

Popestrimo poučevanje naravoslovja



■ **Boris Kham**, prof. fizike in amaterski astronom, ima naziv svetnik. Na osnovni in srednji šoli je poučeval 40 let, sodeloval je v različnih komisijah in pri organizaciji medpredmetnih taborov. Je avtor radijskih oddaj, samostojnih razstav ter vrste strokovnih člankov. Prejel je *Slomškovo priznanje za življenjsko delo* (DKPS, 2011), *priznanje za življenjsko delo na področju poučevanja matematike, fizike in astronomije* (DMFA Slovenije, 2014) ter naziv *Prometej znanosti za odličnost v komuniciranju* za leto 2009 (Slovenska znanstvena fundacija).

Poučevanje naravoslovnih predmetov popestrimo z utrinki o različnih pomembnih znanstvenikih iz domačih logov ali iz tujine. Posebej pomembno je, da učencem približamo slovenske znanstvenike – tukaj predstavljam tri – ker s tem pokažemo, da moramo biti ponosni na svojo zgodovino znanosti.

Učencem približajmo znanstvenike

Jožef Stefan

Pri obravnavi toplotnega sevanja lahko povemo nekaj zanimivosti o Jožefu Stefanu, pomembnem fiziku 19. stoletja in edinemu Slovencu, po katerem se imenuje fizikalna konstanta. Odkril je zakon sevanja črnega telesa: toplotni tok je sorazmeren s temperaturo na četrto $[j^* = \sigma \times T^4]$; σ označuje stefanovo konstanto. S pomočjo tega zakona je prvi pravilno ocenil temperaturo na površju Sonca. Na srednješolskih taborih sem večkrat izpeljal vajo Solarna konstanta in temperatura na površju Sonca, katere sestavni del je zakon o sevanju črnega telesa. Zavedati se moramo, da je bilo slovensko ozemlje v avstro-ogrski monarhiji in da je Stefan uspel zgraditi kariero, čeprav je bil Slovenec. Poljudnoznanstvene članke in pesmi je pisal v slovenščini. Bil je direktor fizikalnega inštituta na Dunaju, dve leti rektor univerze na Dunaju in še bi lahko naštevali. Za dosežke ga je odlikoval cesar, kar mu je prineslo pravico do plemiškega naslova, a je ni izkoristil.

Jurij Bartolomej Vega

Pri obravnavi vodoravnega meta lahko v pouk vnesemo utrinek o baronu Juriju Bartolomeju Vegi, fiziku, matematiku, geodetu, plemiču in topniškem častniku. Doma je bil iz Zagorice na Dolenjskem, živel je v

18. stoletju. Med drugim je zanimivo, da je dobro načrtoval, pod kakšnim kotom naj nastavijo možnarje, da bodo zadeli cilj. Njegovo najpomembnejše delo iz leta 1794 je *Zakladnica vseh logaritmov* – logaritmovniki, ki so jih uporabljali širom po svetu. Pred vsesplošno uporabo kalkulatorjev so se uporabljale Vegove tablice. Na Luni se po njem imenuje en krater.

Ferdinand Avguštin Hallerstein

Tretji znamenit znanstvenik slovenskega rodu je Ferdinand Avguštin Hallerstein (1703–1774), astronom, jezuitski misijonar, matematik, zgodovinar, kartograf, pa tudi diplomat, ki je 36 let živel na Kitajskem (tam so ga poimenovali Lui Songling). S svojim raziskovanjem, odkritji in pisanjem je bil eden največjih svetovnih učenjakov svojega časa. V okviru praznovanja stoletnice Univerze v Ljubljani (UL) so 14. oktobra 2019 organizirali okroglo mizo o pomenu Hallersteinovega znanstvenega dela v zgodnjih stikih med Evropo in Kitajsko. Po besedah dekana Filozofske fakultete UL Romana Kuharja je astronom iz 18. stoletja dokaz, da je slovenski prostor omogočal temelje za znanstveno delo že pred ustanovitvijo UL. Ob tem moramo poudariti, da si je dopisoval s sestro Marijo, ki je živela v Ljubljani; v pismih je poročal o svojem delu in razmerah na Kitajskem. Ta pisma so potem brali v intelektualnih krožkih po Ljubljani, zato lahko rečemo, da je bila tedaj Kranjska

seznanjena z najnovejšimi dogodki in Hallersteinovim znanstvenim delom.

Kopernikova knjiga

Ob razlagi heliocentričnega sistema lahko pripovedujemo o Kopernikovi knjigi *O revolucijah nebesnih sfer*: da je knjiga prinesla nemir v družbeno dogajanje, saj da Zemlja nenadoma ni več središče sveta, ampak je le drobna frnikola, ki se giblje okoli Sonca; da sta v Sloveniji ohranjena dva originalna izvoda druge izdaje iz l. 1566; da je na svetu ohranjenih le okoli tisoč izvodov omenjene knjige obeh izdaj skupaj; da en izvod hrani NUK, drugega pa frančiškanska samostanska knjižnica na Tromostovju v Ljubljani; da smo lahko ponosni, da majhna Slovenija hrani tako bogastvo. In poudarimo, da iz tega lahko sklepamo, da je bil ta konec Evrope, kjer živimo, seznanjen z najnovejšimi spoznanji v znanosti.

Odzivanje na aktualne dogodke

Pri naravoslovnih predmetih je dobro, da se učitelj odzove na razne novice v dnevnem tisku, da jih predstavi in/ali komentira. Take novice so npr. božji delec, ki so ga odkrili v Cernu, petdesetletnica prvega pristanka človeka na Luni, prehod Merkurja preko Sončeve ploskve, Lunini in Sončevi mrki. Smiselno je, da se učitelj odzove tudi na takole novico: danes zvečer bosta Mars in Luna na nebu enako velika. To seveda ni res. Samo pomislimo na Sončev mrk; tedaj Luna zakrije Sonce, ker imata isti zorni kot (zorni kot je kot, pod katerim vidimo nebesno telo). To je možno zato, ker je Luna le 384 400 km oddaljena od Zemlje, Sonce pa je oddaljeno 150 milijonov km. Ob tem moramo povedati še, da je premer Sonca

približno 800-krat večji od Luninega. Če se danes primerjamo Luno in Mars, povemo, da je Mars od Zemlje oddaljen približno 600-krat bolj kot Luna in da je njegov premer le dvakrat večji od Luninega. Iz teh podatkov sklepamo, da Mars ne more nikoli 'izgledati' tako velik kot Luna na nebu. Na take in podobne novice («super Luna») je smiselno opozoriti v razredu ne glede na to, ali gre za osnovno ali srednjo šolo.

S kritičnim komentarjem raznih člankov v medijih popestrimo in aktualiziramo redno učno snov. Tako učence navajamo na kritično gledanje okrog sebe in jim kažemo, kako v dnevnem tisku najti informacije, razbirati in preverjati njihovo resničnost, ustreznost in relevantnost. Naj predstavim osebno izkušnjo.

Da bi učenci odnesli kar največ in da ne bi šla informacija v nič, sem jih pred predstavitvijo teme opozoril, da bom v preizkus znanja vključil nekaj osnovnih vprašanj iz

obravnavanih člankov. Tako učna ura ni 'propadla'. Med podajanjem sem opazil, da se del dijakov ni trudil, da bi razumeli, zakaj obravnavamo posamezne članke. Rekel bi, da jih nisem mogel motivirati za debato o izbrani temi. Opazil sem, da si je približno 15 % učencev dodatno še kaj zabeležilo. Na vprašanja v testu je dobro odgovorilo približno 75 % učencev. Analiza odgovorov je pokazala, da se je približno 65 % učencev naučilo bistvene poudarke iz obravnavanih člankov, da pa poglobljene slike o snovi, ki jo prinašajo članki, nimajo. Ali je smiselno vztrajati? Mislim, da je, sploh če to delamo sistematično –tako učence počasi navajamo, da so pozorni na novice in zahtevnejše članke. To pa vodi do večje razgledanosti in kritičnosti učencev.

Včasih učenci postavijo težja vprašanja, npr. kako je z začetkom vesolja (prapok). Tu lahko korektno odgovorimo, da je teorija o prapoku sprejeta, da pa ne znamo odgovoriti

na to, kaj se je dogajalo v prvih trenutkih (v prvih milisekundah) in zakaj je prapok sploh nastal. (Opomba: idejo o prapoku je postavil belgijski jezuit, astronom in matematik Georges Lemaître, 1894–1966.) Učenci lahko 'vrtajo' naprej in načnejo vprašanje Boga. Izkušnje so me naučile, da je najbolje jasno povedati, da je vesolje smotrno, lepo in da v njem vladajo naravni zakoni, da ni naključnosti. Seveda povejmo svoje prepričanje o stvarjenju sveta, vendar tako, da si lahko vsak ustvari svoje mnenje. Naj navedem nekaj misli velikih ...

Pri Nikolaju Koperniku v njegovi teoriji o sončnem sistemu beremo: »V tej ureditvi najdemo torej občudovanja vredno somernost sveta in trdo harmonično povezavo med gibanjem in velikostjo sfer, kakršno je na drug način nemogoče odkriti.«

Filozof Janez Janžekovič v knjigi *Smisel življenja* piše: »Tudi preprost človek, ne šolan človek, ki ima bistre oči, uvidi, da narava



Foto: arhiv Boris Kham

ni slepo mešanje snovi, marveč, da je v njej marsikaj tako pametno in duhovito zasnovanega, da daleč prekaša vse, kar je zmožen ustvariti človeški razum.«

Zanimiv je tudi pogled v Sveto pismo, zlasti v Knjigo modrosti (npr. Mdr 13,1–9,7,15–21), kjer najdemo veliko misli o naravi in stvarstvu.

Včasih se pojavi vprašanje, kaj pa astrologija. Treba je potegniti jasno ločnico med astronomijo in astrologijo, nujna je temeljita razlaga. Astrologija ni znanstvena veda, ki bi odkrivala naravne zakonitosti v vesolju, temveč poskuša gledati na konfiguracijo planetov, Lune in zvezd napovedati dogodke v bodočnosti. Astrologi pišejo horoskope. Astronomija pa je veda, ki odkriva naravne zakonitosti v vesolju. Pre-

voljnih misli, zmot in prevar o naravi zvezd, ktera – zvezdarija (astrologija) imenovana – je več stoletij človeku temnila um in oko in ga varala, mesti da bi ga bila razsvetljevala in bistrila, tako da je bila vednost, v katero se je bila vrnila vraža in sleparija, zaničevana in pregnanjana, da so se stavile razvitku te vednosti ovire dotle, dokler ni človeški um, opiraje se na opazovanje, storjeno brez predsodkov, raztrgal zadušilnih in tesnih oklepov in spoznal, da je zemlja samo pičica v prostoru, pa ne njegovo središče, da so zvezde svetovi za-se, ne pa mejniki in znamenja osode ljudi in rodov naše majhne zemlje.« Zaključiti se z besedami: »Tako si bomo pridobili pravi vglad v napravo in red svetov in bomo po njem popravili krive misli preteklih časov.«

bi priporočil. Če naloga ne dosega želene ravni, bi učenca pohvalil za trud in se z njim pogovoril. Če bi bil ta učenec potem pri zaključevanju ocene pri predmetu med ocenama, bi zaokrožil navzgor. Korak naprej so potem raziskovalne naloge učencev, ki jih izdelajo za razna tekmovanja in srečanja (npr. Zaupaj v lastno ustvarjalnost). Te so zahtevnejše in tudi od učitelja zahtevajo večjo angažiranost, ker mora poiskati primerno temo in po potrebi še zunanje mentorja. Učitelj lahko učenca ob dobri nalogi nagradi pri končni oceni.

Svoj potencial učitelj razvija, izraža tudi v krožkih ali raznih projektih, ki razvijajo njegovo ustvarjalnost, npr. verižni eksperiment – taki so Srečko gre v vesolje (Gimnazija Sežana), visoka greda na terasi šole (Gimnazija Jožeta Plečnika Ljubljana) ali observatorij na strehi (Gimnazija Nova Gorica). Vse to poživlja učitelja in nanj deluje pozitivno, ker se ukvarja z učenci, ki so bolj navdušeni nad naravoslovjem. Učiteljeva ustvarjalnost na teh področjih potem pozitivno vpliva na redni pouk njegovega predmeta. Nekateri učitelji imajo talent in veselje za poglobljanje znanja in gredo na pot doktorata, a vseeno še naprej delujejo v osnovni ali srednji šoli. Tudi tako dvigujejo kakovost pouka.

Vse to je lepo in prav, vendar se moramo zavedati, da učitelj ne more delati vsega. Redni pouk, razredništvo, pripravljanje učencev na različna tekmovanja, mentorstvo raziskovalnim nalogam, sodelovanje v mednarodnih projektih (in še bi se nabralo) – vse to zahteva svoj čas in vložek energije. Preveč angažiranosti izven rednega pouka škoduje kakovostnemu poučevanju redne snovi. Na prvem mestu je kvaliteten pouk, nato pa pridejo na vrsto druga področja. Učitelj si mora sam odgovoriti, kaj ga poleg rednega pouka spodbuja k ustvarjalnosti in njegovi notranji rasti. ◀



Znamka, Jožef Stefan.
Foto: arhiv Boris Kham



Znamka, Ferdinand Avguštín Hallerstein.
Foto: arhiv Boris Kham



Naslovnica Kopernikove knjige.
Foto: arhiv Boris Kham

mislimo: kako npr. konfiguracija planetov lahko vpliva na našega duha (notranjost) in napoveduje prihodnost, ki ni snovna? Planeti, Luna in Sonce vplivajo na našo Zemljo z gravitacijo, ki deluje med snovmi, ki imajo maso. Res je, da lahko točno napovemo, kdaj bo Merkur prečkal Sončevo ploskev, ker poznamo naravne zakone, po katerih deluje celotno osončje. Še en premislek ... Kako naj bi mogle vplivati na nas in napovedati našo bodočnost zvezde nekega ozvezdja, če so posamezne zvezde v danem ozvezdju različno oddaljene od nas?

Razlago podkrepimo z mislijo astronoma Johannesesa Keplerja: »Lisička astrologija preži skrivoma v hiši, v spalnici, v postelji in navdahne včasih misli, ki jih zapeljejo, ne da bi povedala, od kod so prišle.«

V knjigi *Knjiga narode, astronomija* (izšla je pred 150 leti) na str. 232 najdemo zelo zanimivo razpravo, ki ostro napade astrologijo (že tedaj so imeli spoznanje!): »Tako je sčasoma nastala ona čudovitna zmes samo-

Učiteljeva dodatna angažiranost

Pri poučevanju naravoslovnih predmetov se večkrat najdemo pred vprašanjem, ali v pouk vpeljati seminarske naloge. Takoj se postavita še najmanj dve podvprašanji: Koliko seminarskih nalog naj bo v enem šolskem letu v enem razredu? Kako jih oceniti? Poleg teh ključnih vprašanj je pred nami še vprašanje angažiranosti učitelja pri posamezni nalogi. Za dobro nalogo je veliko dela, učitelj pa ima omejeno količino časa in energije. Sam menim takole. Če ima učitelj veselje do mentoriranja takih nalog in če oceni, da bo lahko kakovostno izpeljal učni načrt, predlagam dve ali tri seminarske naloge na razred. Učitelj naj oceni dvoje – pisni izdelek in zagovor. Predlagam, da se seminarske naloge, če že so, oceni s prav dobro ali odlično in da je ta ocena enakovredna ostalim. Razumeti jo moramo kot motivacijsko oceno. Nižjih ocen ne

Literatura

- Janžekovič, Janez (1966): *Smisel življenja*. Celje: Mohorjeva družba.
- Kham, Boris (2002): Viški tabor. V: *Fizika v šoli*, 8 (2002), št. 1, str. 30–35.
- Kopernik, Nikolaj (2003): *O revolucijah nebesnih sfer*. Ljubljana: ZRC SAZU.
- Schoedler, Friedrich (1869): *Schöedlerjeva knjiga narode*. Ljubljana: Matica slovenska.
- Strnad, Janez (2006): *O poučevanju fizike*. Ljubljana: DFMA založništvo.
- Vega, Jurij (1794): *Vollständige Sammlung grösserer logarithmisch-trigonometrischer Tafeln*. Leipzig: in der Weidmannischen Buchhandlung.
- *Verižni eksperiment*. Spletni vir, dostopno na: <http://www.verizni.si/arhiv/>.