

EXPERIMENT JAKO SOUČÁST BADATELSKY ORIENTOVANÉ VÝUKY

DOSTÁL Jiří, ČR

Resumé

Studie pojednává o experimentu jako specifické metodě užívané v rámci badatelsky orientované výuky. S využitím vědeckých metod se zaměřuje na analýzu vzdělávacích aspektů v kontextu konstruktivistických přístupů a řeší terminologické problémy z dané oblasti. Perspektivně se věnuje i experimentům realizovaným ve virtuálních a vzdálených laboratořích a jejich možnému didaktickému využití. Uváděné poznatky byly podrobeny komparativní analýze v mezinárodním kontextu.

Klíčová slova: badatelsky orientovaná výuka, experiment, výuková metoda, virtuální laboratoř, vzdálená laboratoř

EXPERIMENT AS PART OF INQUIRY-BASED INSTRUCTION

Abstract

This study deals with an experiment as a specific method used within inquiry-based instruction. Using scientific methods, it focuses on an analysis of educational aspects in the context of constructivist approaches and copes with terminological issues from the respective area. It also deals with experiments carried out in virtual and remote labs and their possible didactic use. The presented findings were subjected to comparative analysis in an international context.

Key words: inquiry-based instruction, experiment, teaching method, virtual laboratory, remote laboratory

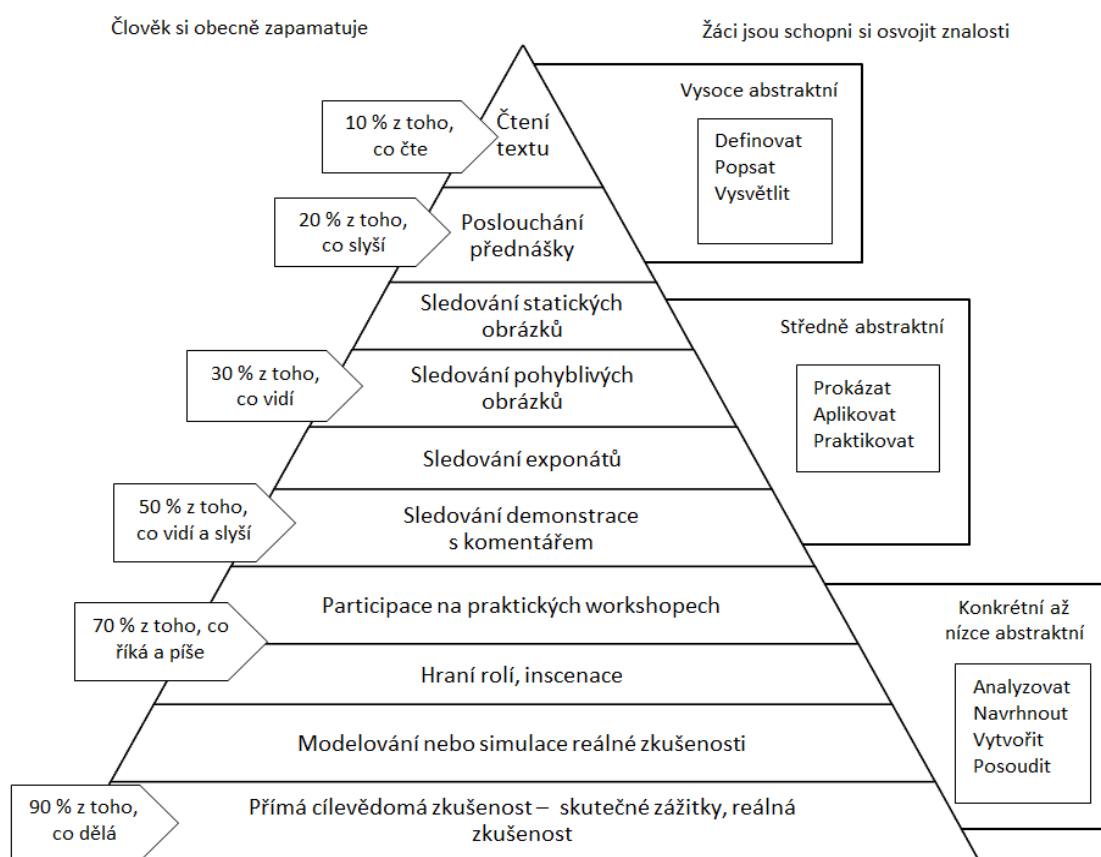
Badatelsky orientovaná výuka z pohledu současnosti

Vzdělávání prochází kontinuálními změnami, které vycházejí z měnících se charakteristik žáků, potřeb společnosti, technologických možností a měnícího se okolního světa, na život v němž je žák připravován. Zejména technologické možnosti a potřeby společnosti se v současnosti významněji podílejí na intenzivnějším uplatňování badatelsky orientované výuky. Velmi významná je potřeba zvýšení zájmu žáků o přírodovědné a technické obory, což vyplývá nejen z výzkumné sondy zadané Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR (*Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. Výzkumná zpráva*, 2008), ale i prací řady autorů, např. M. Papáček (2010) nebo Trnová, Trna (2011).

Uplatňování badatelsky orientovaných aktivit ve výuce se již před léty stalo mezinárodním trendem. Vychází z konstruktivistických teorií a je založeno na aktivní činnosti jedince zaměřené na relativně samostatné a nezprostředkované poznávání skutečnosti. Zajímavé závěry v této souvislosti přináší publikace vydaná Centrem pro přírodovědné, matematické a technické vzdělávání ve Washingtonu (*Inquiry and the National Science Education Standards : a guide for teaching and learning*, 2000). Uvádí se, že badatelsky orientovaná výuka vyžaduje nový způsob zapojení žáků do procesu učení, a proto je třeba chápat učitele jako významného činitele změny. To však nestačí, a chceme-li plně podpořit učení žáka založeného na badatelských aktivitách, je zapotřebí provedení celé škály

podpůrných opatření – vytváření vhodných příležitostí pro žákovu učení, materiálně-technické vybavení v podobě učebních pomůcek a didaktické techniky a podpora učitelů k takto orientované výuce – změna učebních stylů. Mezinárodní význam řešené problematiky dokládá vydávání specificky zaměřených pedagogických časopisů, např. *The Journal of Inquiry-Based Learning in Mathematics* (JIBLM) nebo existence excelentních center zaměřených na pedagogický výzkum badatelsky orientovaných aktivit a jejich aplikaci do výuky, např. *Centre for Excellence in Enquiry-Based Learning* při University of Manchester, *Centre for Inquiry-based Learning in the Arts and Social Sciences* při University of Sheffield nebo *Center for Inquiry-based Learning* při University of Michigan.

Požadavek na uplatnění badatelských přístupů ve výuce vyplývá i z výsledků výzkumných šetření realizovaných v minulosti E. Dalem (1969), které jsou stále platné a doposud nebyly vyvráceny. Zjištěné poznatky přehledně uspořádal v kužel, v jehož základně jsou aktivity mající nejvyšší účinnost při osvojování nových poznatků, viz obr. č. 1.



Obr. č. 1 Daleho kužel abstrakce (přeložil a graficky vytvořil J. Dostál)

Jak již bylo v publikaci (Dostál, 2013) zmíněno, v anglicky mluvících zemích se lze setkat s termíny *inquiry-based instruction* a *enquiry-based instruction*, které jsou však významově totožné a rozdíly jsou dány historickým vývojem angličtiny. Původ *inquiry* je v latině, *inquirō* = vyhledávat, pátrat po něčem (Kábrt a kol., 2000). V pedagogickém kontextu je žádoucí striktně rozlišovat mezi *badatelsky orientovanou výukou*, angl. *inquiry-based instruction*, viz např. práce (Lord, Orkwiszewski, 2006; Amaral, Garrison, Klentschy, 2002; Parr, Edwards, 2004), *badatelsky orientovaným učením*, angl. *inquiry-based learning*, viz např. práce (Edelson, Gordin, Pea, 1999; Lin, Hsu, Yeh, 2012) a *badatelsky orientovaným*

vyučování, angl. *inquiry-based teaching*, viz např. práce (Brew, 2003; Kirschner, Sweller, Clark, 2006). Pojem *badatelsky orientovaná výuka* je autorem této studie chápán následovně:

- *badatelsky orientovaná výuka je činnost učitele a žáka zaměřená na rozvoj znalostí, dovedností a postojů na základě aktivního a relativně samostatného poznávání skutečnosti žákem, kterou se sám učí objevovat a objevuje.*

Experiment jako jedna z metod badatelsky orientované výuky

Badatelsky orientované vyučování lze realizovat v různých učebních situacích a s využitím různých metod, které mohou být obecně-teoretického nebo empirického charakteru, mj. se může jednat o pozorování, experiment, analýzu, syntézu, viz tab. č. 1.

Příklady metod	Empirické	Obecně-teoretické	
	Pozorování	Analýza	Komparace
	Měření	Syntéza	Specifikace
	Experiment	Indukce	Abstrakce
		Dedukce	Konkretizace
		Analogie	

Tab. č. 1: Metody poznávání skutečnosti (upraveno dle Ochrana, 2009)

Přestože jsou zvolené metody podstatné, nezanedbatelný je i objekt poznávání a prostředí, ve kterém poznávání probíhá. Výuka může probíhat v relativně umělém prostředí, které je odlišné od poznávané skutečnosti nebo s ní zcela nesouvisí. S tímto zřetelem je poznávaná skutečnost za účelem výuky vhodnými způsoby zprostředkovávána, např. s využitím fyzických modelů.

Experiment představuje jeden ze způsobů získávání a osvojování nových poznatků žáky. Lze ho chápat jako záměrně vyvolaný proces, ve kterém jsou cíleně ovlivňovány podmínky a následně prováděno vyhodnocení jeho průběhu nebo výsledku.

Zařazení experimentu do výuky umožňuje žákům seznámit se se základními praktickými postupy a metodami práce v příslušné oblasti lidského konání a slouží jako prostředek k získávání nebo ověřování teoretických znalostí žáka, případně rekonstrukci již osvojených znalostí (zdroj poznatků). Díky tomu, že je zkušenost získávána přímo, umožňuje trvalé a důkladné osvojení objevených poznatků. Experimenty jsou vhodným nástrojem pro naplňování didaktické zásady spojení teorie a praxe. Při aplikaci do výuky jsou do jisté míry odrazem metod vědeckého výzkumu. Při poznávání určité skutečnosti žáci získávají informaci nejen o ní samotné, ale také o zvolené metodě studia a o experimentálním zařízení.

Hodnota školního experimentu je tím vyšší, čím blíže je zvolená metodika studia jevu vědecko-výzkumným metodám a čím blíže demonstrační zařízení odpovídá zařízení vědeckému, ovšem za podmínek, že zvolená metoda a zařízení odpovídá všem didaktickým požadavkům. (Mirgorodskij, 1973) Vhodné a promyšlené zaměření experimentů do výuky umožňuje hlubší pochopení obsahu základních pojmů a vztahů mezi nimi. Je předpokladem pro uvědomělé proniknutí od jevové stránky poznávání skutečnosti k její podstatě, napomáhá formování určité pojmové struktury (Černá, 1995). Při provádění experimentálních činností žáci nabývají potřebné dovednosti, které lze považovat za aktivní vědomosti a rovněž jako získávání určité připravenosti vykonávat vybrané činnosti v praktickém životě (Podroužek, 2003). Neméně důležité jsou i vzdělávací aspekty experimentu, jsou to především tyto (upraveno dle Kropáč a kol., 2004):

- rozvíjí připravenost k samostatné a tvořivé činnosti a logické myšlení,
- žák získá přesné vědeckotechnické představy o objektu, jevu,

- rozvíjí pozitivní a realistické postoje žáků k praxi,
- umožňuje odhalování zákonitostí, verifikaci teorie, poznání na vyšším stupni,
- žák nabude přesvědčení o užitečnosti výsledku práce,
- jsou rozvíjeny vyjadřovací schopnosti žáka, žák se učí vystihovat podstatu jevu,
- rozvíjí u žáků kladný postoj k danému oboru, z čehož vyplývá zájem o povolání určitého zaměření.

Četnost realizace experimentů při výuce je vyšší v přírodovědných a technických předmětech, méně častá pak ve společenskovědních předmětech. To je dáno především složitostí společenskovědních experimentů, které se vyznačují množstvím obtížně kontrolovaných proměnných, nákladností a náročností vyhodnocování. Ne zřídka hrají roli i etické důvody a nereprodukovatelnost historických pramenů.

Ve výuce jsou uplatňovány výukové metody založené na indukci nebo dedukci, přičemž vzdělávací experiment může spadat do obou kategorií. V případě, že je založen na indukci, jsou vyvozovány obecné závěry na základě výsledků jednotlivých experimentů, v případě, že na dedukci, je ověřována platnost teorie na konkrétním příkladu.

Základním znakem experimentu je relativně přesná znalost relevantních podmínek, za kterých probíhá a jeho opakovatelnost se stejným výsledkem. Pro vzdělávací účely jsou vhodné experimenty, které nevyžadují složité podmínky, nejsou časově náročné, mají jednoznačný průběh a lze u nich predikovat výsledky.

V odborné literatuře i vzdělávací praxi se je možné setkat s terminologickou neustáleností a zřetelnými rozpory při užívání termínů *pokus* a *experiment*. Jednotliví autoři uplatňují odlišné přístupy, např. O. Šimik (2011) hovoří o dvou různých pojmech – *pokus* a *experiment*, přičemž vymezuje následující chápání: experiment (v širším slova smyslu) v sobě zahrnuje i všeobecnou vědeckou metodu a experiment (pokus) chápe v užším zaměření ve vztahu ke školské praxi. V oborových didaktikách je přitom vedle termínu *pokus* i termín *experiment* často užíván, zejména pak v novějších publikacích, např. Škoda, Doulik (2009), Böhmová, Šulcová (2007), Bílek (1997), Beneš (1982), Onderová (1997), Gerhátová (2011) nebo M. Kostelníková a M. Ožvoldová (2011).

Analyzujeme-li jazykové slovníky, dojdeme ke zjištění, že se jedná o jeden pojem synonymně označovaný různými termíny:

Experiment = *odborně pokus* (Petráčková, Kraus a kol., 1995),

Experiment = *pokus* (Filipec a kol., 1994),

Experiment = *pokus* (Fronek, 2005),

Experimentum = *pokus* (Kábrt a kol., 2000).

V některých případech je i v rámci oborových didaktik *školní experiment* chápán jako synonymum k termínu *školní pokus*, viz např. (Pachmann, Banýr, Borovička a Halbych, 1982). V pedagogickém slovníku (Průcha a kol., 2009) je uveden pojem *experiment ve školním vyučování*, který je definován jako pokus, v němž žáci, zpravidla pod vedením učitele, provádějí pozorování určitého jevu, jeho průběh a výsledky zaznamenávají a hodnotí. Uvedená definice se s ohledem na naše potřeby nejvíce jeví jako optimální, mj. i proto, že školní experiment může být realizován učitelem jako demonstrační.

Našemu pojetí žádné z uvedených vymezení zcela nevyhovuje, a proto byla formulována následující definice (Dostál, 2013):

- *školní experiment je činnost žáků nebo učitele, při které je aktivně a relativně samostatně poznávána studovaná skutečnost prostřednictvím ovlivňování podmínek a následného vyhodnocení průběhu nebo výsledku.*

Je zásadní, že musí plnit výchovně-vzdělávací funkce. Školní experiment přináší subjektivně nové poznatky a za tímto účelem je i připravován.

Experiment nelze zaměňovat s demonstrací, liší tím, že při experimentu jsou aktivně ovlivňovány podmínky. Je-li při výuce předváděn pouze nějaký jev, nejedná se zákonitě o experiment, ale o jeho pouhou demonstraci, kterou žáci pozorují. Podobně se vyjadřuje i O. Šimik (2011), který uvádí, že od demonstrace se liší zejména svým poznávacím nábojem, kdy žák sám přichází na nové vztahy a souvislosti. Experimentem se potom nesprávně označují jakékoliv činnosti spojené s manipulací s pomůckami. Manipulují-li žáci s látkami, přístroji nebo zařízeními, nemusí se ještě jednat o experiment. Podobně nelze s experimentováním zaměňovat laboratorní práce. Experiment může být realizován v laboratorním anebo přirozeném prostředí, současně platí, že ne každá laboratorní činnost musí být spojena s experimentováním.

Ve výuce se velmi často setkáváme s modely. V této souvislosti může být školní experiment jako celek chápán modelem reálně prováděných experimentů v praxi. Vedle toho může experiment probíhat s využitím modelů, tj. nemusí být k jeho realizaci využity reálné prostředky.

Na základě analýzy řady publikací, např. Böhmová, Šulcová (2007), Kašpar a kol. (1978), Bílek (1997), Škoda, Doulik (2009), Beneš (1982), Onderová (1997) a poznatků z praxe, byly vyvozeny hlavní zásady pro realizaci školních experimentů:

- experiment nesmí být realizován ve výuce, pokud nebyl předem přezkoušen a nebyla odhalena všechna rizika,
- žáci musí být před manipulací seznámeni s nebezpečnostmi použitých materiálů a látek,
- hrozí-li riziko, varuje učitel žáky před jejich prováděním bez dozoru, např. i doma,
- experiment musí souviset s obsahem vzdělávání,
- při demonstraci experimentu učitel eliminuje činitele rušící pozornost, např. nemá na stole nepotřebné předměty,
- při realizaci experimentu nesmí učitel ohrožit sebe ani žáky,
- musí být udržován pořádek,
- začínáme realizací jednodušších experimentů a pokračujeme k experimentům složitějším,
- pokus musí být přiměřený znalostem a experimentálním dovednostem žáků,
- experiment musí být didakticky zdůvodněn,
- experiment musí odpovídat materiálnímu vybavení školy,
- učitel musí umět experiment realizovat a vedle toho navíc didakticky podat,
- pokud je to žádoucí, je vhodné použít projekční techniku pro zajištění kvalitnější vizualizace pokusu.

K tomu, aby školní experiment plnil svou funkci, měla by jeho realizace probíhat třemi fázemi (Solárová, 2007): přípravnou, realizační a hodnotící. Didakticky efektivní je formulovat experiment jako učební úlohu (Koloros, 1999).

Tradičně jsou experimenty realizovány např. ve fyzice, kde se, jak uvádí B. J. Mirgorodskij (1973), zvyšuje úloha modelů. Tomuto procesu odpovídá nejen rostoucí význam metody modelování ve vědeckých výzkumech. Do učiva fyziky se zařazuje řada jevů, procesů a zařízení, které nelze z nejrozličnějších příčin demonstrovat ve školních podmínkách v přirozené podobě.

V některých případech nelze pomocí běžného pokusu objasnit mechanismus jevu. Řadu demonstrací lze provést ve škole, avšak jejich přímé pozorování je pro žáky obtížné. Ve všech těchto případech přichází učiteli nápomoc metoda modelování.

Výuka v jednotlivých předmětech by neměla mít charakter „teorie vzdálené běžnému životu“, ale naopak, jednotlivé problémy by měly být vysvětlovány v kontextu každodenních a známých situací i v souvislosti s ostatními předměty (interdisciplinární přístup). Tam, kde je

to možné, by si žáci určité jevy měli sami vyzkoušet pomocí experimentů (Trnová, Trna, 2011). Samotní žáci experimentování ve výuce vítají, viz např. výzkum H. Grecmanové (2008), která zjistila následující skutečnosti: žákům se líbí, když jsou v přírodovědných předmětech zařazené experimenty (v roce 2006 – 91,0 %, v roce 2008 – 86,7 %) a žáky baví dělat experimenty ve výuce (v roce 2006 – 81,2 %, v roce 2008 – 78,1%). I L. Podroužek (1997) ve své práci v souvislosti s primárním vzděláváním uvádí, žáci mladšího školního věku chtějí manipulovat s předměty, baví je pozorování a experimenty.

Jelikož současná literatura nenabízí relativně ucelenou kategorizaci školních experimentů, byla navržena následující, která respektuje různá hlediska:

- 1) *Podle způsobu osvojování poznání žákem*: demonstrační a badatelský, který lze dále členit na individuální, skupinový a frontální.
- 2) *Podle fáze výuky*: motivační, expoziční, fixační a verifikační.
- 3) *Podle oboru (předmětu)*: technický, společenskovední a přírodovědný, který lze dále členit na fyzikální, chemický, biologický, geologický a geografický.
- 4) *Podle funkce poznávacího procesu*: zjišťující (objevný), dokládající (ověřující), vysvětlující a potvrzující.
- 5) *Podle osoby experimentátora*: realizovaný žákem a realizovaný učitelem.
- 6) *Podle prostředí a podmínek, za kterých probíhá*: laboratorní a přirozený.
- 7) *Podle podstaty realizace*: myšlenkový, fyzický, virtuální a vzdálený.
- 8) *Podle druhu vzdělávání*: školní a zájmový, který lze dále členit na realizovaný v zájmovém kroužku a realizovaný doma.
- 9) *Podle řízení realizace experimentů*: podle postupu v učebnici či metodickém listu, podle instrukcí učitele a podle vlastních myšlenkových postupů žáka.

Vzdálená a virtuální laboratoř

Současné technologie umožňují realizaci badatelsky orientované výuky i bez přímého využití materiálních prostředků. Dokonce není ani nutná časová, ani místní vazba, žák tedy může bádát kdykoliv a kdekoliv (Dostál, 2013). Existuje řada variant pro takto pojaté bádání, např. autor U. Harms (2000) uvažuje 5 variant, z praktického hlediska je ale žádoucí rozlišovat pouze mezi vzdálenou (angl. *remote laboratory* nebo *remotely controlled laboratory*) a virtuální laboratoří (angl. *virtual laboratory*), ostatní jsou v podstatě variantami uvedených dvou. Při bádání prostřednictvím vzdálené laboratoře jsou získané údaje reálné, jelikož jsou získávány na skutečném zařízení.

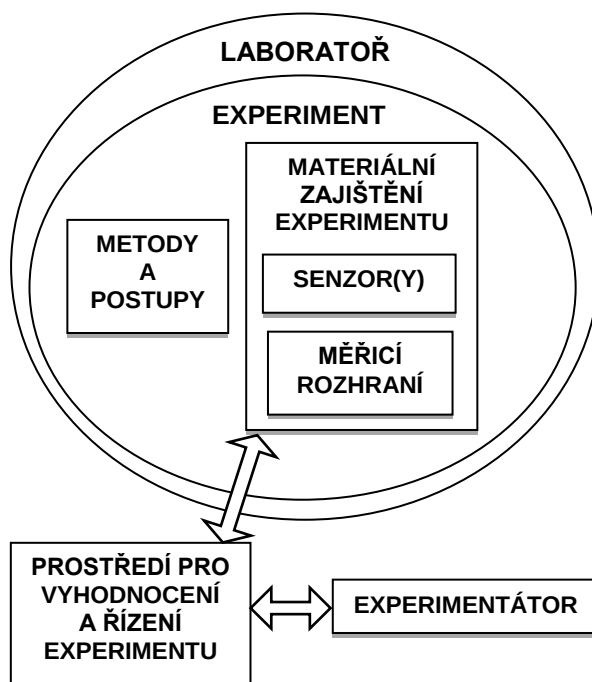
V poslední době nabývají na významu vzdálené internetové laboratoře. Jak je na obr. č. 2 patrné, jsou založeny na tom, že je realizován skutečný pokus odděleně od studujícího a ten ho prostřednictvím ovládacího webového rozhraní přes počítačovou síť na dálku ovládá, experimentuje a měří relevantní data. Oborově nejsou pokusy nijak limitovány, může se jednat o experiment chemický, fyzikální, technický atp.

Vzdáleně ovládané experimenty mají oproti klasickým školním experimentům v tradičních školních laboratořích nebo oproti virtuálním experimentům několik podstatných výhod (Látal, 2009):

- žáci mohou provádět experimenty z libovolného místa a v libovolném čase, nejsou omezeni pouze na vyučovací hodiny,
- experiment je kdykoliv připraven a sestaven k měření a odpadá tím jeho zdlouhavé a někdy náročné sestavování,
- některé pokusy mají svá specifika právě pro dané měřicí místo (např. výpočet tíhového zrychlení g , který lze provést z doby kmitu matematického kyvadla, není konstantní hodnota, ale závisí mj. i na zeměpisné šířce místa měření), žáci získávají možnost

porovnávat výsledky experimentů ze vzdálených laboratoří se svými vlastními pokusy, které provádějí ve školních laboratořích,

- z bezpečnostních důvodů není v klasických školních laboratořích možné provádět nebezpečné experimenty, ve vzdáleně ovládaných laboratořích toto nebezpečí pro experimentátora zcela odpadá,
- na rozdíl od virtuálních simulací pracují žáci se skutečnými měřicími pomůckami a nástroji.

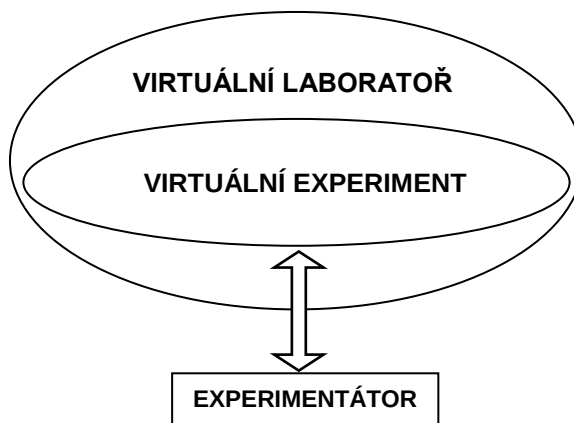


Obr. č. 2 Vzdálená laboratoř - princip

Nevýhodou však je závislost na technických prostředcích, které pracují na různé míře spolehlivosti a jsou energeticky vázané, např. při výpadku elektřiny výuka nemůže probíhat.

Virtuální laboratoř funguje zcela bez technického zabezpečení bezprostředně souvisejícího s bádáním, je využito pouze počítače k virtualizaci. Tento typ laboratoře umožňuje realizovat počítačové modelování a simulace, u kterých může uživatel interaktivně měnit parametry studovaných dějů a pracovat s údaji, které nemůže reálně zjistit (srov. Jenisová, 2011). Celý experiment je naprogramován a žák může do běhu programu aktivně zasahovat. Ovlivňuje proměnné a následně získává výsledek. Schematicky je virtuální laboratoř zobrazena na obr. č. 3.

Výzkumy výuky podporované virtuálními nebo vzdálenými experimenty u nás nejsou obvyklé, výjimku tvoří rozsahově menší sonda F. Látala (2011). Její závěry prokazují, že četnosti fyzikálních pokusů ve výuce na SŠ jsou často velmi nízké a využití internetu ve výuce fyziky není častým jevem. 92 % studentů také uvedlo, že se ve výuce fyziky na SŠ nikdy nesetkali se vzdáleně ovládanými experimenty. Z další otázky ovšem vyplynulo, že by studenti přivítali tento typ experimentů ve výuce fyziky na SŠ. Nemělo by však být cílem nahradit nebo vytlačit klasické školní experimenty na úkor vzdáleně ovládaných.



Obrázek č. 3 – Virtuální laboratoř - princip

Existují studie poukazující na pozitiva virtuálních laboratoří, např. M. Y. Morozov, A. Tanakov, A. Gerasimov, D. Bystrov, E. Cvirco (2004), kteří uvádějí, že virtuální laboratoře a simulace jsou mocným nástrojem pro aktivní učení žáků. Tyto názory je však zapotřebí brát rezervovaně, přičemž lze uvést následující analogii. Všichni cítíme rozdíl v učení žáků mezi skutečnou a virtuální návštěvou zoologické zahrady nebo jen pouhým pozorováním zvířat prostřednictvím on-line kamery. Nezprostředkovaná skutečnost i nadále zůstane pro potřeby učení jen obtížně zastupitelnou a neměla by být, pokud možno, nahrazována s cílem usnadnění realizace výuky, což by nepřineslo dlouhodobější efekty. I přesto, že mnohé vzdálené a virtuální laboratoře umožňují interaktivní zasahování do studovaných jevů, jedná se vždy o náhradu.

V podobném významu autoři Z. Nedic, J. Machotka, a A. Nafalski (2003) upozorňují na užitečnost virtuálních a vzdálených experimentů, ty však z hlediska vzdělávání nejsou při rozvoji znalostí a dovedností tak efektivní, jako experimenty realizované ve skutečných laboratořích.

V případě, že nelze provádět badatelské aktivity žáků v reálné laboratoři, sehrávají virtuální a vzdálené varianty při uplatňování badatelsky orientované výuky obtížně zastupitelnou roli. Autoři Alexiou, Bouras, Giannaka (2005) dávají v této souvislosti do popředí ekonomičnost využívání virtuálních laboratoří ve výuce a uvádějí, že ne všechny zařízení pro reálné experimenty si školy mohou pořídit.

Zkušenosti autorů B. Dalgarno, A. G. Bishop, W. Adlong, D. R. Bedgoo (2009) získané na základě provedené experimentální studie ukazují, že pro distanční vzdělávání na vysoké škole je využití virtuálních laboratoří vhodné a studenti ho hodnotí kladně, označují ho za cenný nástroj pro rozvoj znalostí a doporučují ho k dalšímu využívání. Lustigová, Mechlová, Malčík, Lustig (2009) uvádějí, zapojení studentů je podpořeno dynamickými simulacemi reálných jevů, týmovou prací (skutečnou i virtuální), veřejnými prezentacemi a obhajobou dosažených výsledků; vše probíhá buď v reálné přítomnosti, nebo teleprezenci. Už sama možnost propojení reálně probíhajícího děje s počítačem umožňuje podstatně lépe proniknout do podstaty demonstrovaného děje a získání většího rozsahu údajů o sledovaném ději (Lepil, 2010).

Závěr

Experiment představuje jednu z možností, jak výuku transmisivního charakteru změnit na výuku, kde žáci budou sami poznání objevovat a učitel jim bude průvodcem na cestě poznání. Významnou roli v tomto sehrává samotný učitel, který musí být náležitě

kompetenčně vybaven. Musí být schopen navozovat vhodné situace, ve kterých bude žák vnitřně cítit smysluplnost učebních aktivit.

Oborové didaktiky však v současnosti postrádají obecný kompetenční model učitele ve vztahu k badatelsky orientované výuce. Otázky spojené s kompetenčními modely učitelů na obecné úrovni řešila řada autorů, lze uvést např. V. Švece (1998), J. Vašutovou (2004), E. Walterovou (2002) nebo B. Lazarovou (2006), avšak mimo D. Nezvalovou (2007) ne z pohledu oborových didaktik. Je nanejvýše žádoucí na úrovni základního výzkumu navrhnout kompetenční model, který bude následně aplikovatelný v oborových didaktikách.

Do budoucna lze předpokládat rostoucí tendenci při uplatňování badatelsky orientované výuky a pedagogická teorie, včetně oborových didaktik, by měla na tuto skutečnost reagovat zkoumáním předpokladů, podmínek i výsledků nastavených trendů.

Literatura

1. ALEXIOU, A., BOURAS, Ch., GIANNAKA, E. (2005) Virtual Laboratories in Education. *Technology Enhanced Learning*. Volume 171, p. 19 – 28. ISSN 1571-5736.
2. AMARAL, O. M., GARRISON, L., KLENTSCHY, M. Helping English Learners Increase Achievement Through Inquiry-Based Science Instruction. *Bilingual Research Journal*, 2002. Vol. 26., n. 2, p. 213 – 239.
3. BENEŠ, P. *Školní chemický experiment*. Praha: PedF UK. Kandidátská disertační práce. 1982.
4. BÍLEK, M. Školní chemický experiment s využitím počítače. *Chemické listy*. 1997. č. 91, s. 1074 – 1080.
5. BÖHMOVÁ, H., ŠULCOVÁ, R. Alternativní využití experimentu v chemickém vzdělávání. In *5. ročník konference Alternativní metody výuky 2007*. Praha.
6. BREW, A. Teaching and Research: New relationships and their implications for inquiry-based teaching and learning in higher education. *Higher Education Research & Development*. 2003. Volume 22, Issue 1, p. 3 - 18. ISSN 1469-8366.
7. ČERNÁ, B. *Školní pokusnictví*. Brno: MU, 1995. 76 s. ISBN 80-210-1128-9.
8. DALE, E. *Audiovisual methods in teaching*. New York: Dryden Press, 1969. 534 p.
9. DALGARNO, A. B., BISHOP, A. G., ADLONG, W., BEDGOO, D. R. Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students. *Computers & Education*. 2009. Volume 53, Issue 3, p. 853 – 865. ISSN 0360-1315.
10. DOSTÁL, J. Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání. *e-Pedagogium*. 2013 (přijato k publikování).
11. *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory*. Výzkumná zpráva. MŠMT. 2008. Dostupné na: http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o_PTO.pdf
12. EDELSON, D. C., GORDIN, D. N., PEA, R. D. Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design. *Journal of the Learning Sciences*. 1999. Volume 8, Issue 3 - 4, p. 391 – 450.
13. FILIPEC, J. a kol. *Slovník spisovné češtiny*. Praha: Academia, 1994. 647 s. ISBN 80-200-0493-9.
14. FRONEK, J. *Velký česko-anglický slovník*. Praha: Leda, 2005. 1597 s. ISBN 80-85927-54-3.
15. GERHÁTOVÁ, Ž. Úloha experimentu v primárním přírodovědném vzdělávání. In: *Sborník z mezinárodní konference TVV 2011*, 2011. s. 272 - 275. ISBN 978-80-86768-34-2.
16. GRECMANOVÁ, H. Zvýšil se zájem žáků ZŠ o fyziku, chemii a matematiku? In *Nové metody propagace přírodních věd mezi mládeží*. Olomouc: UP, 2008. s. 22 – 26. ISBN 978-80-244-2127-8.
17. HARMS, U. Virtual and remote labs in physics education. *Second European Conference on Physics Teaching in Engineering Education*. Budapest, Hungary, 2000. p. 140 – 146.

18. *Inquiry and the National Science Education Standards : a guide for teaching and learning.* Washington, D.C.: National Academy Press. 2000. 202 p. ISBN 978-05-852-3849-4.
19. JENISOVÁ, Z. Vzdialené a virtuálne laboratória. In HAŠKOVÁ, A. PISOŇOVÁ, M. BITNEROVÁ, M. a kol. *Didaktické prostriedky jako optimalizačný faktor procesu vzdelávania.* Headec Králové: Gaudeamus, 2011. s. 263 – 259. ISBN 978-80-7435-160-0.
20. KÁBRT, J. KUCHARSKÝ, P. SCHAMS, R. VRÁNEK, Č. WITTICHOVÁ, D., ZELINKA, V. *Latinsko/český slovník.* Praha: Leda, 2000. 575 s. ISBN 978-80-85927-82-9.
21. KALUŽA, J., KALUŽOVÁ, L. *Modelování dat v informačních systémech.* Praha: Ekopress, 2012. 125 s. ISBN 978-80-86929-81-1.
22. KIRSCHNER, P. A., SWELLER, J., CLARK, R. E. (2006) Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist.* Volume 41, Issue 2, p. 75 – 86.
23. KOLOROS, P. (1999) *Technika a didaktika školních chemických pokusů I.* České Budějovice: JČU, 164 s. ISBN 80-7040-354-3.
24. KOSTELNÍKOVÁ, M., OŽVOLDOVÁ, M. Svet v pohybe - interaktívna pomôcka s využitím experimentovania cez internet. *eLearning 2011.* Hradec Králové. I.vyd.: Gaudeamus, UHK. 2011. s. 68 - 73. ISBN 978-80-7435-153-2.
25. KROPÁČ, J. a kol. *Didaktika technických předmětů : vybrané kapitoly.* 1. vyd. Olomouc: PdF UP, 2004. 223 s. ISBN 80-244-0848-1.
26. LÁTAL, F. Porovnání charakteristik klasické a úsporné žárovky s využitím vzdáleně ovládané laboratoře. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky.* 2009. s. 147 – 151. ISBN 978-80-210-5022-8.
27. LAZAROVÁ, B. aj. *Cesty dalšího vzdělávání učitelů.* Brno: Paido, 2006. ISBN 80-7315-114-6.
28. LEPIL, O. *Teorie a praxe tvorby výukových materiálů.* Olomouc: UP, 2010. 97. s. ISBN 978-80-244-2489-7.
29. LIN, L., HSU, Y., YEH, Y. The Role of Computer Simulation in an Inquiry-Based Learning Environment: Reconstructing Geological Events as Geologists. *Journal of Science Education and Technology.* 2012. Volume 21, Issue 3, p. 370 - 383. ISSN 1573-1839.
30. LORD, T., ORKWISZEWSKI, T. Moving From Didactic to Inquiry-Based Instruction In A Science Laboratory. *The American Biology Teacher.* 2006. Vol. 68(6). p. 342 - 345.
31. LUSTIGOVÁ, Z., MECHLOVÁ, E., MALČÍK, M., LUSTIG, F. A new e-learning strategy for cognition of the real world in teaching and learning Science. *The New Educational Review.* 2009. roč. 17, sv. vol. 17, s. 305 - 318. ISSN 1732-6729.
32. MIRGORODSKIJ, B. J. Některé vývojové tendence školního fyzikálního experimentu. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie.* 1973. Vol. 18, No. 5, s. 291 - 295. Přeložil O. Lepil.
33. MOROZOV, M. Y., TANAKOV, A., GERASIMOV, A., BYSTROV, D., CVIRCO, E. Virtual chemistry laboratory for school education. *Advanced Learning Technologies.* 2004. p. 605 – 608. ISBN 0-7695-2181-9.
34. NEDIC, Z., MACHOTKA, J. NAFALSKI, A. Remote laboratories versus virtual and real laboratories. *Frontiers in Education.* FIE 2003 33rd Annual. 2003. p. 31 – 36. ISBN 0-7803-7961-6.
35. NEZVALOVÁ, D. Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání. In *Inovace v přírodovědném vzdělávání.* Olomouc: UP, 2010. s. 55 – 67. ISBN 978-80-244-2540-5.
36. OCHRANA, F. *Metodologie vědy : Úvod do problému.* Praha: Karolinum, 2009. 156 s. ISBN 978-80-246-1609-4.

37. ONDEROVÁ, L. Netradičný fyzikálny experiment a jeho miesto vo vyučovaní fyziky. In *Prírodovedné vzdelanie pre 21. storočie, zborník z konferencie Didfyz 96*. Nitra, 1997. s. 125 – 127.
38. PACHMANN, E., BANÝR, J., BOROVÍČKA, J., HALBYCH, J. *Technika a didaktika školních chemických pokusů I*. Praha: SPN, 1982. 158 s.
39. PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*. 2010. Vol. 1 (1), p. 33 – 49. ISSN 1804-7106.
40. PARR, B., EDWARDS, M. C. Inquiry-based Instruction in Secondary Agricultural Education: Problem-solving – an old friend revisited. *Journal of Agricultural Education*. 2004. Volume 45, Number 4.
41. PETRÁČKOVÁ, V., KRAUS, J. a kol. *Akademický slovník cizích slov*. Praha: Academia, 1995. 445 s. ISBN 80-200-0523-4.
42. PODROUŽEK, L. *Prvouka a přírodověda s didaktikou IV*. Plzeň, 1997. 105 s. ISBN 80-7082-386-0.
43. PODROUŽEK, L. Přírodovědné experimenty a pozorování jako prostředek rozvoje myšlení žáků primární školy. *Pedagogické rozhledy*, 2009. roč. 12, č. 4, s. 26 - 29. ISSN 1335-0404.
44. PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2009. 395 s. ISBN 978-80-7367-649.
45. SOLÁROVÁ, M. *Význam praktické výuky chemie*. Hradec Králové: NIDV, 2007. 39 s. ISBN 80-86956-03-2.
46. ŠIMÍK, O. Žák v páté třídě jako řešitel přírodovědného pokusu – analýza pracovních listů žáků. In *Směšený design v pedagogickém výzkumu: Sborník příspěvků z 19. výroční konference České asociace pedagogického výzkumu*. Brno: MU, 2011. s. 461 – 466.
47. ŠKODA, J., DOULÍK, P. Lesk a bída školního chemického experimentu. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. 1. část: Původní výzkumné práce, teoretické a odborné studie*. Hradec Králové: Gaudeamus, s. 238 - 245. 2009. ISBN 978-80-7041-827-7.
48. ŠVEC, V. *Klíčové dovednosti ve vyučování a výcviku*. Brno: MU, 1998. ISBN 80-210-1937-9.
49. TRNOVÁ, E. TRNA, J. Přírodovědně nadaní žáci a IBSE. In *Nadaní žáci ve škole*. Vyd. 1. Brno: MU, 2011. s. 127 - 138. ISBN 978-80-210-5760-9.
50. VAŠUTOVÁ, J. *Profese učitele v českém vzdělávacím kontextu*. Brno: Paido, 2004. 190 s. ISBN 80-7315-082-4.
51. WALTEROVÁ, E. Proměny školního kurikula, jeho tvorba a projektování. In *Konferencia o školskom kurikule*: Budmerice 18.-19. novembra 2002. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum, 2003. ISBN 80-8052-186-7.

Lektoroval: **PhDr. Jan Novotný, Ph.D.**

Kontaktní adresa:

Jiří Dostál, PaedDr. PhDr. Ph.D.
Pedagogická fakulta UP
Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR
tel. 00420 585 635 818
e-mail j.dostal@upol.cz