi na prirodne nauke, a ne na nauku uopšte (koja uključuje i društveno-humanističke nauke).

rovatno jedan od najoštrijih kritičara NP (govori o *mitu o NP*), ističe da su pokazatelji NP u populaciji toliko loši, da kada bi se u obrazovanju primenio ekonomski princip analize odnosa uloženi sredstava i dobiti, moglo bi se tražiti da se ukine učenje prirodnih nauka u školama (Shamos, 1995). U trećem talasu, od osamdesetih godina 20. veka, NP se dodaje novo značenje: prirodne nauke izlaze u širu javnost i zahteva se da opšta populacija postane naučno pismena, pa se učenje prirodnih nauka u školi vidi samo kao početak, kao osnova i impuls za buduća samoregulisana učenja koja će se odvijati i nakon izlaska iz škole u doživotnom učenju (Ryder, 2001).

Iako postoje razlike u shvatanju šta sve sadrži konstrukt NP, ono što je zajedničko mnogim savremenim određenjima jeste da se NP ne ogleda u posedovanju konkretnih (i izolovanih) znanja o pojmovima, zakonima i teorijama prirodnih nauka već pre u načinu mišljenja i pristupu, odnosu prema temama iz nauke u svakodnevnom životu, koji uključuje socijalne i vrednosne aspekte (AAAS, 1993; 2009; Agin, 1974; Allchin, 2014; Baram-Tsabari & Osborne, 2015; Hard, 1998; Holbrook & Rannikmae, 2009; Roth & Calabrese Barton, 2004; Ryder, 2001; Shamos, 1995).

Šta je naučna pismenost?

Nesumljivo je da je NP složeni, višedimenzionalni konstrukt i sklop više kompetencija. Hard (Hard, 1998) daje dugačak opis naučno pismene osobe: ume da razlikuje stručnjaka od neinformisanog, dokaz od propagande, smislenost od besmislenosti, podatak od fikcije ili mita i folklor; razlikuje teoriju od dogme; znanje od uverenja; koristi znanja iz nauke u donošenju ličnih i društvenih odluka, stvaranju sudova, rešavanju problema i preduzimanju aktivnosti; razlikuje nauku od pseudonauke; zna kako da analizira i obrađuje informacije da bi stvorio znanje koje prevazilazi same podatke; prihvata da naučni pojmovi, zakoni i teorije nisu nepromenljive kategorije znanja već rastu i razvijaju se; shvata da današnje tumačenje nečega ne mora biti isto u budućnosti; zna da problemi nauke u društvenom kontekstu imaju više od jedne interpretacije i tačnog odgovora, posebno oni koji uključuju etičke, pravne i političke aktivnosti; zna da je za donošenje odluka oko takvih problema potrebna sinteza znanja iz različitih naučnih disciplina i da se takvi problemi rešavaju u saradnji sa drugima, pre nego individualnim radom; prepoznaje kada se ne može postaviti odnos uzrok-posledica; razume značaj istraživanja kao proizvoda naučničke radoznalosti; prihvata da je globalna ekonomija pod uticajem razvoja nauke i tehnologije; zna da se još mnogo toga ne zna u nauci i da će se velika naučna otkrića dešavati i u budućnosti; prepoznaje da kratkoročna i dugoročna rešenja problema ne moraju biti ista, da kratkoročna rešenja mogu izazvati kasnije probleme i slično.

Razlike među autorima koji prave programe za razvoj NP ogledaju se u različitim terminima koje koriste, a svaki od njih ima različite posledice na

organizaciju nastave i način procene naučenog. Postoji predlog da se razlikuju dva termina (Maienschein, 1998): *pismenost u nauci (science literacy)* i *naučna pismenost (scientific literacy)*, pri čemu bi se prvi odnosio na konkretna znanja iz nauke (pojmove, teorije, zakone), a drugi na naučni pogled na svet i na sticanje naučnog znanja, razvoj kritičkog mišljenja i usvajanje naučnih vrednosti i morala. Ovaj drugi pristup traži više vremena, orijentisan je na pitanja, a ne na odgovore i teško ili nemoguće ga je meriti klasičnim testovima znanja. Naučna pismenost je dugotrajan proces, dok se pismenost u nauci može lakše i brže ostvariti i izmeriti. Treći termin, *funkcionalna naučna pismenost* nastavu/učenje prirodnih nauka vidi kao mikro-kosmos društva, pa se nauka od početka tako i predstavlja učenicima. Zbog toga, pored osnovnih naučnih znanja, načina mišljenja i procedura istraživanja, potrebno je učeničke podučavati i socijalnim kompetencijama: naučnom diskursu, konstruktivnim načinima rešavanja konflikta, argumentima (produkciji i recepciji), pregovaranju, donošenju odluka, pravljenju kompromisa, posvećenosti (Zeidler & Keefer, 2003).

Neki autori kritikuju koncept NP ističući da NP uvek ima značenje koje joj dodeljuje određena politički orijentisana zajednica, pa je zahtev da se NP realizuje kroz obrazovanje zapravo deo šire politike koja ima cilj da pripremi i regrutuje sledeću generaciju naučnika (Baram-Tsabari & Osborne, 2015; Hodson, 2003; Roth & Calabrese Barton, 2004; Shamos, 1995). Ovi autori smatraju da su potrebne promene u statusu, sadržaju i načinu razvoja NP koje bi dovele do promena u učenju prirodnih nauka u školi. Prirodne nauke u školi treba da budu *nauka za građane* ili *nauka za zajednicu*, oblik nauke koja reflektuje brige, potrebe, interese i aktivnosti ljudi u svakodnevnom životu (Roth & Calabrese Barton, 2004). NP bi trebalo da obuhvata i razvoj *kritičke naučne pismenosti*, koja je neraskidivo povezana sa *socijalnom i političkom pismenošću*, a sve su u službi društvene odgovornosti. Ovi autori predlažu suštinsko pomeranje u obrazovanju, koje bi umesto nekritičnih konzumenata, kao do sada, stvaralo buduće *aktiviste*: ljude koji se bore za svoja prava, za modelovanje sveta koji će više uvažavati socijalnu pravdu i koji rade predano u najboljem interesu biosfere (Haste, 2005; Hodson, 2003; Shamos, 1995). Drugim rečima, NP kao ishod obrazovanja treba da objedinjuje naučnu, socijalnu, ekološku pismenost i politički aktivizam, ili kako bi sažeto rekao Hodson: „naučna pismenost ima socijalno-ekološko srce“ (Hodson, 2003, str. 660). Sve do sada rečeno, ukazuje na još jedno važno obogaćivanje konstrukta NP u poslednjim godinama: NP se ne tiče samo kognitivnog domena učenika već uključuje i socio-afektivni domen koji se reflektuje kroz razvoj *brige za planetu i okruženje* (McComas, 2012) i spremnosti da se preduzmu aktivnosti u skladu s tom brigom.

Druga linija kritika smatra da konvencionalni koncept NP opisuje šta neko *individualno* zna i ume iz nauke, što je pogrešno, jer je prava priroda aktiv-

nosti čoveka uvek socijalna, uklopljena u određeno socio-kulturno okruženje. Sve aktivnosti čoveka, uključujući intelektualne, uvek su distribuirane između više osoba, ili između osoba i oruđa koje je proizvod nekih drugih socijalnih interakcija ljudi kroz istoriju. Ljudski um i ljudske aktivnosti ne funkcionišu u vakuumu, pa je pogrešno očekivanje da se NP ispoljava i meri testovima koji ispituju znanja koje pojedinac poseduje iz prirodnih nauka. NP od početka školovanja mora biti razvijana kao društvena praksa koju vodi kolektivna odgovornost, društvena svest i osetljivost za teme koje mogu da ugroze našu planetu (Hodson, 2003; Roth & Calabrese Barton, 2004). Dodatni problem je što individualistički pogled na NP i način na koji se posreduju prirodne nauke dodatno udaljava od nauke decu iz socijalno osetljivih grupa (siromašni, deca sa sela, devojčice, etničke manjine).

U kontekstu ove rasprave možemo uočiti da je određenje NP u okviru PISA istraživanja dosta uže (Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), 2013) i opisuje se preko tri kompetencije. Prvo, sposobnosti da se da objašnjenje fenomena iz prirode, tehničkih produkata i njihovih implikacija na društvo. Ovo zahteva znanje o velikim eksplanatornim teorijama. Drugo, sposobnost da se identifikuje šta može biti naučno istraživačko pitanje, utvrdi da li su korišćene odgovarajuće procedure i predlože mogući načini odgovaranja na postavljeno pitanje. Treća kompetencija se sastoji u evaluaciji i interpretaciji podataka na naučan način i proceni da li zaključak odgovara dobijenim nalazima. Očigledno je, ipak, težište na znanjima: za prvu kompetenciju to su deklarativna znanja, a za druge dve proceduralna i epistemološka znanja (OECD, 2013). Ovo je uži pogled na NP jer je određenje specifično za domen i zasnovano je na tipičnom obrascu kako se realizuje naučno istraživanje. Međutim, mnoga istraživanja u nauci ne dešavaju se po tom obrascu, a svođenje na samo jedan postupak podržava jedan od mitova o prirodi nauke (Allchin, 2003). Dalje, u ovom određenju ne vidi se socijalna priroda naučnih poduhvata, ne vidi se upotrebljivost znanja za lični život i doprinos tih znanja društvu (Allchin, 2003; Roth & Calabrese Barton, 2004; Ryder, 2001; Shamos, 1995).

Međutim, da bi se napravio strateški plan kako razvijati NP kompetencije, osim dimenzije budućnosti potrebna nam je i analiza polazišta sa koga se kreće. U velikom broju industrijski razvijenih društava, ali i zemalja u razvoju, jasno se uočava trend sve manje popularnosti nauke i tehnologije među mladima. Pored toga, postoji vidljiva nejednakost između dečaka i devojčica po učešću u nauci, što ukazuje da problem prevazilazi socio-kulturni kontekst jedne zemlje i njenog obrazovnog sistema. Sjoberg (Sjoberg, 2002) nudi niz razloga koji su u osnovi ovih tendencija: zastareo kurikulum (učenicima izgleda irelevantan za njihove živote, dosadan, autoritaran, teoretski, apstraktan); nedovoljno dobrih nastavnika; u kulturi dominira industrija zabave, a ozbiljan, težak rad, kako se radi u nauci, nije privlačan mladima. Učenje nau-

ke je po svojoj prirodi kumulativno (izgradnja razumevanja leži na prethodnim znanjima), često su sadržaji apstraktni (potreban je misaoni napor da bi se savladali) a nužna matematička komponenta naučnog znanja predstavlja dodatnu prepreku (Shamos, 1995).

Autori ukazuju i na druge karakteristike savremenog društva, kulture i same nauke kao što je postojanje velikog broja agresivnih kvazi-naučnih trendova i alternativnih, metafizičkih i spiritualnih pokreta (McComas, 2012; Shamos, 1995; Sjoberg, 2002). Jednostavna analiza dnevnih izdanja u medijima ukazuje da je više prostora posvećeno astrologiji nego nauci. U ovu grupu bi se mogli svrstati i radiklani zeleni pokreti koji dobra nastojanja da se podigne svest javnosti o mogućnosti zloupotrebe tehnologije pretvaraju u osudu svega što ima veze sa naukom. Ovi "neo-ludistički" pokreti promovišu strah i sumnju, a ne razumnu argumentaciju. U društvu postoji i pasivni otpor nauci, koji je jednako opasan kao i aktivno protivljenje, posebno ako se dešava na fakultetima koji bi trebalo da budu modeli za identifikaciju za intelektualni pogled na svet (Shamos, 1995). Zatim, "udari" postmodernističkog pogleda na svet, koji dovodi u pitanje objektivnost i racionalnost, odnosno osnovne epistemološke i ontološke pretpostavke nauke. Iako ove kritike ne mogu suštinski da ometu naučno-istraživački rad, one prave negativnu atmosferu i sumnju u nauku (Sjoberg, 2002). Popularna kultura promoviše stereotipnu, karikaturalnu sliku o naučniku (ludi naučnik), ali i sliku naučnika kao lojalnog radnika industrije, vojske ili države. Sve je to bitno drugačije od nekadašnje predstave o naučniku kao radikalnom anti-autoritarnom pobunjeniku koji misli slobodno i otvoreno, uprkos politici, nečijim zahtevima, očekivanjima ili pritiscima.

Dalje, tehnologija koja se koristi u svakodnevnom životu je čvrsto povezana sa ekonomskim interesima, pa se konkurentnost zasniva na pravljenju što jednostavnijih (*user friendly*) proizvoda koje mogu da koriste potpuno naučno nepismeni. Ukoliko upotreba ne bude maksimalno pojednostavljena, kupci će birati drugi proizvod. Konzumentska ekonomija, koja neguje konzumentsku kulturu potrošača, zaista nema interes da podržava naučnu i tehnološku pismenost potrošača koji bi eventualno mogli sami da poprave ili dorade kupljene uređaje. Isto tako, što je društvo uređenije, između različitih proizvoda i potrošača posreduje čitav niz agencija (državnih, ili potrošačkih) koji ih štite od nezdravih i opasnih proizvoda. Ovo mladima šalje snažnu poruku da im u snalaženju u savremenom životu zapravo i ne treba mnogo razumevanja naučnih pojmova (Shamos, 1995).

Savremeni tempo razvoja nauke i tehnologije, koji je sve brži i sve diversifikovaniji, kao i povećavanje količine informacija dovodi do razvoja sve sofisticiranijih i specijalizovanijih nauka. Obrazovno raslojavanje je nužno: niko ne može biti obavešten o svemu, društvo se sastoji od malog broja visoko, specijalizovano obrazovanih za određeni segment nauke i velikog broja malo ili nimalo obaveštenih o tim segmentima.

Bez obzira na složen položaj nastave prirodnih nauka koji smo ocrtali, argumenti iz socio-konstruktivističkog razumevanja razvoja jedinke daju snažnu potporu naporima da se prirodne nauke što kvalitetnije uče u školi. U školi se odvija dinamički konstruktivni odnos dva načina mišljenja: spontanog životnog iskustva, spontanih, iskustvenih pojmova nastalih generalizacijom svakodnevne prakse jedinke i umreženih organizovanih pojmova nauke. Sučeljavanje ta dva načina mišljenja stvara mogućnost za jedinstvenu liniju kognitivnog razvoja: *kognitivni razvoj kroz školsko učenje* (Ivić, 1992; 1996; Ivić, Pešikan i Antić, 2003; Vigotski, 1983). Učenjem nauke se usvaja i način mišljenja u određenoj naučnoj disciplini. Uči se kako misli naučnik kada rešava probleme u hemiji, fizici, biologiji, istoriji. Procesom interiorizacije to postaje deo misaonog aparata jedinke u razvoju. Drugim rečima, učenje prirodnih nauka može da ima *razvojno-formativnu ulogu* i to bi trebalo da bude prvi i osnovni razlog zašto je potrebno uložiti napore za podizanje kvaliteta učenja prirodnih nauka u školi.

Kako razvijati naučnu pismenost?

Složenost NP koju smo ocrtali ukazuje da je ona mnogo više od posedovanja konkretnih sadržaja iz nauke, jer bi trebalo da se ogleda i u načinu mišljenja, sistemu vrednosti i praksi budućih građana. Ovo nužno rađa sledeće pitanje: kako kroz proces nastave/učenja razvijati NP? Sigurno je da nema jednog načina koji može da reši sve probleme nastave/učenja ovog sadržaja (Antić, Jankov i Pešikan, 2005; Ivić i sar., 2003; Pešikan i Šišović, 2003; Pešikan, Pekić– Quarrie, Poleksić, and Quarrie, 2006; Pešikan, 2010). Ipak, psihologija učenja i razvoja nam daje uporište za formulisanje nekoliko pravaca delovanja, koji bi morali biti vidljivi u svakom konkretnom rešenju u procesu nastave/učenja. Smatramo da ove linije predstavljaju važne oslonce u pomeranju prakse nastavnika od tradicionalne ka nastavi usmerenoj na učenika – aktivnom učenju.

Prva linija delovanja nastavnika se odnosi na uvažavanje predznanja s kojim učenici dolaze. Druga linija delovanja je podsticanje bazične funkcionalne pismenosti učenika i u okviru toga veštine razumevanja pročitano. Treća linija delovanja je podrška razvoju mišljenja učenika (kao što smo videli, NP je više pitanje razvoja mišljenja nego sticanja pojedinačnih znanja). Ova linija delovanja uključuje i negovanje metakognitivnih strategija, kao i razvoj ključnih pojmova drugog reda (meta-pojmova) koji su oslonci u razumevanju svake nauke. Četvrto je razvoj razumevanja socio-kulturne perspektive nastanka i upotrebe naučnih znanja i tehnoloških produkata. U okviru ove linije je usvajanje naučnog pogleda na svet, odnosno prirode nauke u kojoj se osim epistemologije odslikava i socio-kulturna uslovljenost nauke, razvoj osetljivosti (*brige*) za socijalno relevantne naučne teme, ali i vrednosti i obrazaca

ponašanja koji to prate. Peta linija delovanja je praktikovanje naučno-istraživačkog rada, nauke primenjene u kontekstu škole ali i lokalne zajednice, dakle u socio-kulturnom miljeu u kome učenici žive. Za sve linije delovanja nastavnika izuzetno je važna pozicija jezika kao najosnovnijeg semiotičkog i simboličkog kulturno potpornog sistema, ključnog i za razumevanje i za konstrukciju misli.

1. Uvažavanje predznanja s kojim dolaze učenici

Ako je svako znanje, razumevanje i uverenje posledica vlastite misaone izgradnje osobe, onda prvi korak svakog nastavnika mora biti upoznavanje predznanja koje učenik donosi na čas. Predznanje bi trebalo shvatiti u najširem smislu, kao „celinu znanja osobe, koje je dinamično po svojoj prirodi, dostupno pre određenog zadatka, struktuirano, može da postoji u različitim stanjima (deklarativno, proceduralno, kondiciono), može biti eksplicitno ili implicitno i sadrži konceptualne i metakognitivne komponente“ (Dochy, De Rijdt & Dyck, 2002, str. 266). Ovako široka definicija daje mogućnost da se obuhvati celokupno prethodno znanje i životno praktično iskustvo učenika sa kojim ulazi u situaciju učenja.

Predznanje učenika s kojim je došao na čas čine i sva njegova naivna, implicitna uverenja i lične teorije o svetu koji ga okružuje, ali i o prirodi saznanja uopšteno (epistemološka uverenja) i sebi kao učeniku. „Kad bismo samo razumeli kako učenici osmišljavaju svoju sliku sveta i prirode mogli bi da dizajniramo kurikulum nastave prirodnih predmeta da postane smislen svakom učeniku“ (Aikenhead, 1996, str 2). Zajednički nalaz mnogih istraživanja je, međutim, da nije lako stvoriti uslove za pojmovnu promenu, da mnogi učenici nisu spremni da odustanu od svoje uspešne zdravorazumske i intuitivne slike sveta u korist apstraktnog tumačenja koje favorizuju nastavnici i udžbenici (Antić, 2007; Aikenhead, 1996; 2001; Cobern, 1991), da je teško pronaći put koji će promeniti učeničku *kognitivnu ekonomiju*, tj. da rizikuju i ulože više truda da bi postigli veću korist od znanja i razumevanja naučnih objašnjenja (Perkins, 1992). Drugim rečima, nastava i kultura škole nisu „dovoljno ubedljive“ da bi učenici promenili svoje postojeće obrasce mišljenja i učenja.

Kako su nauka i nastava prirodnih nauka vid aktivnosti u kulturi, učenje prirodnih nauka se može posmatrati kao svojevrstan prelazak učenika u novu zajednicu, novu kulturu, novi diskurs. Otuda se nespremnost učenika da menjaju svoju sliku sveta u pravcu naučnog pogleda na svet može objasniti i teškoćom *prelaska granica kultura* (Aikenhead, 1996; 2001). Učenikov pogled na svet modelovan je potkulturom porodice, vršnjačke grupe, medija i slično, a *prelazak granica* prisutan je u odnosu učenika sa potkulturom školske nauke i potkulturom škole kao institucije. Stepen i kvalitet razlika između potkultura utiće na dinamiku interakcije i potencijalno različite ishode učenja. Ako

potkultura nauke harmonizuje potkulturu učenika, njegovu sliku sveta, onda će podučavanje voditi *kulturnoj enkulturaciji*. Ako je potkultura nauke strana i neprihvatljiva za potkulturu učenika, onda će nastava remetiti sliku sveta deteta. Iz perspektive učenika to može izgledati kao da nastavnik pokušava da njegovu sliku sveta marginalizuje ili zameni novom, kao u slučaju *kulturne asimilacije* (Aikenhead, 1996; 2001). Ne treba zaboraviti da ključno mesto u potkulturama ima jezik i da su nesporazumi u procesu nastave/učenja posebno vidljivi kada neke reči imaju svoje svakodnevno značenje (kojim učenici vladaju) i drugo značenje u nauci (koje nastavnik podrazumeva). Sudari ovih značenja mogu biti jedan od izvora zabluda, pogrešnih shvatanja fenomena iz prirode i društva koji su bili deo nastavnog procesa (Antić, 2007; Pešikan, 1996).

Pogled na učenje nauke, kao na susret dve potkulture, mogao bi da pomogne nastavnicima time što bi uticao na razvoj njihove osetljivosti za sve razlike koje je potrebno prevazilaziti kroz pregovaranje o smislu i značenju u procesu nastave/učenja.

2. Podrška razvoju bazične funkcionalne pismenosti

Naučna pismenost, kao i svi drugi obrazovni i vaspitni ishodi, počiva na opštoj pismenosti učenika, za koju se često smatra da je zadatak nastave srpskog jezika i književnosti. Međutim, čitanje s razumevanjem ima mnogo veće posledice nego što je konstrukcija značenja neposredno pročitano teksta. Posledice su, po svojoj prirodi, recipročne i eksponencijalne, jer se akumuliraju kroz vreme, spiralno naviše ili naniže i ostavljaju trag na širokom opsegu akademskih sposobnosti. Uticaj uspešnosti u razumevanju pročitano na široki spektar akademskih kompetencija u literaturi se metaforično označava kao „efekat po Mateju“, prema biblijskom citatu iz Jevanđelja po Mateju da *bogati postaju bogatiji, dok siromašni sve više osiromašuju* (Cunningham & Stanovich, 2001). Ovaj efekat je veoma prepoznatljiv u obrazovanju. „Efekat po Mateju“ veoma slikovito ilustruje longitudinalno istraživanje akademske sudbine dece koja su sa 15 godina bila testirana u okviru PISA testiranja u Kanadi. Rezultati pokazuju jasnu dugoročnu povezanost između sposobnosti za čitanje s razumevanjem i kasnije akademske efikasnosti. Učenici koji su na PISA testiranju pokazali lošiji uspeh u većem procentu su napuštali školovanje i duže im je trebalo da dođu do srednjoškolske diplome od onih koji su bili uspešni na PISA testu (Bussière, Hébert & Knighton, 2009).

PISA testiranja kod nas (Pavlović-Babić i Baucal, 2013) pokazuju da je jedna trećina naših učenika funkcionalno nepismena i jedna trećina funkcionalno polupismena. Ovaj podatak traži povećanu mobilnost svih u obrazovanju uključiv i nastavnika prirodnih predmeta. Pismenost kojoj bi trebalo težiti je da učenik kada pročita tekst može da razume o čemu se radi, da

izdvoji pojedine činjenice, osnovnu poruku teksta, da prepozna žanr teksta (da li je, na primer, propagandni, informativni, ekspresivni tekst), da proceni izvore informacija, da napravi evaluaciju, kritičku analizu, da prepozna poruke koje nisu eksplicitno date. Lirska pesma, prozni književni tekst, novinarski informativni tekst, matematički tekst ili tekst iz prirodnih nauka, svaki od njih daje neku dopunsku komponentu za razumevanje žanra teksta. Nastava prirodnih nauka ima specifičnu ulogu da doprinese funkcionalnoj pismenosti čitanjem tekstova iz nauke, koji imaju svoje žanrovske specifične karakteristike. Istraživanja i interventni programi za podršku razvoja veštine čitanja s razumevanjem koncipirani na aktivnostima u nastavi prirodnih nauka pokazuju da je to moguće (Romance & Vitale, 1992; Vitale & Romance, 2007). U jednom od programa učenici su praktikovali brojne aktivnosti rada na tekstu (čitanje i pisanje) u kontekstu smislenog učenja prirodnih nauka. Oni su čitali tekstove iz nauke, izvodili naučne eksperimente, pisali izveštaje o eksperimentu, pravili pojmovne mape i sl). Sve te aktivnosti učenika bile su u službi boljeg razumevanja nauke, ali i učenja kako se uči. Posle godinu dana pozitivni efekti su bili vidljivi ne samo na kvalitetu naučenog nego i u nizu vaspitnih ciljeva: na emocionalnoj stabilnosti učenika, pozitivnom odnosu prema učenju prirodnih nauka i prema čitanju uopšte, na samopouzdanju pri učenju i slično. Posebno je značajno što su učenici bili znatno bolji na proverama bazične pismenosti na sadržajima koji nisu iz nauke (Vitale & Romance, 2007). Drugim rečima, vežbanje pismenosti u nauci ima dobar transfer na opštu funkcionalnu pismenost učenika.

Dodatna pažnja mora biti posvećena jeziku u procesu učenja/nastave prirodnih nauka, jer je ljudsko znanje diskurzivno po svojoj prirodi, reprodukuje se kroz jezik i proizvode kulture u institucijama društva kao što je škola (Carlsen, 2010). Struktura svakog naučnog teksta odražava samu prirodu discipline, pa učenje jezika discipline je učenje žanra discipline. Jezik određene nauke je razvio određene gramatičke preferencije, posebno u pisanju: dominira upotreba pasiva, apstraktnih pojmova, glagola koji predstavljaju apstraktne relacije („predstavlja“, „zasnovano je na“ i sl.), glagoli imaju specifično mesto u rečenici, postoje omiljene stilske figure i retorička struktura (teza-dokaz-zaključak). Jedna od karakteristika je prevođenje glagola u imenice. Na primer, umesto da nešto *raste*, govori se o *rastu*, umesto da se *razmnožava*, govori se o *razmnožavanju*. Sa stanovišta naučnog diskursa to je logično, jer se proces pretvara u objekt, u temu naučnog promišljanja i rada. Učenicima je mnogo bliži jezik akcije, procesa nego izvedene imenice, odnosno apstraktni pojmovi koji objedinjuju celu klasu fenomena. Slično je i sa pasivnim konstrukcijama koje su česte u naučnom diskursu, ali nisu esencijalne za naučni jezik. Postoje i posebne forme pisanog naučnog teksta, na primer, laboratorijske beleške i izveštaji sa eksperimenta. Nauka ima, dakle, svoj način organizovanja i prezentovanja informacija, ali i obrazac značenja koji predstavlja jezikom (Lemke, 1990). Ove žanrovske specifičnosti, koje istovremeno odslikavaju način

mišljenja u disciplinama, možemo posmatrati kao *dijalekte u jeziku mišljenja* (Tishman & Perkins, 1997). Danijelsova smatra da je usvajanje naučnog žanra od strane učenika vid procesa *akulturacije ka diskursu naučne discipline* u kome deca usvajaju naučni jezik i uče da ga koriste i van školskog konteksta (Danielson, 2010). Podsticanje ovog procesa akulturacije od nastavnika traži da ima u vidu koliko su učenici izloženi naučnom žanru u celini nastavne situacije, odnosno da ima u vidu sva prisutna semiotička sredstva u okruženju učenika: jezik koji se pojavljuje na tabli, na panoima, u sveskama učenika, u jeziku nastavnika. Takođe, važno je i koliko u nastavnom procesu ima meta-tekstualnih razgovora (sistematskih, osvešćenih, eksplicitnih razgovora o prirodi naučnog teksta). Sve je to kao celina jezik nauke.

Čas prirodnih nauka predstavlja granicu između dva diskursa, naučnog, orijentisanog na otvorenost, na istraživanje, radoznalost i postavljanje pitanja, i diskursa škole koji generalno ceni tišinu i poslušnost. Vrlo često su i sami nastavnici uhvaćeni u sudaru ta dva diskursa, koji se u literaturi označava kao "nastavnička dilema": da li da podučavaju nauku kao proces istraživanja ili kao prihvaćen korpus znanja (Carlsen, 2010). Jezik koji nastavnik koristi u nastavi duboko odražava njegov pogled na nauku: instrumentalistički naspram realističkog (Zeidler & Lederman, 1989). Prvi izražava instrumentalnu funkciju nauke u kojoj je vidljiv ljudski faktor u nastajanju naučnih objašnjenja. Drugi odslikava realističku poziciju nauke u kojoj se ne vidi uloga naučnika – realnost ima ontološki status, a naučnici su samo utvrdili tu realnost dok su eksperimentisali. Ova razlika je lako uočljiva kad se uporede dva obična iskaza nastavnika (Zeidler & Lederman, 1989). Ako nastavnik hemije kaže: „Ovaj deo aminokiselina se zove kisela grupa. Sastoji se iz atoma azota i dva atoma vodonika“, u njegovom iskazu se ogleda realistički pogled na nauku. Instrumentalni pogled na nauku odražava sledeći iskaz: „Tablicu periodnog sistema elementa su stvorili naučnici da bi organizovali sve hemijske elemente. Ipak, ovo je otvorilo novi problem, koji uvek postoji kod klasifikacija. Sećate se da sam vam govorio da živi organizmi neće uvek da se uklope u lepo osmišljenu klasifikaciju koju smo napravili...“ (Zeidler & Lederman, 1989, str. 778). U oba slučaja, učenici će usvajati i određeni pogled na nauku, odnosno određeno razumevanje prirode nauke (Munby, 1976).

Udžbenici, takođe, učestvuju u izgradnji razumevanja jezikom koji koriste. Za Tomasa Kuna oni više, od bilo kog drugog faktora, modeluju našu predstavu o prirodi nauke i o ulozi otkrića i invencije u nauci (Kun, 1974). Ako u udžbeniku piše „opis ovog procesa nam govori“ ili „to je istraživače vodilo da zaključ“, učenici će naučiti da je naučno znanje inventivno, stvaralačko, da je uloga naučnika i njegovog razumevanja važna za ono što čini naučno znanje i da su naučne ideje zapravo korisne alatke koje nam pomažu da razumemo svet prirode. S druge strane, ako se, na primer, u udžbeniku govori o „elektronima koji su vezani, premešteni, preneti“ šalje se drugačija slika o prirodi naučnog znanja. Takva tumačenja prirode imaju status realnosti,

u njima se ne prepoznaje nikakva uloga ljudi – naučnika, a učenici mogu samo zaključiti da su naučnici našli, videli i opisali ponašanje elektrona dok su izvodili eksperiment.

Sve rečeno ukazuje da podsticanje naučne pismenosti bi moralo da uključuje i razvoj jezika nauke. „Govoriti naučno“ ne znači samo govoriti o nauci, već i opisivati, upoređivati, klasifikovati, analizirati, diskutovati, postavljati hipoteze, smišljati dizajn istraživanja, donositi zaključke, vrednovati, donositi odluke, pisati, predavati i podučavati naučne sadržaje (Lemke, 1990). Kada govorimo naučno mi pomažemo da se produkuje i reprodukuje zajednica ljudi koji dele određene vrednosti i verovanja. Kako se uči jezik nauke? Kao i svi drugi jezici, smatra Lemke, govorenjem, praktikovanjem sa onima koji su njime već ovladali i praktikovanjem u različitim aktivnostima i za različite svrhe (Lemke, 1990). Danijelsonova se zalaže, da uvođenje učenika u žanr discipline bude prirodni deo učenja svakog školskog predmeta: bilo da učenici budu uključeni u nastavne situacije bogate tekstovima i jezikom discipline, ili da učenici budu eksplicitno obučavani žanru discipline kroz meta-tekstualne aktivnosti (Danielson, 2010). Ovaj pristup, preko jezika i prakse jedne naučne discipline, je ujedno i najbolji način kako se uči način mišljenja u toj naučnoj disciplini, odnosno epistemologija određene nauke.

3. Podrška razvoju mišljenja

Iz dosadašnjeg ocrtavanja prirode NP vidi se da se ona ne može realizovati bez planskih napora za podsticanje mišljenja učenika. Razvojno-formativna uloga nastave prirodnih predmeta se ogleda upravo u tome da učenici interiorizuju naučni način mišljenja tako da ga mogu pratikovati i u svakodnevnom životu. Perkins i saradnici se pitaju koja je prava priroda strukture koja osigurava dobro mišljenje (Perkins, Jay & Tishman, 1993). Ne osporavajući postojeće teorije i modele dobrog mišljenja, oni dodaju tri značajne perspektive koje imaju jasne implikacije na obrazovanje. To su: jezik mišljenja, apstraktne pojmovne sheme i refleksivnost (orijentacija ka mišljenju).

Jezik mišljenja se odnosi na reči svakodnevnog jezika kojima se opisuju misaoni procesi i produkti: misliti, zaključivati, pogađati, verovati, hipoteza, dokaz, teorija. Ovaj jezik mišljenja je mnogo više od pukih termina, on podstiče kognitivni razvoj jer zahteva sposobnost za upravljanje samim misaonim procesom, kao i iskazima kojima se misaoni proces saopštava drugima. Već smo naglasili koliki je značaj učenja jezika nauke u kome značajno mesto imaju termini koji označavaju misaone procese naučnika koji istražuje i stvara naučno znanje.

Apstraktne pojmovne sheme obuhvataju epistemološki okvir za izvođenje objašnjenja jer ukazuju na prirodu odnosa među pojmovima. To su, na primer, hijerarhijska struktura, model stadijuma, sistem aksioma, multifaktorska

analiza, analiza odnosa uloženi sredstava i dobiti, odnos uzroka i posledice, sličnosti i razlika i slično. Ovi generički, opšti okviri mogu se prepoznati u svakoj pojedinoj nauci. Podučavanje ovim epistemološkim okvirima trebalo bi da bude osnova naučnog pogleda na svet. U literaturi se može naći još jedna kategorija opštih pojmovnih shema. To su takozvani meta-pojmovi, ili pojmovi drugog reda. Oni ne predstavljaju direktan sadržaj koji se uči već su (nad)pojmovi koji pomažu organizaciju pojmova iz svake nauke, usmeravaju njihovo razumevanje i usvajanje i omogućavaju izgradnju koherentnog sistema povezanih pojmova određene discipline (Pešikan, 1996). Meta-pojmovi čine osnovu za mišljenje višeg reda, oni povezuju mišljenje i epistemologiju određene naučne discipline ili više njih. Preneto na školski teren, sadržaj discipline koja se podučava može se menjati, a da meta-pojmovi ostaju isti. Takav je recimo pojam *hronologija* ili *kontinuitet i promena* (u istoriji), koji kao organizujući principi mogu da povežu različite sadržaje. Za razumevanje životne sredine, recimo važan je pojam *daleka prošlost* (Tren, 2002). To je jedan od ključnih pojmova u geologiji, evolucionoj biologiji, astrofizici i ekologiji, samim tim je jedan od ključnih pojmova za obrazovanje o Zemlji kao sistemu. On se ne pojavljuje direktno u kurikulumima, ali je zato čest u popularnim medijima „milionima i milionima godina unazad“ (Tren, 2002). Daleka prošlost je jedan od pojmova drugog reda i teško ga je savladati zato što se njegovo razumevanje ne može nasloniti ni na šta u našim svakodnevnim životima. Svest o meta-pojmovima u svakoj disciplini je izuzetno značajna za organizaciju nastave/učenja tih predmeta (oni su glavna brana da se učenje naučnih sadržaja ne svede samo na kolekciju specifičnih, često nepovezanih informacija). Odsustvo meta-pojmova u kurikulumima može biti ključna prepreka za dublje razumevanje nauke od strane učenika. Smatramo da bi dalji put saradnje naučnika pojedinih prirodno-naučnih disciplina i psihologa različitih profila mogao da bude u istraživanju i utvrđivanju mreža meta-pojmova u kojima se susreću mišljenje i nauka, viši misaoni procesi i sadržaji različitih prirodno naučnih disciplina.

Treća perspektiva koja opisuje dobro mišljenje, a ima implikacije na obrazovanje je orijentacija ka mišljenju, reflektivnost, odnosno razvoj onih dispozicija koje su potrebne da osoba sve svoje aktivnosti sagledava na osvešćen, promišljajući način. Reflektivnost obuhvata široki spektar svesnosti: otvoren um (za „prijem“ novih i drugačijih mišljenja i ideja), kreativnost, spremnost da se uoče nove perspektive, osetljivost na kontekst u kome se određeni fenomen odvija. Drugim rečima, ove dispozicije opisuju orijentaciju ka kritičkom mišljenju (Perkins et al., 1993).

U nastavi orijentisanoj na učenika i učenje ove karakteristike prepoznajemo u ideji o *relevantnim smislenim aktivnostima* (Ivić i sar., 2003). Ovaj pojam nije samo stručni termin i alatka potrebna za analizu nastave već ima ekspanatorni kapacitet da objasni osnovne procese u toku školskog učenja koji su specifični za predmet koji se uči. Uslovno možemo razlikovati relevantne

misaone aktivnosti nižeg i višeg reda (Antić, 2010). Relevantne misaone aktivnosti nižeg reda su one aktivnosti koje se odnose na sadržaj predmeta, važne su za njega, ali ih karakteriše mehaničko i receptivno usvajanje znanja. S druge strane, relevantne misaone aktivnosti višeg reda su one koje zahtevaju složenije, više mentalne procese (rešavanje problema, zaključivanje i sl.) istovremeno generičke i specifične za prirodu predmeta koji se uči. Drugim rečima, mogu biti osnova za razvoj dobrog mišljenja u nauci i naučnog pogleda na svet.

4. Razvoj razumevanja socio-kulturne perspektive nastanka i upotrebe naučnih znanja i tehnoloških produkata

Nauku stvaraju naučnici, pa se kroz njihove ličnosti odslikavaju socio-kulturne vrednosti koje nose sa sobom i koje su ih oblikovale u toku života. Na primer, u kulturama gde žene ne učestvuju u javnom životu, biće ih manje i u nauci. Više od toga, interpretacija nalaza u istoriji nauke je, ne retko, bila posledica vrednosnih uverenja samih naučnika ili socio-kulturno-istorijskog miljea kome naučnik pripada. Nauka koja se uči u školi trebalo bi da odražava tu perspektivu. Kada učenici razumeju kako naučnici rade i dolaze do naučnih nalaza, ali i gde su granice naučnih zaključaka, onda će sa većim razumevanjem prihvatati naučne nalaze (neće ih nekritično odbacivati ili nekritično prihvatiti). Kada steknu razumevanje da naučno znanje traje kroz vreme, ali je istovremeno podložno reviziji, neće biti zbunjeni promenom ili nestankom nekih naučnih pojmova, objašnjenja ili ideja. Kad se nauka pogrešno shvata kao lista nepromenljivih činjenica dešava se da se celo naučno polje dovodi u pitanje kada se promeni jedan podatak. „Opažanje nauke kao *procesa* unapređivanja našeg razumevanja prirodnog sveta pretvara sliku o nesigurnosti znanja u njenu prednost, a ne slabost“ (McComas, Clough & Almazroa, 2002, str. 12). Učenje o *prirodi nauke* će omogućiti učenicima da rekonstruišu svoja naivna uverenja ili „mitove o nauci“ (Allchin, 2003; 2014). Istovremeno, to će zajedno sa osnovnim naučnim pojmovima biti podloga za kasnije učenje i praćenje nauke tokom celoživotnog učenja. Sve ovo se ne može postići samo učenjem pojmova, zakona i teorija u nauci (AAAS, 1993; 2009; McComas et al., 2002; Ryder, 2001).

Ključni elementi prirode nauke koji bi trebalo da steknu svoj status u nastavnom procesu su sledeći: naučne ideje se menjaju; naučno znanje ima vreme trajanja; nauka zahteva dokaze; nauka je mešavina logike i imaginacije; nauka je složena društvena delatnost; postoje opšteprihvaćeni etički principi u izvođenju istraživanja (AAAS, 1993). Za neke autore akcenat bi trebalo da bude na prirodi objašnjenja u nauci, za druge su nužne i vrednosti prihvaćene u naučnoj zajednici: vredan rad, nezavisnost i otvorenost uma, duboka sumnja prema autoritarnosti i dogmatizmu, zalaganje za otvoreno društvo, pošte-

nje i slično. Kao jedan od pokazatelja NP koji odslikava društveni karakter nauke pojavljuje se i zahtev za razumevanjem organizacije naučne zajednice: strukture naučne zajednice, institucionalne identifikacije, discipline, diseminacije naučnih nalaza, zajedničko vlasništvo nad naučnim znanjima i uloga naučnika u društvenim aktivnostima (AAAS, 2010).

Izdvojićemo još jedan aspekt društvene prirode nauke kao posebno značajan. Kao jedan od ciljeva nastave prirodnih nauka često se navodi razvoj nezavisnog naučnog mišljenja. Filozofi i sociolozi nauke ovu viziju nezavisnosti u naučnom radu smatraju utopijom. Rad koji je najavio otkriće Top kvarka potpisalo je 200 naučnika. Drugim rečima, razvoj NP u školi mora reflektovati ovaj saradnički pristup u naučnom radu. Više od toga, još jedan psihološki konstrukt sve češće dobija svoje mesto u kontekstu analize naučnog rada i razvoja NP. To je koncept *poverenja*. Postoje mišljenja da je veliki deo našeg znanja zasnovan na poverenju i da bi epistemologija kao disciplina morala razmatrati i pitanje poverenja osim pojmovne aparature nauke (Hardwig, 1991). Hardwig razrađuje ovu tezu uvodeći termin *epistemičke zavisnosti*. Dva su aspekta epistemičke zavisnosti posebno značajna. Prvo, kakva je priroda ekspertize i koja sredstva ne-eksperti mogu da koriste da bi znali kome da veruju. Na primer, kritičari teze o klimatskim promenama pozivaju obične ljude da sami izvuku zaključke od fragmenata negativnih dokaza, čime se oslanjaju na popularnu impresiju da je svaka osoba kompetentna da sudi samostalno o dokazima. To, međutim nije zasnovano očekivanje. U najboljem slučaju, mi se oslanjamo na konsenzus međunarodnih panela eksperata da nas vode kroz složenu nauku. Priroda ekspertize bi s toga trebalo da bude jedan od aspekata prirode nauke koje učenici uče, iako se to sada još uvek ne pojavljuje u kurikulumima prirodnih nauka.

Druga dimenzija epistemičke zavisnosti se odnosi na komunikaciju i kredibilitet, kome se može verovati kao pouzdanom izvoru informacija o nauci. Pitanje koje danas postavljaju građani nije više „Šta je istina?“ nego „Kome da verujem?“ (Baram-Tsabari & Osborne, 2015). Konflikt ideoloških, političkih, komercijanih interesa i motiva može lako izobličiti naučne rezultate. Zbog takvih izazova funkcionalna naučna pismenost uključuje pripremu učenika da analiziraju pouzdanost izvora, analizu konteksta pre nego se uopšte i počne sa analizom prezentovanih dokaza i argumenata. Pitanje „Kome da verujem?“ je i pitanje kriterijuma za izbor pouzdanog izvora znanja, što bi u školskom kontekstu otvaralo pitanje kako razvijati kritičko mišljenje i kritičku recepciju. Autori smatraju da ako nastavnici odbace ovo drugo pitanje i čvrsto se drže pitanja „Šta je istina?“, deca neće biti pripremljena za realni svet. Verovatno su nastavnici prirodnih nauka u svom privatnom životu suočeni sa kritičkim preispitivanjem kredibiliteta izvora naučnih nalaza, informacija i dezinformacija kojima su preplavljeni mediji i internet. Razvoj funkcionalne naučne pismenosti njihovih učenika daje puno opravdanja da tu svoju informálnu praksu unesu u formalno podučavanje u školskom kontekstu.

Zbog svega rečenog, među veštinama koje čine NP u novije vreme pojavljuje se i spektar socijalnih veština važnih za nauku: da se jasno i uverljivo razmenjuju naučne informacije, da se pregovara i rešava društveno-naučni problem, da se rešavaju konflikti, da se argumentovano diskutuje, prave kompromisi, donose odluke i bude posvećen (Zeidler & Keefer, 2003).

5. *Praktikovanje nauke*

Praktikovanje naučnog istraživanja u školskom kontekstu je nesumljivo prvi korak u razvoju NP i pomeranju od učenja izolovanih podataka ka sticanju naučnog pogleda na svet (Antić, Pešikan i Ivić, 2015). Otvara se pitanje kako da primenom naučno-istraživačkog postupka učenici bolje razumeju epistemološke aspekte nauke i prirodu naučnog istraživanja. Kada posmatraju ogled koji izvodi nastavnik učenici su u poziciji pasivnog primaoca/po-smatrača i iz njihove perspektive to je veoma slična, tek malo zanimljivija situacija od one u kojoj nastavnik drži predavanje. Ako sami učenici učestvuju u laboratorijskim ogledima i/ili istraživanjima, koji se tradicionalno vide kao primeri dobre prakse školske nauke, učenici će dobiti jasniju sliku, ali je to ipak daleko od istraživanja u realnom svetu nauke. Razlike su brojne: nastavnik je, bez participacije učenika, strukturirao situaciju, odabrao istraživačko pitanje, potrebnu laboratorijsku aparaturu, identifikovao podatke koji se skupljaju, odredio organizuju rada, nije predviđeno ponavljanje, a ako se ne dobije željeni ishod ne traži se revizija eksperimentalne postavke, rezultati nisu predstavljeni drugima zarad kritičke recenzije, i ono što je najvažnije, tačan odgovor se unapred već zna (AAAS, 2010). U školskim uslovima, praktikovanje naučnog istraživanja se lako može unaprediti time što bi se smanjio broj ovako izvedenih eksperimenata, a ostavilo više vremena za eksperimente koji mogu dublje da istraže neko naučno pitanje; ako bi se ostavio prostor za učeničku participaciju (da predviđaju, zaključuju, ali i promišljaju o samom procesu istraživanja) i što više smanjile njihove mehaničke aktivnosti prae-nja recepture u izvođenju laboratorijske vežbe ili eksperimenta. Drugi način unapređivanja školskog praktikovanja nauke je uvođenje istraživačkih aktivnosti učenika koje liče na pravo naučno istraživanje. To znači da individualno, ili u timu, učenici postavljaju istraživačko pitanje, naprave dizajn istraživanja, procene potrebne resurse (vreme i druge potrebe, uključujući cenu istraživanja), izaberu ili prilagode instrumente, naprave probno istraživanje, napišu izveštaj, i na kraju jednako važno, budu izloženi kritičkoj recenziji na koju treba da odgovore (ovo sve, naravno, mora biti prilagođeno uzrastu učenika). Takva istraživanja, ma koliko vremena tražila, po efektima će nadmašiti seriju neproaktivnih demonstracionih ogleda (a po ukupnom vremenu može biti da ovakvo jedno istraživanje traži isto vremena kao veliki broj jednocasovnih laboratorijskih vežbi) (AAAS, 2010).

Zaključak

Termin *naučna pismenost* može obuhvatati široki opseg različitih komponenti oko kojih ne postoji potpuna saglasnost (Holbrook & Rannikmae, 2009). Naučna pismenost ima svojevrsnu metaforičnu upotrebu, jer različitim ljudima znači različito. Ipak, može se na nju gledati kao na slogan koji ukazuje na eksplicitne, implicitne i realizovane namere nekog obrazovnog konteksta. Ima valjanih argumenata da se razumevanje NP proširi i da se u njega uključe i drugi aspekti, kao i pravci delovanja nastavnika u nastavi/učenju koje smo elaborirali u ovom tekstu. Ostaje i dalje otvoreno pitanje kako se NP meri i procenjuje. NP se teško može meriti testovima ili klasičnim formama ocenjivanja, jer, kao što smo videli, ona je mnogo više od učenikovog poznavanja konkretnog sadržaja nauke.

Karakteristike kulture u kojoj živimo traže široku akciju za podizanje osnovne funkcionalne, kao i naučne pismenosti svih građana. Nijedna dosadašnja obrazovna reforma koja je htela da razvija NP nije rešila problem kako da se osigura naučna pismenost odraslih (Shamos, 1995). Ako savremeno društvo zaista hoće da bude uključeno u rešavanje relevantnih tema nauke i tehnologije, moraće se institucionalizovati još neke procedure i sredstva pored obrazovnih. Nije za očekivati da nastava prirodnih nauka obavi ceo posao, niti je realno prebaciti svu odgovornost na nastavnike, dodajući im još jedan zahtev na već podugačku listu očekivanja koje bi trebalo da ostvare. Jedan od puteva za rešavanje tog izazova može biti "otvaranje vrata kabineta" i uključivanje učenika, ali i predstavnika škole, lokalne zajednice i nauke u projekte koji su društveno relevantni, a na nauci zasnovani.

Reference

- Agin, M. L. (1974). Education for scientific literacy: A conceptual frame of reference and some applications. *Science education*, 58, 403–415.
- Aikenhead, G. (1996). Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science, *Studies in Science Education*, (27) 1–52,
- Aikenhead, G. (2001). Students' ease in crossing cultural borders into school science. *Science education*, 85 (2) 180–188
- Allchin, D. (2003). Scientific myth-conceptions. *Science education*, 87 (3) 329– 351,
- Allchin, D. (2014). From Science Studies to Scientific Literacy: A View from the Classroom. *Science & Education*, 23, 1911–1932
- American Association for the Advancement Of Science – AAAS (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York and Oxford: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science – AAAS (2009). *Benchmarks of scientific literacy*. Preuzeto sa <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>

- American Association for the Advancement of Science – AAAS (2010). *Exploring the Nature of Science*. Preuzeto sa <http://www.project2061.org/publications/guides/science.pdf>
- Antić, S. (2007). Zablude u znanju koje ostaju uprkos školskom učenju, Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja, 39 (1). str. 48–68
- Antić, S. (2010). *Kooperativno učenje: modeli, potencijali, ograničenja*. Beograd: Institut za psihologiju Filozofski fakultet
- Antić, S., Jankov, R. i Pešikan, A. (ur) (2005). *Kako približiti deci prirodne nauke aktivnim učenjem*. Beograd: Institut za psihologiju
- Antić, S., Pešikan, A. i Ivić, I (2015). *Vaspitanje i prirodne nauke*. (u štampi).
- Baram-Tsabari, A. & Osborne, J. (2015). Bridging science education and science communication research. *Journal of Research in Science Teaching*. 52, (2). 135–144
- Bussière, P., Hébert, R., & Knighton, T. (2009). *Educational outcomes at age 21 associated with reading ability at age 15*. Ottawa, ON: Statistics Canada, Catalogue No. 81–004-X Vol. 6 No. 2. Preuzeto maja 2015 sa: <http://www.statcan.gc.ca/pub/81-004-x/2009002/article/10896-eng.htm>
- Carlsen, W.S. (2010). Language and Science Learning. In S.K. Abell & N. G. Lederman (eds), *Handbook of Research on Science Education* (str. 57–75). New York: Routledge.
- Coburn, W. W. (1991). World view theory and science education research, *NARST Monograph* No. 3. Manhattan, KS: National Association for Research in Science Teaching
- Cunningham, A.E. & Stanovich, K. E. (2001). What Reading Does for the Mind. *Journal of Direct Instruction*, 1, (2)137–149.
- Danielson, K. (2010). Learning Chemistry: Text Use and Text Talk in a Finland – Swedish Chemistry Classroom. *IARTEM e-Journal*, Vol. 3 (2) 1 – 28
- Dochy, F., De Rijdt, C. & Dyck, W. (2002). Cognitive prerequisites and learning: How far have we progressed since Bloom? Implications for educational practice and teaching. *Active learning in higher education*, 3(3) 265–284
- European Commission (2007). *Key competences for lifelong learning: European reference Framework*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
- Hard, P. D (1998). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. *Science Education*. Vol. 82, Issue 3, 407–416
- Hardvig, J. (1991). The role of trust in knowledge. *The Journal of Philosophy*, 88 (12) 693–708
- Haste, H. (2005). Moral responsibility and citizenship education. In D. Wallace (ed), *Education, arts, and morality: creative journeys* (str. 143–169). New York: Kluwer academic publishers.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education* Vol. 4, No. 3, July, 275–288

- Ivić, I. (1992). Teorije mentalnog razvoja i problem ishoda obrazovanja. *Psihologija*, Vol. XXV, No. 1–2, 7–35.
- Ivić, I. (1996). A Draft of a necessary curriculum theory. In G. Zindović-Vukadinović, S. Krnjajić (eds.), *Towards a modern learner-centred curriculum* (str. 24–47). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- Ivić, I, Pešikan, A i Antić, S. (2003). *Aktivno učenje 2*. Beograd, Institut za psihologiju.
- Kun, T.(1974). *Struktura naučnih revolucija*. Beograd: Nolit
- Lemke, J. L (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Westport, CT: Ablex Publishing Corporation.
- Maienschein, J. (1998). Scientific Literacy. *Science*, New Series, 281 (5379), 917
- McComas, W. F. (2012). The Many Reasons we Teach Science and What Everyone Should Know about How it Works. Presentation on Science and Mathematics Education Conference, Dublin City University 7–9 June. Preuzeto sa http://www4.dcu.ie/sites/default/files/smec/pdfs/W_McComas_SMEC_2012.pdf
- McComas, W.F., Clough, M. & Almazroa, H. (2002). The Role And Character of The Nature of Science in Science Education. In W. F. McComas (ed), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (str. 3–39). New York: Kluwer Academic Publishers.
- Munby, A.H. (1976). Some implications of language in science education, *Science Education*, 60, 115–124
- Organisation for Economic Cooperation and Development – OECD (2013). PISA 2015: draft science framework. Preuzeto sa <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Pavlović-Babić, D. i Baucal, A. (2013). *Podrži me, inspiriši me. PISA 2012 u Srbiji: prvi rezultati*. Beograd: Institut za psihologiju
- Perkins, D. (1992). *Smart schools: from training memories to educating mind*. New York: The Free Press
- Perkins, D., Jay, E. & Tishman, S. (1993). New conceptions of Thinking: from ontology to education. *Educational Psychologist*, 28 (1) 67–85
- Pešikan, A. (1996). *Treba li deci istorija – psihološki problemi učenja/nastave istorije u osnovnoj školi* Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva
- Pešikan, A. (2010). Savremeni pogled na prirodu školskog učenja nastave: sociokonstruktivističko gledište i njegove praktične implikacije. *Psihološka istraživanja*, Vol. 13 (2) 157–185.
- Pešikan, A., Pekić– Quarrie, S., Poleksić, V. and Quarrie, S. (2006). Developing students' professional competencies for decision making by active learning methodology. In M. Slavik and P. Žakova (Eds.), *The public and the agriculture and forestry industries: The role of Higher Education in questioning assumptions and matching expectations* (str. 184–190). Prague: Czech University of Agriculture.
- Pešikan, A. i Šišović, D. (2003): Aktivno učenje – pristup i mogućnosti primene u konceptu obrazovanja za održivi razvoj (*Education for Sustainable Development*). *Zeleni paket u Srbiji: studija potreba za obrazovnim paketom nastavnici-ma u oblasti životne sredine*. Regionalni centar za životnu sredinu za Centralnu i Istočnu Evropu, Kancelarija u Beogradu, str. 34–38

- Romance, N. R., & Vitale, M. R. (1992). A curriculum strategy that expands time for indepth elementary science instruction by using science-based reading strategies: Effects of a year-long study in grade 4. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 545–554
- Roth, W. M. & Calabrese Barton, A. (2004). *Rethinking scientific literacy*. New York: Routledge Falmer
- Ryder, J. (2001). Identifying science understanding for functional scientific literacy. *Studies in Science Education*, 36, 1–44
- Shamos, M. (1995). *The Myth of scientific literacy*. New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press.
- Sjoberg, S. (2002). Science and Technology Education: Current Challenges and Possible Solutions. in E. Jenkins, (ed), *Innovations in Science and Technology Education Vol VIII* Paris: UNESCO.
- Tishman, S. & Perkins, D. (1997). Language of Thinking. *Phi Delta Kappan*, 87, Issue 5, pp .368–375
- Tren, R. D. (2002). Developing The Concept of Deep Time. In V.J. Mayer (ed), *Global Science Literacy* (str. 187–201). New York: *Kluwer Academic Publisher*.
- Vigotski L. (1983). *Mišljenje i govor*. Beograd: Nolit.
- Vitale, M. & Romance, N. (2007). A knowledge-based framework for unifying content-area reading comprehension and reading comprehension strategies. In D. McNammara (ed.), *Reading Comprehension Strategies: Theories, Interventions, and Technologies* (pp 73–104). New York: LEA.
- Zeidler, D. L. & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education philosophical, psychological and pedagogical Considerations. In D. L. Zeidler (ed), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (str 7–41). Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Zeidler, D.L. & Lederman, N. (1989). The effect of teachers' language on students' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, (9) 771–783

DATUM PRIJEMA RADA: 15.05.2015.

DATUM PRIHVATANJA RADA: 18.06.2015.

Scientific literacy and the social constructivist perspective

Slobodanka Antić

Faculty of Special Education and Rehabilitation, University of Belgrade

Ana Pešikan

Faculty of Philosophy, University of Belgrade

The term scientific literacy is already common in our educational rhetoric. Although the term is widely used, there are no papers that analyse the definition of the term and the range it encompasses in Serbia. If scientific literacy is a necessary outcome of education, this analysis is an important base for designing the teaching/

learning process which is intended to develop such an outcome. Therefore, this paper provides an analysis of the concept of scientific literacy (SL), the different viewpoints on SL and the nature of the concept. Furthermore, five key lines as courses of action in the teaching/learning process, necessary for the development of these competencies, are defined: appreciation of students' previous knowledge, encouragement of students' basic functional literacy and reading comprehension skills, the development of students' understanding of the socio-cultural perspective on the origin and use of scientific knowledge and technological products, and practicing of scientific research, either through school science or science applied in the context of cooperation between school and the local community, i.e. in the socio-cultural background where students live.

Key words: scientific literacy, socio-constructivism, development of scientific literacy in school, teaching/learning methods, education