

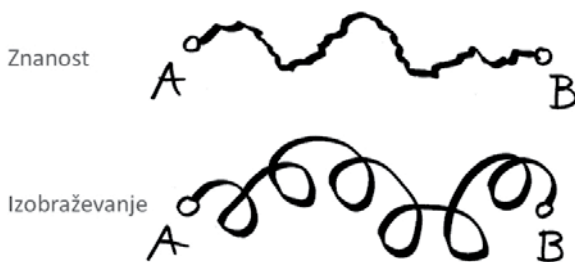
Dr. Gorazd Planinšič, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

PREMIKI PRI POUČEVANJU NARAVOSLOVNIH PREDMETOV

KAJ POVZROČA PREMIKE?

V zadnjih desetih letih lahko opazimo premike v poučevanju naravoslovnih predmetov tako v svetu kot doma. Kdor primerja naravoslovne znanosti in naravoslovno (ali pa katero drugo) izobraževanje, bo opazil, da se poti, po kateri poteka razvoj prvega in drugega, bistveno razlikujeta. Če ilustriramo razvoj s premikom od točke A do točke B (slika 1), potem se zdi, da razvoj naravoslovnih znanosti poteka po nekakšni cikcakasti črti, ki sicer ne gre naravnost od A do B, a je praviloma ves čas usmerjena »naprej« in se skoraj nikoli ne vrača nazaj. Drugače je z razvojem naravoslovnega izobraževanja, za katerega se zdi, da se na poti od A do B periodično vrača nazaj in pri tem opisuje nekakšno zamaknjeno spiralo.

Slika 1: Različni poti razvoja naravoslovnih znanosti in naravoslovnega izobraževanja



Razloge za razlike v poteh razvoja ni težko najti. Naravoslovno izobraževanje je izrazito interdisciplinarna dejavnost, katere napredek je odvisen od razvoja več področij, ki se med seboj zelo razlikujejo. Odvisen je od razvoja naravoslovnih znanosti (biologija, fizika, kemija, geologija itd.), razvoja predmetnih didaktik, psihologije, nevroznanosti, kognitivne znanosti in še česa. Razvoj teh področij pa ne poteka z enako hitrostjo. Spoznanja različnih področij si včasih celo nasprotujejo in traja lahko več let, preden nova spoznanja na enem področju doživijo pravilne interpretacije in uporabo na drugih področjih.

Na smer razvoja izobraževanja ne vplivajo le omenjena strokovna področja, pač pa tudi drugi dejavniki, kot so tehnološki razvoj, trg delavne sile, aktualni problemi in dileme sodobne družbe (na primer problemi, povezani z energijskimi viri, z gensko spremenjeno hrano, z vplivom tople grede, z uporabo nanotehnologije), pa tudi tradicija, verska prepričanja in politika. Očitno je, da so lahko »sile«, ki jih povzročajo našteti dejavniki, usmerjene tudi v nasprotno smer kot »sile«, ki povzročajo razvoj strokovnih področij.

Naj omenim še en dejavnik, ki v zadnjem času tudi vpliva na izobraževanje naravoslovnih predmetov tako pri

nas kot v tujini. To so mednarodne raziskave PISA, TIMSS, TIMSS Advanced, TALIS in druge. Tovrstne raziskave so seveda zasnovane na trdnih strokovnih temeljih, a imajo tudi določeno politično dimenzijo. Poglejmo primer iz raziskave TIMSS Advanced 2008 (1), v kateri so primerjali dosežke maturantov na področju matematike in fizike. V raziskavi je sodelovalo deset držav iz različnih delov sveta. Glede na povprečni dosežek v znanju fizike so se slovenski maturanti uvrstili na odlično drugo mesto. Na prvem mestu je bila Nizozemska, na tretjem Norveška in na četrtem Ruska federacija. Kljub odlični uvrstitvi pa lahko najdemo med nalogami nekatere, ki so jih naši maturanti znatno slabše reševali od drugih in torej kažejo, kje so naše pomanjkljivosti. Tak primer je naslednja naloga:

Opišite, kako bi skupini dijakov eksperimentalno predstavili indukcijo. Opišite pripomočke in opremo, ki bi jo uporabili, ne pojasnjujte pa pojava indukcije.

Za pravilni odgovor je bilo na primer dovolj, če je dijak napisal, da bi priključil tuljavo na voltmeter in pokazal, da se napetost na voltmtru spreminja, če premikamo magnet glede na tuljavo.

Največje deleže pravilnih odgovorov pri tej nalogi so zbrale Norveška (49 %), Nizozemska (34 %) in Libanon (25 %), povprečje vseh držav v raziskavi pa je bilo 24 %. Slovenija je zbrala 22 % pravilnih odgovorov, pri čemer pa je pomemben podatek, da se kar 39 % slovenskih maturantov naloge sploh ni lotilo. Razloge za slab dosežek naših maturantov pri tej nalogi lahko iščemo v več smereh (2). Najprej priznajmo: v naših šolah so naloge odprtega tipa, ki zahtevajo kvalitativen razmislek in besedni opis brez uporabe formul, prej izjema kot pravilo. Toda velik odstotek tistih, ki se naloge niso niti lotili, kaže, da je pravi razlog nekje drugje. Kaj pa če večina dijakov poskusa sploh ni videla? Res je, da bi lahko naši učitelji večkrat uporabljali poskuse pri pouku, a mislim, da v tem konkretnem primeru odsotnost poskusa ni razlog za slab rezultat. Prepričan sem, da je večina dijakov, ki se naloge niso niti lotili, videla poskus, vendar si ga niso zapomnili, ker pri tem niso bili aktivno udeleženi. Raziskave so pokazale, da je razumevanje pojavov, ki jih demonstriramo s poskusi, znatno večje, če spodbujamo dijake, da pred izvedbo napovejo izide poskusov, in še večje, če temu sledi diskusija o izidih poskusov (3). Tak »dodatek« k izvedbi poskusa seveda zahteva nekaj časa in pripravo primernih vprašanj, a predstavlja ključen korak, ki dijakom omogoča, da testirajo svoje ideje in povežejo novo znanje z obstoječim (več o tem bo govor v naslednjem poglavju). Če izpustimo ta pomembni korak, smo sicer prihranili nekaj časa, a učinek tako predstavljenega poskusa je v večini primerov neznatn.

KATERI DEJAVNIKI NAJBOLJ VPLIVAJO NA PREMIKE V NARAVOSLOVNEM IZOBRAŽEVANJU DANES?

Premiki v naravoslovnem izobraževanju v zadnjih dvajsetih letih so v veliki meri posledica novih spoznanj na področju predmetnih didaktik, novih spoznanj na področju nevroznanosti ter posledica tehnološkega razvoja. Na kratko predstavimo vsakega od teh dejavnikov.

Predmetne didaktike

Predmetne didaktike so se v zadnjem obdobju uveljavile kot samostojna raziskovalna področja z vsemi atributi, ki so značilni za takšna področja, vključno z mednarodnimi konferencami, združenji in znanstvenimi revijami. Na primer raziskave na področju didaktike fizike (v angleščini se je uveljavilo ime *Physics Education Research* – PER) so pokazale, da so težave, ki jih imamo ljudje pri razumevanju fizikalnih pojavov, poskusov, grafov, besednih opisov itd., robustne, ponovljive in napovedljive. Na podlagi teh spoznanj so bile razvite nove poučevalske metode, novi poskusi, orodja, računalniški programi, s katerimi lahko dokazano dosegamo boljše razumevanje pri pouku fizikalnih vsebin. Podoben razvoj poteka tudi na področju didaktike kemije, biologije in matematike.

Nevroznanost

Nove znanstvene metode, kot sta na primer pozitronska emisijska tomografija (PET) in funkcionalno slikanje z magnetno resonanco (fMRI), so prinesle revolucionarna odkritja na področju nevroznanosti. Nova spoznanja o procesih, ki pri učenju potekajo v možganih, ponujajo številne namige, kako izboljšati poučevanje, da bo vodilo do boljšega pomnjenja in razumevanja in s tem do večje sposobnosti uporabe usvojenega znanja.

Za primer naj na kratko predstavim učni cikel, kot ga opisuje Zull v svoji knjigi (4). Učni cikel ima posebej pomembno vlogo prav pri poučevanju naravoslovnih predmetov.

Naj takoj opozorim, da je razlaga, ki sledi, zelo poenostavljena in ne vključuje nekaterih pomembnih dejavnikov (na primer čustev), ki pomembno vplivajo na učenje. Prav tako ni res, da učenje vedno poteka po takšnem vrstnem redu kot ga opisuje učni cikel. Bralci, ki bi želeli izvedeti več o tej tematiki, naj si preberejo Zullovi knjigi (4, 5) v katerih bodo našli tudi podatke o znanstvenih člankih, v katerih so opisani rezultati raziskav, na katerih temelji teorija o učnem ciklu.

Učni cikel

Raziskave so pokazale, da učenje poteka v ciklih. Tipični učni cikel lahko razdelimo na štiri glavne korake, ki potekajo v značilnih delih možganov (slika 2)¹.

Slika 2: Učni cikel. Slika kaže levo stran možganske skorje (4).



Učenje se začne s sprejemanjem podatkov, pri čemer je najbolj aktiven senzorni del možganske skorje. Pri učenju večinoma sprejemamo podatke z vidom (beremo, gledamo, opazujemo poskuse), s sluhom (poslušamo predavanja, diskusijo, zvoke), včasih tudi s tipom (ocenjujemo temperaturo, zgradbo snovi, težo predmetov).

V naslednjem koraku je najbolj aktiven senčni integracijski del, v katerem poteka urejanje sprejetih podatkov. V tem delu poteka razumevanje jezika, prepoznavanje simbolov in oblik (podatki dobijo pomen) ter primerjava novih z že znanimi podatki.

V tretjem koraku poteka pretvorba podatkov v ideje, pri čemer je najbolj aktiven čelni integracijski del možganske skorje. V tem koraku poteka presojanje pomembnosti posameznih podatkov, odločanje, načrtovanje in abstraktno razmišljanje. To so procesi, ki so tesno povezani z ustvarjalnostjo in sposobnostjo reševanja problemov. Rezultat teh procesov so zamisli in ideje, ki jih želimo preizkusiti.

Preizkušanje idej zahteva motorične aktivnosti, kar je naloga zadnjega, četrtega koraka. Ta vključuje motorični del možganske skorje. Preizkušanje idej lahko poteka na različne načine, a vsak od njih vključuje aktivnost določenega dela telesa: o idejah lahko diskutiramo s kolegi (obrazne mišice), lahko jih izrazimo v pisni obliki (mišice rok), lahko jih preizkusimo tako, da naredimo poskus itd. Vsaka od takšnih aktivnosti generira nove podatke, ki jih zopet sprejemamo s čutili, in cikel je sklenjen.

Če pogledamo učni cikel, ugotovimo, da tradicionalni način poučevanja z razlaganjem večinoma vključuje le prva dva koraka: dijaki poslušajo ali berejo in si podatke zapomnijo. Morda boste ugovarjali, češ, saj dijaki vendar rešujejo naloge in izvajajo laboratorijske poskuse. Toda reševanje nalog in izvajanje poskusov potekata večinoma ločeno od podajanja vsebin. Ločitev je tako časovna kot vsebinska. Problem tradicionalnega poučevanja je v tem, da dijakom zelo redko nudi priložnost, da bi lastne ideje, ki spremljajo vsako razlago, preizkusili in tako povezali pridobljene podatke v uporabno znanje.

¹ Opisani učni cikel je zelo podoben učnemu ciklu, o katerem je pisal Kolb, še preden so njegov obstoj potrdile sodobne raziskave [6].

Z vidika učnega cikla lahko obravnavamo tudi novejšo pristope k poučevanju. Danes veliko slišimo o raziskovalnem učenju kot načinu poučevanja, ki odpravlja pomanjkljivosti tradicionalnega poučevanja z razlaganjem. To je sicer lahko res, treba pa se je zavedati pasti, v katero se lahko ujamemo. Pri raziskovalnem učenju nas lahko zanese, da damo pretiran poudarek generiranju idej in več ali manj slepemu preizkušanju teh idej. Učenje, ki ne vključuje načrtnega povezovanja in primerjave novih podatkov z že usvojenim znanjem, vodi do površnega razumevanja vsebin in nezmožnosti uporabe znanja v novih situacijah. Umetnost poučevanja je torej v iskanju ravnovesja med vsemi štirimi koraki učnega cikla.

Tehnologija

Tehnološki razvoj je v določenem obsegu vselej vplival na izbor naravoslovnih vsebin, v zadnjem obdobju pa ima močan vpliv tudi na samo izvajanje izobraževanja. Omenimo področja tehnološkega razvoja, ki so v zadnjem obdobju najbolj prispevala k spremembam v izvajanju naravoslovnih predmetov. To so razvoj informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT), razvoj novih šolskih merilnih naprav in široka dostopnost do materialov in naprav, ki so plod sodobnih tehnologij in jih srečujemo v vsakdanjem življenju. Vse te novosti odpirajo nove možnosti v poučevanju, o katerih smo lahko nekoč le sanjali. Poljubne informacije (besedila, prevodi, slike, videoposnetki, natančni podatki o naši legi na Zemlji itd.) lahko dobimo ali posredujemo v delčku sekunde. Merimo in analiziramo lahko številne količine, in to z natančnostjo, ki je bila nekoč dosegljiva le specializiranim laboratorijem. Dosegljivi so nam novi materiali in naprave, ki so rezultat sodobnih tehnologij in s katerimi lahko izvajamo poskuse, o katerih smo lahko nekoč le brali (superprevodniki, katalizatorji, kvantne pike, kovine s spominom, tekoči kristal, laserji, gorivne celice itd.).

Toda zavedati se moramo, da bogata ponudba tehnoloških novosti v izobraževanju odpira tudi nove pasti. Preden se odločimo za uporabo nove tehnologije v izobraževanju, moramo skrbno premisliti in pretehtati razloge za in proti. Pretirana in nekritična uporaba tehnologije lahko zamegli ali celo popači osnovno sporočilo, ki ga želimo posredovati dijakom. Posebej se moramo zavedati, da tehnologija ne zakrije ali nadomesti neznanja učitelja, pogosto ga še bolj razgali. In ne pozabimo: kljub temu da je današnja mladina rojena v dobi digitalne tehnologije (ali pa morda ravno zato?), je lahko preprost in nazoren poskus za njih bolj poučen in zanimiv kot dovršena računalniška simulacija.

KAKO LAHKO IZBOLJŠAMO POUK NARAVOSLOVNIH PREDMETOV?

Naš izobraževalni sistem ima nekatere prednosti pred tujimi, ki smo jih kljub poskusom »prenavljanja« uspeli ohraniti. Med pomembne prednosti sodita obvezen pouk

naravoslovnih predmetov v treh letih gimnazije ter zahtevana enopredmetna izobrazba za učitelje naravoslovnih predmetov in matematike v gimnazijah. Obe prednosti nam številni v tujini zavidajo, saj postaja vse bolj jasno, da sta ob nenehnem razvoju in vse večjem vplivu znanosti in tehnologije na naše življenje potrebna pogoja za doseganje primerne splošne naravoslovne izobrazbe za prihodnost. Seveda pa ima naš izobraževalni sistem tudi slabosti. Naj navedem tri slabosti, ki posebej izstopajo pri poučevanju naravoslovnih predmetov pri nas.

Prva slabost je zakoreninjena nagnjenost k frontalnemu pouku, pri katerem učitelj razlaga, dijaki pa poslušajo. S takšnim načinom poučevanja se ujema tudi način podajanja naravoslovnih vsebin, ki daje dijakom občutek, da so v znanosti odgovori na vprašanja vselej absolutni in dokončni. V takšnem načinu poučevanja ni prostora za diskusijo ob poskusih, za razvoj kritičnega razmišljanja, za preverjanje različnih hipotez ter soočanje različnih mnenj. Opisano slabost lahko postopoma odpravimo z uvajanjem poučevalskih načinov, ki načrtno vključujejo vse korake prej omenjenega učnega cikla. V naslednjem poglavju bom na preprostem zgledu predstavil tak način poučevanja.

Druga slabost je pomanjkanje zgodb. Priklic in kreiranje zgodb sta ključna elementa učenja (5). Pri odločanju o tem, kaj si dijaki poskušajo zapomniti, je odločilna relevantnost podatkov v očeh dijakov, torej vloga, ki jo konkretni podatki igrajo v njihovem življenju. Številne vsebine postanejo za dijake zanimive, če jih vključimo v zgodbe. Pri tem so nam lahko v pomoč preprosti poskusi, primeri iz vsakdanjega življenja in aktualne teme. Če hočemo, da bo zgodba dosegla namen, mora imeti nauk. Primer je mikroskop na atomsko silo (AFM). Čeprav je naprava tehnično zapletena, pa nudi razlaga principa delovanja možnost za povezavo fizikalnih vsebin (kot so Hookov zakon, resonanca in odboj svetlobe), ki sodijo v program gimnazijske fizike (7). Princip delovanja je dovolj preprost, da ga lahko s preprostimi didaktičnimi pripomočki pokažemo celo na osnovnošolskem nivoju (8).

Tretja slabost je pomanjkanje pestrosti pri predstavitvah vsebin in problemov. Vsebine in probleme lahko predstavimo na različne načine: z besedami, s skicami, s slikami (lahko tudi s fotografijo ali z videoposnetkom), z diagrami, z grafi, s tabelami, z matematičnim zapisom, s poskusom itd. Sporočilo, ki ga predstavimo le na en način, doseže le nekaj dijakov. Če hkrati uporabimo več različnih načinov predstavitev, lahko isto sporočilo posredujemo večini dijakov. S hkratno uporabo različnih predstavitev razvijamo tudi bralno pismenost dijakov, za katero vemo, da v zadnjem obdobju zaskrbljujoče upada (9).

Primer ISLE

ISLE (*Investigative Science Learning Environment*) je strategija poučevanja, ki je zasnovana na učnem ciklu in so jo razvili na Univerzi Rutgers v ZDA (10). Strategija na skrbno izbranih primerih ustvarja pogoje, v katerih se dijaki učijo reševati naravoslovne probleme na podoben

način, kot to počnejo znanstveniki. Glavno idejo lahko shematsko predstavimo s ciklom na sliki 3.

Slika 3: Shematska predstavitev strategije poučevanja ISLE (Investigative Science Learning Environment.) (10)



Cikel se začne z opazovanjem poskusa. Dijaki konstruirajo novo znanje tako, da najprej opazujejo skrbno izbrani poskus ali pojav, predlagajo različne razlage (hipoteze) za opaženi pojav in nato načrtujejo testne poskuse ter zbirajo podatke, s katerimi poskušajo ovreči posamezne razlage. Razlago, ki je s testnimi poskusi ne uspejo ovreči (tj. razlaga, za katero se napovedi ujemajo s testnim poskusom), sprejmejo za pravilno in razmišljajo o njeni praktični uporabi. Pomembno je, da se dijaki zavedajo, da tako ne *dokažejo* pravilnost sprejete razlage. Sprejeli smo jo za pravilno, dokler ne naletimo na nov testni poskus, ki jo ovreče. Takrat se zgodba ponovi in tako pridemo do izboljšane razlage. V strategiji ISLE zlahka prepoznamo način razmišljanja, ki je značilen za naravoslovje in korake učnega cikla. Podroben opis poučevalske strategije ISLE in teoretičnih osnov, na katerih je nastala, lahko zainteresirani bralec najde v že omenjenem članku (10).

Kljub temu da so težave, ki jih imajo dijaki pri razumevanju naravoslovnih vsebin, ponovljive in napovedljive, pa je neposredno prenašanje načinov poučevanja iz enega v drugo okolje pogosto neuspešno. Razlogi za to so različni družbeni dejavniki, ki vplivajo na razvoj izobraževanja in sem jih omenil že v prvem poglavju tega članka. Vsak nov način poučevanja je treba skrbno pretehtati, premisliti, zakaj ga je vredno vključiti v naš izobraževalni sistem in kako bomo lahko vključevanje izpeljali v praksi. Bolje kot prevajati kupe tujega gradiva je preučiti uspešno poučevalsko strategijo, jo prirediti, preizkusiti na manjšem vzorcu, nato pa razviti domača gradiva, ki bodo upoštevala značilnosti našega prostora in naše kulture. Primer, ki lahko služi kot zgled za poučevalski način po vzoru strategije ISLE in je nastal v našem okolju, sem pred kratkim opisal v članku v reviji Proteus (11). Na tem mestu predstavljam drug tak primer, ki je nadgradnja poskusa, ki sem ga opisal v učbeniku za učitelje fizike (12).

Poskus z dvema pločevinkama

Poskus sodi v poglavje o prevajanju toplote. Zanj potrebujemo dve prazni, enako veliki pločevinki gaziranih pijač, aluminijasto (npr. pepsi) in železno (npr. kokakola). Pločevinke iz železa prepoznamo po oznaki »FE«. Uporabljamo jih v Evropi in nekaterih delih Azije, medtem ko v ZDA uporabljajo izključno aluminijaste pločevinke. O tem, da sta pločevinki izdelani iz različnih snovi, dijakom pred izvedbo poskusa ne govorimo.

V široki posodi pripravimo kopel z vročo vodo. Globina vode v posodi naj bo malo manjša od višine pločevink. V steno vsake pločevinke tik nad dnom naredimo majhno luknjo, skozi katero bo lahko šel zrak, ko bomo pločevinki poveznili v vodo. Pločevinki postavimo v vodo z odprtinama navzdol. Počakamo nekaj minut, da se segrejeta, nato pa na vrh vsake postavimo enaki kocki ledu, ki smo ju vzeli iz zmrzovalnika. Dno pločevink je vbočeno in rabi kot posodica za led. Dijake povabimo, da si poskus ogledajo od blizu in svoja opažanja zapišejo (*opazovalni poskus*). Že čez nekaj deset sekund opazimo, da se je okrog ledu v aluminijasti pločevinki nabralo več vode kakor v železni pločevinki. Razlika med količinama staljenega ledu ostaja jasno vidna med vsem poskusom (slika 4).

Slika 4: Taljenje ledu na železni (levo) in aluminijasti pločevinki. Fotografija kaže poskus pol minute zatem, ko smo na pločevinki postavili enaki kocki ledu. Količini staljenega ledu laže primerjamo, če dno pločevink pobarvamo s črno mat barvo.



Sledijo koraki, ki smo jih opisali in shematsko predstavili s ciklom na sliki 3. Opis korakov za predstavljeni primer je v preglednici 1. V nadaljevanju bomo železno pločevinko imenovali »prva«, aluminijasto pa »druga«.

Izid prvega testnega poskusa pokaže, da je debelina dna obeh pločevink enaka, izid drugega poskusa pa, da se magnet prime na prvo pločevinko, na drugo pa ne. Na podlagi izidov testnih poskusov lahko torej zavržemo hipotezo H1 in sprejmemo hipotezo H2. Do razlage opaženega pojava manjka še en korak. Postavimo lahko novo hipotezo, da je razlog za različno hitrost taljenja ledenih kock razlika v toplotni prevodnosti kovin, iz katerih sta

Preglednica 1: Predstavitev glavnih korakov strategije ISLE za poskus s pločevinkama. Na podlagi izida prvega testnega poskusa lahko zavržemo prvo hipotezo.

HIPOTEZA	TESTNI POSKUS IN NAPOVED	ALI SE TESTNI POSKUS UJEMA Z NAPOVEDJO?
H1: Prva pločevinka ima debelejšo dno kot druga. <u>Predpostavka</u> : pločevinki sta iz enake kovine.	N1: Če pločevinki razrežemo, bomo opazili razliko v debelini dna.	 <p>NE (debelini dna sta enaki)</p>
H2: Prva pločevinka je iz drugačne kovine kot druga. <u>Predpostavka</u> : pločevinki imata enaki debelini dna.	N2: Če je ena od pločevink železna, se bo magnet prijel nanjo.	 <p>DA (magnet se prime na prvo pločevinko)</p>

izdelani pločevinki. Na tem mestu lahko vlogo testnega poskusa prevzame iskanje podatkov. Na spletu lahko dijaki najdejo podatke o tem, iz kakšnih kovin so izdelane pločevinke (aluminij in železo) in kolikšne so tipične toplotne prevodnosti teh dveh kovin (aluminij ima toplotno prevodnost 240 W/(mK), železo pa le 80 W/(mK)). Na podlagi teh podatkov lahko sprejmemo naslednjo razlago za opaženi pojav. Led na prvi pločevinki se tali počasneje, ker je toplotna prevodnost kovine, iz katere je izdelana, manjša od toplotne prevodnosti druge pločevinke.

V zadnjem koraku dijake spodbujamo, da razmišljajo, kako bi lahko pojav, ki smo ga pravkar pojasnili, uporabili v praksi (podoben princip delovanja uporablja profesionalna merilna naprava za merjenje toplotne prevodnosti trdnih snovi). Uporabo pa lahko razumemo tudi v širšem smislu. Razmišljamo lahko o vplivih pojava na naše življenje ali pa o razlogih za dejstva, ki smo jih odkrili pri opazovanju. Z vprašanji, kot so »Zakaj v Evropi izdelujemo pločevinke iz železa in aluminija, v ZDA pa le aluminijaste? Kakšne so prednosti in slabosti enih in drugih pločevink?«, lahko prvotni problem spremenimo v zgodbo, uporabimo pa jih lahko tudi pri medpredmetnem povezovanju.

SKLEP

Ne glede na to, ali imamo v mislih posameznika, državo ali svet, je nesporno dejstvo, da sta naravoslovje in tehnologija danes bolj pomembna kot kdaj koli prej, pričakujemo pa lahko, da bo njun pomen v prihodnje še večji. Cilj današnjega naravoslovnega izobraževanja naj ne bo povečati količino informacij ali dostop do njih – vse to nam nudi že sodobna tehnologija. Izobraževanje naj bo osredotočeno na razumevanje in na aktivnosti, ki so povezane z doseganjem razumevanja. Danes je bolj pomembno da počasneje »jemljemo snov« in namenjamo večji poudarek razumevanju obravnavane vsebine. Vloga naravoslovnih predmetov naj bo tudi seznaniti mladino z naravoslovnim načinom razmišljanja, s katerim se je človeštvo dokopalo do današnjega razumevanja narave. Mlade ljudi moramo usposobiti, da bodo znali v poplavi informacij le-te kritično ovrednotiti, presoditi in sprejemati odločitve; da bodo znali ločiti med dejstvi in sklepanji, med podmenami in napovedmi, da se bodo zavedali privzetkov, na podlagi katerih so sprejeti določeni sklepi; da se bodo zavedali napak pri merjenjih in ocenah, kaj vpliva na te napake in kako jih lahko zmanjšamo. Naloga naravoslovnih predmetov je tudi

v tem, da mladim pokažejo pravilno sliko o vlogi, zmožnostih in omejitvah znanosti. Mladi naj na konkretnih primerih spoznajo, da znanost ne daje dokončnih odgovorov, toda da to ne pomeni, da je vsak odgovor enako dober.

Izziv, ki ga imamo danes pred seboj, je, kako najbolje združiti nova spoznanja in tehnološke danosti in na podlagi teh narediti nove pomembne premike v izobraževanju.

LITERATURA

1. Mednarodno poročilo raziskave TIMSS Advanced je dostopno na naslovu http://timss.bc.edu/timss_advanced/ir.html (12. 9. 2011)
2. V Babič in sodelavci (2009). Pogled na reševanje nalog iz fizike TIMSS za maturante. Pedagoški Inštitut (TIMSS 2008: mednarodna raziskava trendov znanja matematike in naravoslovja).
3. C. H. Crouch, A. P. Fagenb, J. P. Callanc, E. Mazur (2004). Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment?. *Am. J. Phys.* 75, str. 1106–1113.
4. J. E. Zull (2002). *The art of changing the brain*. Stylus.
5. J. E. Zull (2011). *From brain to mind*. Stylus.
6. D. A. Kolb (1984). *Experiential learning: experience as a source of learning and development*. Prentice Hall.
7. G. Planinšič, A. Lindell, M. Remškar (2009). Themes of nanoscience for the introductory physics course, *Eur. J. Phys.* 30, str. 17–316.
8. G. Planinšič (2007). Nanotehnologija na poti v šolo. *Naravosl. solnica*, 11, str. 4–7.
9. Nacionalno poročilo o rezultatih raziskave PISA 2009 je dostopno na spletni strani Pedagoškega Inštituta <http://www.pei.si/Sifranti/InternationalProject.aspx?id=15>, vse mednarodne publikacije v zvezi z raziskavo PISA pa na spletni strani <http://www.pisa.oecd.org/>
10. E. Etkina in A Van Heuvelen, Investigative science learning environment—a science process approach to learning physics, *Research-Based Reform of University Physics* ed E F Redish and P J Cooney (AAPT); dostopno na naslovu: www.compadre.org/per/per_reviews/media/volume1/isle-2007.pdf (12. 9. 2011).
11. G. Planinšič (2011). Premiki v poučevanju naravoslovnih predmetov, *Proteus*, 73, str. 295–300.
12. G. Planinšič (2010). *Didaktika fizike: aktivno učenje ob poskusih, I. mehanika in toplota*. DMFA-Založništvo.