

N. Raos \*

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada  
Ksaverska cesta 2, p.p. 291  
10 001 Zagreb

## Zaboravljena znanja

Čitam o našim učenicima, gimnazijalcima i drugim srednjoškolicima koji se spremaju za kemijsku olimpijadu. I što kaže? Kaže kako su postigli vrlo velike uspjehe u znanju kemije koje se može mjeriti sa znanjem studenata treće godine studija. Lijepo. No što iz toga slijedi?

Slijedi da će takvi učenici, zaljubljenici u kemiju, bez veće muke završiti studij te će steći maksimalno znanje u svojoj profesiji koje im takav studij može pružiti. Ranije će se zaposliti i postati dobri znanstvenici. Puno će postići, reći će neki (s kojima se moram složiti), budući da je znanje naših studenata, pa i onda kada završe studij katastrofalno. Nema mnogo doticaja s mladim ljudima, no na svoje sam se oči i uši uvjerio kako student treće godine ne zna što su eteri, ne zna razlikovati fenole od alkohola, a kruna svemu bila je kolegica koja je upravo diplomirala kemiju (neću reći na kojem fakultetu). Sjedio sam na kavi s njom i njezinim ocem, a on me upita: “Daj vidi koliko mi kći zna kemiju.”

Da ne duljim: novopečena kemičarka nije znala što su halogeni elementi, a od svih skupina periodnog sustava čula je samo za alkalijske metale (da ih nije znala nabrojiti, razumije se samo po sebi). Ako je smisao kemijske olimpijade i inih takmičenja iz kemije da nam s fakulteta ne izlaze ti i takvi inženjeri i magistri, onda smo nešto postigli. Samo što? Je li svrha natjecanja iz kemije, laboratorijskih priprema i popularizacije znanosti općenito da krpa rupe u školskom programu i fakultetskom kurikulumu? Trebaju li znanstvenici s instituta i profesori s fakulteta raditi onaj posao koji nastavnici i profesori u školama ne rade? Ja sam u osnovnoj i srednjoj školi vidio pokus gotovo na svakom satu kemije. Još se danas sjećam taljenja sumpora, dobivanja kisika, vodika, ugljikova dioksida, etena, acetilena... Profesor u osnovnoj školi išao je tako daleko da nam je pokazao kako se dobiva regenerirana celuloza (vata se može otopiti – za nepovjerovati!), a na kemijskoj smo grupi uzgajali biljke na hranjivim otopinama (hidroponika). Zar je toliko teško staviti malo modre galice u epruvetu i zagrijavati je dok ne pobijeli? Ili staviti u njezinu otopinu željezni čavao dok “se željezo ne pretvori u bakar”. (Taj su pokus alkemičari smatrali dokazom transmutacije elemenata!) Bojim se da sve to današnjim učenicima izmiče, pa i onima koji idu na kemijske olimpijade.

Vratimo se na bitno. Što učenik treba naučiti u osnovnoj i srednjoj školi? Treba li učenje kemije na toj razini biti priprema za fakultet? Treba biti, složio bih se, ali ne samo to. Trebalo bi biti i nešto više.

Gdje je problem? Problem mi se, kao i njegovo rješenje, ukazao u punom svjetlu kada sam poslije ne znam koliko godina stao ponovno čitati Lemovu knjigu *Summa technologiae*.<sup>1</sup> I što kaže? Kaže mnogo toga, ali ono što mi se usjeklo u pamćenje je ono što piše na 25. stranici: treba širiti znanost i preko trenutačnih potreba tehnologije, jer nikad ne znamo što će nam – kao civilizaciji – trebati u budućnosti. No isto će nam se dogoditi ako zaboravljamo znanja što su ih znali naši stari, a pokatkad bi nam mogla biti i te kako korisna.

Ne treba ići dalje od događanja oko nas. U Tehničkom muzeju Nikola Tesla pokazali su kako se gradi kameni zid bez veziva, u suhozidu. Jedva da to danas zna tko napraviti, a nekoć je to znao raditi svaki seljak (pokazao bih im i ja kako se to radi, da su me pitali). Ili kad hvale nekakvog američkog forenzičara koji je otkrio (nakon ne znam kolikog napora mozga) da je žrtva ubijena ušicom, a ne oštricom sjekire. On očito nikad nije čuo kako se ubijaju volovi...

No vratimo se kemiji. Kad sam upotrebljavao eksperimentalne rezultate (konstante stabilnosti kompleksnih spojeva) za svoje teorijske modele, s čuđenjem sam ustanovio kako je kvaliteta mjerenja bila mnogo bolja sredinom prošlog stoljeća nego što je to danas – unatoč automatskim biretama, kompjutoriziranim pH-metrima i svim čudima tehnike. Zašto? Zato što su kemičari prije pedeset godina znali kako se važe i kako se pipetira. Znali su gdje mogu ležati pogreške mjerenja i kako ih mogu izbjeći. Znate li da su imali “zimske” (baždarene na 18 °C) i “ljetne” pipete (baždarene na 25 °C), da im mala razlika u toplinskom širenju stakla i vode ne bi unijela pogrešku u mjerenju? Sve su to zaboravljena znanja, znanja koja bi upravo trebalo revitalizirati kroz učenje kemije u školi, posebice za učenike koji su kemiju izabrali kao životni poziv.

I u tom smislu treba osmisliti programe za darovite učenike. Treba ih poticati da rade ono što nikad neće raditi na fakultetu. Mene i sada fascinira gorivni članak na alkohol, ili vodikov gorivni članak u kojem ne dolazi do izravnog spajanja kisika s vodikom, nego se to odvija preko oksidacije i redukcije kromovih iona. Ili što reći na Lavoisierov kalorimetar s ledom? Bi li se netko upustio napraviti suvremenu verziju tog uređaja? Ili pokazati kako se magnezij može dobiti iz morske vode (taloženjem s vapnenom vodom), a onda dobiti magnezijev hidroksid prevesti u druge magnezijeve spojeve, pa i elementarni magnezij. Ili prikazati pokuse s berlinskim modrilom uz ukazivanje na važnost tog bojila u povijesti umjetnosti.<sup>2</sup> Ima takvih pokusa još, čitava gomila. Svi se oni mogu pronaći u starim knjigama, u starim udžbenicima, u povijestima kemije. To su to stara, zaboravljena znanja koja modernom kemičaru mogu ustrebati.

### Literatura

1. S. Lem, *Suma tehnologije*, prev. s poljskog P. Vujačić, Književnost i civilizacija, Nolit, Beograd, 1977. (S. Lem, *Summa technologiae*, Wydawnictwo Literackie, 1974.), Krakow, 1974.).
2. P. Kalinović, *Maja Raos Melis*, Prusko modriilo kao školski pokus, *Kem. Ind.* 64(11-12) (2015) 645–648, doi: <https://doi.org/10.15255/KUI.2015.041>.

\* Dr. sc. Nenad Raos  
e-pošta: [raos@imi.hr](mailto:raos@imi.hr)

\*\* Neka je kemičarka pitala preko interneta kako da pripremi kalcijev nitrat. Dobila je odgovor: neka nalije dušičnu kiselinu na kalcijev oksid (živo vapno!) i zagrijava dok se ne otopi. Da se ja nisam uključio u diskusiju sve bi završilo u još jednoj laboratorijskoj nesreći. Takve stvari kemičar danas ne uči.