



KAPITOLA Z DIDAKTIKY BIOLOGIE: AKTIVITA PRO PODPORU PROCESU OSVOJOVÁNÍ PŘÍRODOVĚDNÝCH POJMŮ

Exploring Biology Education:
Activities Enhancing Science
Concept Learning

Kateřina Jančaříková, Antonín Jančařík

Abstract

The understanding of technical concepts is a prerequisite for science education. Education cannot proceed satisfactorily unless the teacher and the pupil have the same (or at least very similar) conceptions of the same content under the same word. The process of concept acquisition (crystallization) starts with motivation (the pupil's willingness to acquire the concept), proceeds through isolated models and their generalization to generic models and abstraction. In this paper, one of the pathways by which crystallization can be fostered, i.e., systematic work with isolated models, is presented. Examples representing typical models, atypical models and apparent models are sought for basic systematic categories (classification of birds, fish, etc.). For reference purposes, QR codes linking to worksheets for teachers and pupils are embedded in the paper. This method can be recommended for practicing the understanding of all taxonomic categories as well as other abstract scientific concepts.

Klíčová slova

abstrakce, didaktika biologie, izolované modely, krystalizace pojmů, modely (typické, atypické, zdánlivé), pojmy

Keywords

abstraction, didactics of biology, isolated models, crystallization of concepts, models (typical, atypical, apparent), concepts

ÚVODEM

Jistě jste se již setkali s žáky nebo možná i s dospělými, kteří byli překvapeni něčím pro Vás základním a jednoduchým, například tím, že tučňáci jsou ptáci. Anebo udělali chybu v grafickém znázornění běžného organismu, např. nakreslili čtyřnohou kachnu (viz **obr. 1**).

Takové chyby jsou běžné, častější, než by nám, učitelům biologie a přírodopisu, bylo milé. Děti se s nimi často setkávají od raného věku (Jančařiková, 2021) a učitelé pak čeká nepříjemná práce s vysvětlováním, nebo dokonce bouráním mylných představ, která je vždy obtížnější než samotné zavádění odborných pojmů (Pines and West, 1986).

Utváření pojmů, někdy také pojmotvorný proces, probíhá od raného dětství a neustále, tj. neomezuje se pouze na prostředí školy. Uplatňují se při něm postupy analyticko-syntetické.

Velmi významná je dovednost určit a zaměřit se na znaky či vlastnosti určující (determinující) a ty méně podstatné vynechat. V tomto příspěvku chceme učitelům představit možnou oporu – práci s modely, která je využívána v didaktice matematiky (např. Hejný, 2004).

Teoretické ukotvení

Pojmy jsou mentální reprezentací skutečnosti, tedy skutečných objektů a jejich kategorií. Pojmy jsou základní jednotkou symbolického poznání a základními stavebními kameny myšlení a řeči a také vědy a přírodovědy.

Velmi pěkně popisuje pojmy Palouš (2010: 89): „Pojmy ‚pojímají‘ jistý kus světa, jsou brýlemi, jejichž pomocí lze lépe vidět skutečnost daného zá-

jmu. Setření jejich smyslu nesmí být samoučelovým jazykozpytným purismem. Vždyť nejde o to, aby pojmy byly ‚čistě‘ definovány, nýbrž aby jejich pomocí bylo možno co nejlépe rozumět skutečnosti, k níž se vztahují. To ovšem v plné naléhavosti pochopí ten učitel, pro něž je výchova a vzdělání povoláním: je z hloubi svého srdce nelhostejný ke svému dílu, za něž se cítí odpovědný.“

Pojmy lze rozdělit na konkrétní, které jsou propojené s hmotnými reáliemi světa, např. voda nebo kos, a abstraktní, tedy ty, které nelze jednoduše reprezentovat reálnými objekty, např. kategorie shrnující pojmy konkrétní, např. ptáci, nebo jejich vlastnosti, např. krása, či jevy, do kterých se konkrétní objekty zapojují, např. potravní síť. V přírodních vědách můžeme uvažovat i pojmy semiabstraktní, tedy pojmy sice ukotvené v reálných objektech, ale za běžných podmínek obtížně doložitelné, např. atom či DNA (tab. 1).

Tab. 1 Klasifikace přírodovědných pojmů s příklady

| | Charakteristika | Příklad |
|----------------------|--|--------------------------|
| Konkrétní pojmy | Úzce propojené s reálnými dostupnými objekty | kos, černá |
| Abstraktní pojmy | S reálnými objekty nepropojené (často kategorie) | ptáci, pěvci, krása |
| Semiabstraktní pojmy | De facto také reálné objekty, ale běžně nedostupné | atom, DNA, ptačí chřipka |



Obr. 1 Čtyřnohá kachna v grafickém znázornění v rámci jedné aktivity na kurzu pro pedagogické pracovníky (možná se jednalo o žert, možná ne)

Nad tím, jak si lidé pojmy tvoří, se zamýšleli již filozofové starověkého Řecka, především Platón. Tématem se zabývali Leibniz, Descartes, Locke nebo Hume a později Vygotský, Piaget a Bruner. Proces utváření pojmů můžeme v posledních letech sledovat také v kontextu učení umělé inteligence (Holeček, 2004). Nositelem pojmu je slovo. Pro porozumění je důležité, aby lidé, kteří spolu komunikují, chápali vyslovená nebo napsaná slova stejně (nebo alespoň co nejvíce podobně). Jak lidová moudrost naznačuje ve rčení „já o voze, on o koze“, není to snadné. A i když ve skutečnosti všichni zúčastnění „hovoří o koze“, stejně se jejich představy nemusí shodovat. Jeden si představuje kozu českou bílou, druhý anglonubijskou, nebo dokonce kozu na dřevo atd. Při vyučování musíme mít na paměti, že žáci mohou mít (a velmi často také mají) jiné představy o slovech reprezentujících přírodniny než my, učitelé. Proto je jedním z důležitých cílů pří-

rodového vzdělávání také rozvoj komunikace o přírodě, tj. osvojování si přírodovědeckého jazyka (Jančaříková, 2019).

Učitelé by si měli při vyučování ujasnit, které pojmy z probíraného učiva jsou klíčové, a na jejich porozumění trvat. Nejde, jak píše Čížek (1978: 47), o „přírodovědecký pedantismus“, ale o naprosto zásadní a nezbytnou podmínku přírodovědného vzdělávání. Učitelé by neměli bez kontroly předpokládat znalost těchto pojmů, ale měli by ji sledovat a hodnotit. Teprve když žák opakovaně pracuje s asociacemi a diskriminacemi, je schopen k danému pojmu zařadit i objekt, se kterým se dosud přímo nesetkal, může být učitel spokojen, protože to dosvědčuje, že došlo k utvoření příslušného pojmu (Holeček, 2004). Učitelé při kontrole může pomoci znalost základních fází procesu konstrukce (někdy také krystalizace či osvojování) pojmu (**obr. 2**).



Obr. 2 Schéma konstrukce pojmu (upraveno podle Hejný, 2014, s. 40)

Krystalizace je podle Hejného (2014) proces uhnízdění nového poznatku ve vědomí žáka najednou ve dvou nebo i více oblastech. Ke krystalizaci nového poznatku dochází již od okamžiku objevení se prvního generického modelu, někdy ji najdeme i u izolovaného modelu. Krystalizace pak probíhá permanentně a jejím cílem je vytvořit dostatečně hustou síť vazeb mezi jednotlivými poznatky. Proces krystalizace se prolíná s objevem nových otázek a hledáním nových souvislostí, tedy s procesem objevování.

MOTIVACE

Motivace – chuť žáka si pojem osvojit – je velmi důležitou a nedílnou součástí procesu, bez kterého konstrukce pojmu nemůže probíhat. Pouze žák, který je otevřený se učit, nebo dokonce touží pochopit a „přijít věci na kloub“, může uspět. Učit žáka nedostatečně motivovaného nemá velký smysl.

Úkolem učitele je žáka motivovat. Ale nikdy nestačí učitelova dobrá vůle a snaha. Žák k tomu musí přidat také svůj díl, tedy soustředit se na to, co mu učitel chce sdělit.

Vzdělávání se totiž odehrává v nitru (Palouš, 2010). Proto musí žák být v procesu učení aktivní, připravený poznávat a otevřený tomuto procesu. S touto připraveností úzce souvisí latinská podoba slova žák, *discipulos*, která má stejný etymologický původ jako slovo disciplína, kázeň. Pokud si žák neuvědomuje svou úlohu ve škole (jsem tu proto, abych se učil), ani největší snaha učitele nic nezmůže. Palouš (2010: 56) uvádí příklad: „Učitel předvádí žákům obraz kočky domácí, aby na něm vysvětlil charakteristické znaky šelem kočkovitých. Někteří žáci tuto souvislost nevnímají, protože si všimají nápadně podobné hlavy kočky s některými rysy učitelova obličeje a smějí se tomu, místo aby se soustředili na to, co jim učitel chce sdělit.“

IZOLOVANÉ MODELY

Izolované modely jsou dílčí poznatky. Například, že „kos je pták“. V tomto jednoduchém tvrzení nacházíme konkrétní pojem kos, který se váže k reálnému objektu či k jeho reprezentaci v učebnici (fotogra-

fie, kresba), a abstraktní pojem pták, který se váže k nadřazené kategorii, v tomto případě třídě Ptáci (*Aves*). Pokud toto tvrzení rozšíříme: „kos je pták se žlutým zobákem“, jedná se již o zaznamenání významného determinujícího znaku, kterým se kosi odlišují od jiných ptáků, ale stále na úrovni izolovaného poznatku.

Izolované modely lze dále klasifikovat (např. Jirotková, 2010) na typické, atypické (překvapivé) a zdánlivé.

Typické modely

Typickými modely (v pojetí didaktiků matematiky pouze „modely“) jsou objekty či jevy, které odpovídají obvyklému chápání daného slova, resp. pojmu.

Právě mezi nimi vybírají učitelé modelové organismy, které žákům představují důkladně a za jejichž pomoci se žáci učí nejen o nich samotných, ale také o jejich skupině i o metodách zkoumání živé přírody (tab. 2).

Tab. 2 Výběr modelových organismů (podle Jančaříková, 2019)

| Nároky na modelové organismy | Vysvětlení |
|-------------------------------------|---|
| Reprezentativnost | Organismus musí dobře reprezentovat skupinu, a to jak vzhledem (morfolozií), tak životním cyklem nebo chováním. Má dobře viditelné znaky, které se ve výuce demonstrují, např. tyčinky a pestík při zkoumání květu. Jako modelové organismy nevybíráme organismy s neobvyklým životním cyklem, chováním nebo druhy v systematické hraniční, např. ptakopyska (s nimi se žáci seznámí později). |
| Dostupnost | Žáci mají příležitost se s modelovými organismy seznámit jak v hodině přírodopisu, tak v běžném životě, např. na školní zahradě. Není vhodné mezi modelové organismy zařazovat druhy řídké se vyskytující. Je možné z nich udělat preparáty, tj. neměly by to být druhy chráněné. |
| Návaznost na již prezentované druhy | Cílem je žákům za pomoci modelových organismů reprezentovat co nejlépe svět živé přírody. Proto je nutné seznam modelových organismů tvořit uvážlivě, aby se prezentované druhy vhodně doplňovaly. Chceme tedy, aby mezi modelové organismy byli zařazeni zástupci všech říší (mezi zástupce rostlin následně bylina, keř, strom, ten listnatý a jehličnatý atd.) z různých prostředí (organismy vodní a suchozemské) a různých projevů (létající a nelétavé, s proměnou dokonalou a nedokonalou, různými typy plodů, s různými strategiemi, jak se vyhnout predátorovi, s různými projevy mateřské péče atd.). |

Typickým modelem pro pojem ptáci je např. již zmíněný kos, havran, sýkora, rorýs nebo čáp.

Typickým modelem pro pojem přírodní ekosystém je např. les.

Atypické (překvapivé) modely

Atypické modely jsou objekty či jevy, které nějakým způsobem vybočují z obvyklého chápání daného slova, resp. pojmu, ale přesto k němu patří.

Atypickým modelem pro pojem ptáci je např. tučňák nebo pštros.

Atypickým modelem pro pojem přírodní ekosystém je např. kultura bakterií na Petriho misce či trávicí trakt krávy.

Zdánlivé modely

Zdánlivé modely jsou objekty či jevy, které mají nějaké znaky daného slova, pojmu, ale do dané kategorie nepatří.

Zdánlivým modelem pro pojem ptáci je např. motýl, včela nebo drak. Zdánlivým modelem pro přírodní ekosystém je např. pole nebo rybník.

Ne-modely

Ne-modely jsou takové zdánlivé modely, které se běžně používají pro vysvětlení typického modelu. Např. ne-model pro pojem ptáci je netopýr nebo ptakopysk. Podobně slepýš, resp. jeho kostra se zakrslými končetinami, se běžně používá pro vysvětlení toho, že slepýš není had.

Izolované poznatky se shlukují, dávají do souvislosti a chápání pojmů se o toto poznání rozšiřuje. Vytvářejí se asociace mezi konkrétními a abstraktními pojmy, např. kos, čáp, sova – ptáci – ptáci mají křídla a zobák atd. Žák je na základě asociací schopen i diskriminace, tj. vyloučit ze skupiny „ptáci“ např. netopýra nebo motýla, kteří sice mají křídla, ale nemají zobák.

Zde je třeba upozornit, že izolované modely slouží jako podpora chápání procesu krystalizace pojmu. Ve skutečnosti totiž nejde nikdy o izolované pojmy nebo jejich definice, nýbrž vždy o jejich vzájemnou souvislost a vzájemné vztahy, které vytvářejí základní pojmovou síť k pochopení i těch nejsložitějších přírodních jevů (srov. např. s Čížek, 1978).

ZOBECNĚNÍ

V okamžiku, kdy žák dokáže vyjmenovat hlavní charakteristické znaky dané skupiny a rozhodnout správně u neznámého objektu (v našem případě dalšího druhu jemu neznámého ptáka), zda patří, nebo nepatří do třídy ptáci, můžeme usuzovat, že u něj došlo k zobecnění (generalizaci) pojmu.

Toto zobecnění neboli objev generického modelu je nejdůležitějším momentem celého poznávacího procesu.

Tato schopnost je žádoucí a není překvapivé, že je vázána na různé cíle Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV), např. P-9-4-02: „rozdlišuje a porovná jednotlivé skupiny živočichů, určuje vybrané živočichy, zařazuje je do hlavních taxonomických skupin“ (RVP ZV, 2023, s. 73).

Pokud si žák uvědomí skutečnost, že porozuměl podstatě skupiny izolovaných modelů, má radost (Aha! efekt), která ho motivuje k hledání dalších souvislostí a k celistvějšímu poznání celku, který nazýváme generický model, i k opakování tohoto prožitku (podle Hejný, Novotná, Stehlíková, 2004).

Generické modely

Generické modely využívají provedená zobecnění, propojují souvislosti, konkretizují izolované pojmy a upevňují celý abstraktní systém pojmů, včetně

toho, že umožňují opravovat neúplné nebo mylné konceptualizace.

Generické modely jsou vázány stále na konkrétní pojmy. V našem případě je generickým modelem zobecnění charakteristických vlastností třídy ptáci, které je založeno na znalosti konkrétních druhů či rodů ptáků či ptákům podobných organismů. V praxi se to projeví tím, že žák při vysvětlování, co to jsou ptáci, použije vhodně zvolený výčet zástupců. Např. „Ptáci mají zobák a peří a většinou létají, například kos, sova, nebo čáp. Někteří ptáci ale létat nemusejí, např. pštros.“

Generickými modely mohou být také obecné návody, postupy, grafy nebo algoritmy (Kuřina, Hejný, 2015).

Abstrakce

O abstrakci či o abstraktním poznatku lze hovořit, když žák pracuje (tzn. pasivně i aktivně ho používá) s pojmem ptáci, aniž by měl potřebu ho ukotvovat v konkrétních zástupcích.

Abstraktní poznatky se v dalším vzdělávacím procesu mohou stát izolovanými modely jiného tématu (Hejný, Kuřina, 2015), v našem případě např. témat „sovy“ nebo „anatomie ptáků“ či „fyziologie ptáků“.

Důležitou složkou je propojování s dalšími poznatky, např. že jiní živočichové mají vejce nebo létají jako ptáci, i když to ptáci nejsou.

Krystalizace – celoživotní korekce pojmů

K ujasňování významu pojmů dochází stále, tedy i po provedené generalizaci a po dosažení abstraktní úrovně. Tomuto procesu můžeme říkat – po vzoru didaktiků matematiky – krystalizace (např. Hejný, 2014).

Krystalizace probíhá v individuálním, ale i kolektivním poznávání.

V biologii je kolektivní krystalizace silným činitelem, protože biologie ze své podstaty přináší časté změny paradigmat v důsledku různých objevů (tab. 3).

Tab. 3 Některé objevy, které vědeckou komunitu donutily krystalizovat pojmy

| Objev | Rok | Pojem | Změna |
|------------------------------|---------|---------------------------|--|
| Ptakopysk podivný | 1798 | savci | Savci kladou vejce. |
| Riftie hlubinná | 1977 | autotrofní | Nejen zelené rostliny jsou autotrofní. Pojem se rozdělil na fotoautotrofní a chemoautotrofní. |
| Plž <i>Elysia chlorotica</i> | 2008 | fotosyntéza | Fotosyntéza, resp. získávání sluneční energie, již není výsadou zelených rostlin. Mohou ji provádět i tito plži nebo mšice. |
| Nervové buňky se obnovují | 1962 | nervová buňka neurogeneze | Nervové buňky se přece jen obnovují (probíhá neurogeneze), a to i lidské. Vědeckou komunitou přijato až na přelomu 80. a 90. let 20. stol. |
| Střevní mozek | po 2000 | střevo, trávicí soustava | Střevo již není chápáno jako pouze trávicí soustava, ale jsou objevovány jeho další a překvapivé funkce. |

V posledních letech dochází v biologii ke skutečně překotným objevům. To klade velké nároky na učitele biologie a přírodopisu, kteří musí stále bedlivě sledovat novinky oboru a krystalizovat své

porozumění mnoha různým pojmům, i na tvůrce učebnic, které rychle zastarávají. To už by ovšem bylo další téma.

Inspirace do výuky

Seznamte se s pojmy typický model, atypický (překvapivý) model a zdánlivý model. Vyberte vhodné kategorie v souvislosti s probíraným učivem a zkus- te k nim společně přiřazovat příklady (viz **tab. 4**).

Možná jste podobně jako my zjistili, že to je zábav- né a kreativní, ale někdy docela obtížné.

Tab. 4 Příklady modelů vybraných témat obsažených v RVP ZV (2023)

| Kategorie (abstraktní pojem) | Příklady modelů | | |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | Typický model | Atypický model | Zdánlivý model |
| Strom | DUB, BUK, BŘÍZA | BOROVICE KLEČ | LÍSKA BANÁNOVNÍK |
| Houby | HŘÍB, MUCHOMŮRKA, BEDLA | PENICILLIUM | LIŠEJNÍK HOUBA MYCÍ |
| Dužnatý plod | JABLKO, BROSKEV, POMERANČ | VLAŠSKÝ OŘECH | HRÁŠEK |
| Fotosyntéza | ZELENÉ ROSTLINY, SINICE | RUDUCHY MŠICE KYJATKA HRACHOVÁ | HLÍSTNÍK HNÍZDÁK RIFTIA HLUBINNÁ |
| Ryby | KAPR, ŠTIKA, SUMEC | LEZEC OBOJŽIVELNÝ | VELRYBA, ŽRALOK |

Zamyslete se, jak by bylo možné s těmito ka- tegoriemi pracovat ve třídě. Nezapomeňte na do- držení didaktických zásad, především sociální bezpečnosti (viz Jančaříková a kol., 2022), aby se žáci, kteří již daný pojem generalizovali, nemě- li tendenci se posmívat těm, kteří ke generalizaci ještě nedospěli.

Optimálním prostředím je online platforma, která zaručí anonymitu žáků.

Jednu takovou ukázkovou jsme pro Vás při- pravili. Na níže uvedených odkazech naleznete online formuláře pro práci s typickými, atypický- mi a zdánlivými modely. První můžete využít při vlastní přípravě – formulář pro učitele (**obr. 3**). Druhý můžete využít v hodinách – formulář pro

žáky (**obr. 4**). Formuláře – pokud se v nich nasbí- rá dostatečné množství odpovědí – vyhodnotíme a výsledky zpracujeme jako pokračování tohoto článku.



Obr. 3 QR kód odkazující na formulář pro učitele



Obr. 4 QR kód odkazující na formulář pro žáky

Učitel klade otázky, například: „Které zvíře je hodně podobné ..., ale není?“ Nebo: „Které zvíře je pro Vás nejpřekvapivějším příkladem ...?“ „Proč řadíme ... do skupiny ...?“ apod.

Aktivitu lze využít u velkého množství témat z přírodopisu i biologie.

ZÁVĚR

Nezbytnou podmínkou přírodovědného vzdělávání je jednotné porozumění klíčovým pojmům. Je užitečné se zamýšlet nad tím, do jaké míry je mají žáci osvojené. Učitelé by měli sledovat, zda jim rozumí v plné míře či dosud jen částečně. Jednou z cest, jak žáky podpořit v osvojování pojmů a zároveň jejich porozumění kontrolovat, je práce s izolovanými modely, kterou jsme v příspěvku stručně představili.

Literatura

- Čížek, F. (1978). Úvod do speciálních didaktik přírodovědných předmětů. Praha: SPN.
- Hejný, M., Kuřina, F. (2015). Dítě, škola a matematika: konstruktivistické přístupy k vyučování. Třetí vydání. Praha: Portál, Pedagogická praxe.
- Hejný, M. (2004). Mechanismus poznávacího procesu. In Milan Hejný, Jarmila Novotná, Naďa Stehlíková (Eds.). Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, s. 23–42.
- Hejný, M. (2014). Vyučování matematice orientované na budování schémat: aritmetika 1. stupně. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Holeček, V. (2004). Vliv způsobu výuky na utváření pojmů. Česká asociace pedagogického výzkumu
- Jančaříková, K. (2017). Modely v didaktice biologie. *Biologie-chemie-zeměpis*, 26(1). <https://doi.org/10.14712/25337556.2017.1.1>
- Jančaříková, K. (2019). Didaktické přístupy k přírodovědnému vzdělávání předškolních dětí a mladších žáků. 2. rozšířené vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Jančaříková, K. (2021). Chybovost v knihách o přírodě pro děti jako překážka rozvoje přírodovědné gramotnosti. *Biologie-chemie-zeměpis*, 30(2), 2533-7556. <https://doi.org/10.14712/25337556.2021.2.4>
- Jančaříková K. a kol. (2022). Didaktické zásady v přírodovědném vzdělávání: metodická příručka pro učitele biologie, chemie, fyziky, geografie, informatiky, matematiky a lektory environmentální výchovy. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Jančaříková, K., Jančařík, A. (2005). Hry a hlavolamy jako cesta k řešitelským strategiím a algoritmům. Games and puzzles as the way to solving strategies and algorithms. In *Fragmenta Ioannea 2005*, International conference on

education. *New perspectives in Cognitive and Intercultural Learning: From Preschool Education to Information Society*. ISSN 1214-5041. Svatý Jan pod Skalou, s. 115–126.

Jirotková, D. (2010). *Cesty ke zkvalitňování výuky geometrie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

Palouš, R. (2010). *Filosofická reflexe několika pojmů školské pedagogiky*. Praha: Karolinum.

Pines, A., West, L. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within sources-of knowledge framework. *Science Education*, 70, 583–604. <https://doi.org/10.1002/sci.3730700510>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Praha: MŠMT, 2023 [cit. 2023-08-19]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcovy-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>