

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Karel Havlíček; František Hyhlík

Pedagogické a psychologické aspekty při vyučování matematice

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 23 (1978), No. 5, 278--285

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138206>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1978

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

vyučování

Pedagogické a psychologické aspekty při vyučování matematice*)

Karel Havlíček, František Hyhlík, Praha

I

Stěžejním úkolem učitele je usnadnit studentovi, aby pochopil a osvojil si látku, které je mnoho, a dosavadními metodami nelze ji zvládnout. Je třeba věnovat zvláštní pozornost metodám učení a samostatnému studiu posluchačů. Usnadnění nezáleží v benevolenci při zkouškách, nýbrž v přístupném výkladu, který se orientuje na průměrně dobrého studenta. Metodicky věnujeme zvláštní pozornost procvičování látky, řešení příkladů a dbáme, aby student porozuměl učivu. Jinak se nezbavíme formalismu ve vyučování, který se projevuje v učení bez porozumění, v biflování, v osvojování si poznatků mechanicky. Je všeobecně známé, že abstraktní látka se neobyčejně rychle osvojuje na dostatečném počtu příkladů. Teprve pokročilejší studenti jsou schopni vymýšlet si příklady sami. Příklady jsou zároveň kritikou po-

*) Přednáška přednesená poprvé 12. září 1973 na 9. celostátní konferenci o vyučování matematice na vysokých školách technických a ekonomických, kterou pořádala JČSMF ve dnech 10. až 14. září 1973 ve Sklených Teplicích; od té doby byla přednáška s různými obměnami a doplňky opakována nejméně desetkrát v různých pobočkách JČSMF. Autorem I. části je F. HYHLÍK, autorem II. části je K. HAVLÍČEK.

chopení. Velmi záleží na organizaci učiva. Student si lépe osvojuje poznatky, jsou-li uspořádány. Odtud plyne důraz na celek a souvislosti. Při výkladu je nutno dbát na sledování cíle, nerozptylovat se podrobnostmi. Myšlenkově neukázněný učitel je ten, který má poznatky neuspořádané, každou chvíli odbíhá od tématu, zachází do zbytečných podrobností, často nevhodně užívá cizích výrazů, které ztěžují prozumnění a z nichž převážná většina by se dala nahradit výrazy českými a srozumitelnými. Některý učitel ve výkladu předbíhá a studenti se záhy unaví, zvlášť jde-li o látku teoretickou; ztrácejí zájem a jejich pozornost upadá. Postup, který se osvědčuje, záleží v tom, že si učitel vytkne určitý cíl, připraví si látku v tezích, vyzbrojí se praktickými příklady, popř. vhodnou aplikací a zajímavými podrobnostmi.

Didaktické chyby se dopouští učitel, pokládá-li všechnu látku svého předmětu za stejně důležitou. Je třeba diferenciacie. Abychom si trvale osvojili učivo, je třeba mu porozumět, opakovat je, ovšem nikoli mechanicky, ale uvědoměle, záměrně. Lépe si osvojujeme poznatky systematicky uspořádané. Proto při každém výkladu podáváme učivo utříděné, diferencované, organizované. Při výkladu se snažíme podávat látku takto:

1. Z výkladu musí student pochopit základní myšlenky nebo teze, které tvoří strukturu výkladu. Tyto poznatky učiníme nápadnými, abychom zdůraznili jejich význam (modelem, kresbou, promítnutím filmu, magnetofonovým záznamem apod.).

2. Základní poznatky podáváme zajímavou formou a metodou. Vyvoláme o ně zájem, čímž mobilizujeme i emocionální stránku studenta; to pak vede k jeho aktivitě.

3. Současně upozorňujeme na význam získaných poznatků tím, že provádíme jejich aplikace při všech vhodných příležitostech.

Na učení se podílí celá osobnost studenta. Všímáme si nejdůležitějších složek tohoto velmi složitého a formativního procesu. Na osvojování si učiva má vliv vnímavost studenta, jeho postřeh, všímavost a pozorovací schopnost. Protože vykládané učivo není stejně obtížné, musí učitel věnovat pozornost jeho diferenciaci. Látku obtížnější učiní zajímavou, zdůrazní její význam a aplikaci.

Další faktory, které ovlivňují osvojování si učiva, jsou paměť, představivost, pozornost, fantazie, intuice a tvůrčí myšlení s jeho vlastnostmi. Paměť je složitý proces, který závisí na ostatních psychických procesech, jako je vnímání, pozornost a myšlení. U studentů přistupují k tomu už dříve získané poznatky a zkušenosti, kterých je třeba využít. Paměť je předmětem experimentálních výzkumů, které se snaží ověřit rozmanité teorie a hypotézy, ale dosud se nepodařilo uspokojivě vysvětlit mechanismus, který vede k vytváření stop (engramů) v mozkové kůře. Proto se v poslední době psychické procesy studují tak, že se zkoumá organizace informačních procesů, které probíhají v lidském mozku. Jisté je, že paměť, zejména u dospělých lidí, přetěžujeme. Tomu se dá čelit důkladným rozбором předávaných zkušeností, z nichž vytyčíme to nejpodstatnější. Mnohdy stačí, aby student věděl, kde poznatek najde a nemusí si jej pamatovat, zejména jde-li o poznatek zřídka se vyskytující. Proces zapamatování souvisí s procesem zapomínání. Nejprve zapomínáme poznatky, jimž nerozumíme, dále poznatky, které jsou osobně a společensky málo významné, a konečně poznatky, které nás

nezajímají. Proces zapomínání probíhá velmi rychle, zpravidla hned při učení. Zapomínání je závislé na mnoha faktorech, zejména na neuropsychické situaci organismu, na vztahu k učivu, na úrovni rozumových schopností, na motivaci, na opakování a užití poznatku v praxi. Poznátky, kterým rozumíme a které potřebujeme, si vybavujeme snáze a pohotověji.

Nejsložitější a nejdůležitější psychický proces je myšlení. Správně myslet znamená pochopit, argumentovat, dokazovat, přesvědčovat. Při učení se matematice má podstatný význam myšlení samostatné, kritické, pružné a názorné.

Důležitou složkou učení je pozornost. Je to vědomé a úmyslné zaměření osobnosti na zcela určitý konkrétní úkol. Na získání a udržení pozornosti mají vliv podmínky vnitřní a vnější. Je to např. celkový psychofyziologický stav organismu, únava, zájem, společenská a osobní významnost poznatku, srozumitelnost výkladu, prostředí, v němž studenti pracují, mikroklimatické podmínky, hluk, osvětlení, tempo přednášky, jednotvárnost výkladu, nediferencované sdělování poznatků, obtížnost látky aj. Pozornost kolísá. V průběhu jedné vyučovací jednotky se mění intenzita pozornosti od počátečního soustředění přes maximální vypětí k poklesu pozornosti. Této křivce pozornosti je třeba přizpůsobit výklad. To se děje tím, že ve fázi intenzivní pozornosti vykládáme stěžejní otázky a učivo náročné na prozumnění, ve fázi poklesu vložíme do výkladu příklady a aplikace, případně i vtipné minipauzy; tím si pozornost poněkud „odpočine“ a zase je schopná sledovat výklad náročných partií.

Musíme předpokládat, že studenti prvního ročníku na vysokých školách si dosud náležitě neosvojili metody učení. To se

projevuje na křivce učení, která po určité době stoupání se zastaví a student má dojem, že toho ví méně než zpočátku. Zastavení křivky neboli plató působí někdy depresívně, vede k frustraci a někdy končí přerušáním studia. V takovémto případě by učitel měl zjistit příčinu studentova neúspěchu a snažit se mu pomoci. Příčiny jsou různé. Nejčastěji je to nepřizpůsobení se metodice studia, na venkovské studenty často neblaze působí změna prostředí. Někdy jsou to problémy rodinné, jindy naprosté neporozumění učivu. Zde je úkolem učitele, aby poradil, povzbudil, upevnil posluchačovo sebevědomí; někdy stačí dobré slovo a rada, jak překonat tuto přechodnou mentální krizi.

Při jakékoli činnosti, tedy i při učení, hraje důležitou úlohu motivace. Motiv je pohnutkou lidského jednání. Rozlišujeme motivy kladné (pochvala, uznání, povzbuzení) a záporné (napomenutí, důtka, trest, nespravedlivé hodnocení). Kladná motivace působí na studenta příznivěji než záporná. Výchovně je účinnější kladná motivace.

V návodech studia bychom neměli zapomenout na mentální hygienu. To je ochrana nervového zdraví. Studenty bychom měli upozornit na význam organizace učiva, na životosprávu, na vážné nebezpečí, které jim hrozí z požívání nadměrného množství kávy, Meprodamatu, Libria a ostatních narkotik. Studenti se jimi snaží odreagovat strach před zkouškami, trému a úzkostné stavy očekávání. Rozhodně není správné kávou a cigaretami oddalovat a přemáhat spánek nebo se mu dokonce bránit. Místo těchto prostředků přemáhání únavy je rozumnější zvyknout si na pravidelný režim práce.

Největším problémem je příprava na zkoušku a způsob zkoušení. Učitelé, kteří

nedovedou zkoušet, mají stejně závažný nedostatek, jako když nedovedou vyučovat. Zkouška je nedílnou součástí výuky. Každá práce by měla být zakončena kontrolou a tou je zkouška a prověřování základních poznatků. J. A. KOMENSKÝ kladl tři požadavky na zkoušky. Požaduje zkoumat, 1. zda se někdo něčemu naučil; to se objeví, umí-li to odříkat; 2. zda to pochopil; to se pozná různými analytickými otázkami; 3. zda zná použití toho; to ukáže praxe prováděná bez přípravy.

Důkladná analýza zkoušek by vyžadovala důkladný rozbor vyučovacího procesu, který je velmi složitý, mnohotvárný a postihuje celou osobnost studenta. Metodika zkoušení je zanedbávána, teprve v poslední době se věnuje pozornost programovanému učení a s tím souvisejícímu způsobu zkoušení. Zkoušky jsou závažným pedagogickým problémem, který musí být řešen aktivními učiteli, zkušenějšími odborníky a vědeckými pracovníky. Zejména psychologie zkoušek studentů je hrubě zanedbávána. Jak může být zhodnocen objektivní výkon studenta při přijímacím pohovoru, jestliže je pozván na 8. hodinu a před komisí se dostane k 18. hodině. Co si máme myslet o organizačních schopnostech učitele, který zkouší v odpoledních hodinách studenta pozvaného na 8. hodinu ranní. Dovede se tento učitel vžít do psychiky studenta, představit si, co prožívá v těchto dlouhých hodinách čekání? Neuvěřitelné historky se vyprávějí kolem zvláštních metod zkoušení. Napjatou nervovou soustavu ještě dráždí nesvědomití učitelé různými výroky, které utlumují optimistický postoj ke zkoušce. Zkouška by měla probíhat v příznivém prostředí, ve vzájemné důvěře mezi učitelem a studentem. Hlavním cílem zkoušky je zjistit: 1. rozsah vědomostí, 2. správnost a přesnost poznatků, 3. schopnost aplikace, 4.

schopnost samostatného myšlení, 5. vyjadřovací schopnosti.

Jestliže si student osvojoval poznatky v ovzduší dobrých vztahů, budou také zkoušky probíhat příznivě. Bylo-li však mezi učitelem a studenty stálé napětí vyvolané strachem, obavami, trémou, neobejdou se ani zkoušky bez těchto tlumivých momentů. Úspěch ve studiu závisí na vztahu k oboru, na umění se učit a na správné životosprávě. Pedagogický takt a psychologický postřeh jsou pozitivní postoje učitele, které vytvářejí optimistic-kou náladu. Měli bychom si uvědomit, co všechno má vliv na správnost odpovědi nebo na jejich nesprávnost. Během zkoušky nerušíme studenta, nevnucujeme mu vlastní řešení, ale necháme ho uplatnit všechno, co ví. Výjimku činíme v případě, kdy se student odchýlí od otázky. Postrachem při zkouškách jsou mnohmluvní a netrpěliví examina-toři. Naproti tomu učitel klidný, vyrovnaný vytváří aktivní prostředí a přenáší svůj klid na studenta. Mohli bychom shrnout faktory, které mají vliv na výsledek zkoušky. Jsou to vědomosti a dovednosti, schopnosti, nadání, zájem, charakterové vlastnosti, zejména vlastnosti pracovní, jako je píle, snaživost, vytrvalost, houževnatost, vnější vlivy, rodinné prostředí, motivace, tělesný a zdravotní stav, osobnost učitele.

O některých charakterových rysech dobrého učitele jsme se již zmínili, třeba ještě dodat, že učitel má být krajně spravedlivý, má se vyznačovat vysokým stupněm citového sebeovládání, nemá podléhat náladám, podrážděnosti a výbuchům hněvu. Má mít dobrou vyjadřovací schopnost, bohatou slovní zásobu a má umět složité myšlenky vyjádřit jednoduše a srozumitelně. Stále má mít na paměti, že osobní příklad byl, je a bude nejmocnějším výchovným prostředkem.

II

Psychologickým prvkům se nevyhneme ani v matematice, ať už jde o její studium na školách či o její pozdější uplatnění v životě, v zaměstnání a v praxi. Dnes nutně musíme odmítnout zastaralý předsudek, že ke studiu matematiky je především potřeba jakýsi mimořádný až mystický talent. Matematika sama vyžaduje i práci, ale v první řadě schopnost umět se na tuto práci dobře soustředit. To je důležitější než talent a toho si musíme všimnout zvláště dnes, kdy procento matematiků v naší společnosti roste a kdy vlivem vědeckotechnické revoluce potřeba matematiků v budoucnosti ještě poroste. Vzniká ovšem otázka, poroste-li úměrně tomu procento talentovaných či snad dokonce geniálních matematiků. V nejrůznějších provozech tedy musíme zaměřit svoji pozornost na širší výběr matematiků než jen na mimořádně nadané jedince s vrozenými matematickými schopnostmi. A tu právě může psychologie a pedagogika velmi pomoci. V našem krátkém pojednání nelze ovšem vyčerpát toto téma v celé jeho šíři, všimneme si tedy jen několika aspektů.

Především je třeba si uvědomit, že každý předmět školního vyučování a obor studia má svůj specifický výchovný význam. Výchovný význam matematiky se uplatňuje hlavně ve čtyřech směrech; matematika zcela přirozeně a nenuceně vychovává studenty k přesnosti a důslednosti, ale také k samostatnosti a odpovědnosti. K samostatnosti vede studenta přirozená touha přesvědčit se o správnosti svých výpočtů a úvah, a to nezávisle na víře v autority. K odpovědnosti pak vede studium důkazů jednotlivých matematických vět, toto studium přivádí mladého technika i k tomu, aby sám dovedl rozhodnout, za jakých předpokladů a kdy

smí příslušné poučky nebo konstrukce použít, což ovšem zdaleka neznamená, že by měl důkazy všech jemu známých matematických pouček stále znát z paměti. Nemůžeme přece ze studentů vychovávat jakési živé běhající encyklopedie či kompendia. To by se nám nikdy nepodařilo, dokonce ani v tom případě, kdyby neexistoval výše uvedený proces zapomínání.

V tomto výchovném procesu nestačí tedy podávat studentům hotovou faktologii. Věda se stále vyvíjí a roste, ani dospělý člověk s tím není nikdy hotov. Škola může jenom rozučit, ne doučit, jak říkal prof. F. JÍLEK.

Tu je především nutno naučit studenty pracovat s literaturou. K tomu je zapotřebí vzbudit u nich zájem o zvolený obor. Ale zájem patří do oblasti citového života. Poznání bez zájmu je mrtvé i v matematice. Zájem o věc je potřeba u studentů podchytit a podporovat, což vyžaduje kladný poměr učitele k mládeži a jeho povzbudivá slova, nikoli strašení. Je nutno vycházet z pedagogického optimismu; to není tak těžké, jak by se na první pohled zdálo, protože 90 % studentů při vstupu na vysokou školu bere studium vážně. Vyžaduje to ovšem tvořivou pedagogickou práci učitele, kterého v tomto směru nemůže nikdy nahradit žádný magnetofon.

Uplatnit tyto pedagogické prvky v přednáškách z matematiky především znamená, že se nelze omezit jen na přesně logicky stavěný výklad. V matematice potřebujeme ovšem logiku, ale logiku formální, hlavně dvojhodnotovou, v níž není citový život právě tak jako se cit neprojevuje v práci kteréhokoli stroje, i kdyby to byl sebe duchaplněji sestrojený samočinný počítač. Není tedy vhodné přehánět při výuce do podrobností vybroušené důkazy matematických vět, i když si dobře uvědo-

mujeme např. nutnost a důležitost axiomatického vybudování určité matematické partie. Každý takový obor ve své hotové formě má ovšem nakonec podobu přísné logické stavby, ale to je už výsledek, nikoli začátek tvůrčí práce matematikovy. Student by se na ní měl podílet tím, že si některé podrobnosti promyslí sám. Přednáška ho informuje, definitivní vědomosti musí hledat v literatuře. Tento pracovní efekt odpadá, podáme-li v přednášce jen dokonalý logický celek, který student jen prostě vezme na vědomí. Ale student přirozeně chce znát víc než jen hotové výsledky a fakta. V tom směru mu velmi účinně pomáhá motivace příslušné matematické problematiky, náznak, z jakých potřeb života vyrostla, a ukázka její užitečnosti; vítané jsou i historické poznámky. Někdy poslouží i jiné prostředky stojící mimo logiku, např. užívání barevných kříd; činí tak ostatně i matematikové světových jmen při svých přednáškách na mezinárodních konferencích. Dalším takovým prostředkem je ovšem i užívání modelů při výkladu.

Pro učitele matematiky je důležité ujasnit si vůbec poměr mezi logikou a psychologií. To platí pro všechny druhy škol včetně škol základních. Je příznačné, že dva logicky ekvivalentní systémy po stránce psychologické většinou ekvivalentní nejsou. Tak např. princip duality v projektivní rovině přiřazuje bodu jako duální obraz přímku, spojování bodů přímkami přiřazuje protínání přímek atd. U jednoduchých pouček, jako jsou např. věty Pascalova a Brianchonova, to ještě nepůsobí potíže. Ale při studiu složitějších útvarů, např. systémů křivek, se nám přece jen s bodovými útvary pracuje pohodlněji než s přímkovými, které nejsou tak názorné; to poznal každý, kdo si řadu příkladů sám prorýsoval. Pohyb bodu po křivce je pro

nás přirozenější než změna polohy tečny, zejména přijdou-li na řadu singularity. Další nápadný příklad nám poskytuje srovnání klasické syntetické geometrie s analytickou geometrií. Tu jde zase o dva systémy, které jsou po stránce logické ekvivalentní; ale kružnici od elipsy rozezná už žák základní školy, kdežto rozdíl jejich logických ekvivalentů v analytickém zápise rovnicemi (např. $x^2 + y^2 = 1$ a $4x^2 + 9y^2 = 36$) mu nic neříká. Ostatně kruh od vnitřku elipsy rozezná i pes, jak jasně prokázaly pokusy konané stoupenci I. P. PAVLOVA. Smyslovému vnímání se tedy neubráníme ani v matematice.

S tím souvisí zajímavá psychologická jemnost, na kterou upozornila kdysi při své přednášce v Praze Z. KRYGOWSKÁ z Polska. Zjistila totiž, že děti dělají v matematice logické chyby, které jinde v životě nedělají. Vyšla např. z této správné poučky: přímka kolmá k rovině je kolmá ke všem přímkám té roviny. Žáci měli říci, kdy přímka není kolmá k rovině; řekli chybně, že taková přímka není kolmá k žádné přímce té roviny. Ale s výrokem, že sportovní družstvo získá cenu, když všichni jeho členové doběhnou do cíle, si děti poradily správně; řekly, že družstvo nedostane cenu, když někdo (rozuměj aspoň jeden) z jeho členů to zkaží, tj., když nedoběhne do cíle. Příčinu těchto nesnází nenajdeme ani v logice, ani v matematice, ale vysvětlí ji nejjednodušší psychologie. Sportovní zápolení je totiž něco, co je v citovém dosahu těch dětí, ale kolmice v prostoru, zejména mimoběžné kolmice, je nijak nenadchnou. Kdo by si tu nevzpomněl na Komenského radu: nic nebudiž s mládeží podnikáno, leč co věk a schopnost nejen dopouští, nýbrž i žádá. Pro nás z toho plyne, že i logice se musí člověk učit.

Na začátku je přitom nutné, aby učitel se přizpůsobil jazyku studentů, tj., aby se hned nevyjadřoval jen odborně. V logice se to týká především užívání spojky *nebo*, která v běžné řeči má význam spojky odporovací. Říkáme: půjdu na procházku nebo do biografu; nebylo však nikdy vidět, aby se někdo procházel v lese a současně přitom seděl v biografu. Jiný příklad: k snídani si dám kávu nebo čaj, ale nikdo nepije oboje zároveň. Tu jde vždycky o dvě vzájemně se vylučující možnosti. Ale „logické“ nebo je v podstatě spojkou souřadnou. Říkáme přece, že x je prvkem sjednocení množin A, B , je-li prvkem množiny A nebo prvkem množiny B ; přitom tyto dvě možnosti se navzájem nevylučují, protože x zde může být docela dobře prvkem obou množin A, B současně. To všechno musíme studentům předem vysvětlit, aby si řádně uvědomili tyto různé významy spojky nebo. Je ostatně známo, že mluvíme často velmi nepřesně, protože se nevědomky spoléháme na citovou složku běžné řeči; ale samočinné počítače nemají cit, jejich obsluha tedy vyžaduje přesné odborné vyjadřování a symboliku a k ní musíme studenty znenáhla vychovávat.

Totéž se týká odborného názvosloví, kde řada slov má v odborné řeči jiný význam než v běžném životě a tento význam se dokonce i časem mění. Tak např. slovem *směr* rozumíme dnes ve školské geometrii množinu rovnoběžných přímek bez ohledu na jejich orientaci. Ale jinde říkáme, že jsem šel směrem k nádraží, případně směrem od nádraží a pokládáme to za dva různé směry, i když jsem šel po každé po tomtéž chodníku. I v matematice samé užíváme někdy téhož slova v různých významech. Tak slovo *těleso* znamená v geometrii např. krychli, kouli atd., ale v algebře znamená jistou alge-

braickou strukturu se dvěma operacemi, mluvíme např. o tělese reálných čísel. V jiných oborech má toto slovo zase docela jiný význam, jako např. hudební těleso.

V naší veřejnosti způsobilo nedávno rozruch slovo *množina*, které si naši matematikové zavedli už ve dvacátých letech z vážných důvodů čistě uměle pro své potřeby. Laikové nechápali vznik tohoto slova a ovšem ani pojem matematický, který toto slovo znamená. Akademik O. BORŮVKA to vysvětluje jednoduše (viz jeho *Úvod do teorie grup*, 2. vydání 1952, str. 6): „V matematickém názvosloví užíváme slova množina náhradou za slovo množství, které má v šesti různých pádech stejnou koncovku, a proto je po jazykové stránce méně vhodné.“ Není dobré tento výklad před studenty zamlčovat. Je sice pravda, že slovo množství nám připomíná slovo mnoho a že v matematice potřebujeme i množiny s malým počtem prvků, dokonce i množinu prázdnou, ale tutéž vadu má i slovo množina, jenže nám připomíná něco docela jiného; asi před dvaceti lety písarka, neznalá tohoto slova, to pokládala za přepsání, překlep a při opisování textu pro Lidovou univerzitu nám teorii množin „opravila“ na teorii množení. Každé slovo nám obvykle připomíná ještě něco vedlejšího; to by si měli uvědomit členové terminologické komise.

Celá tato záležitost je ještě zajímavá z hlediska jednotné výchovy, která by měla být ideálem každého vychovatele. Na psychickou stránku žáků by nepůsobilo dobře, kdybychom v češtině vykládali věci protichůdně proti výkladu v matematice. Proto je dobře, že v TRÁVNÍČKOVĚ *Slovníku jazyka českého* nacházíme heslo „množina = množství (matemat.)“. Je to v naprosté shodě s Borůvkovým stanoviskem. Ne-

bylo tedy vhodné, když před časem někteří učitelé vnucovali dětem svoje mínění, že množina není množství. Vždyť nejde o nic jiného, než že slovo množství má prostě v matematice jiný význam než jinde v životě, jak jsme to už výše poznali i u jiných termínů; specifičnost tohoto termínu je tu ještě zvýšena tím, že z dobrých důvodů místo slova množství užíváme slova množina.

Při tvorbě názvosloví je vůbec dobře vědět, že živá řeč se vyvíjí nelogicky. Známý náš jazykový odborník univ. prof. dr. FR. JÍLEK, dnes už zvěčnělý, uváděl na to příklady se vtipem jemu vlastním. Tak např. na ruce máme *rukáv*, ale na noze *nohavici* (nikoli noháv), jejíž jazykový protějšek *rukavice* má na ruce tutéž funkci jako na noze *ponožka*. Tvoření těchto slov zřejmě postrádá jakoukoli logiku. Jiný příklad poskytuje srovnání slov *východ* a *západ*, nikoli záchod. V češtině bychom tedy marně usilovali o logicky bezvadné matematické názvosloví, třebaže každý i nově vznikající matematický obor musíme nakonec skloubit v dokonalou logickou stavbu. Logika se v živé řeči vyskytuje jen v gramatice a i ta připouští řadu výjimek. Jinak je tomu v řeči mrtvé, např. v latině.

Obraťme nakonec ještě pozornost k poměru logické a mechanické paměti. Logická paměť je ovšem vázána na logické myšlení a je v matematice velmi vítána. Mechanická paměť není tak spolehlivá. V matematice se může projevit v šablonovitém užívání různých vzorečků či v jejich bezduchem odřikávání ve škole; to může způsobit mnoho škod. Je ovšem potřeba si uvědomit, že vzorečky se nám nepodaří z matematiky odstranit. K tomuto poznání nás vede Pavlovovo učení o vyšší nervové činnosti člověka. Fyziologický podklad pro návyky i zlovyky, trvalé dovednosti,

mechanickou práci apod. je dynamický stereotyp, totiž sled několika podmíněných reflexů v pravidelných časových intervalech se opakující. Dynamický stereotyp vzniká při každé pravidelné činnosti, tedy i při studiu matematiky, a touto činností se udržuje. Je známá skutečnost, že někteří lidé užívající ve své práci matematiku, se nikdy neučili z paměti např. trigonometrické vzorečky, a přece si je dobře pamatují a nemohou za to; je to dáno tím, že jich často v životě užívali a užívají. To se týká i mnoha techniků. Ať jim někdo zakáže umět z paměti vzorec $\cos^2 x + \sin^2 x = 1$, nebo ať jim nařídí, aby tento vzorec co nejrychleji zapomněli; nebude to nic platné. Ještě jedna věc je přitom důležitá. Rozbití dynamických stereotypů vede k přechodnému snížení výkonu člověka. Chceme-li tedy např., aby studenti *hbitě* derivovali podíl nebo složenou funkci aj. a aby přitom nepoužívali vzorců, které znají z paměti, pak na nich chceme nemožnosti. Zkušenost a rutina se tedy uplatňují i při

práci v matematice. Východisko je tu snadné: není potřeba studenty nutit k tomu, aby znali vzorce z paměti, ale nebude jim to také zakazovat. Ostatně dobrý student si v případě potřeby umí odvodit i leckterý vzoreček, který se mu už z paměti vytratil.

Z několika zde uvedených ukázek snad dostatečně vyplývá, že bychom ani ve vyučování matematice neměli zanedbávat psychickou stránku studenta. Je jasné, že např. logaritmy nelze vykládat dvouletému dítěti, i když už umí mluvit; ale začít s tím ve dvaceti letech je pravděpodobně zbytečně pozdě. Otázka, kdy některou partii žákům do učiva zařadit, patří do vývojové psychologie, o které ještě mnoho nevíme. Ale i tu může velmi pomoci osobnost učitele. Záleží i na jeho taktu v osobním jednání se žáky. Předpokládá to ovšem jeho kladný poměr k mládeži; dříve se to říkávalo slovy, že učitel má mít žáky rád. Velká většina studentů nám i za naše drobné pozornosti k nim bude vždycky vděčná.

Když někdo neprávem kritizoval nějakou teorii, Landau to komentoval svým oblíbeným výrokem: „Od hlupáka to zní hrdě“. P. L. Kapica — narážející na tento oblíbený Landauův komentář — při jedné návštěvě Nielse Bohra v Moskvě poznamenal, že hlavní rozdíl mezi Bohrovou a Landauovou školou je v tom, že zatímco Bohr se nikdy nestyděl přiznat, že něčemu nerozumí, Landau se nikdy nerozpakoval říci svým žákům a spolupracovníkům, že jsou hlupáci.

K udělení Nobelovy ceny Landauovi gratuloval také nově zvolený prezident AV SSSR, akademik Mstislav Keldyš. Landau vyjádřil svoji zná-

mou nechuť k různým „úřadům“ a vedoucím funkcím: „Děkuji, já Vám též gratuluji, na rozdíl od jiných Vám však nezávidím.“

Landau měl zvláštní „čich“ na nové podněty ve fyzikálních teoriích. První Bardeenova-Coope-rova-Schriefferova práce, znamenající zrod mikroskopické teorie supravodivosti, však zůstala na Landauově semináři nepovšimnuta. Když se akademik N. N. Bogoljubov zeptal, jak se to mohlo stát, Landau měl pohotovou odpověď: „Sám jsem práci nečetl, informovali mne o ní dva moji spolupracovníci, takže jsem se pouze přižívoval; nyní vím, že jsem parazitoval na mrtvolách.“

J. K.