

MISKONCEPCE TÝKAJÍCÍ SE ANIMISMU ANEB JE ATOM ŽIVÝ?

OPEN ACCESS



Misconceptions Concerning Animism, or, the Atom is Alive?

EVA HEJNOVÁ, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Přírodovědecká fakulta,
Katedra fyziky, eva.hejnova@ujep.cz

Abstract

The “atom” is a concept that students encounter in both physics and chemistry. The difficulty of the explication of this concept is that it is a highly abstract construct. Teachers use different models, analogies and metaphors during the explanation of this concept as well as various anthropomorphic formulations. However, pupils often create their own models in their minds and their ideas may differ considerably from the idea of the atom that their teachers have.

The aim of this paper is to present one of the most common misconceptions, “animism”, i.e., the idea that an atom is alive (that it has the characteristics of a living organism). The frequency of the occurrence of misconceptions associated with animism is illustrated with the example of research into ideas about atoms that we carried out in the Czech Republic on a set of pupils from one fourth class of an eight-year secondary grammar school and from six classes of the ninth grade from lower secondary schools as well as on a set of pre-service primary student teachers and bachelor’s students of natural sciences from several Czech universities. All participants of this study were quizzed on their understanding of the concept of an atom using a one-tier diagnostic test which included some of the most common misconceptions about atoms that have been identified in international education research. In this paper, we comment in detail on the results obtained from the respondents’ answers to two test items that were related to animism.

Our research has shown that especially pupils from lower secondary schools and also pre-service primary student teachers have many misconceptions about the atom associated with animism. Many of them are most likely related to the fact that pupils and students confuse atoms and cells and often atoms and molecules too. The most widespread misconceptions include the idea that when an animate being dies, the atoms cleave to simpler parts and those then create new atoms, and the idea that atoms cease to exist once an animate being decomposes.

Klíčová slova

základní škola, univerzita, miskoncepce, atom, animismus

Keywords

lower secondary school, university, misconception, atom, animism

ÚVOD

Miskoncepce v oblasti stavby hmoty byly předmětem již mnoha výzkumů (Griffiths & Preston, 1992; Harrison & Treagust, 1996; Driver et al., 2003; Stepans, 2003; Unver & Arabacioglu, 2015; Škoda & Doulík, 2006; Maunová, 2010 atd.). Ukázalo se, že mnohé miskoncepce týkající se pojmu atom jsou rozšířené nejenom mezi žáky základních a středních škol, ale lze se s nimi setkat i u studentů vysokých škol (Ayas et al., 2010; Karataş et al., 2013).

Atom je pojem, se kterým se žáci setkávají jak ve fyzice, tak v chemii; částicová stavba látek je součástí učiva vzdělávacího oboru fyzika i chemie v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (MŠMT, 2017, s. 66, 69). Obtížnost výuky tohoto pojmu spočívá v tom, že jde o značně abstraktní konstrukt; atom nelze vnímat lidskými smysly a nelze ho vidět ani pomocí jednoduchých přístrojů (např. lupy nebo mikroskopu). Při výkladu pojmu atom proto učitelé používají různé, více či méně vhodné modely, analogie a metafory (např. elektronový oblak, „rozmazaný“ elektron apod.), ale i různá antropomorfní vyjádření („atom si potřebuje doplnit elektrony“ atd.). Žáci si však často vytvářejí své vlastní modely a jejich představy se tak mohou značně lišit od představy atomu, kterou se jim snaží zprostředkovat jejich učitelé. Při výkladu pojmů z oblasti mikrosvěta navíc není často jednoduché volit takové vyučovací postupy, které by k vytváření a dalšímu upevňování různých mi-

skoncepcí nepřispívaly (Hejnová & Hejna, 2018). Miskoncepce jsou obvykle míněny představy, které jsou v rozporu s vědeckými poznatky, jež si děti vytvářejí na základě svých zkušeností s okolním světem (Mandíková & Trna, 2011). Představy o atomu a jeho stavbě si žáci vytvářejí zejména pod vlivem různých modelů a analogií, které jsou jim postupně předkládány během školní výuky ve fyzice a v chemii. K tomu ale přirozeně přistupují i jejich předchozí představy a zkušenosti s makrosvětem, které často jednoduše přenášejí i do oblasti mikrosvěta. Protože nelze přesně odlišit zdroje vzniku žákovských představ, používáme pro jednoduchost pro označení chybných nebo nepřesných představ slovo miskoncepce¹. V našem příspěvku se zaměřujeme na jednu z nejrozšířenějších miskoncepce, a to animismus, tj. představu, že atom je živý (má vlastnosti živých organismů) (Griffiths & Preston, 1992; Taber & Abdo, 2013). Četnost výskytu této miskoncepce ilustrujeme na příkladu výzkumu představ o atomech, který jsme provedli v České republice v roce 2017. Účastnili se ho žáci 9. ročníků ze šesti základních škol a jedné kvarty víceletého gymnázia, studenti učitelství pro 1. stupeň základní školy a studenti

¹ Tyto představy bývají také označovány jako prekoncepty, v české literatuře je často používán i termín naivní teorie dítěte (Průcha, Walterová & Mareš, 2009, s. 164–165). Zatímco prekoncepce se obvykle vztahují k určitému konkrétnímu fenoménu, naivní teorie bývají chápány jako rozsáhlejší struktury zahrnující nejen samotnou prekoncepti, ale i její zastrukturování a vazby s ostatními prekoncepce (Mandíková & Trna, 2011, s. 11).

bakalářských dvouoborových a jednooborových studií z několika různých univerzit.

Cílem příspěvku je ukázat, v jaké míře jsou miskoncepce spojené s animismem rozšířeny jak mezi žáky na konci základní školy, tak i mezi vysokoškolskými studenty. Zajímalo nás, v jaké míře mají chybné představy budoucí učitelé, abychom mohli identifikovat možné problémy v jejich budoucím působení na žáky. Výsledky tohoto výzkumu využijí s ohledem na mezioborový přesah jak učitelé fyziky, chemie a biologie na základních, středních a vysokých školách, tak i didaktici přírodovědných předmětů.

Podrobnější pojednání o nejčastějších miskoncepčních v oblasti atomistiky lze pak nalézt v přehledové studii Hejnová & Hejna (2018), ve které jsou zároveň ukázány paralely některých miskoncepčních (včetně animismu) k představám starověkých myslitelů, zejména řeckých atomistů. Na jejich myšlení také ilustrujeme, jak je znalost utváření historických předvědeckých teorií důležitá pro pochopení toho, jak pracuje současná věda a na jakém paradigmatu je založena.

NEJČASTĚJŠÍ MISKONCEPCE SPOJENÉ S ANIMISMEM

Animismem se ve své práci zabýval již Piaget, který ho definoval jako tendenci považovat předměty za živé a obdařené vůlí (Taber & Abdo, 2013). Pojem animismus budeme tedy ve shodě s Piagetem v dalším textu užívat ve smyslu tendence přisuzovat život a vědomí neživým objektům. Rozšířením animismu je pak antropomorfismus, o němž mluvíme tehdy, jsou-li neživým věcem přisuzovány lidské pocity a emoce. Animistické představy, které jsou hojně rozšířeny nejen u žáků, ale i u starších studentů, odkazují již ke starořecké-

mu názoru o všeobecné oduševnělosti hmoty (tzv. hýlozoismu), který vychází z myšlenky, že život je vlastní všem věcem přírody (Griffiths & Preston, 1992; Hejnová & Hejna, 2018). S antropomorfními představami se můžeme běžně setkat zejména u dětí v raném věku, kdy ještě nejsou schopny dokonale oddělit psychický svět od fyzického. V raných fázích jejich vývoje nedokáží rozpoznat jednoznačné hranice mezi svým „já“ a vnějším světem. Proto považují za živé a vědomé různé objekty, kterým dospělí lidé takovou vlastnost zpravidla nepřisuzují (Piaget, 1971).

Animistické představy u žáků i studentů byly identifikovány v mnoha výzkumech. Např. Griffiths & Preston (1992, s. 623) zjišťovali představy o animismu u středoškoláků. V jejich výzkumu se ukázalo, že více než polovina dotazovaných studentů věřila, že atom je živý. Objevila se i představa, že jen některé atomy jsou živé (např. pouze atomy živých organismů jsou živé). Když se výzkumníci dotazovali na vysvětlení, proč jsou atomy živé, deset studentů ze třiceti se domnívalo, že jsou živé, protože se pohybují.

Podobně i Harrison a Treagust (1996) ve svém výzkumu ukázali, že někteří žáci ve věku 13–16 let zastávali představu, že atomy jsou živé. Tato představa se objevila u 10 žáků ze 48 dotazovaných žáků, což byla zhruba pětina. Tito žáci si atom často představovali jako „něco, co žije“, často také jako buňku nebo jako něco, co se chová účelně (teleologický pohled). Ve dvou případech se objevila i představa, že atom se může reprodukovat (může růst a dělit se). Podobně jako v předchozím výzkumu si žáci také mysleli, že neživé věci jsou složeny z atomů a živé věci jsou tvořeny rostlinnými nebo živočišnými buňkami. Ve výzkumu byla také identifikována představa, že jádro atomu považují žáci za jakési kontrolní centrum, které řídí „aktivity atomu“.

Zajímavá animistická představa se objevila také v mezinárodním výzkumu TIMSS² (Palečková, Tomášek & Straková, 1997), který byl v České republice realizován v roce 1995. V něm byla zařazena úloha, co se stane s atomy po smrti. Téměř polovina žáků 8. ročníku zastávala představu, že když živočich zemře, atomy se rozštěpí na jednodušší části a ty pak vytvoří nové atomy. Zhruba pětina si pak myslela, že atomy přestanou existovat, jakmile se živočich rozloží. Necelá desetina si myslela, že se atomy přestanou pohybovat. Průměrná úspěšnost této úlohy byla u žáků 8. ročníku 22,4 %, přičemž zajímavý byl velký rozdíl mezi úspěšností dívek (17,4 %) a chlapců (27,0 %).

Lemma (2013) ve svém výzkumu zjistil, že 90 % mylných představ žáků na druhém stupni základní školy má významnou korelaci s mylnými představami učitelů. Vysoký výskyt chybných představ mezi žáky a studenty naznačuje, že sami učitelé mohou mít stejné mylné představy. Také mnohé další studie (např. Kokkotas, Vlachos, & Koulaidis, 1998; Valanides, 2000; Unver & Arabacioglu, 2015; Aydeniz, Bilican, & Kirbulut, 2017) ukázaly, že budoucí učitelé mají v oblasti částicové stavby látek mnoho mylných představ, které mohou podporovat přetrvávání podobně chybných představ u dalších generací žáků vyučovaných těmito učiteli.

METODOLOGIE VÝZKUMU

Následující odstavce se zaměřují na způsob zjišťování antropomorfních představ žáků a studentů a na popis výzkumného souboru.

Jednou z podmínek výzkumu bylo, aby šetření bylo realizovatelné hromadným testováním. Ke zjišťování představ žáků a studentů jsme proto využili test, který byl sestaven ze 14 otázek. Re-

spondenti v něm vybírali vždy jednu odpověď ze čtyř nabízených možností a měli také možnost u každé úlohy doplnit vlastní odpověď. Do jednotlivých testových položek byly zahrnuty nejčastější miskoncepce v oblasti atomistiky. Pretest byl proveden v jedné kvartě osmiletého gymnázia a byl také zadán několika vysokoškolským studentům. Formulace některých otázek byly poté modifikovány. Ostrou verzi testu jsme zadávali žákům v květnu a červnu 2017, studentům pak v říjnu 2017. Na jeho řešení měli žáci i studenti přibližně 20 minut času. Úplné zadání testu lze nalézt v Hejnová & Hejna (2018).

Níže uvádíme zadání dvou úloh, které byly zaměřeny na antropomorfní představy o atomech. Jednalo se o úlohu č. 2 a 3. Odpovědi na tyto dvě otázky, které jsme získali od jednotlivých skupin respondentů, budeme v dalším textu podrobně komentovat.

Úloha č. 2

Jsou atomy živé?

- a) Ano, protože atomy mohou růst a dělit se.
- b) Ne, atomy nemají vlastnosti živých organismů.
- c) Ano, atomy jsou živé, protože se pohybují.
- d) Živé jsou pouze atomy živých organismů.
- e) Jiná odpověď:

Úloha č. 3

Živočichové se skládají z mnoha atomů. Co se s těmito atomy stane potom, co živočich zemře?

- a) Atomy se přestanou pohybovat.
- b) Atomy se vrátí zpět do prostředí.
- c) Když živočich zemře, atomy se rozštěpí na jednodušší části a ty pak vytvoří nové atomy.
- d) Atomy přestanou existovat, jakmile se živočich rozloží.
- e) Jiná odpověď:

² The third international research on education in mathematics and sciences (*Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání*).

Výzkumný soubor

Našeho výzkumu se zúčastnilo 170 14–15letých žáků 9. ročníků ze šesti základních škol (ZŠ) a jedné kvarty víceletého gymnázia (G) v Ústeckém kraji, Moravskoslezském kraji a v Praze. I když se děti setkávají s prvními modely atomu zpravidla ve fyzice již v 6. ročníku základní školy, učivo týkající

se stavby látek, atomové a jaderné fyziky je nejčastěji zařazeno v chemii do 8. ročníku, ve fyzice pak zpravidla do 9. ročníku. Představy žáků jsme proto zjišťovali na konci 9. ročníku v květnu a červnu, kdy již bylo možné v oblasti atomistiky předpokládat ucelenější poznatky. Struktura žáků, kteří se účastnili našeho výzkumu, je přehledně uvedena v **Tab. 1**.

Skupina	ŽÁCI			Celkem
	Praha	Ústecký kraj	Moravskoslezský kraj	
ZŠ	47	74	19	140
G	–	30	–	30
Celkem	47	104	19	170

Tab. 1 Struktura výzkumného souboru žáků

Pro srovnání nás dále zajímalo, v jaké míře přetrvávají miskoncepce u některých skupin vysokoškolských studentů. Proto jsme podobný výzkum provedli také u budoucích učitelů pro 1. stupeň základní školy na Pedagogické fakultě Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (UJEP) a na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity v Brně (MU). Studenti navštěvovali první, druhý nebo třetí ročník pětiletého magisterského studia.

Testové úlohy dále řešili studenti prvního ročníku bakalářského studia na UJEP, kteří studují dvouoborová studia. Jednalo se vždy o kombinaci některého přírodovědného předmětu (fyzika, matematika, chemie, biologie, geografie) s druhým předmětem (buď dalším přírodovědným předmětem nebo s informatikou, resp. angličtinou). Po absolvování dvouoborových studií pak tito studenti zpravidla pokračují magisterským studiem učitelství. Pro srovnání jsme test

zadali také studentům Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy (MFF), kteří také studovali první ročník bakalářského dvouoborového studia, v tomto případě to byla vždy fyzika v kombinaci s matematikou.

Poslední skupinu v našem výzkumu tvořili studenti prvního ročníku bakalářského studia jednooborových přírodovědných oborů na UJEP, konkrétně se jednalo o studijní obory Biologie, Toxikologie a analýza škodlivin a Aplikované nanotechnologie. Struktura studentů z jednotlivých univerzit je uvedena v **Tab. 2**.

Skupina	STUDENTI			Celkem
	Učitelství pro 1. st. ZŠ	Dvouoborová studia	Jednooborová studia	
UJEP	96	14	32	142
MU	101	–	–	101
MFF	–	14	–	14
Celkem	197	28	32	257

Tab. 2 Struktura výzkumného souboru studentů

Zpracování dat

Statistické vyhodnocení dat bylo provedeno v programech MS Excel 2007 a STATISTICA 13.3 (StatSoft, Inc., 2017). Pro posouzení statistické významnosti rozdílů mezi četnostmi odpovědí v porovnávaných skupinách byl užít dvouvýběrový test populačních pravděpodobností s jednostrannou alternativou. Statistickou významnost jsme testovali na hladině významnosti $p = 0,05$. Rozdíly mezi skupinami byly považovány za statisticky významné, pokud dosažená hladina testu (p) byla menší než zvolená 5% hladina významnosti, tj. $p < 0,05$.

VÝSLEDKY

Z Tab. 2 je zřejmé, že náš výzkumný soubor byl značně rozmanitý, a to jak z hlediska věku respondentů, jejich početního zastoupení v jednotlivých skupinách, tak i s ohledem na jejich studijní zaměření. Pro spolehlivější porovnání výsledků jsme proto celý soubor rozdělili na šest víceméně homogenních skupin.

Soubor žáků jsme rozdělili na žáky ze základních škol (ZŠ) a z gymnázia (G), neboť jejich výsledky se u mnohých otázek statisticky významně lišily. Vysokoškolské studenty jsme rozdělili do čtyř skupin. První skupinu tvořili budoucí učitelé pro 1. stupeň základní školy (U 1. st.), neboť výsledky studentů z obou vysokých škol (UJEP i MU) byly srovnatelné, vesměs se mezi nimi nevyskytovaly žádné statisticky významné rozdíly. U dvouoborových studentů jsme sledovali zvláště výsledky studentů z UJEP (U PřF) a z MFF (U MFF), neboť se vzhledem k různým kombinacím aprobačních předmětů tyto skupiny výrazněji lišily. Poslední sledovanou skupinou byli studenti jednooborových studií z UJEP, kteří nebyli primárně zaměřeni na studium učitelství (NeU PřF).

Přehled skupin, jejich označení, které budeme v dalším textu používat, a počty respondentů v jednotlivých skupinách jsou pro přehlednost uvedeny v Tab. 3.

Skupina	Označení skupiny	Počet respondentů
Žáci ze základních škol	ZŠ	140
Žáci z nižšího gymnázia	G	30
Studenti učitelství pro 1. stupeň základních škol	U 1. st.	197
Studenti bakalářských dvouoborových studií na PřF UJEP	U PřF	14
Studenti bakalářských dvouoborových studií na MFF UK	U MFF	14
Studenti bakalářských jednooborových studií na PřF UJEP	NeU PřF	32

Tab. 3 Přehled skupin respondentů

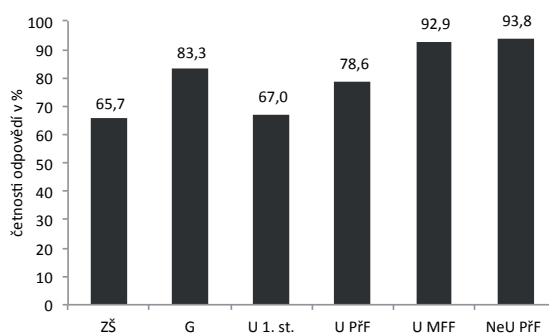
V dalším textu uvádíme četnosti výskytu správných odpovědí a jednotlivých miskoncepceí u všech sledovaných skupin, které se účastnily našeho výzkumu.

Výsledky úlohy č. 2 Živé atomy

Věnujme nejprve pozornost úloze č. 2 Živé atomy. V **Grafu 1** jsou znázorněny četnosti správných odpovědí, které jsme u jednotlivých skupin zaznamenali. Na otázku „Jsou atomy živé“ jsme považovali za správnou³ odpověď (2b) „Ne, atomy nemají vlastnosti živých organismů.“

Úspěšnost všech skupin byla u této otázky poměrně vysoká. Nejnižší úspěšnost byla podle očekávání u žáků ze základních škol. Mezi jejich výsledky a výsledky žáků z gymnázia byl zaznamenán významný statistický rozdíl ($p = 0,030$). Naproti tomu je poměrně překvapující, že mezi výsledky žáků ZŠ a U 1. st. se žádný statisticky významný rozdíl neprokázal ($p = 0,402$). Mezi vysokoškolskými studenty byla nejúspěšnější skupina NeU PřF a U MFF.

³ S ohledem na možné zkomplikování situace různými úvahami, neoznačujeme odpověď jako správnou, ale jako (z vědeckého hlediska) „nejpřijatelnější“.



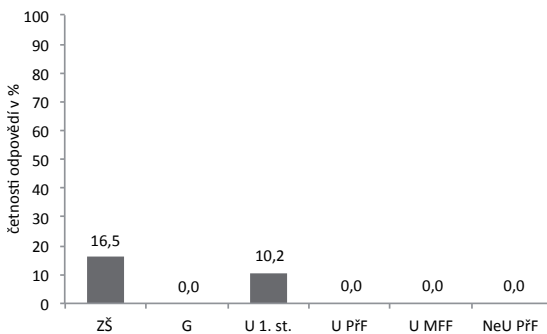
Graf 1 Relativní četnosti správné odpovědi (2b) „Ne, atomy nemají vlastnosti živých organismů.“

Nyní se budeme věnovat četnosti výskytu sledovaných miskoncepceí v testovaných skupinách žáků a studentů. V otázce č. 2 byly zahrnuty tři miskoncepce:

1. Atomy jsou živé, protože mohou růst a dělit se. (2a)
2. Atomy jsou živé, protože se pohybují. (2c)
3. Živé jsou pouze atomy živých organismů. (2d)

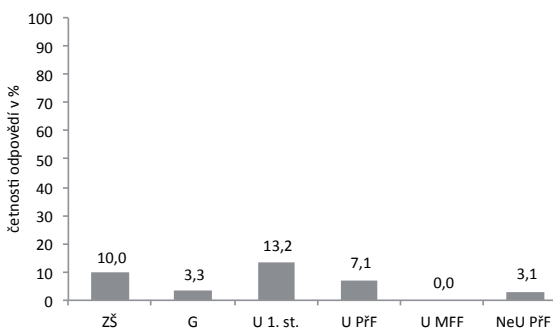
Největší výskyt jsme zaznamenali u miskoncepce (2a) „Atomy jsou živé, protože mohou růst a dělit se.“, ale bylo tomu tak zejména u skupiny ZŠ a U 1. st. (viz **Graf 2**). U obou těchto skupin přesahuje četnost výskytu této miskoncepce 10%, její výskyt lze proto považovat za významný (Tan et al., 2002). V četnostech odpovědí se ale obě sku-

piny významně statisticky liší ($p = 0,044$), žáci ze základních škol zastávají tuto miskoncepci významně častěji. Je zajímavé, že u ostatních skupin respondentů se tato miskoncepce vůbec neobjevila.



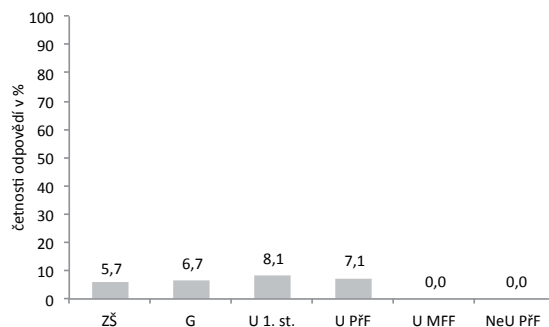
Graf 2 Relativní četnosti miskoncepce (2a) „Atomy jsou živé, protože mohou růst a dělit se.“

Také miskoncepce (2d) „Živé jsou pouze atomy živých organismů.“ je významněji rozšířena u skupiny ZŠ a U 1. st. (viz Graf 3), mezi četnostmi jejich odpovědí se neprokládal žádný statisticky významný rozdíl ($p = 0,185$). Tato představa se navíc v menší míře objevila i u všech ostatních skupin (kromě skupiny U MFF). Výskyt v těchto skupinách byl ale marginální, tuto odpověď volil vždy pouze jeden respondent.



Graf 3 Relativní četnosti miskoncepce (2d) „Živé jsou pouze atomy živých organismů.“

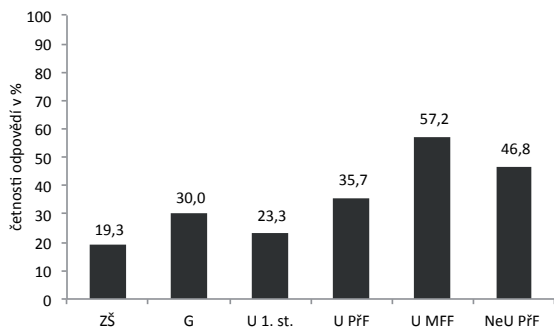
Nejméně rozšířená je pak miskoncepce (2c) „Atomy jsou živé, protože se pohybují“. U této miskoncepce nepřesáhla relativní četnost u žádné ze skupin 10 % (viz Graf 4). Překvapivé ale je, že představa živých pohybujících se atomů se vyskytla v největší míře u skupiny U 1. st., kde tuto odpověď zvolilo 16 studentů.



Graf 4 Relativní četnosti miskoncepce (2c) „Atomy jsou živé, protože se pohybují.“

Výsledky úlohy č. 3 *Atomy po smrti*

Významný výskyt dalších miskoncepí spojených s animismem, a to u většiny sledovaných skupin, jsme zaznamenali zejména u otázky č. 3. V Grafu 5 jsou graficky znázorněny četnosti správných odpovědí pro jednotlivé sledované skupiny respondentů. Na otázku „Co se stane s atomy potom, co živých zemře?“ jsme považovali za správnou odpověď (3b) „Atomy se vrátí zpět do prostředí.“



Graf 5 Relativní četnosti správné odpovědi (3b) „Atomy se vrátí zpět do prostředí.“

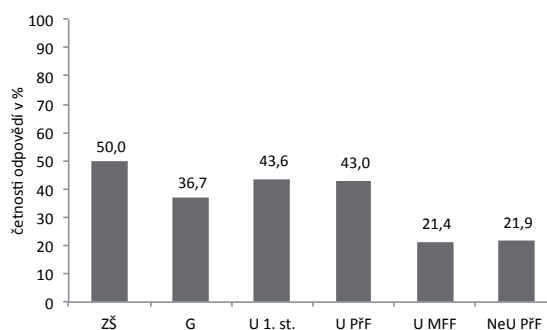
Ve srovnání s otázkou č. 2 Živé atomy byla v tomto případě úspěšnost všech skupin respondentů výrazně nižší. Nejnížší úspěšnost jsme zaznamenali u žáků ZŠ. Mezi jejich výsledky a výsledky žáků z gymnázia však nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ($p = 0,097$). Druhou nejnížší úspěšnost pak měla skupina U 1. st., lze ji považovat za srovnatelnou s výsledky žáků ze základních škol a gymnázia.

Mezi vysokoškolskými studenty byla nejspěšnější skupina U MFF, nicméně i u těchto studentů byla úspěšnost poměrně nízká. Výsledky této skupiny nejsou významně statisticky odlišné ani od skupiny U PřF ($p = 0,127$), ani od skupiny NeU PřF ($p = 0,258$).

Dále se budeme věnovat četnosti výskytu miskoncepcí u jednotlivých skupin respondentů. V nabídnutých odpovědích u otázky č. 3 byly zahrnuty tři miskoncepce:

1. Když živočich zemře, atomy se přestanou pohybovat. (3a)
2. Když živočich zemře, atomy se rozštěpí na jednodušší části a ty pak vytvoří nové atomy. (3c)
3. Atomy přestanou existovat, jakmile se živočich rozloží. (3d)

Největší výskyt jsme zaznamenali u miskoncepce (3c) „Když živočich zemře, atomy se rozštěpí na jednodušší části a ty pak vytvoří nové atomy.“ (viz Graf 6). U této miskoncepce navíc platí, že tomu tak bylo u všech sledovaných skupin. Lze říci, že výsledky prvních čtyř skupin jsou srovnatelné. Podstatně lépe (i když s ohledem na malý rozsah skupin vesměs ne významně statisticky lépe) si vedla jen skupina U MFF a NeU PřF, jejichž výsledky jsou prakticky stejné.



Graf 6 Relativní četnosti miskoncepce (3c) „Když živočich zemře, atomy se rozštěpí na jednodušší části a ty pak vytvoří nové atomy.“

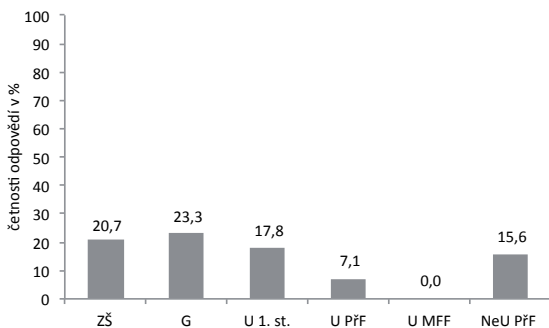
Druhou nejrozšířenější miskoncepcí je představa (3d) „Atomy přestanou existovat, jakmile se živočich rozloží.“ (viz Graf 7). Ve skupinách ZŠ, G a U 1. st. zvolila tuto odpověď vždy zhruba pětina respondentů. Překvapivé je poměrně silné zastoupení této představy u skupiny NeU PřF, kde tuto odpověď zvolilo pět studentů.

DISKUZE

Některé výše uvedené miskoncepce spojené s animismem (např. (2a) „*Atomy jsou živé, protože mohou růst a dělit se.*“, (2d) „*Atomy přestanou existovat, jakmile se živočich rozloží.*“ nebo (3a) „*Když živočich zemře, atomy se přestanou pohybovat.*“) souvisí velmi pravděpodobně s tím, že žáci, a jak se bohužel ukázalo i někteří vysokoškolsí studenti, zaměňují atomy a buňky. To souvisí zřejmě s tím, že atomy mají podobně jako buňka také jádro a obal, který jádro chrání. Pro ilustraci miskoncepce (2d) uveďme odpověď jednoho žáka základní školy: „*Zvíře, které zemře, tak se pomalu rozkládá a mizí, stejně tak atomy v jeho těle.*“

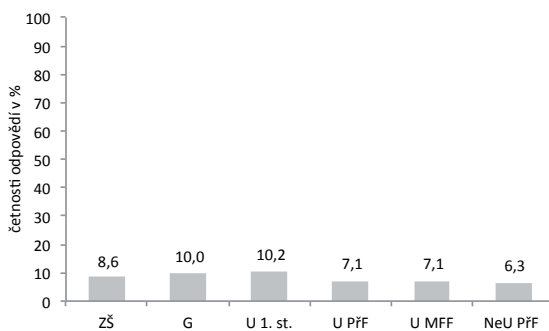
Zaměňování atomů a buněk naznačuje, že u žáků zřejmě dochází k tzv. proaktivní interferenci v přenosu učení (Sternberg, 2002, s. 226), tj. žáci se nejprve ve výuce setkávají s buňkou a to, co se o ní dozvědí, přenášejí jednoduše také na atomy. Při výuce je proto třeba jasně rozlišovat mezi jádrem buňky a jeho funkcemi a jádrem atomu a zdůrazňovat zejména významné odlišnosti atomu a buňky (například, že elektrony netvoří pevný obal kolem jádra nebo že atom po smrti živočicha nezaniká).

Jako nejsilnější miskoncepce, a to u všech skupin respondentů, se ukázala představa (3c) „*Když živočich zemře, atomy se rozštěpí na jednodušší části a ty pak vytvoří nové atomy.*“ To může poukazovat jak na zaměňování atomu a buňky, tak i na časté zaměňování atomu a molekuly (Karataş et al., 2013, s. 236). Zde je nutné zmínit, že přenesení závěrů z našeho výzkumu na celou populaci žáků nebo studentů může být v některých případech do určité míry neoprávněné (např. s ohledem na malý rozsah souboru respondentů v dané skupině). Nicméně se u této představy ukázalo, že výsledky našeho výzkumu velmi dobře korespondují



Graf 7 Relativní četnosti miskoncepce (3d) „*Atomy přestanou existovat, jakmile se živočich rozloží.*“

Nejméně frekventovaná byla mezi respondenty miskoncepce (3a) „*Když živočich zemře, atomy se přestanou pohybovat.*“ (Graf 8). Nicméně v každé skupině se objevil vždy někdo, kdo tuto odpověď zvolil, u skupiny G a 1. st. ZŠ se jedná dokonce o četnost výskytu, kterou lze podle Tana et al. (2002) již považovat za významnou.



Graf 8 Relativní četnosti miskoncepce (3a) „*Když živočich zemře, atomy se přestanou pohybovat.*“

s výsledky výzkumu TIMSS, kde představu (3c), podobně jako v našem výzkumu, zastávala zhruba polovina žáků základní školy. Podobně úzce spolu korespondují výsledky žáků i u dalších dvou miskoncepcí (3a) a (3d).

Otázky týkající se animismu, které jsme položili žákům a studentům, nebývají ve výuce příliš běžné. Proto se žáci i studenti při výběru odpovědi často uchylují k různým chybným, někdy až bizarním představám. Například u otázky č. 3 představují odpovědi žáků základních škol týkající se miskoncepce spojených se změnou atomů po smrti (rozpad, zánik nebo zastavení pohybu atomů) téměř 79 % všech odpovědí, u studentů učitelství pro 1. stupeň základní školy je to pak téměř 72 %. Značný výskyt miskoncepce u budoucích učitelů pro primární vzdělávání je poměrně alarmující. I když lze předpokládat, že se vesměs jedná o studenty, kteří jsou orientovaní spíše humanitně, přece jen se jedná o budoucí učitele, kteří budou nejmladší žáky učit základům přírodních věd. Poměrně značné zastoupení některých miskoncepce (zejména u otázky č. 3) jsme ale zaznamenali i u skupin přírodovědně zaměřených studentů. Zejména dvouoboroví studenti by si měli častěji mylné představy uvědomovat, a to zejména s ohledem na jejich další možné pedagogické působení na žáky.

ZÁVĚR

Náš výzkum ukázal, že zejména žáci základních škol, ale i budoucí učitelé pro 1. stupeň základní školy mají v souvislosti s pojmem atom mnoho chybných představ spojených s animismem. Různé modely a analogie, které učitelé při výkladu pojmu atom používají, jsou často velmi složité. Žáci si pak na jejich základě nezdědka vytvářejí své vlastní představy a alternativní modely, které lépe vyhovují jejich předchozím zkušenostem s tím, jak svět kolem nich funguje. Jak se v našem výzkumu ukázalo, mnohé chybné představy pak mohou (zejména u běžné populace) přetrvávat až do dospělého věku. Kromě vlastních představ žáků může být zdrojem miskoncepce i nevhodně pojatá výuka. Také učitelé mohou zastávat různé miskoncepce a přispívat tak k vytváření nebo upevňování chybných představ u svých žáků, které není jednoduché vyvrátit a nahradit těmi správnými. Jako nejvhodnější se jeví cesta postupného modelování (Mandíková & Trna, 2011), kdy si žáci vytvářejí správné představy o mikrosvětě postupně a přiměřeně jejich schopnostem osvojit si různé modelové a abstraktní představy. Je proto velmi důležité, aby se učitel při své výuce snažil získávat od žáků průběžnou zpětnou vazbu, například pomocí vhodně volených otázek zaměřených na typické mylné představy.

Literatura

- AYAS, A., ÖZMEN, H., & ÇALIK, M. (2010). Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter at Secondary and Tertiary Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 165–184. <http://dx.doi.org/10.1007/s10763-009-9167-x>
- AYDENIZ, M., BILICAN, K., & KIRBULUT, Z. D. (2017). Exploring Pre-Service Elementary Science Teachers' Conceptual Understanding of Particulate Nature of Matter through Three-Tier Diagnostic Test. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(3), 221–223. <https://doi.org/10.18404/ijemst.296036>
- DRIVER, R. et al. (2003). *Making Sense of Secondary Science*. New York: Routledge Falmer. <https://doi.org/10.4324/9780203978016>

- GRIFFITHS, A. K. & PRESTON, K. P. (1992). Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611–628. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290609>
- HARRISON, A. G. & TREAGUST, D. F. (1996). Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. *Science Education*, 80(5), 509–534. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F)
- HEJNOVÁ, E. & HEJNA, D. (2018). Miskoncepce žáků o atomech v kontextu představ starověkých myslitelů o stavbě hmoty. *Scientia in educatione*, 9(2), 22–43. <https://doi.org/10.14712/18047106.1176>
- KARATAŞ, F., ÜNAL, S., DURLAND, G., & BODNER, G. (2013). What Do We Know About Students' Beliefs? Changes in Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter from Pre-instruction to College. In G. Tsapralis and H. Sevian (eds.) *Concepts of Matter in Science Education*, 231–247. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5914-5_11
- KOKKOTAS, P., VLACHOS, I., & KOULALIDIS, V. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, 20(3), 291–303. <http://dx.doi.org/10.1080/0950069980200303>
- LEMMA, A. (2013). A diagnostic assessment of eighth grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. *African Journal of Chemical Education*, 3(1), 39–59. Dostupné z: <https://www.ajol.info/index.php/ajce/article/view/84852>
- MANDÍKOVÁ, D. & TRNA, J. (2011). Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky, Brno: Paido.
- MAUNOVÁ, K. (2010). Žákovské představy a pojetí učiva (rigorózní práce). Nepublikováno. Západočeská univerzita, Plzeň. Dostupné z: <https://kof.zcu.cz/st/rz/prace/maunova.pdf>
- MŠMT (2017). Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Praha: MŠMT. Dostupné z: http://www.msmt.cz/file/43792_1_1/
- PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V., & STRAKOVÁ, J. (1997). *Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání (Výsledky žáků 7. a 8. ročníků – Přírodovědné předměty)*. Praha: ÚIV.
- PIAGET, J. (1971). *The child's conception of the world*. London: Routledge & Kegan Paul LTD. Dostupné z: <https://archive.org/details/childsconception01piag/page/n7/mode/2up>
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., & MAREŠ, J. (2009). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- StatSoft, Inc. (2013). Statistica (data analysis software system), version 13.3. <http://statistica.io>
- STEPANS, J. (2003). *Targeting Students' Science Miskonceptions*. Tampa: Showboard.
- STERBERG, R. J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.
- ŠKODA, J. & DOULÍK, P. (2006). Výzkum dětských pojetí vybraných přírodovědných fenoménů z učiva fyziky a chemie na základní škole. *Pedagogika*, 56(3), 231–245.
- TABER, K. S. & ABDU, K. (2013). Developing Chemical Understanding in the Explanatory Vacuum: Swedish High School Students' Use of an Anthropomorphic Conceptual Framework to Make Sense of Chemical Phenomena. In G. Tsapralis and H. Sevian (eds.) *Concepts of Matter in Science Education*, 347–370. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5914-5_17
- TAN, K. C. D., GOH, N. K., CHIA, L. S., & TREAGUST, D. F. (2002). Development and Application of a Two-tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding of Inorganic Chemistry Qualitative Analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 283–301. <https://doi.org/10.1002/tea.10023>

- UNVER, A. O. & ARABACIOGLU, S. (2015). Helping Pre-service Science Teachers to understand Atomism Through Observations and Experiments. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 64–84.
- VALANIDES, N. (2000). Primary Student Teachers' Understanding of the Particulate Nature of Matter and its Transformations during Dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(2), 249–262. <http://dx.doi.org/10.1039/A9RP90026H>