

ZNANSTVENI¹ KURIKULUM KROZ STS PARADIGMU

Antonio Svedružić

Osnovna škola Ljudevita Gaja, Zaprešić

Primljeno, 3. 12. 2007.

Teškoće u učenju znanstvenog sadržaja, neiskrena i mitska slika znanosti i znanstvenika, nedovoljna integriranost tehnoloških i društvenih aspekata znanosti u znanstveni kurikulum, načelna, ali ne i stvarna implementacija modernih metodika u nastavi znanosti, neki su od osnovnih nedostataka znanstvenog obrazovanja. Posljedice su slab interes za znanost, neprimjenjivost znanstvenih znanja u svakodnevnom životu i nedovoljna znanstvena pismenost.

Kao moguću alternativu takvom znanstvenom obrazovanju, autor rada postavlja STS (znanost-tehnologija-društvo) paradigmu. U radu je STS paradigma prikazana kroz četiri aspekta kurikuluma: funkciju, sadržaj, strukturu i slijed.

Ključne riječi: humanistički, kurikulum, STS, znanstveni.

Uvod

Tradicionalni znanstveni kurikulum na osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj razini u nas ističe važnost usvajanja znanstvenih koncepta i razvijanje znanstvenih vještina. Temeljni cilj takvoga znanstvenog obrazovanja zapravo je postizanje »solidnog« fonda znanstvenog znanja, na koji će se učenici moći osloniti pri ulasku na tercijarnu razinu obrazovanja, na kojoj su znanstvene vještine i znanja od iznimne važnosti. Tako konceptualiziran kurikulum, sadržajem »čisti« znanstveni, namijenjen je isključivo maloj, »elitnoj« grupi učenika (Driver i sur., 1996), kojoj je konačni cilj pristup na jedan od znanstvenih ili inže-

¹ »Znanost« u kontekstu ovog rada odnosi se na prirodne znanosti, fiziku, kemiju i biologiju.

njerskih sveučilišnih programa. U literaturi tom se fenomenu obično pridaje sintagma »the pipeline«², a učenička »elita« uglavnom slijedi kanonske³ znanstvene sadržaje i znanstveni način mišljenja (Aikenhead, 2006). Međutim, postavlja se pitanje što je s većinom učenika (Kortland, 2002), nazovimo ih »znanstvenim *outsiderima*« (Aikenhead, 2005), koji sebe ne vide kao buduće znanstvenike ili inženjere, kojima nije bliska tradicionalna kanonska znanstvena ideologija? Trebaju li i oni znanstveno obrazovanje? Kakvo znanstveno obrazovanje njima ponuditi?

Dakako, ne postoji alternativa kada je riječ o tome trebaju li ili ne svi učenici znanstveno obrazovanje, ali druge mogućnosti *kakvo* bi znanstveno obrazovanje trebalo biti svakako postoje, i korisno ih je uvoditi. Prilog tezi o drugim mogućnostima i nužnosti njihova uvođenja u znanstvenom obrazovanju potkrjepljuju mnogobrojni nedostaci tradicionalnoga znanstvenog kurikuluma i uopće tradicionalne znanstvene paradigme, koji u konačnici ima za posljedicu kronični manjak upisanih na bazične sveučilišne znanstvene programe, osobito fiziku i kemiju (Aikenhead, 2006), i znanstveno nepismene građane kao rezultat neadekvatnih znanstvenih pedagogija i metodika (Driver i sur., 1994). Za potkrjepu navedenih teza dovoljno se osvrnuti na liste potpunosti studijskih grupa na našim fakultetima znanosti (www.phy.hr) i na rezultate nekih akcijskih istraživanja o znanstvenoj pismenosti naših građana (Jurđana-Šepić i Milotić, 2007). Ovim nedostacima svakako treba pridodati i *mitsku* sliku znanosti koju grade tzv. »hardcore« znanstvenici i učitelji znanosti (čak 74% učitelja kemije prema studiji Van Driel (2005) su »pipeline« entuzijasti), a kao medijatore pritom iskorištavaju školske znanosti. Time dodatno dogmatiziraju i epistemološki iskrivljuju znanstvenu informaciju, u konačnici i samu prirodu znanosti.⁴ Rezultat je nerazumijevanje apstrakcijom »nabildanog« znanstvenog sadržaja i prirode znanosti (Svedružić, 2007), te njegova

² »The pipeline« (eng. *pipeline*–cjevovod) odnosi se na sukcesivno usvajanje znanstvenog sadržaja kako bi se učenici pripremili (ili prošli npr. prijamni ispit) za sljedeću razinu obrazovanja.

³ Kanonski se odnosi na strogo determinirana pravila učenja znanstvenog sadržaja, metoda, normi i ključnih znanstvenih termina i pojmova.

⁴ »Priroda znanosti« (NOS – Nature of Science) odnosi se na epistemologiju znanosti, znanost kao spoznajni put, vrijednosti i vjerovanja koji su sastavni dio znanstvenih znanja i njihovog razvoja (Lederman, 1992).

neintegriranost u svakodnevno mišljenje i život (Osborne i sur., 2003). Navedene nedostatke potkrjepljuju istraživanja učeničkih stavova o znanstvenom kurikulumu i uopće znanstvenom obrazovanju, koji između ostalog naglašavaju kako je: socijalno sterilan, bezličan, intelektualno dosadan, frustrirajući, izvan svakodnevnog života i osobnih životnih ciljeva (Cleaves, 2005).

Izložena problematika nije egzemplar našega znanstvenog obrazovanja i znanstvenog kurikuluma, već je jednako imanentna svim tradicionalnim znanstvenim sustavima obrazovanja u svijetu koji školsku znanost temelje na zapadnoj znanosti.⁵

Preispitivanje postojećih tradicionalnih znanstvenih paradigmi počinje 70-ih godina, a jedan od prvih impulsa za promjene postojećih edukacijskih matrica bio je Harvardski projekt fizike (Holton i sur., 1970). Projekt, iako sveučilišni, s temeljnim ciljem da promijeni negativan trend upisa na znanstvene programe, imao je i ambiciozan plan – utkati humanističke aspekte u tradicionalne sadržaje znanosti. Atribut »humanistički«, u kontekstu projekta, ali i uopće u znanstvenoj literaturi, kao i u ovom radu, odnosi se na prirodu znanosti, socijalne aspekte znanosti, kulturu znanosti i ljudski karakter znanosti (Aikenhead, 2006).

Ekstenzivna evaluacija Harvardskog projekta pokazala je pozitivne trendove, kako u znatnijoj studentskoj participaciji u znanstvenim programima, tako i u prihvaćanju humanističkih sadržaja u nastavi znanosti. Time počinje novo razdoblje alternativnih znanstvenih politika koje počinju razvijati znanstvene kurikulume protkane humanističkim ciljevima, i radikalno mijenjati mišljenje o samoj školskoj znanosti.

Iz jedne od alternativnih politika početkom 70-ih godina proizašla je STS (Science–Technology–Society) paradigma znanstvenog obrazovanja. Ukratko, STS se temelji na znanstvenom kurikulumu koji jače integrira znanstveno, tehnološko i društveno obrazovanje (Solomon, Aikenhead, 1994). Razvoj te paradigme bio je posljedica, kako nedostataka u sustavu tradicionalnoga znanstvenog obrazovanja (u gornjem tekstu navedenih), tako i »krize socijalne odgovornosti«, kad se radi o problemima: nuklearnog oružja, nuklearne energije, održivog razvo-

⁵ »Zapadna znanost« odnosi se na znanost koja je proizašla iz europskog i američkog znanstvenog naslijeđa, na čijoj je filozofiji i metodologiji izgrađena tradicionalna školska znanstvena paradigma.

ja, populacijske ekspanzije, biotehnologije, genetičkog inženjerstva i informacijske tehnologije (Solomon, 2004). Američki filozof Roszak (1972) tvrdi da je STS pristup zapravo proizašao iz naše nebrige za okoliš i upotrebe nuklearnog oružja.

U svome začetku STS kurikulum integriran je isključivo u sveučilišne znanstvene kurikulume temeljnih prirodnih znanosti, s težnjom za jačom humanističkom obojenošću nastave znanosti i boljim razumijevanjem interakcije znanosti, tehnologije i društva. Danas ga mnogi obrazovni sustavi u svijetu integriraju, u različitim formama i pod raznim imenima, u vlastite školske znanstvene kurikulume, kao što su: »*science–technology–citizenship*« (Kolsto, 2001), »*nature–technology–society*« (Andersson, 2000), »*science for public understanding*« (Eijkelhof, Kapteijn, 2000), »*citizen science*« (Cross i sur., 2000), »*COPHY-contextual physics*« (Song, 2004), »*public awareness of science*« (Solomon, 2003). Navedeni kurikulumi temelje se na istoj STS filozofiji, a cilj im je povećati znanstvenu pismenost⁶ budućih građana i omogućiti, kako kaže Fensham (2007), znanost svima (»*science for all*«). Ono što tradicionalne pristupe znanstvenom obrazovanju razlikuje od STS⁷ (ili humanistički) obojenih, ponajbolje opisuje dihotomija ciljeva, vrijednosti i ideologija koju zastupaju, a koje su prikazane u *tablici 1*. Pritom je svakako nužno istaknuti kao humanistički pristup ne isključuje u potpunosti sve ciljeve tradicionalne školske znanosti, isključivo orijentirane prema čistom znanstvenom sadržaju, čime ispunjava interese učeničke »elite«, ali i ostalih učenika koji sebe ne vide kao buduće znanstvenike.

⁶ Pojam znanstvena pismenost i što znači biti znanstveno pismen možda ponajbolje opisuje Arons, prema kome uz poznavanje metoda znanosti, normi znanosti, ključnih znanstvenih termina i pojmova, znanstveno pismena osoba mora imati sposobnosti: prepoznati kako su znanstveni pojmovi stvoreni kreativnošću i maštom znanstvenika, razumjeti razliku između zapažanja i zaključivanja, razumjeti namjeru postavljanja i testiranja hipoteza, razumjeti da su znanstveni koncepti kreirani, ne slučajno otkriveni, te stjecati svijest o interakciji znanosti i društva (Arons, 1983, prema Laugksch, 1999).

⁷ Pojam STS i humanistički u ovom radu su istoznačnice.

Tablica 1. Osobitosti humanističkog pristupa nastavi. Svaki red u tablici opisuje što »uključuje« odnosno »uglavnom ne uključuje« STS (humanistički) pristup školskoj znanosti.

Uključuje	Uglavnom ne uključuje
Uvođenje i socijalizaciju u učeničku lokalnu, nacionalnu i globalnu zajednicu koja je uvelike oblikovana znanosti i tehnologijom.	Uvođenje, socijalizacija (kulturalizacija) u znanstvenu disciplinu.
Građansku spremnost za svakodnevni život.	Profesionalnu izobrazbu za znanost i »znanstveni svijet«.
Razumne građane koji prepoznaju socijalnu i kulturnu dimenziju znanstvene prakse i njezine posljedice.	Sažete kanoničke ideje znanstvenog sadržaja, često dekontekstualizirane od svakodnevnog života i postavljene u trivijalni svakodnevni kontekst.
Pažnju na: temeljnu znanost, »graničnu« znanost i građansku znanost.	Naglasak samo na temeljnu znanost.
Multiznanstveni pristup (uključuje i »prirodenu znanost«).	Monoznanstveni pristup utemeljen na univerzalizmu Zapadne znanosti.
Razumijevanje prirode znanosti i znanstvenika.	Razumijevanje kanoničke znanosti.
Moralno shvaćanje vođeno vrijednostima, brigom za ljude i znanstvenim rasuđivanjem.	Isključivo znanstveno shvaćanje i korištenje znanstvenog načina mišljenja.
Videnje svijeta kroz oči učenika i odraslih.	Videnje svijeta kroz oči samih znanstvenika.
Učenje kao međudjelovanje sa svakodnevnim životom koje uključuje intelektualno ispunjenje, osobne promjene, formiranje osobnog identiteta, prepoznavanje političke snage i socijalne akcije.	Učenje kao intelektualni zadatak fokusiran na stjecanje znanstvenog znanja i znanstvenog načina mišljenja.

Potaknut pozitivnim rezultatima u edukacijskim istraživanjima koja proučavaju problematiku znanstvenog obrazovanja kroz STS pristup, kao i malenim brojem tekstova koji istražuju STS (u nas 90% tekstova istražuje konstruktivističku paradigmu), ovaj rad zamišljen je kao kratak pregled osnovnih odrednica STS kurikuluma. Ostali aspekti STS paradigme: politike kurikuluma, povijesni i filozofski razvoj ideja, razvoj razrednih materijala, odnos učitelja i učenika prema STS-u, učenje

u kontekstu STS-a, sumativno i formativno vrednovanje kao i tehnike vrednovanja, nisu prikazani u kratkom pregledu ovog rada.

STS kurikulum

Razvijajući koncept znanstvenog obrazovanja koji snažnije integrira znanost, društvo i tehnologiju, Aikenhead i Solomon (1994) postavljaju i analiziraju STS znanstveni kurikulum kroz četiri aspekta:

- a. *Funkcija* (što su ciljevi poučavanja znanosti kroz STS),
- b. *Sadržaj* (što je nužno poučavati),
- c. *Struktura* (na koji način integrirati STS sadržaje u tradicionalnu školsku znanost),
- d. *Slijed* (na koji način oblikovati STS sadržaje).

Funkcija

Kad se govori o funkciji STS kurikuluma, korisno ga je između ostalog sagledati kao reakciju na deficit *važnosti* u tradicionalnom znanstvenom kurikulumu, a koja je istodobno temelj STS (humanističke) filozofije. Važnost je dvosmislen pojam koji se može sagledati s dva aspekta: »Važnost komu? Učenicima, roditeljima, zaposlenicima, političarima i učiteljima?«, i »Važnost za što? Svakodnevni život, posao, buduće obrazovanje, hobi, biti građanin, biti znanstvenik?«. U kontekstu STS (humanističkog) znanstvenog obrazovanja i njegove funkcije, nema alternative pitanju, »važnost komu?«. STS pristup uvijek je orijentiran prema učeniku koji je u središtu obrazovnog procesa, dok se učenje odvija proučavanjem znanosti kroz integraciju u tehnološko i društveno okruženje učenika. Od učenika se očekuje razumijevanje svijeta koji ga okružuje, a kako bi u tome uspio, on traži smisao u svom društvenom, umjetno konstruiranom i prirodnom okruženju. Efikasnu harmonizaciju i razumijevanje odnosa između društva, tehnologije i znanosti pomažu suvremene metodike i didaktike koje primjenjuje učitelj (konstruktivizam prema znanstvenom humanizmu). S druge strane, tradicionalni znanstveni kurikulum samo načelno i statički pozicionira učenika u središte obrazovnog procesa, a u stvarnosti je okrenut nastavniku i znanstvenom sadržaju.

»Važnost za što?« s druge je strane političko pitanje i zapravo implicira drugo pitanje: »Tko odlučuje što je važno?«. Fensham (2000)

upozorava na sedam kategorija *važnosti* kojima pridružuje grupe koje odlučuju o *važnosti*. Humanistički STS znanstveni kurikulum integrira elemente *wish-they-knew science* (o *važnosti* odlučuju: znanstvenici, učitelji, obrazovni stručnjaci), ali i elemente *enticed-to know science* (mediji i Internet), *have-cause-to know science* (stručnjaci u interakciji s javnošću i svakodnevnim problemima), *personal-curiosity science* (sami učenici), *functional science* (ljudi zanimanjem vezani uz znanost), *science-as-culture* (kulturni interpretatori koji određuju koji aspekti znanosti obuhvaćaju sadržaje lokalne, nacionalne i globalne kulture). Kategorije *važnosti* koje ističe Fensham, sa stajališta STS pristupa nisu jednoznačno favorizirane, već su sve jednako važne. Cilj humanističkog STS znanstvenog kurikulumu u konačnici je naučiti učenika i studenta *kako učiti* znanstveni sadržaj čiji kontekst pronalazi osobno u svom okružju, društvenom i tehnološkom, ne izostavljajući ni jedan neformalni (znanstveni seminar, radionica) i informalni (mediji, Internet, izložbe) oblik učenja znanstvenog sadržaja. Takav pristup obrazovanju danas je etabliran kroz paradigmu cjeloživotnog učenja.

Kako bi distinkcija između tradicionalnih i STS ciljeva u kontekstu znanstvenog kurikulumu bila jasnija, prikazana je Waksova i Prakashova proširena grupa ciljeva. Ciljevi STS-a koje donosi dvojac autora odnose se na: *spoznajnu kompetenciju* – koja je vezana uz standardizirano znanje i vještine nužne za ispravno izražavanje o STS problematici (npr. očuvanje energije ima različito znanstveno značenje od onog u svakodnevnom životu), *racionalno/akademski* – razumijevanje epistemologije i sociologije znanosti kako bi se bolje razumjela priroda znanosti i znanstveno istraživanje kad se prakticira STS problematika (npr. znanstvena znanja nisu neovisna o teoriji, društvenim i kulturnim utjecajima, postignuta su znanstvenim konsenzusom, a epistemologija može imati političke dimenzije), *osobni* – učenici bolje razumiju svakodnevni život (npr. novac investiran u materijal za izolaciju omogućuje nam uštedu energije), *društveno djelovanje* – sudjelovanje u odgovornim političkim akcijama (npr. biranje onoga što kupujemo s obzirom na njegove efekte na globalno okružje).

Sva četiri cilja imaju svoje mjesto unutar pojedinoga znanstvenog kurikulumu, neki pritom veći prioritet od ostalih. Tako, na primjer, četvrti cilj – *društveno djelovanje* – dobiva veći prioritet u predmetima koji se bave ekologijom i problemima okoliša, dok drugi cilj – *racionalno/akademski* ima fundamentalnu važnost osobito u nastavi prirodnih znanosti. U nastavi fizike i kemije, u suvremenom pristupu, pre-

ma tome i u STS-u, nije dobro prezentirati znanstvene informacije u njihovu konačnom obliku jer se time unosi epistemološka bezbojnost i iskrivljuje sama priroda znanosti. Znanstveni sadržaj time postaje pseudoznanstveni, a znanstvena informacija gubi svoju znanstvenost i postaje dogma. Znanstveni modeli kroz STS pristup grade znanstvenu informaciju kroz kontekst otkrića, ne izostavljajući pritom njihovu povijesnu, filozofsku i društvenu dimenziju. U tom kontekstu, učenje znanosti svodi se na učenje čistoga znanstvenog sadržaja, ali i na učenje spoznaja o prirodi znanosti, dakle o tome kako znanost radi i kako se znanstveno znanje razvija. To obuhvaća spoznaju o:

- promjenjivosti znanstvenih znanja i spoznaja,
- razlici između zapažanja i zaključivanja u znanosti,
- subjektivnosti i objektivnosti u znanosti,
- odnosu kreativnog i racionalnog u znanstvenom istraživanju,
- društvenom i kulturnom utjecaju na znanost,
- razlici između znanstvenih teorija i zakona,
- neuniverzalnosti znanstvene metodologije.

Provedena akcijska istraživanja koja provjeravaju poznavanje elemenata prirode znanosti i znanstvenog istraživanja pokazuju da učenici, studenti i budući učitelji znanosti nemaju jasnu sliku o tome kako znanost radi i kako se znanstveno znanje razvija. Jedno takvo istraživanje pokazalo je da postoji skromna proporcija učenika koji imaju ispravna stajališta o znanstvenim teorijama i zakonima, utjecaju društva na znanstvena istraživanja, utjecaju ljudske mašte i kreativnosti u znanosti i metodologiji znanosti (Svedružić, 2007).

Sadržaj

Kad je riječ o znanstvenom sadržaju unutar kurikulumu, nužno je istaknuti distinkciju između sveučilišnih i školskih STS sadržaja. Sveučilišni je sadržaj relativno apstraktan, dok je školski okrenut konkretnim iskustvima učenika, koji pružaju pojednostavljenu, pošteni perspektivu ljudskih i društvenih gledišta prema znanosti. Ziman (1984) ističe dva tipa društvenih problema koji su u žarištu STS pristupa, a koji su dio STS školskog sadržaja. *Prvo*, društvena pitanja koja postoje *izvan* znanstvene zajednice i povezuju znanost i društvo, kao što su teme očuvanja energije ili ekologije. *Drugo*, društveni aspekti znanosti

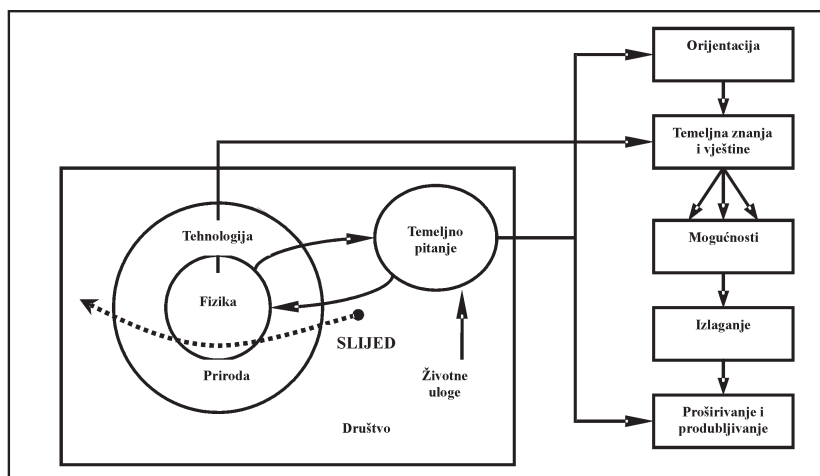
koji se razmatraju *unutar* znanstvene zajednice, a odnose se na teme društvene epistemologije znanosti, prirode znanosti i rasprave o znanstvenim ishodima eksperimenata (npr. rasprave oko problema rezultata dobivenih eksperimentom hladne fuzije).

Sagleda li se sadržajno tradicionalni znanstveni kurikulum, s obzirom na društvena pitanja unutar i izvan znanstvene zajednice, uviđa se kronični nedostatak društvenih, povijesnih i filozofskih aspekata znanosti. Ti aspekti znanosti u tradicionalnom kurikulumu dolaze isključivo u formi činjenica (datumi, imena, kratke biografije znanstvenika i znanstvenih događaja), neadekvatno distribuirani u udžbeničkoj literaturi (izdvojeni iz glavnog djela teksta), te potpuno dekontekstualizirani (enciklopedijski prikazi fundamentalnih znanstvenih otkrića). Takav pristup stvara hibridne znanstvene modele, u kojima su poznati povijesni i filozofski modeli toliko osakaćeni da gube svoje epistemološke korijene i stapaju se s novim entitetima (Krsnik, 2005). STS pristup s druge strane konfliktne znanstvene situacije iz povijesti i filozofije znanosti prezentira učenicima kao temeljni sadržaj, kontekstualiziran u obliku problemskih situacija. Tako modeliran znanstveni sadržaj koji vjerno reproducira nepatvoreno povijesno i filozofsko izvorište, ne isključujući njegove tehnološke i društvene implikacije, može poslužiti kao sadržaj za učenje znanosti. To je upravo ono na čemu se zasniva sadržaj STS pristupa.

Slijed

Na koji su način oblikovani STS sadržaji najbolje je sagledati na razini poučavanja i učenja nastavnih jedinica. Opći format STS znanstvene jedinice prikazan je *slikom 1*, a kao primjer je uzet Nizozemski projekt PLON (Physics Curriculum Development Project), tema iz znanosti (fizike) za srednjoškolsku populaciju. Nastavne jedinice počinju s orijentacijom, uvođenjem temeljnih pitanja o problemima iz svakodnevnog (društvenog) života učenika, koji su njima važni, uzimajući u obzir njihovu ulogu korisnika i građana u društvu. Drugi dio nastavne jedinice okrenut je znanstvenom sadržaju i vještinama, kako bi se odgovorilo na temeljni problem. Taj dio odnosi se na proučavanje i učenje čistoga znanstvenog sadržaja. Nastavak slijedi prezentacijom mnogobrojnih mogućnosti u kojima grupe učenika rade samostalno, a zatim u raspravi prezentiraju svoje zaključke i izlažu ih ostalima u grupi. Posljednji dio nastavne jedinice okreće se ponovno temeljnom pitanju,

gdje se znanstveni koncepti i vještine proširuju i produbljuju s primjenom na situacije u kojima je istaknuto pitanje: Je li nam naučena fizika pomogla da pronađemo odgovore, kako bismo bili sposobni nositi se s tehnologijom, donositi korisničke i građanske odluke, te rješavati probleme koji se odnose na društvo i znanost? Taj okret prema temeljnom pitanju – prema društvu – esencijalan je zbog toga što je odraz važnosti našeg učenja znanosti.



Slika 1. Opći format nastavne (znanstvene) jedinice kroz STS slijed

Dakle, koncept slijeda prema STS pristupu počinje unutar društvenog područja i pomiče se kroz područje tehnologije i područje temeljne znanosti, a zatim se vraća kroz tehnološko u društveno područje. Vraćanje u tehnologiju određena je prednost, jer su prethodno učenici već bili upoznati s njome. Slijed na kraju završava unutar društvenog okružja. U toj fazi učenici često postavljaju ključna pitanja o društvenim problemima, donose zaključke i predlažu ozbiljna rješenja na osnovi dubinskog razumijevanja relevantnih znanstvenih sadržaja, određene tehnologije i svijesti o sustavu vrijednosti društva u kojem žive. Tako, na primjer, grupa može odlučiti kakvu politiku treba voditi prema mjesnoj električnoj upravi, kada je riječ o problemu visokonaponskih dalekovoda ili na koje načine možemo tumačiti proturječna znanstvena stajališta u novinskim člancima.

STS pristupom tradicionalni znanstveni sadržaj nije dan izravno, već je ugrađen u društveno-tehnološki kontekst. Kontekst se izabire na temelju njegova punog značenja za učenike i znanstvenog sadržaja, koji logično proizlazi iz konteksta i potrebe za poznavanjem temelja. Sa stajališta učenika, sadržaj znanosti izgleda kao da se razvija iz logičkog slijeda realnih životnih situacija. Ovakav pogled je u kontrastu prema tradicionalnom znanstvenom kurikulumu i njemu svojstvenom slijedu, koji determiniraju znanstveni (akademski) krugovi i njihova sistematska konceptualizacija prirode. STS usmjerena nastava pridaje više pozornosti učenicima nego što je znanstveno orijentirana. Dihotomija između znanstvenog pogleda na prirodu i učenikova pogleda na svakodnevni svijet, osnovna je razlika između tradicionalnog znanstvenog kurikuluma i onoga usmjerenog prema STS-u.

Primjer jedne nastavne jedinice, »*Ionizacijsko zračenje*« prema PLON projektu (Kortland, 2005).

Temeljno pitanje u nastavnoj jedinici »ionizacijsko zračenje« jest: Je li prema vašem stajalištu prihvatljiva primjena ionizacijskog zračenja? Nastavna jedinica počinje orijentacijom, izlažući brojne svakodnevne situacije u kojima bi korištenje ionizacijskog zračenja moglo biti štetno, dajući ideje o prirodi koncepta rizika. Sljedeći dio nastavne jedinice sadržava temeljne informacije o prirodi, učincima i izvorima X-zraka i radioaktivnosti. Koncepti za procjenu rizika dani su kroz čisti znanstveni sadržaj, kao što je: poluživot jezgara, aktivnost, doza i genetički efekti. Nakon rada na temeljnim znanstvenim informacijama, grupe učenika počinju raditi neovisno na svakoj od triju opcija: nuklearna energija, nuklearno oružje i korištenje zračenja u medicinske svrhe. Povratne informacije o rizicima i sigurnosnim aspektima za svaku od analiziranih opcija upotrebe izlažu se svima u razredu. U posljednjem dijelu nastavne jedinice proširivanjem i produbljivanjem analiziraju se i vrednuju osobni i socijalni rizici (osobni rizici odnose se na upotrebu ionizacijskog zračenja u medicinske svrhe, a socijalni na odlaganje radioaktivnog otpada u prirodi). Konceptualni okvir za evaluaciju rizika prezentiran je kroz pitanja o prednostima i mogućnostima izbjegavanja rizika.

Struktura

Različiti STS (humanistički) usmjereni znanstveni kurikulumi različito su integrirani u tradicionalne znanstvene kurikulume. Solomon i Aikenhead (1994) donose osam kategorija STS pristupa tradicionalnom znanstvenom kurikulumu s obzirom na kriterij: strukture sadržaja (udjel STS sadržaja i tradicionalnoga znanstvenog sadržaja, te način na koji su

oni povezani), vrednovanje učenika (procjena je relativna) i konkretnih primjera (etablirani projekti u znanstvene kurikulume).

Prva kategorija odnosi se na *motivaciju u sklopu STS konteksta*. U sklopu te kategorije tradicionalna školska znanost ostaje konceptualno i strukturalno nepromijenjena, a STS sadržaji služe kako bi nastavu znanosti učinili interesantnijom. Uloga i utjecaj tako kreiranog STS sadržaja je malena, a evaluaciju determinira čisti znanstveni sadržaj. U ovoj kategoriji ne postoje primjeri projekata, kao ni rezultati istraživanja u kojima bi se STS sadržaj iskoristio kao motivacija. Međutim, istraživanja pokazuju da ukoliko nastavni sadržaj nisu evaluirali nastavnici, ne može se očekivati niti da ga svladaju učenici. Dakle, samo motiviranje STS sadržajem malo obećava u pogledu ispunjenja STS ciljeva.

Druga je kategorija *usputno nadopunjavanje STS sadržajima*. Ovim se pristupom u tradicionalni znanstveni kurikulum integriraju kratke studije STS sadržaja, ne više od 2 sata u semestru, objedinjene u jednoj temi, pri čemu znanstveni i STS sadržaji nisu koherentni. Vrednovanje se uglavnom provodi na čisti znanstveni sadržaj i samo površno (prepoznavanje) na STS sadržaj (95% znanost, 5% STS). Edukacijski efekti nadopunjavanja STS temama, koje mogu biti prezentirane u obliku kratkih anegdota u razrednoj raspravi, nisu pokazale neke važnije učinke kod učenika, u pogledu svjesnosti i važnosti STS problematike kao i uspjehu na testovima čistoga znanstvenog sadržaja. SATIS (Science and Technology in Society) u Velikoj Britaniji primjer je integracije STS sadržaja usputnim nadopunjavanjem STS sadržajima.

Nadalje, treća je kategorija *ciljano nadopunjavanje STS sadržajima*. Integracija sadržaja u sklopu ove kategorije provodi se povezivanjem tradicionalnih znanstvenih sadržaja s nizom kratkih STS studija. Na taj se način STS sadržaj može sistematski istraživati u kontekstu čistoga znanstvenog sadržaja. Takva je forma izrazito koherentna i čvrsto povezuje STS (humanistički) i klasični znanstveni sadržaj. U sklopu te kategorije implementirani su mnogi projekti, a najvažniji su svakako već spomenuti *Harvard Project Physics*, kao i projekti *Science and Societal Issues (SAD)* i *Interactive Teaching Units for Chemistry (VB)*. Ispunjenje obrazovnih ciljeva u kontekstu ove kategorije, sumativnim kvazi-eksperimentalnim studijama (Tsai, 1999) pokazalo je da su učenici i studenti involvirani u projekt (eksperimentalna grupa) sposobniji primjenjivati znanstvene koncepte u novim okolnostima (kreativno i kritičko mišljenje) i razumjeti društvena pitanja izvan i unutar znanstvene zajednice. Istodobno, stajalište prema znanosti, nastavi znanosti i

učenju znanstvenih sadržaja značajno je pozitivnije, dok je svladavanje tradicionalnoga znanstvenog sadržaja u komparaciji s kontrolnom neeksperimentalnom grupom ostalo nepromijenjeno. Dakle, učenici svladavaju jednako dobro STS sadržaje kao i čiste znanstvene sadržaje.

STS pristupa školskoj znanosti od kategorije 5. do 8. koje s obzirom na strukturu STS znanstvenog kurikulumu nisu pojedinačno analizirane. Kako se radi o integraciji koja kvantitativno obuhvaća od 30% STS sadržaja (kategorija 5. *prirodne znanosti kroz STS sadržaj*), do 100% STS sadržaja (kategorija 8. *čisti STS sadržaj*), evidentno je da su STS sadržaji unutar tih kategorija u fokusu poučavanja. Znanstveni sadržaji navedeni su samo usputno, u općoj formi. Takvim pristupom sadržaju koji inzistira isključivo na učeničkom znanju STS problematike, kod učenika se može formirati predominantno gledište na STS teme iz njegova kulturnog i medijskog okružja. S druge strane, čisti znanstveni sadržaj se ne vrednuje, što neminovno povlači pitanje je li takva integracija STS sadržaja u znanstveni kurikulum uopće znanstveno obrazovanje? Napokon, postavlja se pitanje i gdje je tu uopće znanost?

Umjesto zaključka

Ostavimo li na stranu retoriku, dobre namjere i entuzijazam, pa postavimo racionalno pitanje: Imaju li učenici koristi od učenja znanosti kroz STS (humanistički) pristup? Promovira li STS znanstveni kurikulum doista »znanost za sve«? Svakako, na osnovi kratkog pregleda kurikulumskih značajki prikazanih ovim radom ne mogu se dati posve egzaktni odgovori, to više što argumenti u prilog STS pristupa znanosti i njegove implementacije u školski kurikulum često ističu ispunjenje »uzvišenih« ciljeva kao što su »stvaranje mudrih donositelja odluka, ojačano građanstvo, osviještenu demokraciju, respektabilne građane, društveno odgovorne skupine znanstvenika i inženjera« (Solomon, Aikenhead, 1994). Ovako definirani ciljevi uključuju iznimno kompleksne psihološke i sociološke interakcije koje se u pravilu zbog svoje kompleksnosti opiru evaluaciji. Stoga uzvišeni ciljevi čine slab kriterij za evaluaciju rezultata učenika kroz STS poučavanje. Međutim, većina STS znanstvenih kurikulumu prihvaća četiri zajednička temeljna cilja: povećanje *znanstvene pismenosti* građana, stvaranje interesa kod učenika za znanost i tehnologiju, poticanje interakcije između znanosti, tehnologije, i napokon, pomoć učenicima da postanu bolji kritički mislioci, te da kreativno rješavaju probleme i donose kvalitetne građanske

odluke.⁸ Svrha promoviranja navedenih ciljeva nije isključivo korist koja se namjerava dobiti, već su oni uvelike pod utjecajem dubljih filozofskih promišljanja, kao što su, između ostalog, kakvo smo društvo i kakvo društvo želimo biti. Dakle, kada se analiziraju mogućnosti ispunjenja navedenih ciljeva, korisno se osvrnuti na rezultate interpretativnih (kvalitativnih) paradigmi (akcijska istraživanja, studij slučaja, istraživanje i razvoj). Istraživanja upućuju na nekoliko egzaktnih znanstvenih činjenica. Učenici koji participiraju u STS humanističkom kurikulumu u komparaciji s onima koji prakticiraju tradicionalni znanstveni kurikulum su:

- poboljšali svoje razumijevanje društvenih pitanja, kako *vanjskih* tako i *unutarnjih* (priroda znanosti) u odnosu prema znanosti i interakciji između znanosti, tehnologije i društva (ispunjenje tih ciljeva ovisi o humanističkom sadržaju koji je važan za učitelja kao procjenjivača),
- znatno poboljšali svoj odnos prema znanosti, nastavi i učenju znanosti kao rezultat učenja kroz STS humanistički kurikulum,
- stvorili skromne, ali značajne rezultate u razvoju sposobnosti mišljenja, kao što je sposobnost primjene znanstvenog sadržaja u svakodnevним situacijama, kritičko i kreativno mišljenje i stvaranje odluka,
- jednako uspješni u svladavanju tradicionalne znanstvene materije predmeta (trenutačno), ali i na nekoj od sljedećih razina znanstvenog obrazovanja (srednja škola ili fakultet) (Wiesenmayer i Rubba, 1999).

Iz navedenih znanstvenih činjenica nedvojbeno je kako učenici i studenti mogu imati koristi od učenja znanosti preko STS kurikuluma. STS-om usmjereno znanstveno obrazovanje stoga osigurava vidljivu prednost učenicima, dakle *svima*, koji žele poboljšati svoju znanstvenu pismenost, te razviti kreativno i kritičko mišljenje, pritom ne izostavljajući učenje čistih znanstvenih spoznaja. Znanstveno obrazovanje mora biti obrazovanje za znanost, što ono dakako i jest, ali i obrazovanje o znanosti i njezinoj povezanosti s društvom i tehnologijom. U tom smislu nužno je osigurati neke uvjete kako bi nastava znanosti bila učinkovita: prvo, poučavanje kroz STS mora biti integrirano u tradicionalni znanstveni kurikulum minimalno kroz kategoriju 3, drugo, dostupnost

⁸ Npr. »treba li dopustiti odlaganje nuklearnog otpada u našoj sredini?« ili »treba li postaviti vojne radare na Biokovo?«.

odgovarajućih nastavnih materijala i treće, pozitivnu orijentaciju učitelja prema STS znanstvenom poučavanju.

Literatura

- Aikenhead, Glen (2006), *Science Education for Everyday Life: Evidence-Based Practice*. New York and London: Teachers College Press.
- Aikenhead, Glen (2005), »Research into STS science education«, *Education Quimica* 16 (3), str. 384–397.
- Driver, Rosalinde (1996), *Young People's Images of Science*, Buckingham: Open University Press.
- Driver, Rosalinde (1994), »Constructing scientific knowledge in the classroom«, *Educational Researcher* 23, str. 5–12.
- Fensham, Peter (2007), »Competences, within and without: new challenges and possibilities for scientific literacy«, Paper presented at the Linnaeus symposium: Promoting scientific literacy, Linnaeus.
- Jurdana-Šepić Rajka i Milotić, Branka (2007), »Što nam uopće ostane iz fizike – provjera prirodoznanstvene pismenosti«, Zbornik radova VIII. hrvatskog simpozija o nastavi fizike, nastava fizike za prirodoznanstvenu pismenost, HFD, u tisku.
- Kortland, J. (2005), »Physics in personal, social and scientific contexts«, 2nd International IPN YSEG Symposium, Context-Based Science Curricula.
- Kršnik, Rudolf (2005), »Poruke aktualnih istraživanja o uporabi modela u nastavi fizike«, Zbornik radova VII. hrvatskog simpozija o nastavi fizike, uloga modela i modeliranja u suvremenoj nastavi fizike, HFD, str. 10–18.
- Laugksch, Rudiger (1999), »Scientific literacy: a conceptual overview«, *Science Education* 84 (1), str. 71–94.
- Lederman, Norman i sur. (2002), »Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science«, *Journal of Research in Science Teaching* 39, str. 497–521.
- Osborne, Jonathon (2003), »Breaking the mould? Teaching science for public understanding: Lessons from the classroom«, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia.
- Holton, Gerald (1970), *Project Physics Course*, New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Svedružić, Antonio (2007), »Razumijevanje prirode znanosti i znanstvenog istraživanja«, Zbornik radova VIII. hrvatskog simpozija o nastavi fizike, nastava fizike za prirodoznanstvenu pismenost, HFD, u tisku.

- Solomon, Joan i Aikenhead, Glen, (1994), *STS Education: International Perspectives on Reform*, New York: Teachers College Press.
- Solomon, Joan (2004), »Physics, Technology and Society«, Proceedings of the International Conference on Physics Education in Cultural Contexts, Cheongwon.
- Song, Jinwoong (2004), »Yet another paradigm shift?: From minds-on to hearts-on«, Proceedings of the International Conference on Physics Education in Cultural Contexts, Cheongwon.
- Tsai, C (1999), »The progression toward constructivist epistemological views of science: A case study of the STS instruction of Taiwanese high school female students«, *International Journal of Science Education* 21, str. 1201–1222.
- Van Driel i sur. (2005), »The conceptions of chemistry teachers about teaching and learning in the context of a curriculum innovation«, *International Journal of Science Education* 27, str. 303–322.
- Wiesenmayer, Randall i Rubba, Peter (1999), »The effects of STS issue investigation and action instruction versus traditional life science instruction on seventh grade students' citizenship behaviors« *Journal of Science Education and Technology* 8 (2), str.137 144.
- Ziman, John (1984), *An Introduction to Science Studies: The Philosophical and Social Aspects of Science and Technology*, Cambridge: Cambridge University Press.

THE SCIENTIFIC CURRICULUM THROUGH THE STS PARADIGM

Antonio Svedružić

Some of the basic drawbacks of scientific education are difficulties in learning the scientific content, the dishonest and mythical image of science and scientists, the insufficient level of integration of the technological and social aspects of science into the scientific curriculum and the principled, but not real implementation of up-to-date methods in science teaching. The results are a low interest in science, the inapplicability of scientific knowledge in everyday life and the insufficient scientific literacy.

The author of this study puts the STS paradigm (science-technology-society) as one of the possible alternatives to such scientific education. In this work, the STS paradigm is shown through four aspects of the curriculum: function, content, structure and sequence.

Key words: curriculum, humanistic, scientific, STS.