MODELS, MODELLING AND SIMULATIONS IN THE EDUCATION

Jiří DOSTÁL

Abstract: The paper focuses on the issue of models and modelling in the context of education. It is dealing with the theory of modeling with a following transition into the field of education, and it solves the essence of the use of models for the needs of learning. Also the issue of misconceptions, which are created through the models not corresponding to reality, is analysed.

Key words: Model, experiment, simulation, inquiry-based instruction.

MODEL, MODELOVÁNÍ A SIMULACE VE VZDĚLÁVÁNÍ

Resumé: Studie se zaměřuje na problematiku modelů a modelování v kontextu vzdělávání. Věnuje se teorii modelování s následným přechodem do oblasti vzdělávání a řeší podstatu využívání modelů pro potřeby učení. Rozebírána je i otázka miskonceptů, které jsou prostřednictvím skutečnosti neodpovídajících modelů vytvářeny.

Klíčová slova: Model, experiment, simulace, badatelsky orientovaná výuka.

1 Úvod

S modely a modelováním se lze v současnosti setkat v řadě oblastí lidského konání, v umění, technice, vzdělávání i vědě a spolu s tím se objevují různé a mnohdy i zcela odlišné významy. Matematický model např. vyjadřuje zákonitosti jevů a procesů, a to jak v oblasti vědeckého poznávání, tak v oblasti praktické lidské činnosti (Briš, Litschmannová, 2007). V umění může být např. modelem chápána zobrazovaná realita, tj. předloha díla (člověk stojí malíři modelem). Na to upozorňuje i J. Křemen (2007), který uvádí, že onen reálný objekt umělci slouží pro vytváření počitků, tedy v důsledku jako zdroj poznatků tvořících jeho znalostní model, který posléze zaznamenává v jemu vlastním jazyce do zvoleného média.

2 Modely, modelování a simulace ve výuce

V této teoretické studii bude pojem model chápán ve významu entity *M*, která pro určité účely zastupuje jinou entitu *R*; tu chápeme obvykle jako zdrojovou a tedy často označovanou jako originál či předloha (viz. Křemen, 2007). Podmínkou přesnosti získávaných informací studiem modelu je skutečnost, aby tvrzení vyvozená v průběhu modelování platila i v realitě.

Model lze v kognitivní rovině chápat jako představy člověka o reálné skutečnosti, je tedy reprezentací reálného světa. Jedná se o výsledky smyslových vjemů kombinovaných s již uloženými poznatky. Je to soubor znalostí o části

světa, které je možné zaznamenat prostřednictvím vhodného objektového jazyka. Záznamy bývají typické pro různé oblasti lidského konání např. mapa, skica, fyzické modely, matematický zápis, vývojový diagram. Uvedené pojetí znázorňuje obrázek č. 1.

Obr. č. 1 Znáznění vztahu kognitivního modelu a reality (originálu)

Proces poznávání je limitován řadou faktorů, na což je ve vzdělávání reagováno uplatňováním zásad, mj. názornosti, aktivity a spojení teorie a praxe. Z gnozeologického hlediska by v ideálním případě poznávací proces probíhal v reálném prostředí, kde by se jedinec bezprostředně setkával s poznávanou skutečností. To by však z řady jiných hledisek nebylo nejvhodnější řešení a proto je efektivnější poznávanou skutečnost přenést, zprostředkovat nebo jedinci předložit v za účelem poznávání transformované podobě. Ovšem i nezprostředkovaná zkušenost má v současném vzdělávání velký význam a žáci ji mají možnost získat např. při exkurzích do reálných prostředí.

V případě, že je skutečnost za účelem poznávání zastupována jinou entitou, která však

disponuje požadovanými vlastnostmi, na úkor kterých mohou být ostatní potlačeny, jedná se o model. Pro potřeby vzdělávání (angl. *model-based teaching*) však jde o model, který vytvořil někdo jiný, který je žákům předkládán v relativně hotové podobě prostřednictvím vhodného jazyka jako integrální součást učiva (často se např. setkáváme s prostorovými modely). Model má funkci náhrady skutečnosti, se kterou má být žák seznámen. Může být sám předmětem osvojení, nebo může být prostředkem k osvojení si poznatků konstruovaných samotným poznávajícím jedincem.

V uvedeném pojetí je nutné uvažovat model ve dvou hlediscích, kognitivním (označme ho M) a dále vyjádřeném prostřednictvím vhodného objektového jazyka a zaznamenaném ve zvoleném médiu (označme ho M^*). V tomto případě je v teoretické rovině jedna realita R (originál) transformována do jiné reality M^* prostřednictvím kognitivního modelu M . Podstatným znakem je, že realita M^* je gnozeologicky neurčitou, ale jsou studovány pouze rysy a vztahy obsažené v kognitivním modelu. Jinými slovy, prostřednictvím modelu M^* k nám promlouvá kognitivní model M vybudovaný tak, že co je nad jeho rámec, není podstatné (srov. Křemen, 2007).

Obr. č. 2 Znáznění vztahu reality, kognitivního modelu a modelu vyjádřeného vhodným jazykem

Často se ve vzdělávání setkáváme s využíváním *fyzického modelu*, který můžeme vymezit tak, že vychází z fyzikální nebo geometrické podobnosti mezi modelovaným systémem a modelem, tento model je hmatatelný (fyzický). Příkladem může být model kostry člověka nebo automobilu pro aerodynamické zkoušky. Oproti tomu existuje *model abstraktní*, který neumožňuje provádět experimenty stejné fyzikální podstaty. Samotný model ještě nedává informaci, kterou potřebujeme pro vyhodnocení zkoumaného děje, potřebnou informaci získáme teprve řešením tohoto modelu.

Při nahlížení na řešenou problematiku z pohledu vzdělávání, je jak fyzický, tak i abstraktní model nejprve namodelován v kognitivní rovině M^1 a poté vyjádřen vhodnými prostředky a sdílen v určité podobě M^* . Následně je model M^* jiným osobám předkládán takovým způsobem, aby si na jeho základě sami vytvořili vlastní kognitivní model M^2 . Proces poznávání dle uvedeného řetězce je tím účinnější, čím věrohodnější je podoba kognitivního modelu a poznávané skutečnosti (reality).

Obr. č. 3 Znáznění vztahu reality a vytvořeného kognitivního modelu žákem

Poznávací proces žáka s využitím transformovaného modelu probíhá bez přímé vazby na model M^1 , žák se s ním přímo nesetkává. Může se jednat o autora učebnice nebo jakékoliv jiné učební pomůcky. Žák při výuce autora modelu, který mu je za účelem poznávání předkládán, neuvažuje, a poznávací řetězec má z jeho pohledu podobu zachycenou na obr. č. 4.

Obr. č. 4 Význam modelu ve vzdělávání

V poslední době se setkáváme s rozvojem *virtuální reality*, kterou lze chápat jako zdánlivou, umělou skutečnost. Dle J. Cejčka (2008) je možné ji popsat jako stav, kdy člověk prožívá přesvědčivý pocit, že se ocitl v jiném světě, aniž by se v něm ve skutečnosti nacházel. Přesvědčují ho o tom jeho vlastní smysly a může při tom v určitém rámci projevovat svou vůli i určitou aktivitu. Tento stav lze navodit s pomocí techniky. Vztah virtuální reality a reality je uveden na obrázku č. 5.

Obr. č. 5 Význam virtuálního modelu ve vzdělávání

Uvedený autor v souvislosti s virtuální realitou a vzděláváním současně uvádí: dovedeme si představit, co bude např. pro výuku znamenat možnost virtuální návštěvy pralesa nebo dokonce nějaké planety?

Využití virtuální reality pro vzdělávání má však limity. Virtuální realita nemusí být záměrně či nezáměrně věrným odrazem reality (to ale ani transformovaný model „M*“ v předchozím případě), což může mít bezpochyby vliv na výslednou podobu kognitivního modelu učícího se jedince. Nelze jednoznačně tvrdit, že se jedná o pozitivum či negativum, jelikož je nutné uvažovat v širších souvislostech. Pokud bychom např. vytvořili prostřednictvím virtuální reality v jedinci mylnou představu o řízení vozidla, mohlo by mít jeho konání v realitě fatální důsledky. Virtuální realita může sehrát roli i v případě vědomé anebo i nevědomé manipulace s jedincem a jeho myšlením, např. prostřednictvím her.

Žák již do výuky přichází s představami o skutečnosti, tzv. prekoncepty (viz. Doulik, Škoda, 2010), které mohou být mylné, v rozporu s realitou, poté se jedná o tzv. miskoncepty.

K vytváření mylných představ, tedy kognitivních modelů neodpovídajících skutečnosti, v současnosti přispívá i sama výuka. Jak např. upozorňují J. Vachek a O. Lepil (1980), text učebnice velmi často vede žáky k nerozlišování fyzikálního modelu a reality, kterou tento ve fyzikálním poznávání nahrazuje a zobrazuje. Fyzikální silová pole jsou zobrazována pomocí silových čar, přičemž formulace v učebnicích byly obvykle takové, že vytvářely u žáků přesvědčení, že tyto čáry skutečně existují. Podobně J. Čáp aj. Mareš (2007) upozorňují na vytváření naprosto nesprávných představ v žácích o sluneční soustavě, kdy je jim předkládán k osvojení model neodpovídající skutečnosti, kterou by měl zobrazovat. Uvádějí, např. průměr Slunce by měl být 109 krát větší než Země, Jupiter je nakreslen příliš velký vůči Slunci a příliš malý vůči Zemi, vzdálenost drah poměrově neodpovídá atd. Pokud by sluneční soustava byla zmenšena v měřítku 1:1 000 000 000, tak planeta Země by od Slunce byla vzdálena přibližně 150 metrů a Slunce by mělo průměr 1,4 metru a Země pouze 12,8 milimetrů.

S modely je spjata modelování, které lze vymezit jako *cílevědomou aktivitu, která je vyvinuta za účelem získávání informací o jedné skutečnosti prostřednictvím jiné skutečnosti*. Významem uplatňování modelování ve vzdělávání je skutečnost, že umožňuje výhodněji, rychleji a bezpečně získávat informace o skutečnosti (reálném světě). Jelikož je velmi obtížné postihnout reálný svět v celé komplikovanosti, jsou předmětem bádání pouze dílčí objekty (ohraničené části).

Modelování představuje proces, při němž se zkoumanému objektu (reálný objekt, dílo, stroj) jednoznačně podle určitých kritérií přiřadí fyzický nebo abstraktní model. Výsledkem modelování je vytvořený model. Smyslem modelování je náhrada zkoumané skutečnosti jejím modelem a pomocí poznávacích metod zkoumáním jeho samého nebo s jeho využitím získat informaci o původní zkoumané skutečnosti. Poznatky jsou tedy získávány prostřednictvím modelu.

Podstatou modelování ve smyslu fyzického modelu je náhrada reality jejím modelem s cílem získat jeho studiem (pozorováním, experimentem aj.) informaci o původní zkoumané realitě, čímž dochází následně k vytváření (přetváření) kognitivního modelu. V souvislosti s tím je nutné brát na zřetel, že studovaný model je vždy zjednodušením, tj. abstrakcí reality, jinak řečeno, je s ohledem na realitu nedokonalý.

Nedokonalosti jsou však z pohledu studia marginální a zanedbatelné.

Podle toho, zda je při modelování zanedbáván či uvažován čas, hovoříme o statických či dynamických modelech. V případě, že jsou studovány dynamické modely, jedná se o *simulaci*. Zahrnutím faktoru času do statického modelu nazýváme *dynamizaci*. V obecné rovině nelze z hlediska teorie poznávání jednoznačně určit, zda je didakticky hodnotnější studium statických či dynamických modelů, jelikož je třeba zohledňovat studovanou skutečnost. Dynamický model je vhodné užít zejména při studiu změn v čase souvisejících se studovaným předmětem či jevem.

V simulaci a modelování je studována jakákoliv skutečnost, která může být představována jakýmkoliv předmětem či jevem za účelem jejího pochopení. To velmi úzce souvisí se vzděláváním, avšak zde musí být modely zákonitě didaktizované, tj. přizpůsobené zákonitostem a možnostem poznávání těch, kteří je studují. Simulace lze využít při výuce většiny předmětů, primárně nezáleží na tom, zda je technicky, přírodovědně či humanitně zaměřen. Využitím modelování a simulací ve vzdělávání se zabývali např. J. Hrbáček (2008), Č. Serafin (2009), J. Vachek, O. Lepil, (1980), M. Bílek, J. Rychtera a P. Skalická (2010), Jong, Driel, Verloop (2005), J. D. Gobert, B. C. Buckley (2000) nebo J. Clement (2000).

3 Závěr

Článkem se podařilo poukázat na úzkou spojitost modelů, modelování a simulace ve vzdělávání. Velkou úlohu sehrávají nejen při poznávání hmotného světa, ale i při poznávání teorií a zákonitostí. Tohoto je využíváno nejen v rámci přírodovědného vzdělávání, ale i jiných vzdělávacích oborů.

4 Literatura

- Bílek, M. Rychtera, J., Slabý, A. (2008) *Konstruktivismus ve výuce přírodovědných předmětů*. Olomouc: UP, 31 s. ISBN 978-80-244-1882-7.
- Briš, R., Litschmannová, M. (2007). *Statistika II*. Ostrava: VŠB-TU, 149 s. ISBN 978-80-248-1482-7.
- Cejpek, J. (2008) *Informace, komunikace a myšlení*. Praha: Karolinum, 233 s. ISBN 978-80-246-1037-5.
- Clement, J. (2000) Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, Volume 22, Issue 9, 2000. p. 1041 - 1053. ISSN 1464-5289.
- Čáp, J. a Mareš, J. (2007) *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál, 656 s. ISBN 978-80-7367-273-7.
- Doulík, P. a Škoda, J. (2010) Prekoncepce a miskoncepce jako součást dětských pojetí a jejich psychogeneze. In. *Prekoncepce a miskoncepce v oborových didaktikách*. Ústí nad Labem: UJEP, s. 8 – 29. ISBN 978-80-7414290-1.
- Gobert, J. D., Buckley B. C. (2000) Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*. Volume 22, Issue 9, pages 891-894. ISSN 1464-5289.
- Hrbáček, J. (2008) Flash simulace pro podporu výuky. In *Pedagogický software 2008*. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, s. 197 - 199. ISBN 80-85645-59-9.
- Jong, O. D., Van Driel, J. H., Verloop, N. (2005) Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*. Volume 42, Issue 8, p. 947 – 964.
- Serafin, Č. (2009) Stavebnice jako nástroj simulace vybraných celků ve výuce obecně technického předmětu. In. *Problemy dokształcania i doskonalenia zawodowego nauczycieli*. Radom: Instytut Technologii Eksploatacji - Państwowy Instytut Badawczy, Polytechnika Radomska, s. 414 - 418. ISBN 978-83-7204-851-6.
- Vachek, J., Lepil, O. (1980) *Modely a modelování ve vyučování fyzice*. Praha: SPN, 224 s.

Autor:

PaedDr. PhDr. Jiří Dostál, Ph.D.

Katedra technické a informační výchovy

Pedagogická fakulta UP

Žižkovo nám. č. 5

771 40 Olomouc, ČR

Tel: +420 585 635 813,

E-mail: j.dostal@upol.cz

Www pracoviště: www.kteiv.upol.cz