

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Vítěslav Jozífek

Poznámky k teorii vyučování matematice

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 14 (1969), No. 3, 148--151

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139905>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1969

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>

Úspěšné vyřešení těchto otázek předpokládá zájem i aktivní spolupráci pracovníků kateder matematiky a fyziky vysokých škol, zvláště pak kateder, které se zabývají otázkami teorie vyučování matematice a fyzice. Velmi cenné podněty mohou přicházet od vědeckých pracovníků ústavů ČSAV.

Bezesporně velkou úlohu zde bude mít JČMF, která již tradičně věnuje těmto otázkám velkou pozornost. Kabinet pro modernizaci vyučování matematice a fyzice při ČSAV, matematické a fyzikální kroužky pro modernizaci vyučování při JČMF nebo při katedrách fakult mohou přispět k řešení těchto závažných problémů tak, aby nakonec JČMF jako reprezentativní orgán svou autoritou prosadila nejvhodnější řešení.

Vážná je zde i úloha VÚP jako orgánu, který připravuje podklady pro tvorbu a schvalování učebních osnov a učebnic.

Literatura

- [1] SEGNER J. A.: *Einleitung in die Natur-Lehre*, Göttingen 1746.
- [2] KAŠPAR E.: *Kapitoly z didaktiky fyziky* I, II, SPN 1960, 1963.
- [3] FUKA J.: *Mezinárodní symposium o koordinaci vyučování matematice a fyzice*, Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 6 (1967), s. 376.
- [4] VACHEK J.: *K některým otázkám úlohy matematiky ve vyučování fyzice* (kandidátská práce MFF KU 1967).

POZNÁMKY K TEORII VYUČOVÁNÍ MATEMATICE

VÍTĚZSLAV JOZÍFEK, Praha

Otázkou, jak vyučovat, se zabývají nejen pedagogové, ale i vysokoškolští učitelé matematiky.

V roce 1967 byly ve francouzském *Bulletin de l'Association des Professeurs Mathématiques de l'Enseignement Public* články, které se vedle jiných problémů zabývaly také touto tematikou. Z úvah těchto článků uvedu teze, které mají platnost i pro naše školství. Jde hlavně o názory profesorů LEHMANN A G. CHOQUETA, profesorů de la Faculté des Sciences Paris.

Profesor LEHMANN se zabývá otázkou fází ve vyučování a říká v podstatě toto: Mezi učiteli matematiky jsou jistě výteční učitelé. To, že existuje mezi nimi většina průměrných učitelů, že mnozí pedagogové selhávají ve vyučování matematice, opravňuje k domněnce, že je snadnější být sebevědomý v pedagogice než v matematice. To ovšem nemá být zdaleka odsuzováním pedagogiky, ale spíše pedagogů.

Demokratizace školství znamená povýšení a podtržení důležitosti výchovy mas a nejenom elity, i když se nesmí na výchovu talentů zapomínat. Přitom nejde o to, aby se vychovávali jen průměrní matematici. Naopak musíme se snažit o takovou vyučovací metodu, která vede k zajištění co největšího počtu vyspělých matematiků. Není utopií, tvrdíme-li, že všichni chceme to nejlepší vyučování pro všechny žáky. Je snazší dobře vyučovat lepší žáky než průměrné, nebo dokonce podprůměrné. V podstatě jde o to naučit žáka pracovat úsporně se silami a vést ho k tomu, aby věnoval své úsilí k vědomému dosažení stadia, kdy si osvojí hluboké znalosti.

Studium matematiky probíhá podle profesora Lehmana určitým počtem vývojových období. Měli bychom se vyhnout obvyklým postupům i omylům historickým, i když by studium podle některých postupů mohlo být úspěšné.

První fází je motivace. Zvolíme teoretickou otázku, položíme ji do konkrétní situace nebo do konkrétního problému. I zde by bylo možno obrátit se do historie a uvést historický vývoj probírání příslušné teorie, ale naším cílem je vyučovat matematice a ne, nebo nejenom historii matematiky.

Druhé období je konkrétní. Spočívá ve studiu příkladu uvedeného v motivaci.

Třetí fáze je abstrahování. Znamená vyhledávání „trestí“ uvažování v předchozím období. Mezi všemi vlastnostmi studovaného příkladu vyhledáme ty, kterých jsme použili nejvydatněji. V této třetí fázi se podstatné vlastnosti utřídí v axiomy a v jejich výčet.

Čtvrtou fází je definování nové struktury, ke které dojdeme od výčtu axiomů. V této struktuře jsme de facto zobecnili odůvodňování uskutečněné v druhé fázi — v konkretizaci.

Předposlední fází je aplikace. Ta znamená studium příkladů struktury, tj. příkladů od kterých jsme vyšli, jakož i dalších, jejichž prvky jsou vázány týmiž relacemi.

Posledním obdobím je zhodnocení vykonané práce. Konstrukcí přizpůsobeného protipříkladu se snažíme přesvědčit se o nepostradatelném charakteru hypotézy nebo axiomu. Nedospějeme-li ke kladnému výsledku, můžeme se domnívat, že hypotéza nebo axiom sehrály úlohu jen čistě technickou a že by se mělo přejít k jiné metodě.

Tak si připravíme seznam nových zajímavých problémů pro úvahy. Všecky popsané fáze nebudeme pravděpodobně vždy tak explicitně probírat. V práci s vynikajícími žáky je možno některou fází vynechat, nebo vzít dvě současně. Zvláště je možno v nich začít s třetí, popř. se čtvrtou fází. V tomto případě se axiomy považují za určitá pravidla hry. Ve skutečnosti mají i vynikající žáci potřebu projít všemi fázemi, ale v nejkratším čase. Stačí jim předvést abstraktní teorii, a oni sami „uhodnou“ konkrétní situaci, v které jsou originály pro abstraktní situace. Zkušenost ukazuje, že i méně nadaní žáci dokážou po několika návodech učitelových sami říci příklady, které se zamlčují, nebo ukrývají za danými abstraktními příklady. Často stačí, aby si zvykli na předkládání podobných návodů nebo otázek. Mlčky se předpokládá, že jim při odůvodňování čtvrté fáze pomáhá intuice. Chtít, aby žáci odůvodňovali sami axiomatickou soustavu je nerozumné.

Teorie, které se mají probírat, jsou jistě ty, které nejsou a nezůstanou pouhými hrami, ale mají konkrétní aplikace. Nebereme-li na to ve vyučování zřetel, dopouštíme se pedagogického omylu.

Bývá hodně sporu, co se rozumí pod názvy konkrétní a abstraktní. Je známé, že některé pojmy se stanou majetkem žáka, jsou-li vyloženy v určitém uspořádání. Tak se stane určitý pojem konkrétním, nebo se jím nestane podle toho, zda bude vhodně uveden nebo ne, zda přijde včas nebo předčasně. Pojem je abstraktní, není-li dobře znám, a stane se konkrétním, bude-li ovládnut několika způsoby, resp. cestami. Profesor Lehmann se zabývá i kritikou axiomatické. Předkládají se zpravidla dvě koncepty vyučování. Jedna, nazývaná konkrétní, domněle rezervovaná nižší úrovni, a druhá, abstraktní, věnovaná úrovni vyšší. Takovéto dělení autor zavrhuje, poněvadž první koncept zanedbává fázi abstrahování, která je pedagogicky tak nepostradatelná, jako dobrá souvislost logického a přesného spojení, kterého by chtěli někteří vyučující rychle dosáhnout.

Často bylo ideálem omezit vyučování na první tři fáze a nechat, aby žáci sami uskutečnili čtvrtou fázi, pokud jsou toho schopni. To by ovšem znamenalo dát defilovat před žáky hotové výsledky, které chápou žáci jen pasivně. Většina by potřebovala hodně času k tomu, aby se dovedla aktivně zmocnit výsledku. Axiomatizování struktury má význam jen pro ty žáky, kteří se setkali s axiomatizováním na příkladech.

Profesor CHOQUET měl v roce 1965 přednášku o vyučování analýze, v níž pronesl úvahu o principech dobré výchovy. Upozorňuje na to, že jsme často v pokušení zapomínat na základní principy vyučování. To potom zabrání zdravému odhadu důležitosti volby plánu vyučování. Podstatou vyučování nejsou programy, tj. naše osnovy a plány. Vyučování nespočívá v „nalévání“ vědomostí do mozku žáka jako pokrmu, který je přeplněn vědomostmi profesora. Vyučování je, říká profesor Choquet, složitý vztah mezi profesorem a žákem, který záleží ve výměně názorů uskutečňované mezi oběma bez přestání.

Vyučovat matematice neznamená plnit mysl žáka dokonalými definicemi a řetězem bezvadných dedukcí. Dobří matematici, snad více než ti méně dobří, mají často snahu redukovat vyučování na uvedené schéma. Potom si hořce stěžují, že jejich promyšlené, dobře míněné přednášky se mění po projití u žáka v odporový bujón. Tito profesori zapomněli, že dobrý zahradník nedává na kořeny mladé rostliny ani příliš vody, ani koncentrované hnojivo.

Dogmatismus profesora zabíjí tvořivý elán žáka. Matematická aktivita se skládá z cyklů, z nichž každý, podle názoru profesora Choqueta, obsahuje 4 fáze: pozorování, matematizace nebo axiomatizace, dedukce a aplikace.

Dedukce je jednou fází globálního urychlovače v matematické činnosti. Žák pomocí takového katalyzátoru, který tvoří nebo má tvořit učitel, by měl projít všemi fázemi. Jiný postup vede k uspávání, popř. k pedagogickému úrazu. Úplné prožití takového cyklu umožňuje žáku projít od jedné úrovně k další, vyšší úrovni. Takový pochod je intelektuálním úspěchem lidstva a nespočívá ve fyziologické bázi. Uskuteč-

ňuje se získáváním nových pojmů, odhalováním dobrých definic nebo dobrých prostředků. V něm žák pochopí z jedné strany nutnost volby dobré definice a z druhé strany se naučí vymýšlet v situaci, která je mu dána, řídicí předivo, kterým jsou dobré definice a dobré axiomy. To nám však ukazuje i nebezpečí, které nás může vést ke zjednodušenému třídění, k příliš jednoduchým důkazům, anebo naopak, k velkému zájmu o složité situace záměrně dobře volené k tomu, aby se jich užilo k odhalení nových pojmů. Podstatnou úlohou profesora je probouzet žížeň žáka po znalostech matematiky.

Profesoři závěrečných tříd škol II. cyklu dobře vědí, jak jsou žáci poznamenáni vyučováním ve svých čtrnácti letech. Je to kritický věk, v němž se tvoří hodnoty a kde se utváří učení důkazům. Profesoři mají velkou odpovědnost a také povinnost pomoci co nejvíce žákům mezi jejich deseti až šestnácti lety. Mají je stále znepokojovat problémy, které jsou cizí starým předsudkům a které jsou pro žáky obtížné.

O experimentování v pedagogice řekl profesor Choquet asi toto: V pedagogice je experimentování její podstatnou složkou. Ale jeho úspěch může skrývat právě tak jako v každé dobré věci i svá nebezpečí. Často slyšíme říkat učitele: Zkoušel jsem tu a onu metodu, zvolil jsem pro takovouto teorii tuto metodu a měl jsem úspěch.

Nebezpečí v takovémto experimentu číhá v několika aspektech. Je poměrně snadné provádět se žáky určitou drezúru. Děti mají obdivuhodnou schopnost a způsoblost reagovat na vědomé i podvědomé pobídky profesora. V těchto reakcích můžeme vidět u žáka pochopení v úzkém nebo v částečném rámci.

Z druhé strany je třeba se přesvědčit, zdali byla otázka profesorova vložena do obecného rámce, který by měl důležité aplikace, a také zda byla podkladem pro tvoření svazku mezi dosud známými i novými, cizími teoriemi.

Úvahy profesora Choqueta byly, jak již bylo řečeno, jen úvodem k přednášce o analýze na škole II. cyklu ve Francii. Zatím myslím by bylo předčasné o této přednášce mluvit, poněvadž rozsah i předpoklady vyučování analýze ve Francii jsou značně rozdílné od poměrů na našich školách.

Do amerického konkursu na výcvik pro let na měsíc se přihlásilo celkem 939 uchazečů s diplomem PhD (náš CSc.). Z toho bylo 18% fyziků, 8% chemiků, 27% inženýrů a jen 2% astronomů. Polovina přihlášených pracuje doposud na universitách.

— XO —

Část špičkových zahraničních elektronických přístrojů je letována speciální pájkou označovanou jako *silver-bearing solder* (s příměsí stříbra). Aby nedošlo k záměně s běžně používanou stříbrnou pájkou (*silver solder*) používanou při letování natvrdo, je třeba si uvědomit, že zmíněná pájka s příměsí 3% stříbra obsahuje pouze cín (60%) a olovo (37%), nemá ani stopy po jedovatém kadmii a taje při 195°C. Naproti tomu skutečná stříbrná pájka natvrdo má složení 45% Ag, 30% Cd a 25% Zn, vyžaduje k roztavení teplotu 730°C a uvolňuje většinou při zpracovávání jedovaté páry kadmiových sloučenin.

— XO —