

Jak si myslíme, že by se měla učit fyzika

V následujícím článku prezentujeme něco jako programové prohlášení, ve kterém chceme vyjádřit názory na optimální způsob výuky fyziky na základní a střední škole. Tyto názory jsou ovlivněny našimi zkušenostmi ze škol, stykem s učiteli, studenty, žáky, odborníky i laiky. Nechceme a ani nemůžeme vyslovovat jakákoli nezpochybnitelná doporučení. S napsanými názory je však možné polemizovat, je možné je kritizovat, nebo podporovat a rozvíjet.

Prvním naším záměrem je fyziku nekázat, pokud možno nepředkládat hotové poznatky, ale se studenty k nim docházet, resp. je společně objevovat. To samozřejmě nemusí být vždy snadné nebo dokonce možné. Avšak i v situacích, kdy nedokážeme sami prozkoumat daný okruh jevů experimenty ve třídě, mohou sami studenti sehrát podstatnou roli při zjišťování toho, co již lidstvo ví.

Evokace

Výchozím bodem pro výklad jakéhokoli tématu by mělo být připomenutí dějů a jevů z dané oblasti, které už studenti znají, buď ze své každodenní zkušenosti, nebo které mohli vidět v televizi, časopisech apod.

Učitel navazuje na to, co je již studentům blízké a známé. Ale on zpravidla dostatečně přesně neví, jak široké a jak detailní zkušenosti studenti mají a jak si tyto zkušenosti interpretují. Proto by měl učitel začínat uvedením jistého okruhu problémů, zdůvodnit, proč má smysl se tímto okruhem zabývat (nebo jinak přispět k motivaci) a postupně zkoumat, co o dané skutečnosti studenti vědí. Učitel i studenti se musejí naučit takový dialog vést, obě strany budou vyslovovat názory, které mohou a nemusejí být pravdivé a správné a budou hledat cesty, jak se k pravdě dostat. K tomu je podstatná profesionální i osobnostní kvalita učitele. Pod profesionální kvalitou rozumíme to, že jeho zkušenosti s chováním přírody budou podstatně větší než zkušenosti studentů, že jeho interpretace jevů bude ve většině případů správná a že ji dokáže obhájit (vědomě mluvíme o většině případů, není nutné ani možné, aby měl učitel pravdu vždy). Pod jeho osobnostní

kvalitou rozumíme to, že dokáže vyslechnout, hodnotit, ocenit a upřesňovat korektním a účinným způsobem názory žáků.

Objevování

V jistý okamžik revize zkušeností se obvykle stane, že zásoby předchozích znalostí většiny studentů jsou vyčerpány, že se v dialogu objevilo několik výchozích hypotéz o tom, proč se věci dějí tak, jak se v přírodě dějí. V takovém okamžiku je vhodné položit otázku, jak se dozvědět více, jak vybrat správné hypotézy a zamítnout mylné.

Teď je chvíle pro objevování. Je třeba vymyslet experimenty, pomocí kterých se něco dozvíme, je potřeba si vzpomenout na situace a děje, které mohou daný okruh jevů vysvětlit. Dále je důležité podívat se kolem sebe a zjistit, jaké existující věci z okolí můžeme k pozorování nebo experimentům použít. Současně však je třeba popřemýšlet, jestli už někdo na světě něco podobného nezkoumal, kde a jakou zprávu o svých výsledcích zanechal. Považujeme za optimální, když je učitel schopen v této fázi hrát roli zkušeného spolupracovníka a předkládá nápady, kterými nenásilně, jako by „z pozadí“, napomáhá objevům studentů.

Interpretace

Na získávání nových poznatků bezprostředně navazuje interpretace uvedených jevů, jejich přesný popis a srovnávání s navrženými hypotézami.

Ve většině situací však asi půjde o iterativní proces, ve kterém se pokusy o pochopení proplétají se získáváním nových poznatků. Důležitým cílem je odhalení, co mají zmíněné jevy společného. Od

učitele se opět očekává nenásilné vedení, kladení otázek, které posunují pochopení kupředu, někdy navrhování odpovědí, ne nutně vždy správných. Učitel musí někdy sehrát i roli soudce (tj. rozhodnout o správnosti několika alternativních vysvětlení jevu, pokud možno nejen tak, že řekne, kdo má pravdu, ale tak, že pomůže najít další argumenty, důkazy, další „svědectví“). Od učitele se očekává, že ví, kam dojít a že daného cíle je schopen dosáhnout více než jedinou cestičkou.

Ve složitých situacích je možné, aby učitel přiznal, že konkrétní informaci nezná nebo daný jev nechápe, neměla by ale nastat situace, kdy vůbec neví, jak dále. Měl by navrhnout hledání dalších informací, dnes většinou na Internetu, měl by mít odvahu kontaktovat odborníky z vědeckého prostředí a mj. tak studentům ukázat, kde jsou profesionálové, kteří poznání ve fyzice dnes rozvíjejí.

Doplnění a rozšíření

Čas, který je pro fyziku a tedy pro objevování k dispozici, je vždy omezený. Proto by mělo poté, co se zdaří danou oblast jevů prozkoumat a alespoň do jisté míry pochopit, následovat doplnění a rozšíření získaných poznatků, naznačení souvislosti s dalšími jevy (tj. neobjevovat ve třídě všechno, což by ostatně bylo poněkud nereálné).

V této fázi učitel pomůže studentům najít ve fyzikálních dějích nové zákonitosti, které dosud nebyly zmíněny nebo prodiskutovány – učitel upozorní nebo pokusem ukáže, že existují další souvislosti, závislosti a důsledky. Tato fáze výuky typicky znamená diskusi o tématech, která jsou za technickými či časovými hranicemi práce v hodině. Může obsahovat výzvu k dalšímu samostatnému studentskému bádání, k hledání informací v literatuře a na Internetu atd.

Formulace zákonitostí

V určité fázi hledání souvislosti, zákonitostí a vazeb u většiny témat dojde na kvantitativní stránku jevů.

Hledáme formulace v podobě „vět“, „zákonů“ nebo matematických vzorců, které pomohou si získané poznatky zapa-

matovat a později využít. Někdy je vhodné zavést určitou fyzikální konstantu, která matematický zápis velmi zjednoduší. Podobně je pro kvantitativní popis účelné zavést jednotky. V první fázi formulace „teorie“ vcelku nezáleží na způsobu zavedení konstant a volbě jednotek, např. velikost elektrického napětí bychom mohli charakterizovat třemi hodnotami: zanedbatelné, brní-když-si-sáhnou, zabije-mne-když-si-sáhnou. V další fázi je ale vhodné okomentovat zavedení „standardních jednotek“, které jsou především vhodné k tomu, aby se lidé snadno domluvili. Z diskuse o jednotkách a konstantách by měly vzejít představy o měřítku různých veličin, které se pojí s užitečností naučit se několik čísel pro budoucí orientaci v podobných problémech. Ač si nemyslíme, že je nezbytné se učit nazpaměť tabulky, je v každé oblasti fyziky několik čísel, která jsou pro schopnost rychlého kvantitativního odhadu velmi užitečná. Například se znalostí hodnoty tíhového zrychlení g pak každý z nás při vycházce do přírody snadno odhadne výšku mostu, ze kterého hodil do vody ohryzek jablka, se znalostí rychlosti zvuku a rychlosti světla odhadne vzdálenost bouřky atd.

Úlohy

Přírozeným důsledkem nalezení kvantitativního popisu je možnost předpovídat výsledky reálných či virtuálních jevů, tj. řešit reálné i méně reálné úlohy.

Pro učitele znamenají úlohy možnost hodnocení studentů, tj. úlohy jsou pro studenty potenciální hrozbou. Považujeme za vhodné a možné z úloh snímat tento zažitý pocit hrozby – učitel v hodinách naplněných aktivním objevováním může získat dostatek podkladů o výkonnosti jednotlivých studentů, a tak učinit z úloh jen jednu z klasifikovaných dovedností.

Diskuse

Další fází probírání daného tématu je diskuse či prozkoumání složitějších a netriviálních aplikací (například technických) studovaného okruhu jevů, které vracejí fyziku z úrovně fyzikálních vět a matematických vzorců „do života“ kolem nás, kam samozřejmě patří. Tím se pomyslný kruh – věci a jevy kolem nás → jak fungují a co mají společného → další souvislosti → fyzika v koncentrovaném tvaru vět a vzorců → aplikace, předvídání nových jevů, technické využití → chápaný svět kolem nás – uzavírá a právě celý tento okruh by měl být cílem dobrého učitele.

I když z většiny z našich studentů pravděpodobně nebudou noví Einsteinové (ale z některých snad ano!), budou z nich lidé pracující v nejrůznějších profesích, které většinou nemají navenek s fyzikou skoro nic společného. To ale nevádí. Naší povinností je dát studentům příležitost seznámit se s fyzikou jako

s jednou součástí lidské kultury, pokusit se ukázat, že při bližším pohledu je fyzika leckde kolem nás. Chceme, aby jim zůstalo kdesi v podvědomí, že fyzika je i k něčemu jinému, než jen k trápení nebohých studentů. I ze zcela pragmatického hlediska, někteří z nich budou později rozhodovat o financích fyzikálnímu výzkumu nebo školství vůbec.

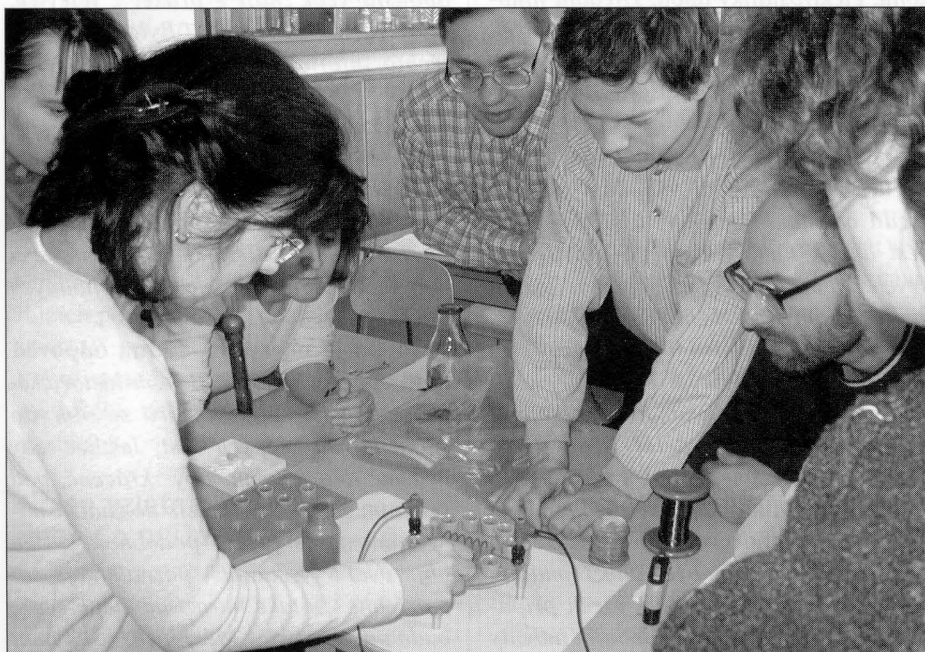
Pokud učitel vede hodinu fyziky naznačeným způsobem, studenti nemají pocit, že fyzika a její zákony jsou dílem nějakých chytrých nebo mocných pánů, kteří rozhodli, které zákony budou platit, ale spoluvytvářejí je. Považujeme za velmi cenné, aby si studenti z fyziky odnesli právě poznání, jak se dospívá k „pravdě“ v přírodních vědách.

Nemyslíme si, že studenti musí na hodinách fyziky znovuobjevit celou fyziku a že o tom, co neumíme takto objevně probrat, bychom neměli mluvit. Bylo by nečestné předstírat, že každá třída vedená skvělým pedagogem dokáže objevit totéž, co dokázaly generace vědců. Místo toho navrhuje ukazovat, že fyzika má svou dlouhou historii, ale také stále spouští práce do budoucna. A také, že ukazuje pozoruhodnou lidskou univerzalitu, totiž že tváří in tvář jevům žáci různých tříd i vědci minulosti i současnosti z různých národů mají srovnatelné nápady.

Nemyslíme si, že by postup zdůrazňující studentské objevování byl všelékem, který spasí všechny problémy ve výuce fyziky a že by „standardní přednáškový přístup“ byl za všech okolností špatný a nepoužitelný. Myslíme si ale, že VŽDY při vyučování je žádoucí, aby kantor měl představu o tom, co o tématu žáci či studenti vědí, a zvažoval, jak se s nimi k novým poznatkům dostane. Při takových úvahách by podle našeho názoru měl intenzivně uvažovat o tom, co mohou studenti svou aktivní činností poznat sami, resp. sami s jeho pomocí. Nemyslíme si, že bychom zkušeným a vnímavým učitelům říkali něco nového.

Aktivní poznávání některých partií fyziky nabízí učebnice M. Rojka a kol.: Fyzika kolem nás I. – IV., Scientia Praha 1995 – 1998.

Jiří Dolejší, Jana Hronková, Michaela Urbanová
J. D. působí na MFF UK, J. H. učí na gymnáziu v Berouně, M. U. pracuje po doktorandském studiu v počítačové firmě.



Teď je chvíle pro objevování.

Foto: Irena Koudelková