

Jak využívat žákovské prekoncepce ve výuce fyziky?

Josef Trna

Pedagogická fakulta MU

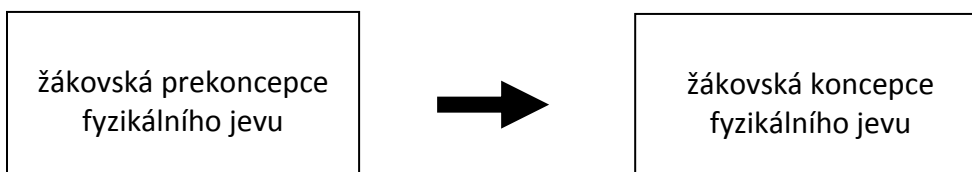
trna@ped.muni.cz

1. Žákovské prekoncepce a koncepce

Podle teorie kognitivního konstruktivismu si žák do výuky přináší soubor vlastních dosavadních zkušeností. Jde o jeho subjektivní intuitivní představy, pojmy a interpretace. Tyto zkušenosti se obvykle nazývají "naivní teorie dítěte" ([6], s. 140), (angl. naive theories, spontaneous reasoning, prior conceptions). Za vhodnější lze považovat termín: žákovské prekoncepce (prekoncepty) učiva tedy zkráceně: **žákovské prekoncepce** (prekoncepty). Hlavními složkami žákovských prekonceptů jsou podle našich zjištění představy a interpretace objektů a jevů.

Souhrn poznatků, které si vytváří během výuky o učivu sám žák, je nazýván "žákovo pojetí učiva" ([6], s. 323). Na rozdíl od žákovských prekonceptů jde o žákem osvojené učivo v průběhu výuky. Zde proto lze navrhnout k užití termín: žákovské koncepce (koncepty) učiva nebo zkráceně: **žákovské koncepce** (koncepty).

Žákovské prekoncepce jsou často v rozporu s vědeckými poznatky, brání jejich správnému porozumění a mohou vést ke zkreslenému, chybnému osvojování fyzikálních pojmů ve výuce nebo je mohou dokonce zablokovat. Žákovská prekoncepce určitého fyzikálního jevu tak výrazně ovlivňuje vytváření žákovské koncepce, kterou si žák se ve výuce vytváří a je vzdělávacím cílem:



Žákovským prekonceptům je v současnosti věnována pozornost v obecné didaktice i v některých oborových didaktikách (např. v didaktice fyziky [7], [12], [13] aj.).

2. Správné a chybné žákovské prekoncepce

Protože ve výuce obvykle dochází ke vzájemnému působení žákovských prekonceptů a koncepcí, je nutno se této problematice věnovat. Význam tohoto působení ve výuce závisí na typu žákovské prekoncepce:

(a) **správná** (souhlasná, pozitivní, vědecká) **prekoncepce**: prekoncepce je v souladu s učivem, je nevědecká,

(b) **chybná** (nesouhlasná, negativní, nevědecká) **prekoncepce** (bývá označována i jako miskoncepce): prekoncepce je v rozporu s učivem, je nevědecká.

V obou případech vzniká u žáka silná motivace, převážně poznávací ([9], [11]).

Na vliv prekonceptí upozornil i A. Einstein. Zdůraznil, že při snahách o pochopení přírodních zákonů zjišťujeme, že většina intuitivních objasnění, která se snadno nabízejí, je nesprávná. Ve výuce se žák přesvědčuje, že objevená zákonitost je často v rozporu s tzv. "selským rozumem" - jeho prekonceptí.

Správné koncepce mohou výrazně **napomoci porozumění** fyzikálním pojmům ve výuce a jsou v podstatě základem teorie učení podle kognitivního konstruktivismu. Proti tomu **chybné** prekoncepce mohou výrazně **bránit pochopení** učivu a brání tak efektivní výuce. Obě tyto skutečnosti by měl učitel dobře znát a ve výuce s nimi pracovat.

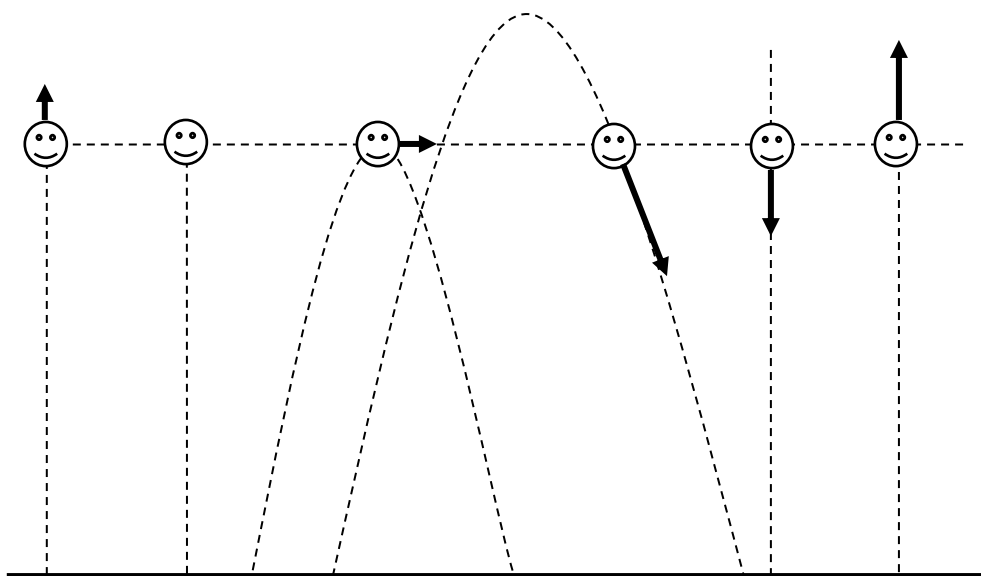
Rozšířenou chybnou prekonceptí v oblasti mechaniky je názor, že při vzájemném silovém působení dvou těles dominuje větší z nich, dále že silou působí jen živá či pohybující se tělesa apod. [4]. Tato chybné prekoncepce odpovídá překonaným aristotelovským představám [5].

3. Rezistence žákovské prekoncepce

Významnou vlastností žákovské prekoncepce je její **rezistence**. Tato trvalost a odolnost žákovské prekoncepce je dána zřejmě primárním subjektivním vtiskem do vědomí dítěte. Pokud jde o chybnou prekoncepti, žák není schopen s jejím využitím problém vyřešit. Ještě větším nebezpečím je ale situace, kdy žák zdánlivě vyřeší problém, bohužel nesprávně, na základě své chybné prekoncepce a je přitom přesvědčen, že jeho řešení je správné.

Řada domácích i zahraničních výzkumů ([10], [12], aj.) potvrdila, že žáci a studenti používají při řešení problémů často více své prekoncepce (často chybné) než ve výuce předkládané vědecké poznatky. Rezistence prekonceptí je natolik silná, že může vydržet po celý život. Výraznou stálostí se vyznačují např. výsledky didaktického testu L. Viennot [12] ze středoškolské mechaniky, který byl zadán v roce 1991 [10] a zopakován s téměř stejnými výsledky v dalších letech:

Žonglér vyhodil během představení do vzduchu šest stejných míčků. Na obrázku jsou znázorněny jejich trajektorie. V okamžiku, kdy míčky dosáhly stejné výšky nad zemí, jsou na míčky zakresleny, včetně vektorů okamžitých rychlostí. Odpor vzduchu zanedbejme. Odpovězte na otázky uvedené pod obrázkem:



1. *Síly působící na míčky v zakresleném místě jsou:*
 - (a) stejné pro všech šest míčků
 - (b) pro každý míček jiné
 - (c) pro některé míčky jsou stejné
2. *Hodnota potenciální energie míčků v zakresleném místě je:*
 - (a) stejná pro všech šest míčků
 - (b) pro každý míček jiná
 - (c) pro některé míčky je stejná
3. *Zakreslete do obrázku vektory sil působících na jednotlivé míčky.*

Tento test byl zadán mnoha skupinám přírodovědně zaměřených studentů na závěr jejich středoškolské přípravy nebo na počátku vysokoškolského studia (věk:18-19 let), a to v několika evropských zemích. Výsledky byly ve všech zemích a letech srovnatelné (procentuálně vyjádřené průměrné hodnoty odpovědí) :

1. *Síly působící na míčky v zakresleném místě jsou:*
 - (a) stejné pro všech šest míčků: **40 %**
 - (b) pro každý míček jiné: **50 %**
 - (c) pro některé jsou stejné: **10 %**
2. *Potenciální energie míčků v zakresleném místě jsou:*
 - (a) stejné pro všech šest míčků: **85 %**
 - (b) pro každý míček jiné: **10 %**
 - (c) pro některé jsou stejné: **5 %**
3. *Zakreslete do obrázku vektory sil působících na míčky.*
 - správně: **20 %**
 - chybně: **80 %** (50 % skládalo vektor tíhové síly a okamžité rychlosti!)

Uvedený výzkum potvrzuje, že trvalost chybných prekonceptů je značná. Tyto chybné představy fyzikálních jevů odolávají dokonce několika vlnám fyzikálního vzdělávání na základní, střední i vysoké škole. Žák tak žije ve svém světě chybných prekonceptů a vedle něj existuje paralelní svět školních vědeckých poznatků. Je třeba nalézt výukové postupy, jak chybné prekoncepty překonat a přivést žáka do vědeckého světa a vytvořit jeho správné vědecké koncepty fyzikálních jevů.

4. Výukové postupy využívání a ovlivňování žákovských prekonceptů

Využívání žákovské prekoncepty ve výuce je vhodné u **správných prekonceptů**, které se mohou stát významnou součástí výukového procesu tvorby vědomostí a dovedností žáků při **tvorbě explanačních modelů** fyzikálních jevů [9]. V souladu s názory konstruktivistických pedagogů jsou souhlasné prekoncepty základem smysluplných struktur, které si žák ve výuce vytváří [1].

Ovlivňování (dokonce **odstraňování**) by mělo probíhat u **chybných prekonceptů**. Ty totiž mají silnou rezistenci, mnohdy po celý život, a proto je třeba ji diagnostikovat a umět vhodně přetvářet [10]. Bylo vytvořeno již několik výukových postupů, které vedou k překonání chybných. Tyto postupy nejsou jednoduché, vyžadují od učitele značné znalosti a dovednosti v problematice prekonceptů. Teorie výukových postupů na překonávání chybných prekonceptů je navíc v počátcích. Uvádíme nyní příklady dosud objevených postupů:

4.1 Diskuse analogií

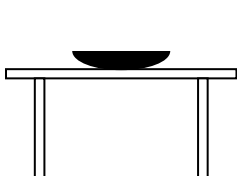
Podstatou tohoto postupu je využití analogie mezi správnou představou jevu, kterou již žák má a jeho chybnou prekoncept. Podle [2] je třeba sestavit v rámci diskuse učitele a žáka **analogii** mezi již správně chápaným jevem a chybnou prekoncept. **Přemostěním** nazýváme takový další správný analogický jev, který leží významově mezi správnou učitelovou a chybnou žákovou představou. Tak by mělo dojít k přechodu mezi dvěma žákovými představami, který povede k odmítnutí chybné prekoncepty a k rozšiřování správných představ a interpretací. Předpokladem úspěchu tohoto postupu je **schopnost žáka analogicky myslet**. Mezi hlavní nevýhody patří **obtížnost a pracnost sestavování řetězců analogických jevů a situací**.

Jako příklad tohoto výukového postupu můžeme uvést častou chybnou prekonceptu ve fyzice, kdy chybně uvažujeme o neexistenci sil působících na těleso v klidu. Na obr. 1 je talíř, který v klidu leží na stole. V tomto případě si často neuvědomujeme, že na něj působí tíhová síla a síla, kterou na talíř působí deska stolu (tzv.: reakce podložky). Tyto síly jsou stejně velké a opačného směru, vzájemně se ruší, takže výsledná celková síla působící na talíř je nulová a talíř je proto v klidu. Související chybnou prekonceptu je opomenutí síly, kterou na talíř působí stůl. Je obtížné přesvědčit žáka, že kromě tíhové síly na ležící talíř působí ještě další síla. Ta je totiž málo smyslově vnímána.

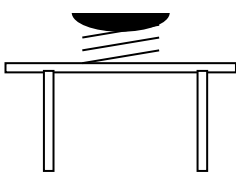
Postup diskuse analogií je založen na vytvoření analogie (záchytné situace), která může mít podobu talíře položeného na pružinu (obr. 2). Zde je síla stlačené pružiny, která působí na talíř velmi zřetelná a žák ji chápe a přijímá za svoji koncepci. Pružina je však pro žáka

Materiál byl zpracován v rámci projektu "Systémová podpora trvalého profesního rozvoje (CPD) pedagogických pracovníků propojením pedagogické fakulty se školami na Jižní Moravě – EDUCOLAND"

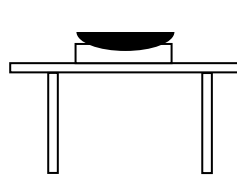
komplikací a nemusí být přijata jako explanační model reakce podložky (stolu). Proto vytváříme přemostující situaci např. v podobě měkké plastové kostky (např. mycí houby), na niž talíř položíme (obr. 3). Tato přemostující situace by měla zajistit překonání žákovské chybné prekoncepce sil působících na těleso v klidu.



Obr.1



Obr.2

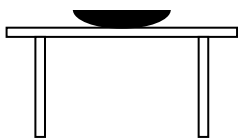


Obr.3

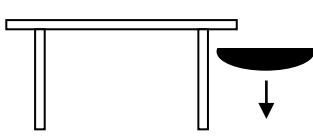
4.2 Poznatkový konflikt

V souladu s [14] jde o nalezení takového problémového jevu (situace), při jehož řešení se **konfliktně** střetne správný poznatek s žákovou chybnou prekonceptí. Předpokládá se, že správná představa a interpretace zvítězí a nahradí ve vědomí žáka jeho chybnou prekoncepti. Nevýhodou tohoto postupu je emocemi zabarvený **odpor neúspěšných žáků k poznatkovým konfliktům** [3].

Příkladem poznatkového konfliktu je jiné řešení výše uvedeného problému dvou sil působících na talíř, který leží na stole. Poznatkový konflikt vznikne u žáka např. tak, že talíř nejprve položíme na stůl (obr. 4) a pak jej z výšky stolu necháme volně dopadnout vedle stolu na podlahu (obr. 5). Pro zvýšený efekt použijeme laciný keramický talíř, který se při pádu rozbije. Jinak lze použít talíř plastový a nechat jej dopadnout na měkkou podložku na podlaze.



Obr.4

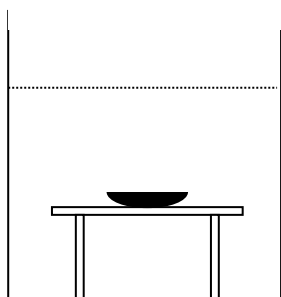


Obr.5

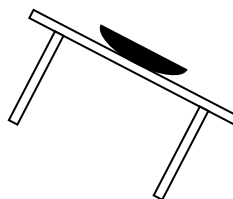
4.3 Autoreflexivní aktivní učení se žáka

Některé názory [14] vedou k postupu, kdy žák sám aktivně a vědomě spolurealizuje výuku. Pro tento výukový postup jsou nutné jeho věkově přiměřené znalosti průběhu výuky a učení. Žák by měl **umět reflektovat** své vlastní učení, vědět o vlastní prekonceptci a aktivně se spolupodílet na práci s ní. Výuka pak musí být problémová, naplněná alternativními řešeními problémů, aktivitou žáka atd. Tento postup je vhodný pro žáky vyššího věku (střední škola a vysoká) a vyžaduje poměrně dlouhou přípravnou etapu. Stejně tak klade značné nároky na učitele a jeho přípravu i realizaci výuky.

Situaci se silami působícími na talíř ležící na stole můžeme podle postupu autoreflexivního aktivního učení se žáka řešit např. pomocí hledání odpovědí na otázky typu: Jak vnímáme tíhovou sílu? Jaké síly na nás působí, když sedíme na židli? Jak si představujeme síly mezi molekulami desky stolu? Může ležet talíř na stole v beztížném stavu? Jak se změní situace s talířem na stole, když jej umístíme na dno plaveckého bazénu (obr. 6)? Co a proč se stane, když stůl nakloníme (obr. 7)?



Obr.6



Obr.7

5. Jak si osvojit dovednost práce s žákovskou prekonceptcí?

Práce s žákovskými prekonceptcemi patří mezi složité a důležité pedagogické dovednosti učitele fyziky [8]. Nutným předpokladem této dovednosti jsou oborové (předmětové) kompetence učitele. Jestliže má učitel diagnostikovat žákovskou prekonceptci ve výuce fyziky, musí být fyzikálně kompetentní.

Existují dva základní přístupy učitele k žákovské prekonceptci:

- (a) **pasivní** - učitel ignoruje nebo jen registruje projevy prekonceptcí a s těmi pak často vůbec nepracuje nebo jen náhodně,
- (b) **aktivní** - učitel cíleně navozuje situace, ve kterých se prekonceptce mohou projevit, a tak lépe diagnostikovat a intervenčními zásahy upravovat.

Ověřenou zkušeností z přípravy učitelů fyziky je fakt, že při práci s žákovskými prekoncepty učitel často sám poprvé objevuje vlastní chybné prekoncepty, které nemá přetvořeny ve vědecky správné. K těmto závěrům dospěly i mezinárodní srovnání [14] a zahraniční výzkumy [4].

Utváření dovednosti diagnostikovat žákovské prekoncepty je dlouhodobý proces, který začíná v pregraduální přípravě učitele a je dokončován získáváním zkušeností v průběhu profesní činnosti na škole. Vzniká otázka, jakou výukovou technologií je možno tuto dovednost optimálně utvářet. Jako každá dovednost [8] i tato pedagogická dovednost má několik etap tvorby:

- (1) **Etapa motivační:** Základem této etapy je vzbuzení potřeby učitele zabývat se žákovskými prekoncepty, lépe pak jde o vytvoření zájmu o problematiku žákovských prekonceptů. Silným motivačním podnětem, který vyvolává zájem učitele (ale též žáka), je v přírodovědné výuce výukový prvek v podobě paradoxního pokusu, výkladu podstaty určitého přírodního jevu, řešení problému ze života apod.
- (2) **Etapa orientace:** V této etapě jde o získání vědomostí potřebných k utváření dovednosti diagnostikovat žákovské prekoncepty, jež tvoří myšlenkovou složku dovednosti. Základní vědomosti potřebné k vyvážení dovednosti diagnostikovat žákovské prekoncepty tvoří soubor, jež charakterizují klíčové pojmy jako: koncepce, prekoncepty, fáze vzniku prekoncepty, správné a chybné prekoncepty, výukové postupy s prekoncepty, metody a nástroje diagnostiky prekonceptů.
- (3) **Etapa "krystalizace"** : Tato etapa je založena na reproduktivním používání jednoduchých postupů pro žákovskými prekoncepty. V této etapě je třeba poskytnout učiteli řadu již osvědčených jednoduchých postupů a příkladů. Krystalizace dovednosti pak může probíhat poměrně rychle. V této etapě narůstá význam autoregulace učitele při osvojování dovednosti.
- (4) **Etapa dotváření dovednosti a její začleňování do širšího kontextuálního rámce:** Tato etapa probíhá ve spojení s konkrétními zkušenostmi z praktické výuky. Jde o produktivní používání jednoduchých i složitých postupů pro žákovské prekoncepty.
- (5) **Etapa integrační, v níž dochází k integraci nové dovednosti v dovednostní strukturu:** Závěrečná etapa, která probíhá dlouhodobě během učitelské praxe, obsahuje propojování postupů pro žákovské prekoncepty s dalšími výukovými prvky, její začleňování do výukové technologie a řešení problémových výukových situací, s užitím žákovských prekonceptů. Rozhodující význam zde má učitelova autodiagnostika spjatá s autokorekcí vlastní činnosti.

Je vhodné, aby učitel, který chce získat dovednost práce s prekoncepty žáků absolvovat uvedené etapy buď ve zdokonalovacím kurzu, nebo samostudiem.

Reference

- [1] BERTRAND, Z. *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál, 1998.
- [2] BROWN, D. E., CLEMENT, J. *Instructional science*. 1989, s. 237-261.
- [3] DREYFUS, A., JUNGWIRTH, E., ELIOVITCH, R. *Science Educ.*, 1990, s. 555-569.
- [4] MANDÍKOVÁ, D., ZIELENIECOVÁ, P. *Intuitivní představy ve fyzice*. PMFA, 38, 1993, č. 4, s. 233-238.
- [5] NACHTIGALL, D. *Krise výuky fyziky a východisko*. Pokroky Mat. fyz. a astron., 38, 1993, č. 3, s. 101-109.
- [6] PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 1998.
- [7] RHONECK, Ch. v. *Potíže při vytváření správných fyzikálních představ žáků*. PMFA, 38, 1993, č. 3, s. 167-174.
- [8] ŠVEC, V. *Pedagogická příprava budoucích učitelů: Problémy a inspirace*. Brno: Paido, 1999.
- [9] TRNA, J. *Explanační modely ve výuce fyziky*. In: Fyzika a didaktika fyziky 2. Brno: PdF MU, 1996. s. 68-74.
- [10] TRNA, J. *Spontánní fyzikální uvažování studentů a francouzská didaktika fyziky*. In: Didfyz'92. Fyzikálne vzdelávanie u nás a v zahraničí. Nitra: Pob. JSMF a PROTON 1993, s. 87-92.
- [11] TRNA, J. *Vytváření dovednosti učitele fyziky motivovat žáka*. Pedagogická orientace, 6, 1996, č. 18-19, s. 58-63.
- [12] VIENNOT, L.: *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Paris: Hermann, 1979.
- [13] VIENNOT, L. *Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics*. Eur. J. Sci. Educ., 1979 Vol. 1, No. 2, p. 205-221.
- [14] WHITE, R. T., GUNSTONE, R. F. *Int.J. of Science Educ.*, 1989, s. 481-489.