



Rozvoj tvořivosti ve výuce fyziky I. – Tvůrčí řešení problémů, pedagogicko-didaktické aspekty rozvoje tvořivosti ve fyzice

Václav Meškan¹, Základní škola a Mateřská škola Dubné

Článek je úvodním dílem série věnované rozvoji kreativity ve vyučování fyzice. Série článků seznamuje postupně čtenáře se závěry několikaleté práce na metodice fyziky směřující k rozvíjení tvůrčího myšlení žáků. Součástí této metodiky jsou tzv. divergentní fyzikální úlohy, které tvoří důležitý materiál pro trénink tvůrčího řešení problémů. Každý díl série je zaměřen na konkrétní oblast tvůrčí výuky fyziky a je zakončen několika náměty divergentních úloh.

Úvod

Za vzniku demokracie a moderních průmyslových podmínek je nemožné přesně předpovědět, jaká bude civilizace od nynějška za dvacet let. Proto je také nemožné připravovat dítě pro nějaký přesný soubor podmínek. Těmito slovy v roce 1897 ve svém díle *Mé pedagogické krédo* filozof a pedagog John Dewey stanovil základní východisko moderní výuky. Jak má škola připravovat své žáky na úspěšný osobní i pracovní život? Stačí pouze opatřit žáka množstvím informací, nebo je nutné vybavit ho dalšími nástroji? Pietrasinsky [1] volá po nahrazení didaktiky paměti didaktikou myšlení, tedy cíleném rozvoji myšlení namísto memorování.

V současné dynamicky se rozvíjející společnosti není dále udržitelné ztotožňovat vzdělání se sumou zapamatovaných informací. V pedagogice tato myšlenka není vůbec nová. Moderní didaktika navazuje na dílo myslitelů, jako byli Michel de Montaigne (1533–1592), Jan Amos Komenský (1592–1670), J. J. Rousseau (1712–1778) a další, kteří si plně uvědomovali úskalí tradičního pamětního učení. Ačkoliv situace v dnešních školách v některých obzvláště smutných případech stále připomíná spíše středověký církevní katechismus, lze přesto konstatovat, že i současné školství se, byť se zpožděním, pomalu zbavuje své jednostranné fixace na znalosti.

Pominu-li znalosti, které patří mezi základní vědomostní bázi nutnou k sebeurčení člověka a společnosti v historii, kultuře a v přírodě, měly by být informace chápány nikoliv jako cíl vzdělání, ale především jako nástroj. Hlavní důraz musí být kladen na rozvoj tvůrčího myšlení, což neznamená odklon od vědomostí, ale změnu vztahu k nim. Tvůrčí řešení jakéhokoli problému se neobejde bez velkého množství informací. Proto se v moderní výuce nesnižuje nutně množství získaných vědomostí, ale mění se jejich význam. Z cíle se stává prostředek.

Tento článek je úvodem k sérii článků věnovaných rozvoji kreativity žáků ve výuce fyziky na základní škole. Postupně bude představována metodika tvořivé výuky fyziky, která vznikla v průběhu několika let přímo ve výuce na základní škole a opírá se tedy o konkrétní zkušenosti.

Kreativita a tvůrčí řešení problémů

Kreativita či tvořivost bývá v současné literatuře nejčastěji vymezena jako aktivita, která přináší doposud neznámé a současně společensky hodnotné výtvořky (například [2], [3]). Tvořivý proces je potom charakterizován pomocí dvou parametrů – originalitou a využitelností vzniklého produktu. V pedagogickém pojetí tvořivosti posuzujeme tuto originalitu nikoliv z pohledu celospolečenského, ale z hlediska tvůrčího jedince, případně z pohledu třídního kolektivu. Ve výuce nás zajímá více samotný žák a jeho rozvoj než produkt jeho tvůrčí činnosti.

J. P. Guilford [4] v roce 1967 ztotožnil tvořivost s pojmem tvůrčí řešení problémů. To významně posunulo pojetí kreativity, kterou dnes



¹ meskan@email.cz

vnímáme jako komplexní tvůrčí proces vedoucí od objevení problému k jeho originálnímu vyřešení pomocí propracovaných heuristických metod. Vědecko-technická tvořivost má stejný základ jako tvořivost umělecká, na rozdíl od ní ovšem více zdůrazňuje metodologickou stránku tvůrčího procesu.

Tvůrčí proces a charakteristika myšlenkových operací

Kognitivní proces vedoucí od uvědomění si obtíže, objevení problému, přes hledání možných řešení až po realizaci vybraného řešení a jeho evaluaci je složitý nelineární proces, ve kterém se střídají různé myšlenkové operace (podrobně viz Guilford [4]). Tyto operace navíc neprobíhají pouze vědomě, ale v rámci takzvané latentní fáze řešení problému také na nevědomé úrovni (viz např. Votruba [5]). Tuto fázi je nutné zohlednit poskytnutím dostatečného prostoru pro užitečný odpočinek.

Myšlenkové operace uplatňované v tvůrčím procesu jsou označovány jako konvergentní a divergentní myšlení. Konvergentní neboli sbíhavé myšlení se uplatňuje například při výběru jedné správné odpovědi v testu s několika možnými volbami. Divergentní myšlení naopak směřuje ke generování mnoha různých myšlenek [4].

Je zřejmé, že základem tvořivosti je především úroveň divergentního myšlení. Během procesu tvůrčího řešení jsou ovšem důležité oba myšlenkové postupy – divergentní generování mnoha různých řešení a konvergentní výběr toho nejvhodnějšího z nich (např. [2]).

Tradiční výuka ve školách ovšem divergentní myšlení žáků typicky zanedbává. Lokšová v roce 1999 uvádí pouze čtyřprocentní zastoupení divergentních úloh ve škole [6] a nelze očekávat, že by se tato situace do dnešního dne výrazně změnila. Tento problém je zřejmě ještě palčivější ve výuce předmětů s převahou teoretického zaměření, kam patří i fyzika. Velká část tvůrčí výuky fyziky je proto nutně zaměřena právě na rozvoj tohoto druhu myšlení. Pro potřeby metodiky rozvoje kreativity ve fyzice bylo nutné navrhnout tzv. divergentní fyzikální úlohy, které tvoří základní stavební kámen této metodiky. Každý díl této série bude zakončen několika úlohami, které jsou součástí připravované sbírky divergentních fyzikálních úloh (sada těchto úloh je uvedena v [7]).

Aby čtenář lépe porozuměl obsahu pojmu divergentní myšlení, je nutné prozkoumat strukturu této myšlenkové operace. Autorem pojmu je J. P. Guilford, který také navrhl šest složek divergentního myšlení [4]. Jejich znalost je užitečná, neboť představuje osnovu, o kterou se lze při cíleném rozvoji kreativního myšlení opírat (a mnoho autorů tak při návrhu tvůrčích aktivit ve fyzice postupovalo, viz např. [8]). Pro vyšší názornost připojuji ke každé složce divergentního myšlení příklad jednoduchých cvičení (jak jinak než s fyzikální tematikou) na jejich rozvoj:

- **fluence** – plynulost toku nápadů;
Příklad cvičení: Uveďte vše, co se vám vybaví pod pojmem síla;
- **flexibilita** – pružnost myšlení;
Příklad cvičení: Jak lze pomocí tužky změřit šířku řeky? Uveďte co nejvíce možných řešení.
- **originalita**;
Příklad cvičení: „Uveďte originální použití žárovky, na které dosud nikdo nepřišel.“
- **senzitivita** – citlivost na odhalení problému;
Příklad cvičení: „Uveďte co nejvíce fyzikálních jevů, se kterými se setkáváme v kuchyni.“
- **redefinování** – změna významu či reorganizace informací, použití starých poznatků novým způsobem;
Příklad cvičení: „Navrhněte, jak pomocí polévkové lžice měřit hmotnost.“
- **elaborace** – schopnost najít, doplnit, vypracovat funkční detaily při řešení problému, jejichž spojením se vytvoří kompletní řešení.
Příklad cvičení: „Navrhněte vlastní siloměr a vypracujte návod na jeho výrobu.“

Tvořivá výuka a její pedagogicko-didaktické aspekty

Výuka směřující k rozvoji tvořivosti musí splňovat některé specifické atributy. Samozřejmě nestačí pouze předložit žákům zadání tvůrčích úkolů. Je nutné zohlednit a zveřejňovat všechny aspekty výuky. Vytvořit vhodné prostředí, předložit vhodný materiál a vést žáky k tvořivosti.



Jednotlivé pedagogicko-didaktické aspekty výuky a jejich vztah k rozvoji tvořivosti jsou:

- **Motivace žáků** – dostatečná míra motivace je nutným předpokladem ke vzniku tvůrčího procesu. Klíčová je především míra vnitřní motivace.
- **Obsah vyučování** – v užším významu ve smyslu učiva, jehož skladbu ovšem do značné míry definují kurikulární dokumenty, a především aplikační a opakovací úlohy, během nichž je s učivem manipulováno.
- **Metodika** – zásadní je především úroveň aktivizace žáka a požadavek na jeho samostatnost. Tomu by měl odpovídat výběr vhodných výukových metod a organizačních forem. Z tradičních metod je vhodná problémová výuka (doporučuji např. [9], [10]), projektová výuka, kooperativní a skupinová výuka (doporučuji např. [11], [12]).
- **Diagnostika a hodnocení** – diagnostika a hodnocení úrovně znalostí sleduje zcela jiné cíle než v případě hodnocení tvořivosti. Obě úrovně hodnocení musí být v reálném vyučovacím procesu zastoupeny, musí být ovšem vzájemně oddělené. Hodnocení tvůrčích úloh bude věnován samostatný díl série o tvůrčí výuce fyziky.
- **Osobnost a učitele a jeho funkce** – pozice učitele ve vyučování se mění, jeho význam se ovšem nesnižuje. Jeho funkce spočívá především v zajišťování vhodných podmínek a materiálu a pomoci žákům. Platí, že sám učitel by měl ovládat metody tvůrčího řešení a měl by být kreativní. Jen tak může kreativitou „nakazit“ i své žáky.
- **Prostředí vyučování** – ve smyslu materiálního prostředí, ale především ve smyslu atmosféry vyučování, která musí zajistit dostatečný pocit bezpečí a pohody. Dobrou atmosféru může navodit vhodně zvolená pedagogická hra a citlivě zařazený humor.
- **Osobnost žáka** – nejhůře ovlivnitelná složka vyučovacího procesu, pokud je vůbec v moci učitele nějakým způsobem individualitu žáka ovlivňovat. Musí ji ovšem respektovat a totéž vyžadovat i od ostatních.

Didaktika fyziky a rozvoj tvořivosti

Ve výuce fyziky se uplatňují do značné míry konstruktivistické postupy, které zdůrazňují vlastní poznávací činnost žáka, experimentování a řešení problémů. Pomocí těchto činností získává žák ve výuce nové zkušenosti, které vedou k posunu jeho prekonceptů (žákovy vlastní představy o světě, které jsou neustále upravovány) směrem k vědeckému myšlení. Svým charakterem nabízí fyzika ideální prostředí pro tento styl výuky, který žáky výrazně aktivizuje a vede je k samostatnosti. Aktivita a samostatnost je pak podmínkou a předstupněm jeho tvořivosti [13]. Ta představuje nejvyšší stupeň žákovy angažovanosti a současně nejvyšší úroveň myšlení.

Tradičními prvky konstruktivistické výuky fyziky je fyzikální úloha a fyzikální experiment. Aby úlohy a experimenty poskytovaly dostatek prostoru k rozvoji kreativity žáků, musí splňovat některé atributy.

Fyzikální úloha a rozvoj kreativity

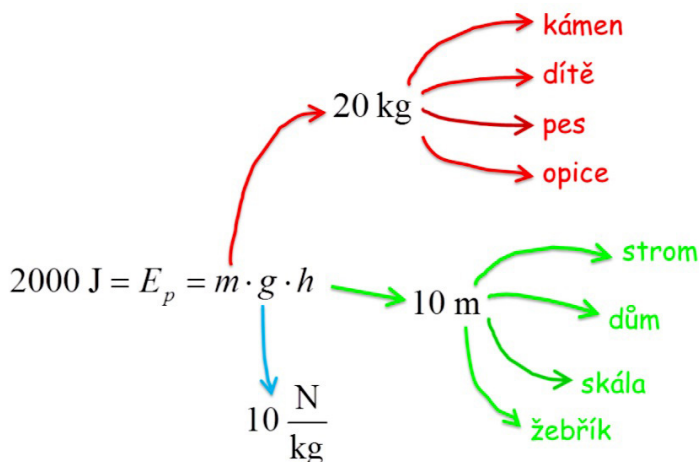
Řešení úloh (především ve smyslu úloh početních) je podle výzkumů [14] hned po opakování nejméně oblíbenou činností ve výuce fyziky. V takovém stavu je velmi obtížné navodit tvůrčí proces, ve kterém hraje klíčovou roli úroveň vnitřní motivace. Protože ale početní úloha má ve výuce fyziky svou nezastupitelnou roli, nelze se této činnosti vyhnout ani ji výrazněji omezit. Na určité úrovni je zcela nezbytné, aby žák zvládnul řešit základní fyzikální úlohy a především aby si osvojil potřebný algoritmus k jejich řešení.

Zvýšit motivaci žáka k řešení úlohy může učitel jednak vhodným výběrem tématu úlohy, které je aktuální a pro žáka zajímavé, a jednak tím, že nechá žáka zažít radost z úspěšného vyřešení úlohy (opak vede k frustraci a zavrnutí další aktivity). Toho lze dosáhnout vhodným „dávkováním“ obtížnosti úloh – diferenciací učiva na základě obtížnosti.

Aby mohl žák řešit komplexnější problémy, je nutné, aby si osvojil vhodnou metodiku řešení. Pouhá velká praxe v řešení úloh vede často k osvojení zcela špatných algoritmů. Žák si například zapamatuje, že při výpočtu vztahové síly má vynásobit tři čísla. U základních úloh mu tento postup stačí k úspěchu. Pokud se ovšem trochu změní zadání (některé hodnoty chybí nebo naopak přebývají), naprosto selhává.

Učitel by měl žáka vést tak, aby řešení úlohy našel pokud možno sám. Na řadu tedy přichází metody *heuristické* a *problémové* pojetí výuky. Po zvládnutí základní úrovně fyzikálních úloh by měli žáci řešit především *úlohy s neúplným zadáním*, kdy v zadání nejsou všechny potřebné údaje, případně chybí veškeré údaje. Tím dojde k žádoucímu oddělení problému od informací potřebných k jeho vyřešení a motivuje žáka k jejich aktivnímu zjišťování. Zvláštním případem velmi hodnotných úloh s neúplným zadáním jsou *úlohy nonverbální*, tedy úlohy zadané beze slov pomocí obrázku nebo videa [15].

Poslední úrovní řešení problémových úloh jsou v tvořivé výuce úlohy divergentní, tedy úlohy vyžadující divergentní složku myšlení. Tyto úlohy nabízejí prostor pro skutečnou tvořivost a tvůrčí řešení problémů (divergentním úlohám bude věnován samostatný díl).



Myšlenková mapa (mentální mapa, mind map) úlohy týkající se potenciální energie

Fyzikální experiment a rozvoj kreativity

Má-li experimentování ve výuce přispět k rozvoji kreativity žáků, je nutné, aby byly splněny určité podmínky:

- Výuka by měla být vedena problémově, experiment nemá pouze potvrdit vyslovenou teorii, ale teoretické poznání by mělo být vybudováno na základě myšlenkové aktivity žáka během experimentování.
- Žákům by měl být umožněn prostor pro uplatnění divergentní složky myšlení. Toho může být dosaženo několika způsoby:
 - Žáci dostanou za úkol navrhnout experiment, který by potvrdil určitou domněnku.
 - Žáci mají za úkol vysvětlit podstatu určitého experimentu – vyslovují hypotézy a navrhuji postup k jejich ověření.

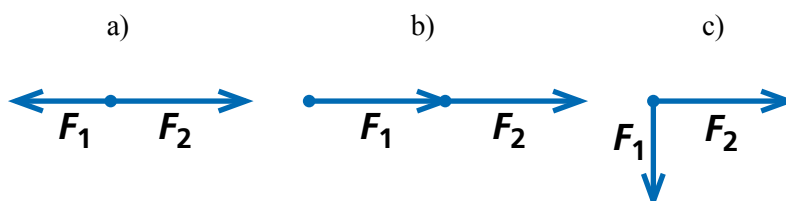
Konkrétní náměty na tvůrčí aktivity a záznamy z výuky budou uvedeny v dalších dílech této série.

Závěr

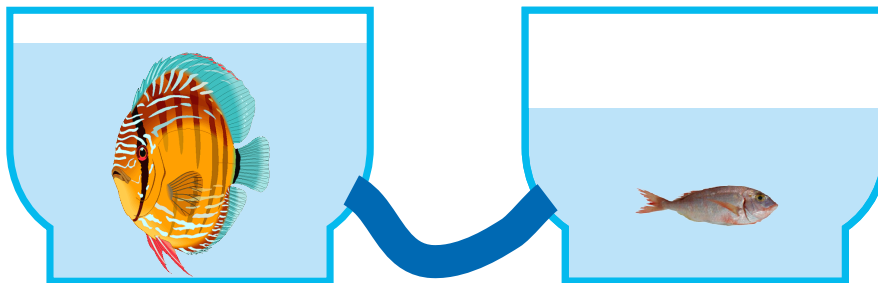
Další díly připravované série budou postupně věnovány motivaci, divergentním úlohám, myšlenkovému mapování při řešení úloh, hodnocení v tvořivé výuce, heuristice, zásadám tvůrčího řešení a využití ICT (informačních a komunikačních technologií) v tvůrčí výuce fyziky a dalším aspektům tvůrčí výuky fyziky.

Každý díl bude ukončen několika náměty na tvůrčí úlohy. Protože s tvořivostí jsme teprve na začátku, zakončím tento první díl několika jednoduchými cvičeními (spíše než úlohami), které mohou být použity bez předchozí zkušenosti k seznámení s metodou práce a „rozhybání ztuhlých mozků“.

- Navrhni více způsobů, jak změřit výšku žirafy. Veď v patrnosti, že žirafa je i v zajetí velmi plaché zvíře.
- Vymysli vtip na téma teplotní roztažnost látek.
- Popiš různé situace, které mohou být znázorněny těmito dvojicemi sil:



- Na obrázku jsou dvě akvária spojená trubicí. Vymysli důvody, proč není hladina v obou akváriích ve stejné výšce (může jich být skutečně mnoho):



- Navrhni co nejvíce možností, jak lze v hodinách fyziky využít:

- | | |
|-------------|---------------------|
| – cihlu | – hliníkovou lžičku |
| – PET lahev | – ramínko na šaty |
| – jablko | – židličku |

- Nalezni co nejvíce fyzikálních jevů a zákonů:

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| – v kuchyni | – v lese |
| – v autodílně | – při hokejovém zápase |
| – na zahradě | – na lyžařském svahu |
| – na vlakovém nádraží | – v bazénu |

- Sestav test o 15 otázkách na téma „Fyzika kolem nás“. Poté si test vyměň se sousedem a pokus se vypracovat jeho test. Vaše výkony navzájem ohodnoťte.

Někteří žáci mají velmi rádi kreslicí úlohy, tedy takové, při jejichž řešení mají za úkol nakreslit obrázek. Někdy se tímto způsobem mohou ve fyzice realizovat i žáci, kteří jsou orientováni spíše umělecky. Zde jsou některé jednoduché náměty:

- Nakresli obrázek na téma zákon setrvačnosti.
- Nakresli obrázek na téma $F = 10 \text{ N}$.
- Nakresli obrázek světa, ve kterém neexistuje tření.
- Nakresli obrázek, na kterém budou spolu „účinkovat“ tělesa o hmotnostech 1 g, 1 kg, 100 kg a 1 t.
- Nakresli obrázek, na kterém budou dvě tělesa o stejné hmotnosti, ale různé hustotě.



Poznámka na závěr k řešení úloh

Řešení úloh a hodnocení v tvořivé výuce bude věnován samostatný díl. V této chvíli ovšem uvedu pouze několik poznámek, které by měl učitel sdělit svým žákům dříve, než jim některou z výše uvedených úloh zadá:

1. Nejlepší řešení úlohy je takové, které je originální, vtipné a fyzikálně správné.

2. Je-li vyžadováno více odpovědí, je nejlepšího výsledku dosaženo, je-li uvedeno co nejvíce zcela odlišných řešení.
 3. Při řešení úloh nech naplno rozvinout svou fantazii.
 4. Neboj se na věci pohlížet z mnoha úhlů a bez předsudků, nejsou vždy tím, za co je máme. Předměty nemusí vždy sloužit pouze k účelům, k jakým je běžně využíváme.
 5. Svě řešení propracuj do nejmenších detailů.
 6. Věnuj řešení patřičný čas, dobré nápady musejí uzrát.
- Z uvedených poznámek učitel jistě tuší, jaká budou kritéria hodnocení zadaných úloh.

V dalším díle budou představena obecná doporučení pro jednotlivé fáze výuky a zvláštní pozornost bude věnována motivaci žáků.

Seznam literatury

- [1] PIETRASINSKI, Zbigniew. *Psychologie správného myšlení*. 1. vyd. Praha: Orbis, 1964. ISBN 11-127-64.
- [2] DACEY, John S., LENNON, Kathleen H. *Kreativita*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-903-9.
- [3] LOKŠOVÁ, Irena, LOKŠA, Jozef. *Tvořivé vyučování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0374-2.
- [4] GUILFORD, Joy, Paul. *The Nature of Human Intelligence*. 1. vyd. New York: McGraw-Hill Education, 1967. ISBN: 978-0070251359.
- [5] VOTRUBA, Ladislav. *Rozvíjení tvořivosti techniků*. 1. vyd. Praha: Academia, 2000. ISBN 80-200-0785-7.
- [6] LOKŠOVÁ, Irena, LOKŠA, Jozef. *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. 1. vyd. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-205-X.
- [7] MEŠKAN, Václav. *Didaktické aspekty rozvoje kreativity ve výuce fyziky na základní škole*. Plzeň: Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, 2013. Disertační práce obhájená dne 22. 10. 2013.
- [8] JURČOVÁ, Marta et al. *Didaktika fyziky – rozvíjanie tvorivosti žiakov a študentov*. 1. vyd. Bratislava: Univerzita Komenského, 2001. ISBN 80-223-1614-8.
- [9] KAŠPAR, Emil, JANOVIČ, Jozef, BŘEZINA, František. *Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice*. 1. vyd. Praha: SPN, 1982. ISBN 14-572-82.
- [10] KLIČKOVÁ, Marie. *Problémové vyučování ve školní praxi*. 1. vyd. Praha: SPN, 1989. ISBN 80-04-23522-0.
- [11] KASÍKOVÁ, Hana. *Kooperativní učení, kooperativní škola*. 1. vyd. Praha: Portál, 1997. ISBN 80-7178-167-3.
- [12] MECHLOVÁ, Erika. *Skupinové vyučování ve fyzice na základní a střední škole*. 1. vyd. Praha: SPN, 1989. ISBN 14-288-89.
- [13] MAŇÁK, Josef. *Rozvoj aktivity, samostatnosti a tvořivosti žáků*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1998. ISBN 80-210-1880-1.
- [14] HÖFER, Gerhard, PŮLPÁN, Zdeněk, SVOBODA, Emanuel. *Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků, Výzkumná zpráva o výsledcích dotazníkového šetření*. Plzeň: Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, 2005. ISBN 8070434368.
- [15] TESÁŘ, Jiří. *Nonverbální úlohy*. In Sborník z konference „Aby fyzika žáky bavila 2“, Vlachovice 19.–22. 10. 2005, editor R. Kolářová, UP Olomouc 2005, s. 115–120. ISBN 80-244-1181-4.