

A keby ti z vodovodu zrazu skočila do čajníka zlatá ryбка, vieš, tri prania a tak, čo by si jej povedal?

R. Zajac: Nebolo by zlé poprechádzať sa po kopcoch na strednom Slovensku, nebolo by zlé tak skutočne, zgruntu, ale z gruntovného gruntu rozumieť fyzike a tomu, ako sa vyvíjala, ale zlatej rybky niet a keby aj bola, tak mala prísť skôr. Celkom mi postačí, keď budem prednášať a cvičiť — aj keď je to niekedy únavné a niekedy nevďačné, ale vcelku je to krásna práca. A som vždy rád, keď sa dačomu novému priučím alebo nájdem niečo pekné z dejín fyziky a dačo o tom spíšem pre mladších a keď budem žiť s pocitom, že robím užitočnú prácu. A keby pri tom tá ryбка trochu pomohla, bol by som jej vďačný.

A s práním toho, aby všetko vyšlo, či už s rybkou, alebo bez nej, sme sa s Rudom Zajacom rozlúčili.

S jubilantom sa zhovárali Juraj Šebesta a Ján Pišút.

Došlo 20. 12. 1982.

Martin Černohorský a jeho umění učit

Jiří Komrška

Ústav přístrojové techniky ČSAV, Brno

„Leží-li už Praha poněkud stranou od velkých evropských uměleckých center, pak Brno leží dokonce stranou od Prahy.“ [1]. A přece právě v Brně mělo třicet ročníků studentů fyziky to štěstí, že jejich přístup k vědě a životu vůbec formoval doc. RNDr. Martin Černohorský, CSc. Naši fyzikální veřejnosti je znám jako oddaný pedagog obecně a experimentální fyziky. Podobně jako velcí učitelé Východu ani on o svých pedagogických zásadách a metodách nepíše, nýbrž, čapkovsky řečeno, podává svou moudrost přímo ve skutcích a v prožití. Je snad proto namístě, aby u příležitosti jeho jubilea — 31. 8. 1983 mu bude šedesát — psali o jeho pedagogickém umění žáci.

Učitelské umění M. Černohorského má skutečně ony dvě vzpomenuté komponenty: skutkovou a prožitkovou. Tu skutkovou tvoří to, co se nešťastně nazývá pedagogické povinnosti: přednášky, laboratorní cvičení, semináře.



Foto M. Lýčka

Přednášky M. Černohorského netvoří — ve zpětném pohledu — dominantní část jeho pedagogického působení. V subjektivním pohledu fyzikálního novice však rozhodně ano. Už tím, že to bývá první přednáška, kterou na univerzitě slyší. Jsou-li v názvu přednášky slova „úvodní“ nebo „elementární“, je v chápání posluchače význam těchto slov navždy zbaven náznaku něčeho triviálního, nezáživného nebo zjednodušujícího. Zasluhu na tom mají promyšlené a mistrovsky provedené sekvence experimentů. Demonstrace zákonů zachování, pohybu setrvačnicků, parametrických kmitů, proudění tekutin (nikoli jen kapalin, jak by se dalo čekat od nekuřáka), virů, povrchového napětí, polarizace vlnění atd. atd. jsou nezapomenutelné. A jsou poučné, překvapivé a inspirující, i když je člověk sle-

díje znovu po třiceti letech. Žádná z posloupností experimentů není samoučelná. S velikou pečlivostí a nesmírnou trpělivostí se jimi ohledává terén a vyznačuje cesta k tomu či onomu fyzikálnímu pojmu nebo zákonu. Bývá to vlastně kritická a mnohdy i historická analýza účelnosti zaváděných pojmů. Je už tradicí, že analýza pojmu síla a Newtonových pohybových zákonů [2], pojmu potenciální energie, zákonů termodynamiky jde daleko za hranice toho, co se od studijních začátků očekává. Skoro každý student postřehne, že se od prvních dnů na vysoké škole učí víc než fyzice: učí se profesionálnímu přístupu k přírodovědě.

Je zajímavé, že na těchto přednáškách samozřejmě a dokonce nenásilně vždy vznikne něco, co je pro lidi na prahu dospělosti nanejvýš nepopulární: tuhá kázeň. Do posluchárny nikdo nevstupuje pozdě, přednášky probíhají v atmosféře soustředění, která se neporuší ani v průběhu diskusí, k nimž během přednášky dochází. Tato kázeň je jistě odezvou na soustředění a disciplínu přednášejícího. Přednášející vchází do posluchárny na sekundu přesně, přičemž ta sekunda má význam krajní chyby. (Studenti se domnívají, že má do přípravy vyveden signál od kyvadlových hodin, jimiž jsou vybaveny posluchárny.) V zájmu objektivnosti je však třeba uvést, že přednášky ani zdaleka s takovou přesností nekončí. Zejména konají-li se na konci vyučovacího půldne, bývá (nebo aspoň bývalo) půlhodinové přetažení spíš pravidlem než výjimkou.

Aniž se co řekne, vede M. Černohorský studenty k tomu, aby se neupínali k nějaké jediné učebnici. Spíš je vybízí, aby si zjednali co nejširší přehled v učebnicové literatuře. Proto asi své přednášky nepublikuje. Má je ovšem od prvního přednáškového cyklu pečlivě zformulovány a ochotně je půjčuje studentům k dalšímu rozjímání. Na konzultacích však nebývají podrobovány hlubšímu rozboru. Tam jde víc o jevy a vlastní formulace studentů. Student totiž nedostává stručnou odpověď na své dotazy, nýbrž je s nekonečnou trpělivostí povzbuzován, aby se ke správným odpovědím propracoval.

Je pochopitelné, že při takto koncipovaných přednáškách je téměř nemožné „odpřednášet“ nějaký velmi přísně závazný sylabus. Proto bývá mnohé přenecháno k samostatnému stu-

diu. To má i stinnou stránku: student, jenž si bere vzor z odpřednášených partií, zůstává dlouho — ne-li navždy — poněkud nejistý v oblastech prostudovaných samostatně. Na to vážný student v kritických obdobích žehrá, i když chápe, že je to nezbytné. Je si však jist, že mu jeho učitel ukázal to nejcennější ze svého pedagogického umění, a přenechává jeho svědomí, do jaké míry přitom hověl svým zálibám. Ostatně pedagog, jenž chce a umí rozvíjet zájem a inspirovat, musí na to mít právo. Cožpak neučí Schönberg, že „Umělec, který má odvalu, oddá se všecek svým sklonům. A jen ten, kdo se vzdá svým sklonům, má odvalu, a jen ten, kdo má odvalu, je umělec“ ([1], str. 73).

M. Černohorský umí vzbudit u studentů už v nejranějším období radost z vlastní experimentální práce a z konfrontace teorie a experimentu. Dochází k tomu především v seminářích. Pouze starší ročníky studentů zažily také jeho netradiční laboratorní cvičení. Tam nikdy nešlo o bezduché měření podle nějakého vypracovaného a generacemi používaného návodu. Zadával jen téma — měření momentu setrvačnosti, vlnové délky zvuku, Poissonovy konstanty, samoindukčnosti, disperzní křivky hranolu — a k dispozici bylo přístrojové vybavení celé laboratoře. A již studenti druhého a třetího semestru byli vedeni a většinou i přivedeni k tomu, aby samostatně (nebo ve dvojicích) vypracovali svou metodu měření, aby si ujasnili její nedostatky a obhájili přednosti proti jiným metodám, a to nejen učebnicovým. Je pravda, že je to časově mnohem náročnější než měření podle předepsaného návodu. Studentům také vypracování těch několika úloh vzalo takřka celý semestr. Avšak ve srovnání s přístupem, jenž laboratorní praxi odbývá prefabrikovanými úlohami, byla taková praktika jedinečnou školou fyzikálně čistě experimentální práce.

Semináře — většinou výběrové, nepovinné — tvoří přechod od skutkové k prožitkové komponentě pedagogického umění M. Černohorského. Jimi se student stává žákem ve smyslu běžném na školách uměleckého typu. V nich se utvrzuje v rozhodnutí věnovat se fyzice. Začínají již v prvním semestru. Žákem se může stát každý — bez ohledu na dispozice i nadání. M. Černohorský nikdy nedá na-

jevo zděšení, když se mu do výběrového semináře přihlásí celý ročník. Co se v nich dělá? V padesátých letech začínaly úvodem do fyzikální literatury: Student se dovídal o existenci encyklopedií, předválečných i poválečných „handbuchů“, mnohasvazkových fyzikálních tabulek, časopisů. Uviděl a prolistoval stěžejní práce fyzikální literatury: Newtonova Principia, sebrané spisy klasiků, Einsteinovy články v *Annalen der Physik*. Odvážní dobrovolníci se začali prokousávat Principii nebo d'Alembertovou dynamikou a sdělovat své zkušenosti celému semináři. A užaslí studenti shledávali, že klasikům se dá rozumět.

Současně s tímto literárním úvodem se důkladně, pečlivě, podrobně a prakticky probírá teorie měření: teorie chyb, vyhodnocování měření. Žáci M. Černohorského se shodují v tom, že nikdy později se v takové šíři s tímto základem experimentální fyziky nesetkali a že těchto poznatků — z prvního ročníku — po celý život používají. Dříve, před rozmachem počítačů, zahrnovala tato část výchovy také slušný úvod do nomografie.

Po zhruba roční práci se zaměření semináře poněkud přesouvá k vlastní odborné činnosti M. Černohorského, k rentgenové difrakto-graphii [3]. Teoreticky se studuje fyzika rentgenového záření, krystalografie, difrakce rentgenového záření; prakticky se připravují experimenty a eliminují zdroje chyb měření. Přitom cílem není jen co nejpresnější měření, ale především řádně fyzikálně odůvodněný postup měření. Touto cestou pak seminární práce mohou přecházet v práci diplomovou nebo postgraduální. Avšak i ti, kdo seminář v některé fázi opustí a věnují se biofyzice, astronomii nebo elektronice, odnášejí si z něho profesionální přístup k fyzikálnímu měření. Nezasvěcení kolegové si je pro tento rys práce někdy dobírají a poznamenávají, že když člověka nic nenapadne, je nejlepší něco pořádně a přesně měřit. Něco na tom je. Jenže málokomu je dopřáno, aby přišel do zaběhnuté laboratoře a dělal to, co ho napadne. Laskavý osud však dopřál mnoha žákům M. Černohorského, aby takovou laboratoř vybudovali. Odvahu a jistotu v počátečním stadiu práce jim dodával vklad, který získali od svého učitele.

Od prvního semináře klade M. Černohorský

důraz na jazykové znalosti. V počátcích ne na aktivní znalost jazyků, ale na schopnost studia literatury. V padesátých letech se rentgenografie hodně studovala z Guinierovy knihy. Zdráhal-li se ji student číst proto, že je ve francouzštině, dostalo se mu udiveného napomenutí: „Ale vy přece máte maturitu.“ Potom se už nikdy nepřiznal, že není schopen porozumět textu v některém ze světových jazyků.

I při experimentální práci dovede M. Černohorský své žáky obdivuhodně ukáznit. Laboratorní deník musí být veden tak, aby bylo každému zřejmé, co se dělá, v jakém je práce stadiu, aby mohl další žák navázat. A citlivý provinilec — aniž je mu cokoli vytknuto — stráví bezesnou noc, když je přistižen, že jí v laboratoři jogurt. Bohužel jen málokdo zůstává v dalším životě věrný těmto zásadám svého učitele.

Ukázně pracovní atmosféry nedosahuje M. Černohorský nějakou přísností nebo kantorským odstupem. Pravý opak je pravda. Vždy projevuje zájem a radostný údiv, ukazuje-li mu žák něco, co si sám dosud neuvědomil nebo nedocenil. Je zajímavé, že i tím vytváří učitel psychickou atmosféru, která dává maličkým odvahu a chuť pokračovat v práci.

Lidskost pedagogického umění M. Černohorského vyniká zejména v situacích, kdy se ukazuje, že nadání některých studentů nedává naději na úspěšné absolutorium. Je obdivuhodné, v jaké atmosféře vzájemné úcty a důvěry tato jednání probíhají. M. Černohorský má obvykle studenta k tomu, aby pokud možno dokončil ročník (nejčastěji první, neboť poměrně mnoho studentů přivádí k fyzice populární literatura, romantika, přijímací řízení nebo jiný omyl). Mnozí z těchto neúspěšných adeptů fyziky jsou dnes dobrými architekty, biology, techniky, kteří rádi a s dojetím vzpomínají na svého učitele. Jiná doporučená dáva M. Černohorský studentům, kteří jsou přiměřeně talentovaní, avšak jimž se v průběhu studia fyzika přejedla a kteří pošilhávají po studiu dějin umění, filozofie, medicíny apod. Zde používá M. Černohorský své autority k tomu, aby je přiměl fyziku dostudovat. Asi to není vždy správné. Vždyť také mezi fyziky byli a jsou mnozí, kteří původně začali studovat něco docela jiného. M. Černohorskému k tomu mohou dávat odvahu zkušenosti jeho

vlastních studijních let, kdy mu skrovné poměry nedovolovaly oddávat se podobným náladám. (O chudobě jeho dětství a mládí není ovšem jeho studentům známo nic určitého. Zde je zmíněna ne proto, že nebývá zvykem fakt této povahy pominout, ale spíš jako odezva na vybidnutí talmudu: „Všímejte si děti chudých lidí! Neboť ony rozmnoží moudrost!“ [1], str. 119.)

Prožitková složka učitelského působení M. Černohorského je nejvýraznější při postgraduální výchově. Nikdy však nebude moci být objektivně oceněna. Už proto, že M. Černohorský většinou vychovával lidi, kteří formálně nebo i fakticky měli jiného školitele. Nikdy totiž neusiloval o vytvoření vlastní vědecké školy (což si ovšem jeho žáci — říkejme jim nyní aspiranti — neuvědomovali a ostatně ani o tom nepřemýšleli) a nikdy neomezoval své žáky oblastmi vlastního odborného zájmu. Šlo mu vždy hlavně o všestranný rozvoj aspiranta. V době, kdy budoval a vedl fyzikální oddělení dnešního *Ústavu fyzikální metalurgie ČSAV* (1956—72), zadával „zařazeným do vědecké přípravy“ (nezařazen ovšem nebyl nikdo z graduovaných) jen široké téma (bodové poruchy v krystalové mřížce, rentgenografické studium slitin, elektronová difrakce, rentgenová topografie) a obvykle i úkol vybudovat příslušnou laboratoř. Když se aspiranti zorientovali v oboru, ucházeli se asi po půl roce o externí aspirantury nebo aspoň o povolení vykonat kandidátské zkoušky v různých institucích. Studium „širšího vědního základu“ se však odbývalo doma, a teprve když dozráli, byli aspiranti vysíláni do dlouhodobější stáže.

Tento způsob výchovy většinou přiměl aspiranta, aby si sám našel téma vhodné k disertaci. Při tomto hledání — aniž si to uvědomoval — nejvíc využíval citlivého vedení M. Černohorského. S každým z aspirantů strávil stovky a stovky hodin nad studiem zakladatelských prací oboru, prvními experimenty, modely jevů a výpočty, hledáním příčin neúspěchu. S velikou trpělivostí sledoval zrod tématu a dopřával dost času jeho vývoji. Jakmile však dozrálo, dostal aspirant krátkodobě k dispozici všechny prostředky a byl až vlečen dobře fungujícím organismem oddělení, aby práci co nejrychleji dokončil.

„Širší vědní základ“ byl skutečně široký, ale

ostře zacílený. Obsahoval vše, co bylo potřebné k výchově vědeckého pracovníka, a nic nebylo dovoleno odbýt. Kdo to potřeboval, dostal jako první úkol prostudovat věcně se měnící pravidla českého pravopisu, každý byl školen v cizojazyčné korespondenci, s každým M. Černohorský slovo za slovem procházel překlady jeho prvních publikací a na nich učil formulační pečlivosti a překladatelskému řemeslu. Nezapomenutelná byla příprava prvního vystoupení na mezinárodní konferenci: mělo-li být sdělení patnáctiminutové, připravil si aspirant desetiminutový text a po věcně stránce jej prodiskutoval se svým učitelem; gramatiku, výslovnost a intonaci si ověřil u jazykového odborníka. Naučil se mu zpměti a měl připraveny dva strojopisy textu. Jeden v ruce, kdyby mu selhala paměť, druhý v kapse pro případ, že by navíc první text ztratil. Přednášku však začal číst ze strojopisu. Neboť kdyby začal zpměti a v rozrušení mu paměť selhala, působilo by rušivě, kdyby se začal upínat k psanému textu. Naproti tomu začne-li číst a zůstane-li klidný, působí přirozeně, když se od textu odpoutává. Selže-li promítání, nedá najevo zneklidnění nebo dokonce rozladění, nýbrž... atd. Přitom nešlo o to, aby začátečník překonal trému, nebo aspoň jen o to. Především nesměli být zklamáni ti účastníci konference, jež aspirant znal dosud jen z literatury a kteří eventuálně projeví zájem o jeho příspěvek. Možná, že se to zdá přehnané. Mezi žáky M. Černohorského však není jediného, jenž by za to nebyl svému učiteli vděčný.

Každému žákovi (nebo jen mladšímu kolegovi) věnuje M. Černohorský tolik pozornosti, že žák má dojem, že pro jeho učitele není nic důležitějšího a zajímavějšího než právě problém, kterým se společně zabývají. Svůj omyl pozná až dlouho poté, co se osamostatní. Snaží-li se získat svého učitele pro další (teď už spíš partnerskou) spolupráci v oblasti, kterou sám začíná rozvíjet, M. Černohorský snad vždy odmítá. Asi proto, že se chce věnovat potřebnějším. Jakmile však proměnlivý osud ukáže osamostatněnému žákovi někteřou ze svých méně příznivých tváří, je žák přijímán svým učitelem se samozřejmostí, jako by od posledních setkání neuplynuly měsíce nebo i léta. Tak dochází k tomu, že M. Černohorský

nemá odchovance. Má jen žáky, jimž zůstává učitelem, starším kolegou a celoživotním přítelem.

M. Černohorský velmi dbá na to, aby jeho svěření nahlédli i do metod a praktik řízení vědecké práce, a přivádí je dokonce k různým předstupňům kariéry vědeckého manažera. Kupodivu v tom však žádný z jeho žáků nenachází zalíbení a po nějaké době se se štítem, na štítě nebo jinak vrací do bezpečí své laboratoře.

To, co zde bylo napsáno o postgraduální výchově odborně zaměřených fyziků, kulminovalo před pětadvaceti až deseti lety. V posledním desetiletí — veden svým citem pro nepříznávané potřeby společnosti — se M. Černohorský věnuje s opravdovostí jemu vlastní fyzikální pedagogice, tj. fyzikálnímu vzdělávání učitelů všech stupňů. Semináře, které pod jeho vedením pořádá příslušná odborná skupina FVS JČSMF, jsou vnějším projevem tohoto úsilí. To vnitřní a nejpotřebnější — výchova konkrétních lidí — jistě opět nepostižitelně probíhá v tichu jeho pracovny.

Tím, že si toto vzpomínání všímá jen učitelského působení M. Černohorského, líčí jeho osobnost poněkud jednostranně. Připomenutí jeho vědecké práce, úsilí v oblasti spolupráce fyziky a technických věd, mnohaleté spolupráce s režiséry brněnských činohr, jeho vztahu k hudbě atd. to nemění v závěru napravovat. M. Černohorský je především pedagog. Stačí navštívit některou jeho přednášku či seminář a člověku je zřejmé, že zde nejde jen o plnění pedagogických povinností, ale že je účasten něčeho, co M. Černohorský rád a ze všech sil dělá. A člověk s radostí shledává, že „vedle převládajícího podvodu tohoto světa může zřejmě ještě (kupodivu) existovat něco takového, jako je oddanost a poctivá práce“ a že „není nic většího než zázrak něčemu se celou duší oddávat“ ([1], str. 138, 40).

Literatura

- [1] Brod M.: *Pražské hvězdné nebe*. Editio Supraphon, Praha—Bratislava 1969, 37.
- [2] Černohorský M.: *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie* 20 (1975), 344.
Černohorský M.: *Folia fac. sci. nat. uni. Purk. Brun.* 18 (1977), č. 1 (Physica 23), 5; 20 (1979), č. 3 (Physica 28), 5, 33.

[3] Černohorský M.: *Metrologie mířkových parametrů*. Rozpravy ČSAV, řada technických věd, ročník 78, sešit 5. Academia, Praha 1968.

Černohorský M.: *Folia fac. sci. nat. uni. Purk. Brun.* 20 (1979), č. 3 (Physica 28), 49.

Došlo 3. 5. 1982.

Fyzika jako didaktická výzva*)

Roman U. Sexl

Institut für Theoretische Physik der Universität Wien, Rakousko

Úvod 265

Syndrom exaktní vědy 266

Fyzika v každodenním životě 267

Fyzika a sport 267

Problematika moderní přírodní vědy 269

Didaktická výzva 269

Úvod

Dá-li se věřit některým novějším průzkumům, je fyzika jedním z nejméně oblíbených školních předmětů. Definice vyučování jako „systému odpovědí na otázky, které nebyly nikdy položeny“ se jeví v případě vyučování fyzice zvláště výstižná. A mnohý průměrný nefyzik v rozhovoru rád připouští, že při vyučování fyziky sotva něčemu rozuměl, a proto byl šťasten, jakmile už s fyzikou neměl nic společného. Když se tedy tak jak tak všechno zapomene, nebylo by jednodušší formulovat pro výuku fyziky nové

*) *Redakční poznámka:* Článek prof. dr. Romana U. Sexla je přepracované znění přednášky, kterou autor proslovil na Čtvrtém generálním shromáždění *Evropské fyzikální společnosti* v září 1981 v Istanbulu. Byl otištěn ve *Physikalische Blätter* 38 (1982), 126 a jeho překlad uveřejňujeme s autorovým i vydavatelovým souhlasem.