

Observation

KAKO POPULARIZIRATI ZNANOST

Nenad RAOS

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb

Primljeno lipanj 2002.

Tri su razloga zašto znanost treba popularizirati (i na druge načine promicati): 1) osloboditi običnog čovjeka fobije od znanosti, 2) pomoći mladim ljudima u odabiru budućeg poziva i 3) pripomoći stvaranju povoljnog stava prema znanosti u javnosti da bi se moglo - djelovanjem institucija demokratskoga političkog sustava - u nju više ulagati. Osim kratkog prikaza što se na organizaciji promicanja znanosti radi kod nas i u svijetu, autor daje pet smjernica koje valja slijediti pri populariziranju znanosti i upozorava na latentni sukob dvaju pristupa (znanstvenog i umjetničkog) koje valja ujediniti da bi se stvorilo dobro znanstveno-popularno djelo.

KLJUČNE RIJEČI: *AlphaGalileo, novinarstvo, scientofobija, znanstveno-popularni stil*

Kada sam 27. rujna 2001. godine sudjelovao u radu *Radionice o promociji znanosti i komuniciranju o znanosti u medijima*, što ju je organizirao Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu (1), bio sam pomalo iznenađen sastavom prvog skupa o promicanju znanosti koji je u nas održan. Očekivao sam da ću vidjeti prije svega novinare, no njih je bilo najmanje: osjetno su prevladavali aktivni znanstvenici i sveučilišni nastavnici, dok je čak i urednika dnevnih novina i onih s radija i televizije bila tek nekolicina. No upravo je takav sastav sudionika pokazao tko se u nas - pa i u svijetu - bavi popularizacijom znanosti. Malo se koji novinar odlučuje specijalizirati za znanstvene teme, obično o znanosti piše usput i po nuždi (to je i osnovni razlog zašto vijesti o znanosti u našim medijima vrve pogreškama). Oni koji se pak iz novinarskog zvanja opredjeljuju za znanost, nemaju -

razumljivo - dovoljno znanja da pišu o svemu, pa na kraju obično završe kao urednici, a to znači da se njihov posao iscrpljuje u animiranju znanstvenika da govore i pišu o onome što rade. Glavni teret popularizacije i promicanja znanosti, dakle, moraju na kraju nositi oni koji u njoj izravno sudjeluju - sami znanstvenici. Reklo bi se da je to prirodni tijek stvari, jer tko može znati više o znanosti od onoga koji je stvara.

No nije sve tako jednostavno. Znanstvenici, razumije se, znaju svoju struku, no - treba se upitati - poznaju li oni dovoljno (i da li uopće poznaju) onu drugu struku bez koje se rezultat njihova rada ne može približiti običnomu čovjeku, a to je novinarstvo (žurnalizam)*. Mislim da nije potrebno isticati kako se pisanje za novine razlikuje od pisanja za stručni ili znanstveni časopis, a razgovor na radiju ili televiziji od predavanja za studente. Nažalost, tu činjenicu

Ovaj se članak temelji na predavanju "Kako promicati znanost?", što sam ga održao 10. 12. 2001. kao institutski kolokvij.

*Uvriježeno je, no sasvim krivo, mišljenje da je znanstveno-popularno djelo isto što i znanstveno djelo, samo pisano za nižu razinu stručnosti. (Kada sam nekom profesoru rekao da mu skripta vrve pogreškama, samo je odmahnuo rukom: "Pa to sam pisao popularno - za studente.") Treba jasno reći da znanstveno-popularni članak nije ni znanstveni, ni stručni rad, a ponajmanje enciklopedijska natuknica. (Ne može se za početnicu reći da je znanstveno-popularna knjiga!) I tu pogrešku upadaju mnogi stručnjaci kada članke i knjige namijenjene najširoj publici pišu stilom stručnih članaka.

mnogi znanstvenici kao da ne žele znati, ili - što bi bio češći slučaj - namjerno žrtvuju jasnoću i razumljivost e da im se ne bi omakla kakva nepreciznost ili pogreška. Jasno je da takvo "promicanje" znanosti nema nikakva smisla. Umjesto da pobuđuju zanimanje puka za znanost, takvi nadripromicatelji i nadripopularizatori samo potpomažu učvršćivanju uvriježenog mišljenja da je znanost nešto nadasve teško, komplicirano i tajnovito, a najviše od svega nešto vrlo, vrlo dosadno.

Ovaj sam članak napisao upravo zato da pokušam (koliko mi to moje skromne snage dopuštaju) taj negativni trend u promicanju znanosti zaustaviti. Napisao sam ga prije svega za znanstvenike koji hoće razviti vještinu prikazivanja svojih rezultata najširoj publici. A takvi su - hoćeš-nećeš - svi znanstvenici. Jer ne radi se tu samo o pojedincima koji u popularizaciji znanosti traže nuzzanimanje (a takvih je malo), nego praktički o svakome znanstveniku. Naše je doba doba medija, pa se svakomu pruža prilika (dapače, postavlja se i kao obaveza) da u njima nastupa, pa bio taj nastup ograničen na kratki intervju ili pismo čitatelja. Čitatelja pak koji hoće dublje ući u problematiku popularizacije i promicanja znanosti upućujem na prikladnu literaturu (2,3).

ZAŠTO POPULARIZIRATI ZNANOST?

Kada je Antoine Laurent Lavoisier stao istraživati prirodu vatre, za njegovo je kemijanje čuo sâm Luj XVI., pa ga je pozvao na dvor kako bi se svojim kraljevskim očima osvjedočio o novoj kemiji koja je izvirala iz Lavoisierovih staklenki i glinenki. Takvo što se u naše vrijeme ne bi moglo ni zamisliti: kada laici (u rijetkim prilikama) posjećuju kemijske laboratorije, u njima vide samo mnogo tajnovitih sprava koje služe nekoj još tajnovitijoj svrsi. Sjećam se kada sam - već s diplomom inženjera kemije - došao prvi put na svoje radno mjesto. Čudni uređaji s još čudnijim imenima ("asher s plazmom") ispunjavali su me strahopoštovanjem, koje mi je govorilo koliko toga još ne znam, koliko toga još moram naučiti.

Još tajnovitija aura okružuje znanstvene knjige i članke. Dok je Kantovu *Kritiku čistoga uma* čitao svaki obrazovani Nijemac (pa i Johann Wolfgang Goethe), danas ni znanstveniku ne pada na pamet

da čita znanstvene članke izvan najužega područja svoga rada. (A to nije, dakako, ni moguće: svake se minute u svijetu objavi prosječno jedan znanstveni rad o vodikovoj vezi.) Specijalizacija je već toliko uzela maha da se ne pretpostavlja da bi "visoku" književnost čitao itko osim kritičara, studenata i profesora književnosti, a izložbe posjećivali drugi osim likovnih stvaralaca i teoretičara.

Ovi primjeri upozoravaju na **prvu** i najočitiju ulogu popularizacije znanosti: približiti znanost običnomu čovjeku (*scientiam ad populum*), pomoći mu da se upozna s novim znanstvenim otkrićima i - ne manje važno - omogućiti mu da znanost razumije kako bi se oslobodio straha od primjene njezinih otkrića i - u mraku neznanja - ne bi mistificirao prirodu i prirodne pojave.

Dakako, popularizacija je znanosti najviše usmjerena prema mladim ljudima, što se najbolje vidi iz sastava amaterskih astronomskih društava ili općeg tona znanstveno-popularnih članaka i orijentacije znanstveno-popularnih časopisa. To je i razumljivo, budući da mladi moraju učiti, pa znanstveno-popularne teme u medijima pripomažu učvršćivanju školskog znanja i razvijanju interesa za učenje. No uz tu neposrednu korist važno je reći da popularizacija znanosti potiče mlade da se u kasnijoj životnoj dobi opredijele za znanstvena zanimanja. Time bi bila ispunjena **druga svrha** popularizacije znanosti: regrutacija budućih znanstvenika. (Ovom se, drugom svrhom uklanja i nezainteresiranost javnosti za znanost.)

Postoji i **treća svrha** popularizacije znanosti, svrha o kojoj se najmanje govori, ali je za znanstvenika, pa i za društvo u cjelini, najvažnija. Klasično, znanstvenici ostvaruju svoj dohodak preko tehnološkog lanca: znanost razvija nove tehnologije, nove tehnologije povećavaju proizvodnost rada, s povećanjem proizvodnosti raste profit, pa se dio toga profita vraća u znanstvene laboratorije. No postoji i drugi lanac, lanac koji izravno utječe na državne fondove za znanstveni rad. Znanstveno istraživanje, upravo popularizacijom u medijima, jača spoznaju glasača o važnosti znanosti, glasači utječu na političare koji - upravo zbog pritiska javnosti - odlučuju o izdvajanju više novca za znanstvena istraživanja.

Povedeni upravo tom trećom svrhom (ili drugim lancem) u Velikoj su Britaniji znanstvenici

potaknuli pokret za promociju znanosti, koji je organizirao mnoge manifestacije (od slikanja znanstvenih tema na autobusima, do organizacije *National Science Week* i *British Association's Annual Festival of Science*). U rujnu 1998. godine *British Association for the Advancement of Science* (BA) pokrenula je uspostavljanje baze znanstvenih podataka na internetu (*AlphaGalileo*), namijenjene prije svega novinarima, koju vodi Peter Green (4). U međuvremenu su se prikupljanju podataka za tu datoteku priključile znanstvene ustanove iz Francuske, Njemačke, Finske, Grčke i Portugala. (Trebalo napomenuti da su uvjeti za upisivanje vijesti u datoteku *AlphaGalileo* vrlo strogi: za točnost podataka jamče znanstvene ustanove, a tek se rijetko dopušta da ugledni znanstvenici pišu za nju članke po svojoj volji.)

Važnost popularizacije znanosti uočila je i britanska vlada kada je odlučila da projektima koji mogu izazvati pozornost javnosti dodjeljuje više novca.

UMNI I ZAUMNI JEZIK

Ima jedna definicija novinarstva koja kaže da je "novinarstvo izražavanje činjenica umjetničkim (književnim) sredstvima". To dakako vrijedi i za znanstveno novinarstvo, popularizaciju znanosti. No upravo zbog te činjenice nije lako znanost popularizirati.

Jezik znanosti je diskurzivan jezik, jezik stroge logičke forme: postoje premise (eksperimentalne činjenice) iz kojih se zakonima logike izvode zaključci. Znanstvenik u svom izlaganju prati logički niz; najbolji primjer za to su matematički izvodi - iz aksioma slijede teoremi i leme.

Na drugi način misli umjetnik. Njegova misao ne slijedi logiku, nego asocijaciju. (Najbolji primjer takvog, umjetničkog mišljenja su Proustovi romani *U potrazi za izgubljenim vremenom*; čitavo je djelo nastalo kao lanac asocijacija potaknut rastapanjem kolačića u šalici čaja.) Stoviše, dok znanstvenik dolazi do svojih rezultata umovanjem (ako začas zanemarimo kreativni moment u znanstvenom radu), umjetnikov svijet leži s onu stranu uma i razuma - dobar pisac pušta da mu misli same od sebe naviru, on piše "kao što rijeka teče" (kao što neki kritičar reče za Dobrišu Cesarića). Naravno, i jezik kojim piše je - po

samoj prirodi stvari - iste kakvoće. Taj je umjetnički jezik ruski teoretičar književnosti Viktor B. Šklovski nazvao "zaumnim" (5), a kao primjer takvog, "zaumnog", govora navodi dvostih iz ruske narodne pjesme:

*Ti gori, gori suječice lojana,
Suječice lojana od voska žutoga.*

U ovom se dvostihu otkriva sva dubina sukoba između znanstvenog i umjetničkog, između logičkog i poetskog izraza. Jasno je, pjesma sadržava logičku nemogućnost, kontradikciju (*contradictio in adjecto*): ista svijeća ne može biti napravljena od dva materijala - i od loja i od voska. No zamijenimo li u navedenim stihovima konzekventno "vosak" za "loj" (ili "loj" za "vosak"), pjesma će izgubiti svu svoju poetsku dubinu, nestat će njezine izražajne snage (postignute gradacijom) te će se pretvoriti u banalnu (da ne kažemo priglapu) tautologiju:

*Ti gori, suječice lojana,
Suječice lojana od loja sivoga.*

POMIRIVANJE SUPROTNOSTI

Znanstvenik se zna služiti znanstvenim, diskurzivnim jezikom, umjetnik pak "zaumnim", metaforičkim jezikom. Reći da se popularizator znanosti mora znati služiti obim jezicima nije dovoljno - on te jezike mora znati i pomiriti. Mora dakle biti i znanstvenik i umjetnik - i to u istom tekstu - a da svojim pisanjem ne naškodi ni znanosti (kad piše kao umjetnik) ni umjetnosti (kad piše kao znanstvenik). Samo rijetki to, dakako, uspijevaju. Jedan od tih rijetkih bila je Rachel L. Carson, početak čije je knjige *The Sea Around Us* (6) vrijedan našeg navođenja:

Beginnings are apt to be shadowy, and so is with the beginnings of the great mother of life, the sea. Many people have debated how and when the earth got its ocean, and it is not surprising that their explanations do not always agree. For the plain and inescapable truth is that no one was there to see, and in absence of eyewitness accounts there is bound to be certain amount of disagreement. So if I tell the story of how the young planet Earth acquired

and ocean, it must be a story pieced together from many sources and containing many whole chapters the details of which we can only imagine. The story is founded on the testimony of the earth most ancient rocks, which were young when the earth was young...

Analizirajući ovaj tekst kao znanstvenici, u njemu možemo izdvojiti sljedeće činjenice: 1) život je počeo u moru, 2) o postanku oceana ima teorija, 3) za rješavanje pitanja postanka oceana potreban je interdisciplinarni pristup, 4) temeljna znanstvena disciplina za rješavanje tog pitanja je geologija koja se treba okrenuti istraživanju najstarijih stijena i 5) za mnoge ključne događaje u evoluciji oceana nedostaju geološki dokazi. No unatoč tim peterim jasnim i nedvosmislenim znanstvenim činjenicama koje se mogu iščitati iz teksta Rachel L. Carson, one ga ni na koji način ne opterećuju - on ništa ne gubi od svoje poetske mirnoće i neke duboke, praiskonske mudrosti. Dapače, taj me tekst po tonu, temi i ugodaju neodoljivo podsjeća na početak jedne druge knjige, Hemingwayeva romana *Islands in the Stream* (7):

The house was built on the highest part of the narrow tongue of land between the harbour and the open sea. It has lasted through three hurricanes and it was built solid as a ship. It was shaded by tall coconut palms that were bent by the trade wind and on the ocean side you could walk out of the door and down the bluff across the white sand and into the Gulf Stream. The water of the Stream was usually a dark blue when you looked at it when there was no wind. But when you walked out into it there was just the green light of water over the floury white sand and you could see the shadow of any big fish a long time before he could ever come in close to the beach.

Kako doprijeti do vrhunaca znanstvene pismenosti, da ne kažemo književnosti, do koje se uzvisila Rachel Carson? To se, naravno, ne može izravno naučiti, a ponajmanje čitajući ovaj kratki članak. Ipak, neće biti zgreška da navedem **pet odrednica** koje bi trebao imati na umu svaki pisac znanstveno-popularnog djela (ili tko na

drugi način sudjeluje u popularizaciji znanosti).

Prvi zahtjev dobrog pisanja o znanosti za široku publiku je biti što više narativan. Činjenice treba, dakle, prikazati pričajući o ljudima i događajima, a ne se zadovoljavati njihovim pukim navođenjem. Tu narativnost vidimo i u navedenom tekstu doktorice Carson (*"many people have debated"*, *"so if I tell the story"*, *"no one was there to see"*), a gledajući formalno, njezin tekst nije manje narativan od navedenog odlomka iz Hemingwayeva romana. No da bih do kraja pojasnio upotrebu pričalačkog stila u znanstveno-popularnom tekstu, navest ću jedan stručni tekst i "prevesti" ga znanstveno-popularno.

Dakle (8):

U tu svrhu priređene su vrlo korisne datoteke podataka, koje se spominju u brojnim farmakopejama i priručnicima za liječnike, farmaceute i medicinske sestre.

Prvo ćemo tu rečenicu lektorirati (izbaciti pleonazme i konstrukcije strane hrvatskomu jeziku):

Radi toga su priređene vrlo korisne baze podataka (ili: datoteke), koje se spominju u mnogim farmakopejama i priručnicima za liječnike, farmaceute i medicinske sestre.

Nakon ovog malog zahvata rečenicu ćemo potpuno preraditi u narativni oblik:

Otvoriš li bilo koju od onih debelih knjiga što stoje na polici svake ljekarne, a zovu se farmakopeje, u njoj ćeš pronaći popis nekih drugih knjiga i kompjutorskih datoteka s točnim opisima svih pripravaka što sadržavaju toliko nam potrebne vitamine i minerale.

Jasno je da se posljednja rečenica obraća izravno čitatelju (uključuje ga, identificira s događanjem) i govori mu o sasvim konkretnim stvarima (*"debele knjige što stoje na polici svake ljekarne"*, *"toliko nam potrebne"*), što i jest temeljna odlika svakog umjetničkog iskaza (umjetnost govori o posebnome, znanost o općem). No takav narativni ton nije uvijek moguće (a ni poželjno) održati kroz čitav tekst, posebice onaj duži. U tom ćemo se slučaju morati povesti za drugim zahtjevom.

Drugi bi se zahtjev mogao svesti na savjet da

treba što češće izmjenjivati lakše, narativne ("umjetničke") dijelove s težim, činjeničnim ("znanstvenim") odlomcima. Članak svakako treba početi s nekom vrlo konkretnom pričom iz života - pravilo koje vrijedi i za dobar govor (9). Pišemo li o nekoj bolesti nećemo najprije nabrojiti sve njezine simptome i opisati tipični joj tok, nego ćemo radije navesti slučaj nekog pacijenta i ispričati njegovu priču u tančine (opisujući usput njegove porodične i poslovne prilike i neprilike), da bismo istom nakon toga rekli da on nije jedini nesretnik s takvom bolešću i da bi većina bolesnika mogla ispričati istu priču (uz kratko navođenje još nekoliko primjera). Poznat je Freudov "slučaj Ane O.", po kojem je čak snimljen i film, a koji bi najširoj publici bio nezanimljiv ("postoje slučajevi hidrofobije izazvani psihičkim traumama u djetinjstvu") da se od njega i oko njega nije mogla ispresti priča. No kada smo prisiljeni da dociramo, moramo paziti da to dociranje ne bude predugo i da ga uvijek znamo začiniti kakvom dosjetkom, pošalicom ili anegdotom. Svoju knjigu *Što je voda?* (Kako za koga) počinjem uvodom koji bi bio dozlaboga dosadan - kad ne bi bio protkan ironijom (10):

Za autora ove knjige voda je riječ kompleksnog semantičkog značenja. Ona zadire u domenu filozofskih problema ontologije i gnoseologije, dapače i epistemologije. U kemiji voda je poseban oblik elektronske i nuklearne komponente valne funkcije iz Schrödingerove jednadžbe u smislu Born-Oppenheimerove aproksimacije. U teologiji voda je arhetipski simbol dignut do značenja eshatološkog principa povezanog s misterijom Kristovog rođenja i uskrsnuća.

Jasno je: teški stručni izrazi - bez obzira na to razumije li ih čitatelj ili ne - ipak nose jasnu poruku (koja je misao vodilja te moje knjižice): o vodi se može govoriti na mnogo načina i sve se na ovome svijetu može beskrajno komplicirati. Umna napetost koju čitatelj gradi nastojeći proniknuti u značenje nepoznatih mu riječi biva uklonjena smijehom, kad odmah zatim pročita:

Za pisca ovih redaka voda je 1420,80 kuna što ih je dobio na ime autorskog honorara.

Treći zahtjev koji se postavlja pred pisca znanstveno-popularnog djela jest da uspostavi

dinamiku (dramatiku, dramaturgiju) radnje. To znači da mora svjesno stvarati napetost, sukobljavati teze i antiteze, a ne svoditi svoje pisanje na puko i nemaštovito nabranje činjenica - pa bile te činjenice izrečene i narativnim sredstvima. To znači da se opisujući najnovija znanstvena dostignuća, moramo osvrnuti i na stare metode i tehnologije: "Magellanu su trebale tri godine da oplovi zemaljsku kuglu - i pritom se nije kući vratio ni on ni dobar dio njegove posade - a danas se Zemlja obleti zrakoplovom za manje od jednog dana, a svemirskim brodom za manje od jednog sata." Kakvog ima smisla pisati da je danas očekivana starost 68 godina ako se ne kaže da su u 19. stoljeću ljudi prosječno živjeli 45 godina? Kakve svrhe ima pisati o penicilinu ako se ne spomene da su nekoć ljudi umirali od banalnih infekcija? (Bilo bi dobro usporediti žrtve napoleonskih ratova sa žrtvama tih besprimjerno krvavih bitaka uz pretpostavku upotrebe današnjeg saniteta.) Što znači riječ "vitamin C" bez riječi "skorbut" i "vitamin B" bez "beri-beri"?

Četvrti zahtjev za dobar znanstveno-popularni članak, a još više za nastup na radiju ili televiziji, jest izbacivanje svih suvišnih tehničkih detalja. Što znači suvišnih? Svatko treba doprijeti do najdubljih temelja svoje struke da se uvjeri od kakve su oni jednostavne građe načinjeni. Kvantna fizika je bez sumnje najteža grana fizike, pa opet - sve se svodi na to da energija, kao ni masa, nije beskonačno djeljiva. O djelovanju penicilinskih antibiotika napisane su tisuće znanstvenih članaka, pa opet se može reći da oni djeluju na ono što samo bakterije imaju - na rast "čarape" u koju je bakterija omotana, naime na rast njezina staničnog zida. Sve te tehnikalije kojima vrve znanstveni i stručni članci imaju svoju svrhu, jer osnovna je namjena tih i takvih članaka da omogućće stručnjacima ponavljanje objavljenog postupka (pa je stoga navođenje svih relevantnih tehničkih detalja osnovni uzus znanstvenog rada). No zašto te detalje treba navoditi u znanstveno-popularnom članku? Zato da pučanstvo vidi kako su se znanstvenici mnogo mučili i kako su jako pametni. Eh!

Peti zahtjev sličan je četvrtomu, a on se svodi na to da stručne izraze treba zamijeniti riječima iz svakodnevnoga govora. Mnogo je stručnih izraza i još više stručnih riječi, no ipak ću biti slobodan da najvažnije navedem na tablici 1. Naravno,

Tablica 1 Primjeri prevodenja stručnih izraza u riječi svakodnevnog govora

STRUČNO	POPULARNO
stohastički	slučajno
kompjutorsko vrijeme	vrijeme računanja, kompjutor je to izračunao za minuta
plazma	električki nabijeni (ionizirani) plin
etanol	alkohol, obični alkohol
strukturna analiza	proučavanje (određivanje) građe molekula
koncentracija	sadržaj
uzimanje <i>per os</i>	pijenje (lijeka), uzimanje (gutanje) tableta
mali glodavci	miševi i slične životinje
toksično djelovanje	otrovno (štetno) djelovanje
nanometar	milijuntinka milimetra
ppm	grama u toni
milijarda kubičnih metara	kubični kilometar, kocka sa stranicama od jednog kilometra
pet mikrolitara	jedna kap
5.356.376.134 km*	nešto više od pet milijarda kilometara

*Bolest je znanstvenika (a i drugih stručnjaka) da u svojim nastupima na radiju ili televiziji hoće zaprepastiti gledateljstvo numeričkom preciznošću. Izgovorimo li sve brojke u ovome broju, malo tko će percipirati drugo osim "134 kilometra"!

stručni izrazi ne postoje zato što se nešto ne bi moglo drugačije reći, nego da u indeksima i bazama podataka ne bi došlo do posvemašnje zbrke. Zašto govoriti "donji ekstremiteti" kad imamo lijepu narodnu riječ potpuno istog značenja "noge"? Zašto se lijek mora "aplicirati", a ne "davati", zašto se rana mora "sanirati", a ne "previti"? Osim što takve riječi zbunjuju čitatelja (slušatelja ili gledatelja) i čine govor stručnjaka nerazumljivim i samim stručnjacima (pa se uopće postavlja pitanje zašto on to govori - kad ga nitko ne razumije), čitatelj tekst doživljava odbojno (stručnjak se pravi važan), pa je time uništen svaki smisao popularizacije i propagiranja znanosti. (Ne treba zaboraviti da se upravo primitivci poznaju po tome što neprimjereno upotrebljavaju strane riječi.)

Na kraju treba skrenuti pozornost i na brojke, jedinice općenito. Sjećam se jedne radijske emisije kada je neka kemičarka govorila o onečišćenju zraka u "mikrogramima sumporova dioksida u kubičnome metru zraka". I meni je kao kemičaru to bilo teško slijediti (jer sam se mučio da - onako na brzinu - te koncentracije pretvorim u volumne udjele), a kamoli laiku koji ne zna ni što je mikrogram, ni što je sumporov dioksid - a ponajmanje koliko bi ga u zraku trebalo biti.

Umjesto tog nabacivanja brojaka, znanstvenica je trebala reći kako sumpora u zraku ima toliko i toliko puta manje ili više od dopuštene koncentracije, a izlaganje je mogla začiniti i primjerima najvećih onečišćenja (npr. londonske magle).

UMJESTO ZAKLJUČKA

Na kraju ovog malog poučnog članka o popularizaciji znanosti osjećam potrebu reći kako se znanost ne može popularizirati bez jasne želje da se laicima prenese svoje znanje i shvaćanje znanosti. Ljubav prema popularizaciji znanosti izvire iz istog izvora kao i ljubav prema znanstvenome radu. Iz osobnog iskustva (a ono se svodi na već gotovo tri desetljeća pisanja znanstveno-popularnih knjiga i članaka te nastupa na radiju i televiziji) mogu reći da populariziranje znanosti nikad nisam doživljavao kao prepreku znanstvenomu radu (kao posao koji mi oduzima vrijeme ili me odalečuje od njega), nego baš obratno - znanstveno istraživanje i popularizaciju znanosti vidim kao dvije strane istog tijela znanosti. Literatura koju sam čitao da

bih pisao znanstveno-popularne članke i knjige dobro mi je došla u znanstvenom radu, i obratno: ono što sam čitao kao istraživač znao sam iskoristiti u pisanju za laike. Kao najbolji primjer uzajamnih utjecaja, da ne kažem prožimanja, tih dviju djelatnosti mogu navesti problem praznine (praznog prostora) za koji sam se počeo zanimati pripremajući izložbu *Ljepota molekulskih struktura* (11), da bi me to potaklo na pisanje znanstveno-popularne *Knjige o ničemu* (12) i na kraju dovelo do iznalaženja molekularno-mehaničke metode utemeljene na proračunu praznog prostora u molekuli (13,14).

LITERATURA

1. Popularization of science and communication about science in the media. [pristup 10. lipnja 2002.]. Dostupno na: URL: <http://www.foi.hr/iis/science>
2. Gregory J, Miller S. Science in Public. New York (NY): Plenum Press; 1998.
3. Jergović B, urednik. Znanost i javnost. Zagreb: Izvori; 2002.
4. Alphagalileo: the Internet press centre for European science and the arts. [pristup 10. lipnja 2002.]. Dostupno na: URL: <http://www.alphagalileo.org>
5. Šklovski VB. Uskrnuće riječi. Zagreb: Stvarnost; 1969.
6. Carson RL. The sea around us. New York (NY): Metnor Books; 1954.
7. Hemingway E. Islands in the stream. London: Collins; 1970.
8. Medić-Šarić M, Buhač I, Bradamante V. Vitamini i minerali - istine i predrasude. Zagreb: F. Hoffman-La Roche Ltd.; 2000.
9. Raos N. Kako ovladati govorničkom vještinom (i održati dobro stručno predavanje). Arh Hig Rada Toksikol 2002;53:11-20.
10. Raos N. Što je voda? (Kako za koga). Zagreb: Konzor; 1996.
11. Raos N. Ljepota molekulskih struktura (The beauty of molecular structures). Katalog izložbe. Zagreb: Tehnički muzej; 1996.
12. Raos N. Knjiga o ničemu. Zagreb: Konzor, 1997.
13. Raos N. Iterative method for finding the low-energy conformations based on the concept of molecular volumes. J Comput Chem 2000;21:1353-8.
14. Raos N, Žuža L. Application of overlapping spheres method for low-energy conformation search on coordination compounds: conformational analysis of copper(II) complexes with 1-[N-(tert-butoxymethyl)amino]-2-hydroxycyclopropane-1-carboxylic acids. Croat Chem Acta. In press 2002.

Summary

HOW TO POPULARIZE SCIENCE

There are three aims of popularising science: one, to reduce sciencephobia in general population; two, to help the youth in their choice of career; and three, to prepare the ground for good public reception of scientific endeavours, which in turn will favour research funding through democratic institutions. Beside the short overview of attempts at popularising science in Croatia and abroad, the author proposes recommendations for good writing in popular scientific journals and stresses the problem of combining two styles, that is, the scientific and the artistic in popular scientific writing.

KEY WORDS: *AlphaGalileo, journalism, sciencephobia, writing styles*

REQUESTS FOR REPRINTS:

Nenad Raos, Ph. D.,
Institute for Medical Research and Occupational Health
P. O. Box 291, HR-10001 Zagreb, Croatia
E-mail: *Nenad.Raos@imi.hr*