



Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta

KONSTRUKTIVISMUS VE VÝUCE PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTŮ

MARTIN BÍLEK JIŘÍ RYCHTERA ANTONÍN SLABÝ

Olomouc 2008

Oponenti: prof. RNDr. Jan Čípera, CSc.
PaedDr. Ivan Holý, CSc.

1. vydání

Publikace byla připravena v rámci projektu Modulární přístup v počátečním vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů pro střední školy, reg. č. CZ.04.1.03/3.2.15.2/0263.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

© Martin Bílek, Jiří Rychtera, Antonín Slabý, 2008

ISBN 978-80-244-1882-7

Obsah

I. Konstruktivistické teorie ve výuce přírodovědným předmětům	5
Příklady využití konstruktivistických teorií ve výzkumných projektech zaměřených na přírodovědné vzdělávání	7
II. Dětská pojetí přírodovědných fenoménů jako báze konstruktivisticky orientované přírodovědné výuky	16
V modulu použitá a doporučená literatura	29

I. Konstruktivistické teorie ve výuce přírodovědným předmětům



Cíle

Po prostudování této kapitoly dokážete:

- vyjmenovat rozdíly mezi konstruktivistickým a transmisivním paradigmatem výuky,
- charakterizovat základní rysy konstruktivistického přístupu k přírodovědné výuce,
- vysvětlit podstatu vybraných typů konstruktivisticky orientované přírodovědné výuky,
- analyzovat výukovou situaci z hlediska přístupu k učení žáků,
- vysvětlit jednotlivé prvky konstruktivisticky orientované přírodovědné výuky,
- využít základních elementů konstruktivistického přístupu k vytvoření přípravy na vyučovací hodinu s přírodovědnou tematikou.

Odborný text

Přehled současného stavu konstruktivistických teorií ve výuce přírodovědným předmětům

Pro efektivní přírodovědné vzdělávání je podstatná preference výukových metod založených především na vlastním pozorování, měření, experimentování a hodnocení reálných dějů, objektů či stavů, na vizualizaci a modelování, na aktivním vyhledávání a zpracovávání informací žákem. V realitě našeho školství se však stále setkáváme spíše s transmisivními přístupy k výuce, kdy učitel předává žákům již hotové informace za použití slovních monologických metod výuky. Minimální zřetel je také věnován individualizaci procesu výuky, ačkoli přírodovědná výuka umožňuje velmi dobře aplikovat celou škálu různých metod, respektujících individuální charakteristiky jednotlivých žáků, jako jsou např. prekoncepty pojmů, učební styly apod. Výrazný prvek individualizace výuky obsahují tzv. konstruktivistické metody „řízení“ učební činnosti žáků, které zatím ale stále patří mezi tzv. alternativní metody výuky (např. Doulík

a Škoda, 2001, Škoda, Pečivová a Doulík, 2003 aj.). Popisována je tzv. metoda učení jako aktivní konstrukce poznatků žákem (dále jen AKP), patříci mezi konstruktivistické metody učení, která předpokládá zcela odlišné role učitele a žáků v edukačním procesu, než vykazuje transmisivní přístup. Učitel se ve výuce stává „manažerem“, rádcem a pomocníkem (facilitátorem). Žáci jsou aktivními subjekty výuky, když sami informace vyhledávají, získávají, třídí, hodnotí, posuzují a zpracovávají. O svých poznacích diskutují nejen se spolužáky, ale i s učitelem, tříbí své názory, korigují své původní představy, případně se pokoušejí vytvářet své zcela nové „teorie“. Z tohoto principu vychází i základní teze teorie AKP, která je založena na dynamické modifikaci prekonceptů vedoucí k vytvoření finální verze pojmu. Principem výuky metodou AKP je konfrontace tohoto prekonceptu s prameny poznání, které jsou zdroji informací (Doulík a Škoda, 2001b). Obsáhlými a v tomto kontextu efektivními zdroji informací jsou bezesporu vizuální prameny poznání. Mohou to být experimenty, reálné probíhající děje, modely, videopořady, speciálně upravené texty, animace, obrázky, „skutečné“ chemikálie či reálné objekty atd. (Holada, 2000). U žáků jsou tak za pomoci odpovídajícího vedení indukovány myšlenkové operace různé úrovně, podle jejich individuálních charakteristik. Jejich původní představy (prekoncepty) či individuální zkušenosti jsou konfrontovány s fakty přinášenými uvedenými prameny poznání. Pokud prekoncept žáků odporuje prezentovaným faktům, je tento prekoncept negován, případně modifikován. Dynamickým procesem se tak postupně vytváří nová definice pojmu, která je nově zařazována do kognitivní mapy. Výsledkem je finální koncept s konečně platnou strukturou a definicí, jejíž platnost je kontrolována učitelem a konfrontována s praxí. Praktické ověření vytvořeného pojmu má obvykle charakter praktického tvůrčího úkolu, případně myšlenkového experimentu. Ověřováním struktury finálního konceptu se rovněž vytvářejí nové individuální zkušenosti žáků (Doulík a Škoda, 2001c).

Příklady využití konstruktivistických teorií ve výzkumných projektech zaměřených na přírodovědné vzdělávání

Praktickou realizací projektu **výuky chemie metodou aktivní konstrukce poznání (AKP)** se u nás zabývali především na katedře chemie Pedagogické fakulty UJEP v Ústí nad Labem (např. Pečivová a Škoda, 2001, Doulik, 2004 aj.). S využitím této metody a se zvláštním důrazem na využití vizualizace bylo zpracováno několik desítek kompletních příprav na vyučovací hodiny chemie pro 8. a 9. ročník základní školy. Jednalo se zejména o tematické celky Kyseliny a zásady, Redoxní děje a Základní organické sloučeniny. V přípravách byla dodržována jednotná základní strukturace: téma výuky, nový poznatek, výchozí pojmy, konkrétní vzdělávací cíle, grafická struktura nového poznatku, slovní vyjádření struktury nového poznatku, zopakování vstupních pojmů, pracovní materiál a prováděcí pokyny, pomocí nichž budou žáci konstruovat strukturu nového poznatku (tří- a dvourozměrné prameny), poznání vyplývající z pozorování, orientační pokyny navozující tzv. metakognici pozorování, srovnávání (jeho realizace a metakognice), zobečnění a aplikace vytvořených poznatků. V této struktuře vyučovacích hodin se nabízely široké možnosti využití vizualizace. Vizualizovány byly např. grafická struktura tvorby nového poznatku, zopakování vstupních pojmů, prameny poznání, ať už tří- nebo dvourozměrné aj.. Poznání vyplývající z pozorování bylo také podporováno vizualizací použitím symbolů, tabulek, zakreslováním aparatur, schémat, obrázků atd.

Z výsledků provedených výzkumů jednoznačně vyplynula potřeba vizualizačního materiálu jako nedílné součásti výuky chemie konstruktivistickými metodami. Žákům je tak poskytována rozmanitá a přitom komplexní informace, která napomáhá utváření a preferenci žádoucího hloubkového učebního stylu žáků (Mullerová, Škoda, Šikulová, 2000).

Zkušenostním přírodovědným učením, které nabízí přímo v přírodě množství hodnotných podnětů, vzbuzujících přirozenou potřebu po poznání, se zabývají např. K. Žoldošová a P. Prokop z Trnavy. Každý z nás vnímá svět svým vlastním způsobem, ale to neznamená, že všechny individuální výklady světa jsou správné. V přírodních vědách se v každém období preferují určité teorie, paradigmaty, které zastřešují nejnovější poznatky o vysvětlování přírodních zákonitostí. Ke studiu vlivu zkušenostního učení v terénu použili K. Žoldošová a P. Prokop metodu kresby, která dokáže ve velké míře objasnit názory, některé postoje respondentů, a též charakter jejich znalostí (Backett - Milburn,

McKie, 1999). Hlavní výhodou je volnost ve vyjádření představ a názorů. Úkolem žáků bylo nakreslit do předkreslené šablony představu ideálního prostředí pro přírodovědné vzdělávání. Při vyhodnocování kreseb bylo vytvořeno 7 kategorií zakreslovaných prvků (Žoldošová a Prokop, 2002):

1. **Příroda** - zakreslení přemístění školy nebo její části do přírody nebo přírody ve školní třídě (zvířata, živé koutky apod.).
2. **Laboratoř** – umístění laboratoře (chemické nebo biologické) do třídy nebo mimo ni.
3. **Počítače** – zkoumání preferencí počítačů před přírodovědným badáním.
4. **Netradiční uspořádání třídy** – změny tradičního uspořádání třídy.
5. **Sport** – druhy sportovišť přímo ve třídě nebo v jejím okolí.
6. **Odpočinek** – prvky sloužící žákům k odpočinku.
7. **Agresivita** – prvky agresivního chování k učiteli a spolužákům.

Shromážděna byla data z experimentálních (výuka v terénu) a kontrolních (tradiční výuka ve třídě) skupin. Ve všech definovaných kategoriích s výjimkou kategorie "agresivita" byly zjištěny signifikantní vyšší frekvence výskytu prvků v experimentální skupině respondentů. Navíc byly kresby respondentů z experimentálních skupin bohatší, tj. obsahovaly víc a různorodějších prvků. Zkušenostní učení realizované v terénu s využitím experimentálních a pozorovacích pomůcek působí na žáky vysoce motivačně a aktivačně. Prvky výuky v terénu pak ve významné míře ovlivňují představy žáků o ideální třídě pro přírodovědné vzdělávání.

Obsáhlou **diagnostikou prekonceptů přírodovědných pojmů** se u nás zabývali zejména P. Doulík a J. Škoda z Ústí nad Labem. Navrhli a ověřili baterii vlastních výzkumných nástrojů, které byly dimenzovány pro univerzální použití v rozsahu pro 3. – 9. ročník základních škol pro diagnostiku prekonceptů pojmů droga, energie, hoření, hustota, jed, kyselina, plast, radioaktivita, vápno a vzduch. Součástí baterie výzkumných nástrojů byly: **kognitivní test** – sloužící k diagnostice kognitivní dimenze prekonceptů, pro každý z diagnostikovaných prekonceptů byla vytvořena jedna aplikační úloha; **posuzovací škály** – byly vytvořeny pro diagnostiku vztahové a významové roviny afektivní dimenze; **zastrukturovací schémata** – zjednodušené pojmové mapy určené pro diagnostiku zastrukturování a určování tzv. **plasticity**, jako čtvrté základní popisné kategorie, která byla určována jako longitudinální průřezová diference mezi dvěma hodnotami jednotlivých popisných kategorií. Analýzy

výsledků potvrdily hypotézu, že v průběhu cílené výuky na základních školách dochází ke statisticky významnému nárůstu úrovně kognitivní dimenze jednotlivých prekonceptů. Nárůst však je pozvolný a pouze v případě některých prekonceptů dochází ke statisticky významnému nárůstu mezi sousedními diagnostikovanými ročníky. Nelze však již jednoznačně určit, zda nárůst úrovně kognitivní dimenze prekonceptů je výsledek záměrné výuky, či zda se na něm podílejí i mimoškolní vlivy a jakou měrou. U vlivu výuky lze uvažovat v případech, kdy nárůst úrovně kognitivní dimenze odpovídá výuce příslušného tématu v určitém ročníku.

Předpoklad o nárůstu úrovně vztahové roviny afektivní dimenze v průběhu výuky žáků na ZŠ se ve většině případů nepotvrdil. Ke změnám úrovně této popisné kategorie prekonceptů dochází zejména u pojmů se zvýšeným emocionálním akcentem, jako jsou droga a jed. U většiny prekonceptů zůstává však úroveň vztahové roviny afektivní dimenze neměnná, což může mít příčinu v nedostatečné pozornosti, která se při výuce věnuje afektivním cílům. Potvrdila se naopak hypotéza, že v průběhu výuky na základní škole dochází ke statisticky významnému nárůstu úrovně významové roviny afektivní dimenze. Nárůst významové roviny afektivní dimenze tedy souvisí s nárůstem kognitivní dimenze v průběhu výuky na ZŠ. V jejím rámci se žákům prezentuje i praktické využití daných pojmů, čímž se utváří povědomí žáků o významu pojmů. U některých prekonceptů (radioaktivita, droga, kyselina) dochází k výraznému nárůstu významové roviny afektivní dimenze oproti vztahové rovině afektivní dimenze. Toto je zvláště patrné u prekonceptu pojmu radioaktivita. Vztah k tomuto pojmu se v průběhu výuky vůbec nemění a zůstává záporný, zatímco úroveň významové roviny afektivní dimenze se postupně zvyšuje (žáci začínají chápat význam radioaktivity).

Předpoklad o nárůstu úrovně zastrukturování v průběhu výuky na ZŠ se potvrdil. Jedná se však opět o pozvolný nárůst, který je patrný zejména mezi 3. - 9. ročníkem. Postupně se zvyšující úroveň zastrukturování je patrná i z výrazného poklesu volby tzv. „nulového schématu“ (schéma bez uvedených pojmů, které žáci volili v případě, kdy daný prekoncept pojmu neznali, případně neuměli jeho zastrukturování posoudit). Zajímavé výsledky autorů výzkumu měly další potvrzující pokračování i v širším výzkumném vzorku (Doulík, 2004).

Piagetovou konstruktivistickou teorií a jejím uplatněním ve výuce chemie se zabývá M. Nodzyńska z Pedagogické akademie v Krakově (např. Nodzyńska, 2002). Vychází z tradičního pozitivního hodnocení Piagetova přínosu, především jeho teorie lidského vývoje, ovšem s problematickou aplikací závěrů

jeho výzkumu v jiných disciplínách než v matematice a mateřském jazyce, tj. oblastí, pro něž Piaget stanovil relativně přesné zásady, které by se měly odrážet v osnovách vyučování (Piaget, 1977). Jde o tzv. konstruktivistická pravidla (principy konstruktivismu), která zpravidla nejsou uplatňována při psaní školních učebnic a tvorbě učebního obsahu. Pro výuku matematiky se jedná o následující: psychické struktury žáků by měly být patřičně vyvinuty před zavedením „numerických problémů“, což znamená, že v počáteční etapě výuky by žáci řešili „otázky běžného života“, které by až následně doplňovali numerickým popisem skutečnosti; psychické struktury dětí musí být dostatečně vyvinuty dříve než se zavede formální symbolismus, což znamená, že v počáteční etapě výuky by měl převažovat slovní popis, postupně doplňován a nahrazován symboly; pokud dítě nechápe „logiku“ vědního obsahu, nemělo by se trvat na jeho „pouhém“ zapamatování; děti mají mít příležitost k vytváření (konstruování) matematických souvislostí a to nejen k využívání hotových vzorců lidského myšlení (problémové úlohy); učitelé musí rozumět chybám, které žáci dělají; během výuky se má vytvářet ovzduší, které podporuje samostatné myšlení - učitel by měl mít přípravu nejen odbornou, ale také dostatečnou přípravu pedagogickou a psychologickou.

Analogická doporučení formuloval Piaget pro výuku mateřského jazyka: čtení, psaní a pravopis tvoří celek, musí se jim učit dohromady; v počáteční etapě vyučování se nemají zavádět stejná slova pro různé předměty; výuka čtení je proces konstrukce, pro kterou dítě musí dosáhnout určitého stupně psychického vývoje; slova ve slabikáři musí být dítěti dobře známá; žáci mají být motivováni k výuce.

Na základě těchto podrobných doporučení pro matematiku a mateřský jazyk se M. Nodzyňská pokouší navrhnout analogická pravidla pro počáteční výuku chemie: psychické struktury žáků by měly být patřičně vyvinuty před zavedením numerických problémů, což znamená, že v počáteční etapě výuky chemie by měl být základem kvalitativní popis změn a kvantitativní vysvětlení by bylo až jejich doplněním; psychické struktury dětí musí být dostatečně vyvinuty, než se zavede formální symbolismus, což znamená, že v počáteční etapě výuky mají být chemické symboly a rovnice pro chemické reakce doprovázeny slovním doplněním; pokud dítě nechápe logiku vědního obsahu, nemělo by se trvat na jeho zapamatování, v souladu s čímž by se měly při zavádění chemických teorií uplatňovat příklady z každodenního života a srovnání; žáci musí mít příležitost k vlastnímu odhalování (konstruování) matematických souvislostí v chemii a proto by měl učitel poukazovat na situace známé dětem z každodenního života a na přirozené matematické struktury existující v dětském vědomí

(z tohoto důvodu je možné poměrně rychle řešit úkoly pomocí úměry místo jiných matematických vzorců); učitelé musí rozumět charakteru chyb, které dělají žáci; název chemické sloučeniny, její sumární a strukturní vzorce musí tvořit celek a mají být zaváděny současně; v chemii odpovídá systematickému názvu jedné sloučeniny poměrně značné množství různých grafických symbolů: sumární, strukturní, racionální vzorce, proto je třeba dbát na to, aby byly kresleny vždy stejným způsobem a v téže prostorové orientaci; slova používaná ve výuce musí být dítěti známá, proto se v počáteční etapě vysvětlování teorií a zavádění nových pojmů z chemie mají používat termíny žákům známé; během výuky je třeba vytvořit takové klima, které podporuje samostatné myšlení, žáci mají být motivováni k učení. V přístupech mnoha učitelů chemie, jejichž názory a vedení výuky M. Nodzyńska zkoumala, bohužel chybí soustředění na autonomní myšlení dítěte a na jeho samostatné konstruování pojmů, ale pozornost je v největší míře věnována translaci těchto pojmů přímo k žákům. To vede následně k mechanickému reprodukování správných odpovědí na otázky. Mnoho učitelů chce po dětech, aby si pamatovaly standardní algoritmy a hotové vzorce, čímž potlačují vlastní žákovo myšlení. Jde tak o výuku, která není v souladu s aktuální psychickou strukturou dítěte.

Jedním z ústředních cílů **projektu konstruktivisticky orientovaného integrovaného vyučování přírodních věd na základní škole** „Projekt integrovaného vyučování přírodních věd pro základní školu (včetně inovace přípravy učitelů)“, který byl v letech 2002 – 2005 řešen na Pedagogické fakultě Trnavské univerzity pod vedením prof. L. Helda, je zvrátit zdeformovaný postup tvorby standardů pro primární přírodovědné vzdělávání na základě stávajících osnov. Jde o pokus revize standardu přírodovědného vzdělání pro absolventy základní školy s vytvořením návrhu integrovaného přírodovědného kurikula a vzorových vzdělávacích aktivit pro žáky základních škol. Ústřední snahou projektu je nalézt optimální modely přechodu z transmisivního přístupu k výuce na přístup konstruktivistický, který spočívá také v přímé inkorporaci vědeckých postupů přímo do vyučovacího procesu. To znamená, že učitel žákům neposkytuje hotové poznatky, ale tvorba pojmů se uskutečňuje v procesu jejich reálné experimentální činnosti. Znalosti žáků se tedy konstruují v rámci činností, na základě vlastních zkušeností. Inspirací zmiňovaného projektu jsou např. model výuky realizovaný v americkém programu FAST či francouzský projekt „La main à la pâte“ – „Vezměme věci do rukou“, které také vycházejí z konstruktivistických principů. V projektu jsou podobně vytvářeny, realizovány a evaluovány různé pedagogické situace aplikující vědecké metody poznávání a většinou integrovaně postihující učivo biologie, chemie a fyziky (Urbanová a Orolínová, 2004, Held a Orolínová, 2004).

Obširný výzkum **žákova pojetí přírodovědných fenoménů** cituje J. Škoda v nové publikaci o výzkumu dětských pojetí přírodovědných fenoménů P. Doulíka: Geneze dětských pojetí vybraných fenoménů (Škoda in Doulík, 2005). Jde o strukturní charakteristiku žákova pojetí přírodovědných fenoménů, kterou zpracoval X. Liu. Liu vymezuje žákovo pojetí přírodovědných fenoménů pomocí tří charakteristik – vnější úroveň (*external horizon*), vnitřní úroveň (*internal horizon*) a interakce mezi vnější a vnitřní úrovní žákova pojetí. Zajímavá je v tomto výzkumu i použitá metoda nazvaná diagraf. Jde o variaci konceptuálních map, vyhodnocovaných do tzv. systémově-strukturálních úrovní – clusterů. Autor se tímto způsobem zaměřil na podrobné rozpracování tří fenoménů – teplo, světlo a gravitace. Závěry z výzkumů poukazují jednak na nutnost longitudinálních výzkumů a také na potřebu zaměření se v učitelské praxi na posouzení žákovských pojetí od primitivních představ k vědeckým pojmům.

Podobné závěry zaznávají i z výzkumu D. Mandíkové z Matematicko – fyzikální fakulty Univerzity Karlovy z Prahy (Mandíková, D., 1993, 2006a, 2006b). Jako jeden z důležitých úkolů výuky fyziky na základní škole je zde zdůrazňována **pomoc žákům lépe se orientovat ve světě, který je obklopuje**. Jako příklad jsou voleny Newtonovy zákony, které mají klíčový význam pro pochopení jevů, s nimiž se každý člověk setkává již od dětství, a které souvisejí se vzájemným silovým působením těles a jeho účinky. Žáci nezískávají v průběhu života poznatky jen od učitelů, rodičů či z učebnic, ale hlavně tím, že od narození pozorují své okolí, manipulují v něm s věcmi, předvídají, co se bude dít, a okolí jim určitým způsobem odpovídá. Na základě toho si člověk vytváří řadu poznatků, které se snaží zobecňovat a spojovat do celků podle toho, jak se mu jeví jejich vzájemná souvislost. Než žák přijde do školy, která mu zprostředkovává vědecké poznatky, má už vytvořenou značnou zásobu subjektivních, prvotních neboli intuitivních představ o světě. Mnoho takových představ je spojeno právě s pohybem a silami (Mandíková, 2006a).

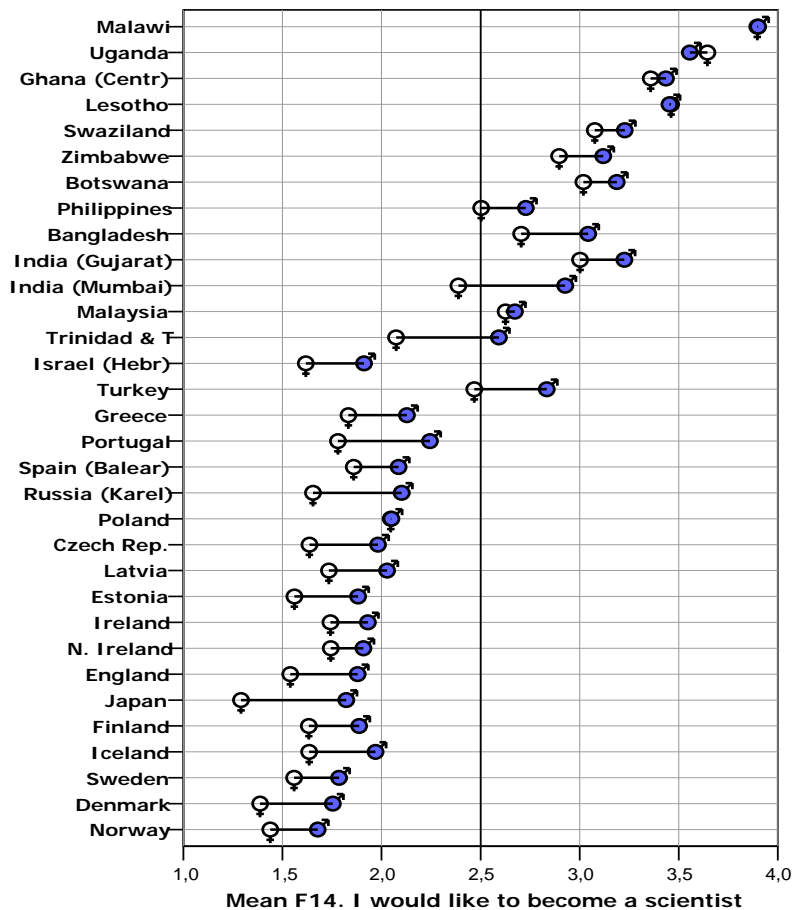
Výzkumy ukazují, že tyto představy jsou často v rozporu s vědeckými poznatky, jsou velmi trvalé a pro mnohé žáky tvoří vážnou bariéru pro pochopení Newtonových zákonů, které jsou základem porozumění nejen řady jevů kolem nás, předvídaní nebo záměrného ovlivňování jejich průběhu, ale jsou základem i pro chápání dalších fyzikálních témat. S mylnou představou, že pro každý pohyb (i rovnoměrný přímočarý) je nutné působení síly ve směru pohybu, se setkáváme nejen u malých dětí předškolního věku, ale i u žáků či studentů, kteří prošli výukou fyziky v různém rozsahu, rovněž tak i u dospělých lidí (např. jaká výsledná síla působí na automobil pohybující se rovnoměrně přímočaře po silnici apod.) (Mandíková, 2006b).

Další výzkumy dětských pojetí vycházejí z konkurence žákových individuálních poznávacích procesů a vědecky objektivního obrazu světa kolem nás. To vyjadřuje např. **idea tří světů** B. Bolzana a K. Poppera (Hejný a Kuřina, 2000, 2001). První svět je světem věcí, nejpřístupnější našemu poznání, označovaný jako svět fyzikální. Druhý svět tvoří vědomé a nevědomé zkušenosti a představy člověka, je to svět lidského vědomí, myšlenkových pochodů a prožitků. Nazývá se duševní svět, je tvořen žitím člověka a je zkoumán především psychologii. Třetím světem jsou výtvořiny lidského ducha, jeho jádrem je řeč, věda a kultura. Tedy svět kultury s obsahy knihoven, archivů apod. Škola je potom místem průniku těchto tří světů a jde o zajištění jejich sblížení a prolínání. Podobnou koncepci prezentoval např. J. Lowe, kdy jsou dětská pojetí ovlivňována a formována třemi vlivy – tzv. primitivní (elementární) vědou (*gut science*), založenou na intuici a spontaneitě reakcí, laickou vědou (*lay science*), jejíž podstatou je každodenní používání jazyka a ovlivnění médií a školní vědou (*school science*), založenou na symbolickém a idealizovaném světě školní třídy. Ve všech těchto vlivech se výrazně promítají kulturní a společenské vlivy (užívání jazyka, metafor, působení médií) a dětská pojetí tedy varíují podle charakteru těchto oblastí. Zejména vliv individuálních zkušeností (primitivní věda) zapřičiňuje značnou stabilitu dětských pojetí mnohých fenoménů. Výuka by tedy měla směřovat k postupnému sblížení „primitivní vědy“ žáků se „školní vědou“, což bez znalosti dětských pojetí je jen těžko možné (Škoda in Doulik, 2005).

Vliv **kulturních aspektů na přírodovědnou výuku** zkoumal např. W. W. Cobern z West Arizona State University (Cobern, 1993). Ve svých výzkumech upozorňoval na významnou roli externích vazeb přírodovědné výuky, tj. vazeb na její kulturní a sociální kontext. Z hlediska konstruktivistických přístupů je uvažován kromě personálního konstruktivismu tzv. kontextuální konstruktivismus. Ten nazývá Cobern, v porovnání s průměrem pro personální konstruktivismus jako anatomie a fyziologie konstruktivismu, ekologii konstruktivismu. Ve svých výzkumech navrhuje alternativní pohledy na zaužívaná schémata přírodovědné výuky. Např. pro logicko-strukturální kategorie „materialistický, redukcionistický, vysvětlující“ jsou to alternativy „holistický, sociálně-humanistický, estetický, religiózní“, pro jednoznačnou klasifikaci fenoménů „přírodní“ navrhuje klasifikaci na jevy „přírodní, sociální a „super-přírodní“, ve vztahové oblasti namísto „objektivní, neosobní“ kategorie „subjektivní, osobní“ apod. Podobnými výzkumy se zabývá také široký mezinárodní projekt ROSE (*Relevance of Science Education*). Významnost, důležitost, závažnost (relevance) přírodních věd a technologií (*Science and Technology - S&T*) a jejich výuka pro patnáctileté žáky, na níž je projekt ROSE zaměřen, lze lapidárně vyjádřit

ve třech základních tezích: respektování kulturních odlišností a specifik v zájmech dívek a chlapců, podpora osobního a sociálního významu a posilování demokratického smýšlení a občanských principů u žáků. Výchozí teze projektu i dosud dosažené výsledky přímo podporují vyvracení mýtů o unifikovaném či univerzálním všeobecném přírodovědném vzdělávání pro primární a nižší sekundární stupeň školských systémů, o ignorování lokálních specifik, o malé vazbě etických a afektivních prvků na přírodovědné kurikulum, o rozdílech v motivaci pro přírodovědné vzdělávání u dívek a chlapců apod. (Schreinerová a Sjøberg, 2004, Bílek, 2005).

Projekt ROSE se podobně jako např. studie A. J. Gallarda z Florida State University zaměřuje i na problematiku **přírodovědné výuky a multikulturního prostředí**. Ve svých zkoumáních Gallard ukázal na nevýhody studentů z jiného než anglofonního prostředí i ve výuce přírodovědných předmětů. Vyžadované znalosti i způsoby jejich nabývání a vyjadřování neodpovídaly kulturním specifikám těchto studentů. To se projevovalo např. deprivacemi při kreslení vlastních zážitků s přírodovědnými fenomény, při prezentaci svých „jiných“ zkušeností apod. Jak ukazují výsledky projektu ROSE, jde i o jinou motivaci pro výuku přírodních věd a technologií a motivaci k volbě povolání, budoucí orientace svého života. Na obr. 1, který zachycuje odpovědi na otázku, zda se chce stát vědcem, je zřejmá nízká motivace dětí z vyspělých zemí a naopak silná motivace (možná nejen ekonomická) u dětí z rozvojového světa.



Obr. 1 Z výsledků projektu ROSE (1 – nesouhlasím, 4 – souhlasím; ♀ – dívky, ♂ – chlapci) (Sjøberg, 2005)

Úkoly



a) pro samostatnou práci

1. Proč má význam měnit transmisivní paradigma výuky na paradigma konstruktivistické?
2. Jak lze v několika bodech charakterizovat konstruktivisticky orientovanou přírodovědnou výuku?
3. Jaké typy konstruktivisticky orientované přírodovědné výuky znáte?
4. Na základě vybraného úzkého tématu z učiva přírodovědných předmětů připravte návrh scénáře jeho výuky v konstruktivisticky pojeté integrované a neintegrované podobě.

b) pro práci ve skupinách

1. Pokuste se vyjádřit obsah pojmu konstruktivismus.

Aktivita: Nejprve se individuálně zamyslete nad pojmem konstruktivismus a pokuste se jej písemně definovat. Pak shromážděte všechny písemné definice a rozdělte je např. na pět (dle počtu účastníků studijní skupiny) kupiček označených čísly. Vytvořte stejný počet skupin kolik je kupiček a pro každou skupinu vylosujte číslo kupičky. V jednotlivých skupinách diskutujte o přidělených definicích a vytvořte výslednou. Na závěr skupiny prezentují svá řešení a metodou hledání shod a rozdílů navrhnou společnou definici.

Poznámka: Pracujte ve skupinách o min. 3 členech.

Případová studie



Otázky k případové studii



1. Konstrukce poznání u žáků je činnost náročná na výukový čas. Jak je možné zajistit jeho dostatek pro výuku přírodovědných předmětů?
2. Může ovlivnit uspořádání třídy, školy změnu paradigmatu výuky?

II. Dětská pojetí přírodovědných fenoménů jako báze konstruktivisticky orientované přírodovědné výuky



Cíle

Po prostudování této kapitoly dokážete:

- vyjmenovat rozdíly mezi konstruktivistickým a transmisivním paradigma-tem výuky,
- charakterizovat pojem dětské pojetí (prekoncepty) přírodovědných pojmů a fenoménů,
- jmenovat synonyma pro označování dětských pojetí pojmů a fenoménů,
- charakterizovat vybrané metody zkoumání dětských pojetí přírodovědných pojmů a fenoménů,
- orientovat se v odborné literatuře prezentující problematiku prekonceptů či miskoncepce přírodovědných pojmů.

Odborný text

Zjišťování dětských pojetí přírodovědných fenoménů jako báze konstruktivisticky orientované přírodovědné výuky

Širokou metaanalýzu relevantních informací vztahujících se k zjišťování dětských pojetí fenoménů z oblasti přírodovědného vzdělávání provedl v roce 2004 P. Doulík (Doulík, 2004). Byly zmapovány tyto oblasti možných informačních zdrojů:

- a) česká a slovenská knižní a časopisecká literatura z oblasti pedagogiky, pedagogické psychologie, obecné didaktiky,
- b) renomovaná zahraniční periodika zaměřená na obecnou problematiku výuky, zejména pak přírodovědných předmětů, a na oblast pedagogického výzkumu,
- c) další časopisecká literatura vztahující se ke konkrétní oborové didaktice.

Informační zdroje byly mapovány za dobu posledních 10 - 12 let. Jedním z limitujících kritérií pro výběr informací byla dostupnost jednotlivých informačních zdrojů – zejména pak přístupu k fulltextovým verzím příspěvků

v zahraničních periodikách a také aktuální změny, které přináší pedagogická teorie a praxe (konstruktivistický přístup postupně nahrazující přístup transmissivní, vlivy Internetu apod.).

Z české a slovenské časopisecké literatury z oblasti pedagogiky, pedagogické psychologie a obecné didaktiky, byly pro bližší analýzu vybrány dva časopisy, které jsou nejvýznamnějšími periodiky v oboru, a to: *Pedagogika* (vydavatel: Pedagogická fakulta UK, Praha) a *Pedagogická revue* (vydavatel: Štátní pedagogický ústav, Bratislava).

Pomocí databází Elsevier Science Direct, Springer LINK, ERIC a zejména pak ProQuest 5000 byla dále pro analýzu v oblasti zjišťování dětských představ přírodovědných fenoménů vybrána tato renomovaná zahraniční periodika:

- *Early Childhood Research & Practice* (vydavatel: University of Illinois),
- *Educational Researcher* (vydavatel: American Educational Research Association),
- *Review of Educational Research* (vydavatel: American Educational Research Association)
- *Studies in Science Education* (vydavatel: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, The University of Leeds)
- *Research in Science Education* (vydavatel: Australasian Science Education Research Association)
- *Journal of Research in Science Teaching* (vydavatel: John Wiley & Sons Inc.)
- *Science Education* (vydavatel: John Wiley & Sons Inc.)
- *International Journal of Science Education* (vydavatel: Taylor & Francis Ltd.).

Z periodik otiskujících příspěvky z oblasti oborových didaktik (zaměřeno zejména na didaktiku chemie) byly vybrány časopisy:

- *Chemické listy* (vydavatel: Česká společnost chemická),
- *Journal of Chemical Education* (vydavatel: Division of Chemical Education, Inc., American Chemical Society).

Relevantní příspěvky z uvedených periodik byly dále podrobeny obsahové analýze, přičemž bylo sledováno několik kritérií. Prvním z nich bylo teoretické zázemí, z nichž konkrétní výzkum dětských pojetí fenoménů vycházel. Pozornost byla věnována zejména terminologii použité v publikovaných příspěvcích. Druhým kritériem byl věk probandů (žáků a studentů), jejichž pojetí různých

fenoménů byla zjišťována, resp. jejich zařazení do různých stupňů školního vzdělávání (pro přehlednost jsme klasifikaci vztahovali vzhledem ke vzdělávací soustavě v ČR). Třetím z kritérií byla odborná oblast v rámci přírodovědného vzdělávání, v jejímž rámci byla dětská pojetí zjišťována (z důvodů nejednotné terminologie v oblasti názvů vyučovacích předmětů v různých zemích bylo zvoleno dělení podle vědních oborů, které ale velice často odpovídá i dělení podle školních předmětů). Posledním sledovaným kritériem pak byly metody použité při jednotlivých popisovaných výzkumech a jejich charakteristika.

Z provedené metaanalýzy je velmi zajímavá vysoká variabilita použitých termínů označujících studovaný fenomén v anglicky psaných časopisech. Celkem bylo analyzováno 180 příspěvků, ve kterých se vyskytlo 28 různých termínů označujících fenomén žakových představ. Je třeba říci, že ve většině studií bylo používáno dvou a více termínů pro označení téhož fenoménu žakových představ (výjimkou nebyly ani 4 různé termíny). Přehled použitých termínů, včetně jejich českých překladů (někdy bylo jen velmi obtížné jednotlivé termíny odlišit) a jejich absolutní četnost ukazuje následující tabulka (termíny jsou uspořádány sestupně dle frekvence výskytu).

Tab. I Analýza příspěvků dle použitých termínů (upraveno dle Doulík, 2004)

<i>Anglický termín</i>	<i>Český překlad</i>	<i>Absolutní četnost výskytu</i>
Student's conception (concept)	studentovo pojetí	66
Student's understanding	studentovo porozumění	49
Misconception	miskoncepce, chybné pojetí	20
Student's idea	studentova představa, názor	17
Alternative concetpion	alternativní pojetí	14
Student's belief	studentovo mínění	8
Preconcept	prekoncept	5
Children's view	dětský názor, pohled	4
Student's mental model	studentův mentální model	4
(Operational) knowledges	(operační) znalosti	4
Student's reasoning	studentovo usuzování	4
Student's images	studentovy představy	2

<i>Anglický termín</i>	<i>Český překlad</i>	<i>Absolutní četnost výskytu</i>
Conceptual pattern	pojmový vzor	2
Naive theories	naivní teorie	1
Misrepresentations	chybné představy	1
Accepted conception	akceptovatelné pojetí	1
Protoconcept	protokoncept	1
Conceptual ecology	pojmová ekologie	1
Initial conception	počáteční pojetí	1
Nonconception	non-koncept, bez pojetí	1
Intuitive conception	intuitivní pojetí	1
Children's perception	dětské vnímání	1
Untutored idea	nevyučovaná idea	1
Intuitive models	intuitivní modely	1
Student's conceptual profile	studentův pojmový profil	1
Children's context of meaning	dětský kontext mínění	1
Children's thinking	dětské myšlení	1
Alternative frameworks	alternativní rámec	1

U některých použitých termínů v tabulce se vyskytují přívlastky „student's“, které se v příspěvcích vyskytovaly velmi často, někdy bylo použito přívlastků „children's“ či „pupil's“ (zde není rozlišováno). Z uvedeného přehledu vyplývá, že nejčastěji používaným termínem pro označení fenoménu žákovských představ je termín „student's conception“ (nebo též „concept“), který se vyskytoval téměř ve třetině publikovaných prací. Relativně velmi rozšířený termín „student's understanding“ (studentovo porozumění učiva) lze chápat úžeji než předchozí pojem a více se přimyká k individuálním kognitivním a myšlenkovým procesům jedince.

Velmi často používaným termínem je „misconception“ (miskoncepce). Tento termín se vyskytoval jednak samostatně, kdy cílem studie bylo zjistit právě chybné žákovy představy a pojetí učiva, nebo byly miskoncepce součástí výzkumu žákovy pojetí učiva obecně a pak byly uváděny jako jedny z podob pojetí učiva žáky.

Specifické postavení měl termín „student's idea“ – studentův názor, představa. Vyskytoval se zejména u těch studií, které byly orientovány na zjišťování představ o fenoménech, jež mohou silně působit na afektivní složku žákových

představ. Jednalo se například o problematiku skleníkového efektu, působení automobilové dopravy na životní prostředí či dalších pojmů z oblasti ekologie. U všech se dalo předpokládat, že žákovy představy nebudou jen na úrovni vědomostí (jako tomu bylo při zjišťování představ žáků o takových fenoménech jako např. chemická vazba, hmota, světlo), ale budou se zde silně promítat i jejich postoj a hodnocení (které se vytvářejí na základě každodenních individuálních zkušeností).

K této analýze použitých termínů v anglicky psaných příspěvcích ještě uvedme, že termín „prekoncept“, který se dnes často používá v česky psané literatuře, se příliš neobjevoval (pouze v pěti případech). Termín prekoncept má v sobě silnou vazbu na pojem a jeho chápání a stává se tak termínem spíše lingvistickým resp. psycholingvistickým, což nebylo vždy předmětem předložených studií. Stejně tak tomu bylo i u termínu „naive theory“ (naivní teorie), který se velmi často používá a který se z hlediska zjištěných úrovní představ žáků jeví jako velmi vhodný (vždyť naivní teorie jsou často zjišťovány i u studentů vysokých škol). Naopak se v analyzovaných anglicky psaných článcích často hovořilo o konceptuální (pojmové) změně, která se sledovala u probandů různé věkové úrovně (longitudinální či transverzální výzkumy).

P. Doulík se ve svém zkoumání zvláště věnoval příspěvkům prezentovaných v českých a slovenských periodikách. Opět zde existuje stejná situace jako v zahraniční literatuře, a sice že jeden autor používá pro stejný fenomén více termínů. Asi nejčastěji používané termíny v této oblasti jsou žákovy pojetí (chápání) učiva, žákovy interpretace a prekoncepty (prekoncepce). Dále se objevují termíny jako spontánní představy, dětská porozumění, mentální reprezentace, naivní teorie dítěte či miskoncepce (jako jeden z možných typů žákových prekonceptů). Jak je tedy vidět, z hlediska terminologického je situace v domácí literatuře podobná jako v zahraniční – a to jak ve velké variabilitě užitých výrazů, tak i v jejich používání. Většinou vyplývá použití termínu ze zaměření empirické části práce – ty více teoreticky orientované používají termíny jako žákovy pojetí, a tam, kde jde spíše o empirickou část, jsou voleny termíny jako žákovy interpretace či spontánní představy.

Z hlediska věkové struktury výzkumných vzorků probandů lze konstatovat, že zjišťování pojetí fenoménů (učiva) žáky či studenty je věnována poměrně značná pozornost v rámci celého spektra školního vzdělávání (od primárního vzdělávání po vysoké školy). Jak však již bylo řečeno dříve, dětská pojetí fenoménů se utvářejí i v době před započítáním školní docházky, a to v závislosti (nebo spíše v součinnosti) s rozvojem kognitivních procesů a myšlenkových operací. Tato skutečnost je však v rámci prováděných výzkumů dětských pojetí

zohledňována pouze zřídka. Problematickým se v tomto případě ukazuje použití vhodných výzkumných (či diagnostických) metod a rovněž poměrně omezený počet fenoménů, u nichž je možné provádět zjišťování jejich dětských pojetí na předškolní úrovni. Některé z publikovaných výzkumů byly koncipovány jako longitudinální nebo transverzální, a překračovaly tak rámec vymezený výše uvedenými kategoriemi (prostupovaly více úrovněmi). Řada příspěvků se zabývala mapováním představ učitelů o tom, jaká jsou žákovská pojetí různých fenoménů. Nejvíce publikovaných výzkumů se zabývá dětskými pojetími přírodovědných fenoménů na úrovni 2. stupně ZŠ a na úrovni střední školy. Tento fakt souvisí zřejmě jednak s větším rozsahem cíleného přírodovědného vzdělávání na těchto typech škol a jednak s většími možnostmi uplatnění různých výzkumných metod a konkrétních výzkumných nástrojů. Především na úrovni středoškolského a vysokoškolského vzdělávání však ve většině případů nejde o dětská pojetí fenoménů v pravém slova smyslu, tedy jako o charakteristiku primárních (často naivních) představ žáků o určitých fenoménech. V těchto případech jde obvykle o verifikaci či posouzení efektivity specifického vzdělávacího postupu na základě charakteristiky žákovské představy určitého fenoménu (zpravidla reprezentovaného abstraktním pojmem). Nejde tedy o zjišťování primární představy, ale o zjišťování představy navozené použitím určitého vzdělávacího postupu. Na úrovni vysokoškolského vzdělávání pak ve většině případů nejde o výzkum pojetí jednotlivých izolovaných fenoménů, ale spíše o komplexní představu vztahující se k určité širší problematice (např. „sklenkový efekt“, „Lewisova struktura“ apod.). Výzkumy na vysokoškolské úrovni jsou zaměřeny téměř výlučně na kognitivní složku studentských pojetí fenoménů, a to především na odhalování miskonceptů, tedy chybných interpretací, pojetí či představ a na možnosti jejich změny žádoucím směrem (což je ovšem neméně důležité i na úrovni vzdělávání základního a středního).

Z hlediska oborového je třeba předem uvést, že s některými fenomény z oblasti přírodovědného vzdělávání jsou děti (žáci) seznamováni poměrně velmi brzy, už na předškolní úrovni (vzduch, voda, oheň atd.) a na úrovni primárního vzdělávání (prvouka, vlastivěda, přírodověda). Cílená výuka v rámci jednotlivých specifických přírodovědných předmětů však začíná až na úrovni 2. stupně základní školy. Zatímco na úrovni primárního vzdělávání převažují výzkumy dětských pojetí fenoménů z oblasti biologie a ochrany životního prostředí a např. fenomény z oblasti chemie se nezabývá žádný publikovaný výzkum, tak na úrovni 2. stupně ZŠ převažují v počtu provedených výzkumů fyzika a chemie. Na této úrovni se navíc výzkumy zabývají často zjišťováním dětských pojetí fenoménů, které lze charakterizovat jako společné pro fyziku i chemii (směs, var, vypařování atd.).

Čtvrtým z hlavních kritérií obsahové analýzy příspěvků zabývajících se zjišťováním dětských pojetí fenoménů jsou v Doulikově metaanalýze metody použité při výzkumech. Volba vhodné výzkumné metody (případně metod) je determinována zejména těmito faktory:

- a) Věková, resp. mentální úroveň probandů. Např. při zjišťování dětských pojetí na předškolní úrovni nelze pracovat s čtenými či psanými texty, v úvahu je třeba brát i dobu, po kterou mladší žáci udrží pozornost, nelze používat příliš složitých instrukcí, na zřeteli jsou třeba vyjadřovací schopnosti dětí atd.
- b) Komplexnost zjišťování. V tomto případě záleží na tom, zda se provádí pouze zjišťování určité složky dětského pojetí určitého fenoménu, nebo zda je cílem komplexní zjištění podoby dětského pojetí. Velká většina publikovaných příspěvků z provedené přehledové studie se zabývá zjišťováním pouze určité konkrétní složky. Především jde o kognitivní úroveň dětských pojetí fenoménů nebo o vyjádření názorů probandů k určitému tématu (např. mrhání energií). I v případě, kdy je prováděno zjišťování pouze jedné složky, je možné použít pro validnější výsledky více výzkumných metod, případně různých výzkumných nástrojů. Při komplexním zjišťování složek dětských pojetí najednou je velmi vhodná kombinace různých výzkumných metod.
- c) Zaměření výzkumu dětských představ. V tomto případě je volba vhodných výzkumných metod řízena požadavky na charakter získaných výsledků. Pro kvalitativní výzkum je účelnější použít jiných metod než pro kvantitativně orientovaný výzkum (či diagnostiku). Svou úlohu zde sehrává i případný požadavek vzájemné komparability získaných údajů při srovnávacích, longitudinálních nebo transverzálních výzkumech.
- d) Rozsah výzkumu. V tomto případě je volba vhodných výzkumných metod determinována uvažovaným počtem probandů a časovými možnostmi získávání a zpracovávání údajů.

Ze závěrů provedené metaanalýzy P. Doulika, která v oblasti pedagogického výzkumu s orientací na prekoncepty žáků v přírodovědném vzdělávání u nás nemá obdoby, uveďme alespoň následující aspekty:

- příklon k termínu **dětské (žákovo) pojetí určitých fenoménů** (dětské pojetí fenoménů používané zejména proto, aby byl zdůrazněn fakt, že na tvorbě pojetí se významně podílejí „mimoškolní“ vlivy, jako např. u dětí před začátkem povinné školní docházky; tam, kde je explicitně vyjádřen vztah

k cílenému vzdělávání je voleno spojení žákovo pojetí fenoménů). Nepoužívání termínu dětské (žákovo) pojetí učiva (jak se to objevuje často v literatuře), neboť se tím značně determinuje podstata dětského pojetí cíle-
nou školní výukou. Volba termínu dětské (žákovo) pojetí určitých fenoménů i z těch důvodů, že jsou jím označeny jevy, objekty, věci, děje a skutečnosti, které mnohdy učivem v pravém slova smyslu nejsou (např. droga),

- dětská pojetí nejsou zkoumána komplexně jako multidimenzionální entita,
- převládá orientace současných výzkumů dětských pojetí především na jejich kognitivní složku,
- současné výzkumy dětských pojetí mají spíše vědecko – výzkumný charakter. Nejsou vhodné jako diagnostika používaná samotnými učiteli při výuce,
- současné výzkumy dětských pojetí jsou orientovány zejména kvalitativně. Nelze zkoumat větší vzorky probandů.

Úkoly



a) pro samostatnou práci

1. Co je to dětské pojetí pojmu nebo fenoménu?
2. Jaká synonyma se používají pro označování dětských pojetí pojmů a fenoménů?
3. Jmenujte metody zjišťování dětských pojetí přírodovědných pojmů.
4. Analýzou vybrané učebnice přírodovědy pro 1. stupeň ZŠ vyberte deset ústředních pojmů, na něž musí navazovat přírodovědná výuka na 2. stupni ZŠ.

b) pro práci ve skupinách

Sestavte dotazník pro zkoumání prekonceptu vybraného přírodovědného pojmu a vytvořte plán pro realizaci výzkumu.

Poznámka: Pracujte ve skupinách o min. 3 členech.

Případová studie



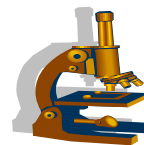
Možné zaměření případové studie



Jednou z významných miskoncepcí v přírodovědném vzdělávání je

Příčiny jejího častého výskytu u současné populace spočívají především v

Laboratoř



Podle následujícího příkladu konstruktivisticky pojatého výkladu pojmů „roztok, rozpouštědlo a rozpuštěná látka“ s využitím jednoduchých žákovských experimentů připravte podobný návrh na jiné téma dle Vašeho zaměření. Promyslete i možné vazby na prekoncepty, příp. miskoncepce žáků zvoleného pojmu nebo fenoménu.

Příklad:

„Voda aneb rozpouštědlo a roztok“

Příprava

Voda je docela obyčejná látka, s kterou se denně setkáváme. Jeden člověk potřebuje denně do organismu doplnit asi tři litry vody, na koupání spotřebuje přibližně třicet litrů, na praní dvacet litrů, na mytí nádobí čtyři litry, na úklid a toaletu dvacet litrů vody apod. Příjemně je v létě u vody na koupališti, ještě lépe bývá na dovolené u moře nebo v zimě na horách pokrytým vodou v pevném skupenství - sněhem a ledem.

Živočichové i rostliny jsou organismy složené převážně z vody. Voda je nezbytnou podmínkou jejich života. Jestliže přestaneme rostlinu zalévat, uschne; člověk vydrží bez vody asi tři dny.

"Naše voda" - tedy voda, kterou pijeme, je **roztok**. Můžeme se o tom přesvědčit například v přístrojích na ohřev vody (ve varných konvicích nebo varných spirálách), na miskách pod květináči, z nichž se odpařila voda apod. Na povrchu jejich částí, které přišly do styku s vodou, zůstávají usazeniny "vodního kamene". Tak zvané spodní vody, které vznikají prosakováním vrstvami zemské kůry, rozpouštějí větší množství pevných (minerálních) látek a plynů. Označujeme je jako tvrdé vody. Rozpuštěné minerály (pevné látky) a plyny (především oxid uhličitý) dávají těmto "minerálním" vodám typickou příchut'. Některé z nich mají i léčivé účinky. Voda je tedy výborné **rozpuštědlo**. Naopak měkké vody obsahují převážně nerozpustné částice, které se postupně usazují a jsou odstranitelné pomocí sít nebo filtrů. Jak se tedy liší tvrdá a měkká voda? Co zbude po odpaření několika mililitrů destilované, přefiltrované (říční) vody a minerální vody?

Problém I

Voda je výborným rozpouštědlem minerálních látek. Kdo z nás plaval v moři, poznal, že se mu splývalo na mořské hladině lépe než na hladině vody na koupališti nebo na rybníce. Jak by se dala voda upravit, aby se v ní lépe plavalo? Co se dá s vodou provést, aby předmět, který klesá ke dnu, začal opět stoupat ke hladině?

Pomůcky I

Kádinka, malá lžička, skleněná tyčinka, laboratorní váhy, kuchyňská sůl, čerstvé vejce (neplave na vodní hladině), voda (destilovaná voda).

Postup I

Kádinku naplň asi z jedné poloviny vodou (lépe destilovanou vodou). Do vody ponoř opatrně čerstvé vejce - ponořilo se ke dnu. Do kádinky přidávej po stejných (zarovnaných) lžičkách (nebo jiných malých odměrkách) kuchyňskou sůl (chlorid sodný) a po přidání každé odměrky důkladně zamíchej roztok tak, aby se veškerá přidaná sůl rozpustila. Přidej tolik odměrek soli, aby začalo vejce ve vodě plavat u hladiny. Počet přidaných lžiček (odměrek) si zaznamej.

Shrnutí I

Proč vejce vložené do vody kleslo ke dnu? Proč po přidání určitého množství soli plave vejce u hladiny? Proveď nákres obou případů a pomocí označení veličin a vztahů nerovnosti oba obrázky popiš. Spočítej přibližný obsah soli v roztoku, v němž vejce plavalo (hmotnostní procento soli v roztoku). K tomu musíš zjistit hmotnost jedné lžičky (odměrky) soli. Jak a kde můžeš zjistit hus-

totu tohoto roztoku? Co můžeš říci o hustotě vejce za základě provedených pokusů a výpočtů?

Zadání I

Jak můžeš změřit hustotu vejce přesněji? Kterou pomůcku k tomu budeš ještě potřebovat, kromě těch, které jsi už použil? Jak bys mohl zjistit přesněji obsah soli v roztoku?

Zjistěte z literatury nebo z Internetu složení vody v moři. Nejslanějším mořem na Zemi je Mrtvé moře - najděte o něm co nejvíce zajímavostí.

Problém II

Rozpuštěné látky a rozpouštědla se mohou lišit velikostí svých částic - atomů nebo molekul. Ty mohou různou rychlostí měnit svoji polohu ve směsi. To můžeme pozorovat např. při usazování, odpařování, sublimaci nebo destilaci. Jak vysvětlíš změny po vložení sáčku čaje do vroucí vody? Co se stalo, když se v autě zamžila okenní skla? Jak popíšeš změny ve sklenici vody, na jejíž hladinu jsme položili kousek filtračního papíru s několika kapkami ovocné šťávy nebo s několika zrnky manganistanu draselného? Samovolný pohyb částic rozpuštěné látky způsobují nárazy částic rozpouštědla a jev se nazývá difúze. Některé pevné látky (blány) mají schopnost propouštět jen částice určitých velikostí. Tak vypadá např. buněčná blána, celofán nebo vaječná blána ("kůže vajíčka"). Co se stane se slepičím vejcem s odvápněnou skořápkou po ponoření do čisté vody?

Pomůcky II

2 kádinky, ocet, čistá voda, posuvné měřítko.

Postup II

Slepičí vejce ponoř na 24 hodin do octa. Po této době dojde k odvápnění skořáčky vejce a na jeho povrchu zůstane odhalena vaječná blána - "kůže vajíčka". Potom vajíčko vyjmi z octa, opatrně ho změř pomocí posuvného měřítka (podélný a příčný průměr) a vlož ho do kádinky s čistou vodou. Po jedné hodině vyjmi "ztloustnuté" vajíčko a opatrně změř ve stejných místech.

Shrnutí II

Proč došlo po ponoření vejce k odvápnění jeho skořáčky? Podle obrázku uspořádání částic (viz Internet nebo učebnice, případně nákres od učitele) na počátku pokusu s ponořením vejce s odvápněnou skořápkou do vody a po provedení pokusu popiš a vysvětlí pozorované a změřené změny.

Zadání II

Najdi informace o polopropustných blanách, např. o buněčné bláně. Najdi informace o uchovávání potravin pomocí celofánového obalu. Jak souvisí obojí s výsledky provedeného pokusu? Jak vysvětlíš zkrabatělé "polštářky" prstů, po jejich delším máchání ve vodě?

Navrhni, jak bys mohl zjišťovat prostup částic polopropustnou blanou (celofánem, blánou vyrobenou z vepřového močového měchýře aj.).

V modulu použitá a doporučená literatura

1. BACKETT – MILBURN, K., MCKIE, L.: A Critical Appraisal of the Draw and Write Technique. *Health Education Research*, 1999, 14, 387 – 398.
2. BERTRAND, Y. *Soudobé vzdělávací teorie*. Praha: Portál, 1998.
3. BÍLEK, M.: Why to Learn Science and Technology? Selected Results of the International ROSE Project. In: MECHLOVÁ, E. (ed.): *Information and Communication Technology in Education – Proceedings*, University of Ostrava : Ostrava, 2005, s. 11 – 14.
4. COBERN, W. W.: Contextual Constructivism: The Impact of Culture on the Learning and Teaching of Science. In: TOBIN, K. (ed.): *The Practice of Constructivism in Science Education*, Hillsdale – New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 1994, pp. 51 – 70.
5. DOULÍK, P., ŠKODA, J.: Metoda učení jako aktivní konstrukce poznatků žáka aplikovaná ve výuce chemie. *Biologie, chemie, zeměpis*, 3, (2001), 125 - 130.
6. DOULÍK, P., ŠKODA, J.: Netradiční metody výuky chemie. *Moderní vyučování*, 4, (2001), č. 4, 8 - 9.
7. DOULÍK, P., ŠKODA, J.: Otázky diagnostiky při výuce chemie metodou aktivní konstrukce poznatků žáka. *Moderní vyučování*, 6, (2001), 8 - 9.
8. DOULÍK, P., ŠKODA, J.: Konstruktivistické metody výuky jako prostředek modernizace práce učitele chemie. In: BÍLEK, M. (ed.): *Profil učitele chemie II*. Sborník příspěvků z jednání v sekcích XI. Mezinárodní konference o výuce chemie. Hradec Králové: Gaudeamus, 2002, s. 60 - 64.
9. DOULÍK, P., ŠKODA, J.: Tvorba a ověření výzkumných nástrojů kvantitativní diagnostiky prekonceptů. In: *Acta Fac. Paed. Univ. Tyrnaviensis, Ser. D. Supplementum I*, 2002, no. 6, pp. 75-82.
10. DOULÍK, P., ŠKODA, J.: Genesis of Basic School Pupil's Preconcept of Conception Energy. In: KOLEJKA, J. (ed.): *Theme „Energy“ in Primary School Environmental Education – Sborník prací Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity*, Volume 170, Science Serie No. 23, Geografie XV, MU, Brno, 2004, s. 29 – 32.
11. DOULÍK, P.: Dětská pojetí vybraných fenoménů z oblasti přírodovědného vzdělávání na základní škole. *Disertační práce*. Trnava : PdF TU, 2004.
12. DOULÍK, P.: *Geneze dětských pojetí vybraných fenoménů*. Acta Universitatis Purkynianae 107, Studia Paedagogica, Ústí nad Labem : UJEP, 2005.

13. DOULÍK, P., ŠKODA, J., HAJEROVÁ-MÜLLEROVÁ L.: Výzkumné metody použitelné k diagnostice dětských pojetí. *Technológia vzdelávania*, 8/2005, s. 2 – 8.
14. FISCHER, R. *Učíme děti myslet a učit se*. Praha: Portál, 1997.
15. GALLARD, A. J.: Learning Science in Multicultural Environments. The Impact of Culture on the Learning and Teaching of Science. In: TOBIN, K. (ed.): *The Practice of Constructivism in Science Education*, Hillsdale – New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 1994, pp. 171 – 178.
16. HAJEROVÁ-MÜLLEROVÁ L., DOULÍK, P., ŠKODA, J.: Základní aspekt řízení učební činnosti žáků jako aktivní konstrukce poznání. *Technológia vzdelávania*, 8/2005, s. 12 – 15.
17. HEJNÝ, M., KUŘINA, F.: Tři světy Karla Poppera a vzdělávací proces. *Pedagogika*, 2000, vol. XLX, č. 1, s. 38 – 50.
18. HEJNÝ, M., KUŘINA, F.: *Dítě, škola, matematika (konstruktivistické přístupy k vyučování)*. Praha : Portál, 2001.
19. HELD, L., OROLÍNOVÁ, M.: Implikácie z konstruktivistického vzdelávacieho programu pre tvorbu kurikulárnych dokumentov – príklad hustota.. *Chemické rozhľady* 5/2004, Bratislava: Iuventa, 2004, s. 61 - 70.
20. HOLADA, K.: *Pedagogika chemie*. Praha : PedF UK, 2000.
21. MANDÍKOVÁ, D.: Intuitivní představy ve fyzice. In: MATEMATIKA – FYZIKA - INFORMATIKA, roč. 3, 1993, č. 2, s. 80 - 84.
22. MANDÍKOVÁ, D.: Výuka Newtonových zákonů I - intuitivní představy žáků. [on-line], <http://www.rvp.cz> (4. 1. 2006).
23. MANDÍKOVÁ, D.: Výuka Newtonových zákonů II - výklad. [on-line], <http://www.rvp.cz> (4. 1. 2006).
24. MÜLLEROVÁ, L., ŠKODA, J., ŠIKULOVÁ, R.: Diagnostika a identifikace učebních stylů žáků jako nezbytný předpoklad pro možnost hledání efektivních učebních postupů.. In: *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis*. Zborník Pedagogickej fakulty Trnavskej Univerzity. Série D - Vedy o vychove a vzdelávaní. Trnava: Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, 2000, s. 83 - 87.
25. NODZYŇSKA, M.: K pravidlům vyučování chemie na základě Piagetovy konstruktivistické teorie. In: BÍLEK, M. (ed.): *Aktuální otázky výuky chemie XII.*, Gaudeamus : Hradec Králové 2002, s. 85 – 86.

26. PEČIVOVÁ, M., ŠKODA, J.: *Konkretizace aktivní tvorby poznatků žákem v přípravě učitelů chemie. Závěrečná zpráva o plnění projektu FRVŠ B0672.* Ústí nad Labem: PF UJEP, 2001.
27. PIAGET, J.: *Dokąd zmierza edukacja.* PWN : Warszawa 1977.
28. SCHREINER, C., SJØBERG, S.: *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education.* Acta Didactica. (4/2004) Oslo : Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo, 2004.
29. SJØBERG, S.: s. a. (8. 5. 2005 by e-mail).
30. ŠKODA, J., PEČIVOVÁ, M., DOULÍK, P.: The Importance of Illustrative Presentations in Teaching Chemistry by Applying Constructivist Methods. In: BÍLEK, M.: *Visualization in Science and Technical Education.* Gaudeamus, Hradec Králové, 2003, s. 13 – 19.
31. ŠKODA, J.: *Současné trendy v prírodovedném vzdělávání.* Acta Universitatis Purkynianae 106, Studia Paedagogica, Ústí nad Labem : UJEP, 2005.
32. URBANOVÁ, A., OROLÍNOVÁ, M.: Priebežné výsledky riešenia projektu integrovaného vyučovania prírodných vied pre základnú školu. In: ŠIBOR, J. (ed.): *Mezinárodní seminář didaktiků chemie – sborník anotací příspěvků s CD-Rom* (full-texty příspěvků), Brno: MU, 2004, s. 102/14.
33. ŽOLDOŠOVÁ, K., HELD, L.: Chemical laboratory in the nature and pupil's motivation. In: *Science and Technology Education in new Millenium* (3rd IOSTE Symposium for Central and East European Countries), Praha, 2000.
34. ŽOLDOŠOVÁ, K., PROKOP, P., KIRCHMAYEROVÁ, J.: Přírodovedné predmety v teréne. *Učiteľské noviny*, ročník L, 2000, č. 1, s. 7.
35. ŽOLDOŠOVÁ, K., PROKOP, P.: Motivačný vpliv skúsenostného učenia v prírodovednom vzdelávaní v teréne (diagnostika detskou kresbou). In: BÍLEK, M. (ed.): *Aktuální otázky výuky chemie XII.*, Gaudeamus : Hradec Králové 2002, s. 319 – 324.
36. ŽOLDOŠOVÁ, K.: Detské predstavy o prírodných javoch. In: *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis, Sériea D: Vedy o výchove a vzdelávaní*, 2004, s. 66 – 75.

Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.
Doc. PaedDr. Jiří Rychtera, Ph.D.
Doc. RNDr. PhDr. Antonín Slabý, CSc.

Konstruktivismus ve výuce přírodovědných předmětů

Výkonný redaktor prof. RNDr. Tomáš Opatrný, Dr.
Odpovědná redaktorka Mgr. Lucie Loutocká
Technická úprava textu doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.
Návrh obálky Mgr. Petr Jančík

Publikace neprošla ve vydavatelství redakční a jazykovou úpravou.

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc
<http://www.upol.cz/vup>
e-mail: vup@upol.cz

Olomouc 2008

1. vydání

Neprodejné

ISBN 978-80-244-1882-7