

### Vytváření modelu pomocí černé skříňky – základy vědecké metodiky

Kat. číslo 1091130

#### Úvod do vyučovací jednotky „Struktura látky“ zaměřený na proces

autor: H. Petrich



V nových vzdělávacích normách fyziky pro Bádensko-Württembersko jsou jako požadované odborné kompetence uvedeny mimo jiné následující dovednosti:

Studentky a studenti dokážou

→ rozlišovat mezi sledováním a fyzikálním vysvětlením,

→ použít přírodovědný pracovní postup hypotézy, prognózy, kontroly při experimentu, hodnocení,...

Přitom je zdůrazněn zejména význam fyziky jako teoretické vědy na bázi zkušenosti [1].

Tato interakce pokusu a vytváření přírodovědných představ, „modelů“, je důležitým symbolem získávání přírodovědeckých poznatků. Proto je nutno při vyučování poskytnout dostatek času a prostoru procesu sledování a interpretace, tvorbě myšlenkových obrazů a kognitivním strukturám v souvislosti s experimentálními zkušenostmi.

Učitelka nebo učitel často jen oznámí jednu přírodovědnou teorii, jeden model, kterým lze „vysvětlit“ fenomén. Především pokud se jedná o jevy mikrosvěta, může mít toto pouhé oznámení pro pochopení modelu studentkami a studenty nežádoucí následky. V různých odborně didaktických příspěvcích (např. [2], [3], [4], [5]) to již bylo podrobně vysvětleno.

- Model je často považován za věrné vyobrazení reality.
- Svět zkušeností a svět modelů se prolínají. Objektům mikrosvěta se připisují vlastnosti známé z každodenních zkušeností, jako je barva, teplota, elasticita atd.
- U představ o atomech nacházíme často obraz systému mini planetek, u kterých se klasické kuličky pohybují na dráze okolo středu.

Správně zacházet s modely se dá podle mého názoru jen tehdy, pokud bylo zajištěno pochopení modelu zaměřené na proces jeho vzniku. Předmětem vyučování by se měl stát nejen samotný proces a jeho použití k popsání jevů, ale i samotný proces modelování.

V následujícím textu je popsáno použití černé skříňky při vyučování, která umožňuje zdůraznění procesu modelování. Skříňka podporuje úvod do tematiky „Struktura látky“ na začátku 10. třídy. Protože se jedná o relativně uzavřený modul 2–3 vyučovacích hodin, lze jej snadno vložit na jiné místo vyučování, nezávisle na speciálním konceptu vyučování, a použít také v jiných přírodovědeckých předmětech.

## Vyučování s černou skříňkou

Důležitým cílem výuky je jazykově správné používání nových pojmů (fyzikálních veličin). Vytváření fyzikálních pojmů v souvislosti s nově vyučovaným názvoslovím je důležitým předpokladem pro přírodovědecké pochopení a současně velkou didaktickou výzvou v počátečním vyučování. Jako příklad jsou zde uvedeny fyzikální veličiny elektrické napětí, intenzita elektrického proudu, elektrický výkon a energie. Všechny zkušenosti ukazují, že pro studentky a studenty je obtížné tyto veličiny rozlišovat a správně o nich hovořit. (Podobné to je s mechanickými veličinami, jako je impuls, síla a energie).

V důsledku toho popisujeme fenomény a jevy na makroskopické pozorovací úrovni s odpovídajícími fyzikálními veličinami, propojujeme je pomocí analogií a nacvičujeme si nové pojmy v nejrůznějších situacích. Pro výuku o elektrické energii to konkrétně znamená: nový vyučovací předmět se nejprve připraví pomocí vodních proudů (např. pomocí modelu přenosu a transformace energie podle profesora Dietera Plapperta, Conatex Didactic č. 108.0700) a poté se analogicky přidají nové elektrické veličiny. Rozdíl elektrického potenciálu odpovídá rozdílu tlaku, intenzita elektrického proudu intenzitě vodního proudu atd. V celé soustavě SI zůstáváme s představou kontinua elektrického proudu na úrovni makroskopických pozorování. Jevy mikrosvěta, např. mechanismy vedení, jsou tematizovány až ve vyučovací jednotce „Struktura látky“ na začátku 10. třídy. Zde hraje hlavní roli pojem modelu a jeho vytvoření.

Jako úvod do vyučovací jednotky lze použít následující novinový článek.

### **Bílá krusta na rudé planetě**

Washington (AFP). Americká sonda „Phoenix“ vyslaná na Mars odebrala první vzorky půdy na této rudé planetě, avšak u analýzy se vyskytly neočekávané problémy. Hrstka prachu z Marsu, kterou nabralo robotické rameno, se kvůli příliš hrubé zrnitosti materiálu nedostala do analytického zařízení.

Vzorek o objemu cca 200 mililitrů obsahuje půdní materiál, který je pokrytý bílou krustou, sdělila NASA v pátek (místního času). Vědci z NASA řešili, zda se přitom skutečně jedná o led nebo případně o sůl, která mohla vzniknout při odpařování vody. Tam, kde je voda, mohly by žít nebo žily alespoň jednoduché organismy. Pokud by byl potvrzen důkaz o existenci organických látek, dospěli by badatelé k cíli svého projektu.

Sonda „Phoenix“ odebrala vzorek půdy již ve čtvrtek. Malou bagrovací lopatkou by se měl vzorek plně automaticky dostat do minilaboratoře sondy „Phoenix“, kde se zahřeje na 1 000 stupňů, aby se případný led nebo voda odpařily. Tím by se dal přesně stanovit podíl vody, uvedl vědecký vedoucí mise na Mars, Peter Smith z Univerzity Arizona.....

*Badische Zeitung ze dne 9. 6. 2008*

Jak se nakládá s poznatky získanými při rozboru materiálu?

Pracovní instrukce u Skříňky 1 vede přímo k práci s černou skříňkou, kterou zde lze použít jako model bloku látek. Studenti pracují ve skupinkách po dvou nebo po třech, každá skupinka má jednu nebo dvě černé skříňky.



NEVKLÁDEJTE magnet do skříňky.

Navždy zmizí...



Pro získání představy o vnitřní struktuře látky provádějí badatelé různé experimenty. Používají přitom rozmanité výzkumné metody. Stále více poznatků poté poskytnou vždy odlišný obraz vnitřní struktury látky. Zkoumání černé skříňky má tento proces poznávání názorně předvést.

Tato skříňka není uvnitř prázdná, ale strukturovaná pomocí různých součástí. Zrakem nelze tuto strukturu samozřejmě rozeznat („černá skříňka“). Společně s tvým partnerem tvoříš skupinku badatelů.

- Zkus různými „výzkumnými metodami“ získat poznatky o této „struktuře“.
- Uveď, pokud možno, z jakých materiálů jsou „struktury“ uvnitř „černé skříňky“!

**Postup:**

- Zadokumentuj tvůj postup (pozorování a vyvozené závěry).
- Nakresli po každém zkoumání obraz tvé příslušné domněnky (hypotézy) o struktuře (tvaru) s údaji o příslušném materiálu.
- Jestliže je tento krok dokončen, dostaneš od učitele nový materiál ke zkoumání pro ověření hypotézy, resp. k dalšímu zkoumání!

**Výzkumné metody:**

1. „měděný drát“
2. „skleněná kulička“ nebo „dřevěná kulička“
3. „kovová kulička“
4. vlastní nápad na výzkumné metody
5. ....

**Cíl:**

Na konci bys měl se svou skupinou představit a zdůvodnit zkoumanou strukturu ostatním skupinkám badatelů na vědeckém kongresu!

**Skříňka 1:** pracovní instrukce k prozkoumání vnitřní struktury černé skříňky

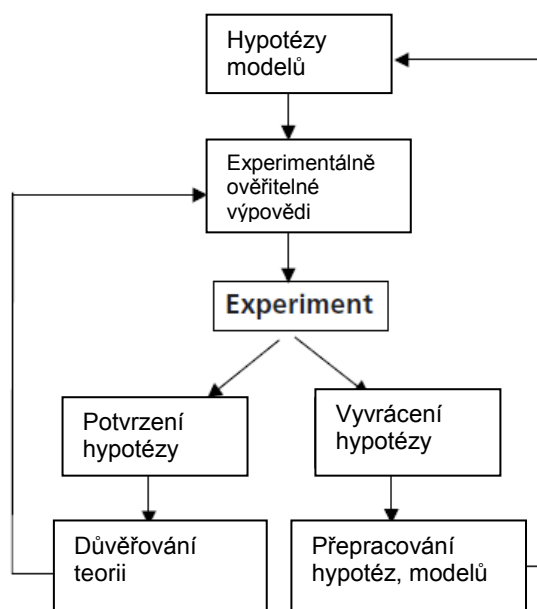


Po dokončení zkoumání se mezi všemi „skupinami badatelů“ usiluje o konsens o vnitřní strukturu černé skříňky, resp. o další postup, např. formou otevřených otázek. Přitom má být zřejmé, že s touto společně vypracovanou představou se diskutuje o něčem, co ani učitel/ka ani studenti nemohou na vlastní oči spatřit. Je to stejná situace jako při výkladu o atomech.

Je velmi důležité, aby byly provedeny všechny výzkumné metody postupně za sebou, skupiny tedy nebudou mít k dispozici všechny pomůcky pro zkoumání od začátku najednou. Začíná se kouskem drátu. Na list papíru se pečlivě samostatně uvedou pozorování a interpretace. První myšlenkové představy o vnitřní struktuře se vizualizují ve formě náčrtku jako domněnka neboli hypotéza. Teprve po tomto kroku dostane skupinka žáků jako další výzkumnou metodu skleněnou kuličku. Pomocí dalších zkoumání se ověří předchozí hypotéza, opětovně se formulují nová pozorování (zvuk) a výklady a formuluje se a vizualizuje se změněná hypotéza. Následují další kroky dle stejného postupu s kovovou kuličkou, magnetem neodym, popřípadě železnými pilinami...

Na konci tohoto procesu je malá hra s rolemi (viz týmová instrukce). Různé skupinky žáků převezmou role globálně rozdělených vědeckých skupin, které se zabývaly vnitřní strukturou bloků látek. Tyto skupiny badatelů se setkají na vědeckém kongresu a vymění si svoje zkušenosti. Jedna skupina přitom poskytne svůj vytvořený model před celou třídou k diskusi. Musí vyvrátit námitky vůči svému modelu nebo, vždy podle

argumentace celé vědecké skupiny, svůj model revidovat. Cílem tohoto „kongresu“ je vytvořit společnou představu o modelu vnitřní struktury, ale také formulovat nevyjasněné otázky, které nebylo možné s dosavadními možnostmi prozkoumat a které vyžadují další bádání.



**Obr. 2.:** Přírodovědný způsob práce

Pro tyto celkové aktivity byla ideální dvojitá hodina. Obr. 2 byl podnětem k přemýšlení o přírodovědném způsobu práce s vlastními činnostmi. Jako domácí úkol by se měla vlastními slovy verbalizovat učiněná zkušenost ve formě zprávy.

## Další vyučování

Při dalším vyučování se získané poznatky přenesou na vytvoření představ o atomech. Elektrostatické pokusy vedou ke kladení otázek o struktuře látky v souvislosti s elektrickými jevy. Texty k představám o atomech řeckých přírodních filozofů, ...Daltona, E. Rutherforda a N. Bohra se zpracují, prezentují a prodiskutují v různých skupinách. Přitom se zdůrazní nutnost dalších pokusů pro každý další vývoj modelu atomu. Zjištění interferenčních vlastností mikroobjektů je např. důvodem (ale ne jediným), proč se u jádra atomu nemohou pohybovat klasické kuličky. Proto se musí dále vyvíjet Bohrov obraz atomu. Na konci vyučovací jednotky je výsledkem, jak požadují vzdělávací normy pro třídu 9/10, s orbitálním modelem dobový model atomu.

## Moje zkušenosti s výukou

Moje studentky a studenti vedou vedle „normálního“ sešitu fyziky navíc studijní deník, do kterého provádějí na konci každého týdne zápis (maximálně jednu stránku). Zde se neformulují žádné poučky, ale vyjadřují se zde vlastními slovy nově naučené informace, dojmy, další otázky nebo také skutečnosti, které studenti ještě nechápou. Tento deník pravidelně (na začátku každého týdne střídavě vždy sešity jedné poloviny třídy) od žáků sesbírám. Proto jsem byl neustále informován o účinku výše uvedeného úvodu do vyučování na studentky a studenty. V této souvislosti jsem nezaznamenal ani jen přibližně negativní vyjádření. Motivace studentek a studentů byla velmi vysoká. Pro mnohé

z nich bylo téměř nesnesitelné, že nemohli otevřít skříňku.

Některé výpovědi ze studijních deníků:

*„Díky zkoumání černé skříňky jsem se dozvěděl něco o postupu v přírodních vědách, např. to, že vědci při zkoumání atomů pouze sestavují domněnky, které se musí potvrdit v experimentech. Nikdy si však nemohou být jisti, že atom vypadá skutečně tak, jak si ho představují. Kromě toho jsem se naučil sestavovat domněnky a hypotézy a potom je pomocí co nejlogičtějších pokusů ověřit.“*

*„Naučila jsem se, že fyzikové si nikdy nemohou být jisti, jak atom skutečně vypadá, ale řadou různých pokusů vzniká stále ucelenější obraz.“*

*„Pro mě bylo fascinující, jak různým výsledkům jednotlivé skupiny došly! Tedy co všech lze v něčem neznámém interpretovat. Kromě toho mi připadá zajímavé, že se podle modelu učíme, jak postupují vědci, když zkoumají něco neznámého.“*



## **Závěr**

Metoda černé skříňky nemá za cíl konkrétní obsah výuky, ale tematizuje proces vzniku a vývoje modelů jako takový. Přitom lze mimo jiné dosáhnout následujících cílů výuky:

- Lze si aktivně a prakticky vyzkoušet přírodovědný způsob práce.
- Uvědomění si procesu modelování vede ke zvýšení kompetence orientované na odborné metody.
- Je vysvětlen hypotetický charakter modelů.
- Studentky a studenti se mohou dozvědět, jaké je to, když se na základě pokusů provedou shodné výpovědi o dané skutečnosti, kterou nikdo nikdy nemůže na vlastní oči spatřit. Tento poznatek lze přenést na představu o atomech nebo struktuře látky.

Význam modelů pro získávání přírodovědných poznatků mohou podle mého názoru žáci správně pochopit až tehdy, jestliže mohou vědomě reprodukovat proces jejich vzniku. Navrhované vyučování s černou skříňkou jako analogie k procesu ve vědeckém bádání velmi působivě podporuje tuto snahu.