

biológia ekológia chémia



časopis pre školy
ročník 23, číslo 3, 2019

biológia ekológia chémia

časopis pre školy
ročník 23
číslo 3
2019

ISSN 1338-1024

rubriky

DIDAKTIKA PREDMETU

návrhy na spôsob výkladu učiva,
interpretovanie skúseností z
vyučovania, organizovanie exkurzií,
praktických cvičení a pod.

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

odborné vedecké články, najnovšie
vedecké objavy, nové odborné
publikácie a pod.

NOVÉ UČEBNICE

nové učebnice z biológie, ekológie,
chémie

INFORMUJEME A PREDSTAVUJEME

rozličné aktuálne informácie z rôznych
podujatí v oblasti školstva, informácie
z MŠ SR, z vedeckých inštitúcií, študijné
smery, odbory univerzít v SR, vedecké
pracoviská, uplatňovanie absolventov

NAPÍSAĽI STE NÁM

námety, otázky čitateľov

OLYMPIÁDY A MIMOŠKOLSKÉ AKTIVITY

informácie o biologických a chemických
olympiádach, podnety na samostatnú
a záujmovú prácu žiakov mimo
vyučovacieho procesu

RECENZIE

posúdenie nových publikácií z odborov

OSOBNOSTI A VÝROČIA

profil osobností z chemických
a biologických vied, jubileá

NÁZORY A POLEMIKY

diskusie z korešpondencie čitateľov

NÁPADY A POSTREHY

rozličné námety použiteľné vo vyučovaní,
pripomienky k učebniciam, možnosti
používania alternatívnych učebníc,
iných pomôcok, demonštrovanie pokusov
a pod.

PREČÍTALI SME ZA VÁS

upozornenie na zaujímavé články,
knihy, weby

vydavateľ

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Priemyselná 4
P. O. BOX 9
918 43 Trnava



redakcia

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Katedra chémie

editor čísla

PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

redakčná rada

prof. RNDr. Jozef Halgoš, DrSc.
prof. RNDr. Marta Kollárová, DrSc.
prof. RNDr. Eva Miadoková, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Záhradník, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
prof. RNDr. Miroslav Prokša, CSc.
doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.
doc. RNDr. Zlatica Orsághová, CSc.
doc. Ing. Ján Reguli, CSc.
doc. RNDr. Ľudmila Slováková, CSc.
doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.
doc. RNDr. Jozef Tatiersky, PhD.
doc. RNDr. Ivan Varga, PhD.
PhDr. Jana Višňovská

Časopis Biológia, ekológia, chémia
vychádza štvrťročne a je bezplatne
prístupný na stránkach
<http://bech.truni.sk/>

ISSN 1338-1024



obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

4

Evaluace badatelských aktivit

Kateřina Trčková, Dana Kričaluši

9

Rozvoj matematického myslenia v chemickom vzdelávaní

Katarína Szarka, György Juhász

17

Fenoly v experimentální práci učitelů chemie

Václav Richtr, Kristýna Nová

22

Pohybové aktivity vo výučbe biológie

Ivana Slepáková, Anna Mišianiková

25

Botanická záhrada ako priestor pre aktívne bádanie žiakov

Andrea Lešková, Zuzana Compeľová, Andrea Fridmanová

NÁPADY A POSTREHY

30

Námety výskumne ladených aktivít (IBSE) z organickej chémie pre ISECD 2 (II. časť)

Katarína Kotuláková, Ľubomír Held, Simona Polláková, Simona Tarajová

36

Aktívne vzdelávacie prístupy – využitie interdisciplinárnych vzťahov v príprave budúcich učiteľov chémie a biológie

Renata Bellová

recenzenti

Mgr. Jana Bronerská, PhD.

doc. PaedDr. Elena Čipková, PhD.

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.

prof. Ing. Karel Kolář, CSc.

prof. RNDr. Miroslav Prokša, CSc.

doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.

Evaluace badatelských aktivit

Kateřina Trčková¹
Dana Kričfaluší²

^{1,2}Katedra chemie
Přírodovědecká fakulta
Ostravská univerzita
30. dubna 22, 701 03 Ostrava
Česká republika

¹katerina.trckova@osu.cz

²dana.kricfalus@osu.cz

Evaluation of inquiry-based activities

Abstract

During the pre-research, feedback was collected by direct observation of pupils groups, analysis of completed worksheets and self-reflective questionnaires. It was found that pupils have a problem with formulation of research problems and observation conclusions. Tasks requiring complex thought operations (table analysis of samples) and manual dexterity (multi-component blending) were the most problematic. In order to compare the quality of the solution of individual tasks, the methodology of worksheet evaluation and self-assessment card for the pupil was prepared for own research. All elements of the assessment were compared for each group of pupils and will be subjected to further comparisons during the testing of other inquiry tasks.

Key words

inquiry tasks, self-reflective questionnaires, worksheet evaluation, self-assessment card

Úvod

K problematickým oblastem při aplikaci badatelské metody do praxe patří její nejasná metodologie evaluace. Tento pojem má ve vědecké terminologii obecný význam „hodnocení“ (Průcha a kol. 2013), které využívá pozorování žáků během řešení badatelských úloh, vyjádření žáků a učitelů a analýzu vzdělávacích výsledků (tj. zpravidla pracovních listů a dotazníků). Problematickou hodnocení badatelských úloh se zabývají případové studie Kireš a kol. (2016), Rokos a Vomáčková (2017). Ganajová (2016) využívá formativní hodnocení, které poskytuje žákům zpětnou vazbu o nedostacích a jejich případném odstranění (Průcha a kol., 2013). Hodnocením řady aspektů souvisejících s řešením badatelských úloh žáky se zabývaly i autorky článku, který popisuje vývoj přístupů k této problematice. Stěžejní fáze hodnocení lze shrnout následovně: Na základě analýzy pracovních listů, seberefektivních dotazníků a sebehodnotících karet bylo prováděno hodnocení, tzv. akční výzkum, ze kterého jsou postupně vyvozovány další kroky ke zlepšení navržené metodologie. Srovnáváním současných výkonů skupin žáků s jejich výkony minulými lze hodnotit jejich osobní vývoj. Hodnocení poskytuje zpětnou vazbu všem účastníkům vzdělávacího procesu a je-li správně realizováno, motivuje žáky k další práci, ukazuje jim jejich silné i slabé stránky (Čapek, 2015). Sebehodnocením se žák učí poznávat své schopnosti, analyzovat vlastní chyby, řídit vlastní učební činnost,

uvědomovat si vlastní vývoj (Vališová, Kasíková a kol., 2007). Během implementace badatelských aktivit do praxe byly shromažďovány poznatky (Trčková a Kričfaluší, 2019), na jejichž základě byly postupně zdokonalovány jednotlivé evaluační nástroje.

Předvýzkum

Během předvýzkumu byla navržena struktura pracovních listů badatelských úloh a evaluační nástroje (Kireš a kol., 2016). Připravené úlohy byly ověřovány v období 12/2017, 1/2018 a 4/2018 v rámci tzv. Badatelských dnů (BD) určených pro žáky 8. ročníku ZŠ a odpovídajících ročníků gymnázií ve třech laboratořích na katedře chemie PřF OU. V jednom BD byly ověřeny vždy tři úlohy, které byly zaměřeny na dělení směsí, analýzu látek a určování pH. Během realizace badatelských aktivit žáky, prováděli studenti učitelství jejich pozorování a následný zápis zjištěných kompetencí do připravených pozorovacích archů. Analýzou pozorovacích archů a pracovních listů byly identifikovány problémy, se kterými se žáci během řešení úloh potýkají. Jsou to především:

- 1) Čtení s porozuměním.
- 2) Manuální zručnost.
- 3) Řešení problémových situací.
- 4) Propojení teorie s praxí a interdisciplinarita.
- 5) Zápis výsledků pozorování.

Na konci BD bylo provedeno mezi žáky dotazníkové šetření formou grafické evaluace s grafickými emotikony a hitace, která využívá hodnocení školní známkou. Ke zjištění podrobnějších údajů o realizaci a hodnocení badatelských aktivit byl sestaven pro 1. výzkumné šetření Seberefektivní dotazník, který zahrnoval otevřené otázky a podobal se strukturovanému rozhovoru (Trčková, Kričfaluší, 2018). Analýzou dotazníkových položek byly zjištěny pozitivní a negativní komentáře k Badatelsky orientované výuce (BOV), které se staly zdrojem pro formulaci konkrétních dichotomických otázek dotazníku pro 2. výzkumné šetření. Původní škála ano/ne byla doplněna položkou pro vyjádření vlastního názoru „Jiné“. Pracovní listy žáků byly hodnoceny i podle dosažené úrovně bádání. Bylo zjištěno, že žáci dovedou naplánovat postup řešení problému, ale nedokážou

popsat výsledky bádání. Bylo nutné navrhnout odpovídající metodiku hodnocení pracovních listů a na základě bodového hodnocení provádět srovnání jednotlivých pracovních minitýmů a rozvoje jejich dovedností během bádání.

První výzkumné šetření

První výzkumné šetření bylo realizováno v období 9/2018. Pro účely tohoto výzkumného šetření (Trčková a Kričfaluši, 2018) byla provedena úprava původního pracovního listu (PL) a připraven *Seberefektivní dotazník* (SRD). Do zadání PL byla doplněna položka „Formulace výzkumného problému“. Nově bylo navrženo hodnocení badatelských úloh, které zahrnovalo položky badatelská úroveň, týmová spolupráce, čas realizace úlohy a položky PL (Tab. 1).

Před realizací výzkumného šetření byl vytvořen systém hodnocení badatelské úrovně žáků. Na začátku testování badatelské úlohy byl rozdán minitýmům PL se zadáním čtvrté (nejvyšší) úrovně tzv. otevřeného bádání zahrnující pouze motivační text. Do PL žáci doplňovali výzkumné otázky, hypotézu, postup a výsledky pozorování. Po 10 minutách řešení úlohy proběhla kontrola minitýmů lektory. Při neúspěšném řešení 4. úrovně byla snížena úroveň bádání na 3 a původní zadání doplněno o výzkumné otázky. Po dalších 10 minutách proběhla znovu kontrola a v případě, že žáci nezačali úlohu řešit, byla úroveň snížena na 2 a původní zadání doplněno ještě o postup řešení. Po dalších 10 minutách proběhla poslední kontrola a v případě zjištění problémů byla snížena badatelská úroveň až na 1 a zadání doplněno o rozpracované výsledky řešení. Za dosaženou badatelskou úroveň byly přiděleny body (Tab. 1).

Tab. 1 *Kritéria hodnocení badatelské úlohy pro 1. výzkumné šetření*

Badatelské úrovně		Týmová spolupráce		Čas realizace úlohy		Pracovní list	
Úroveň	Body	Přístup	Body	Čas t [min]	Body	Hodnocení položky	Max body
1	10	Velmi aktivní	2	$t \leq 30$	3	Výzkumný problém	1
2	20	Aktivní	1	$30 < t \leq 40$	2	Výzkumné otázky	3
3	30	Průměr	0	$40 < t \leq 50$	1	Postup práce	3
4	40	Pasivní	-1	$50 < t \leq 60$	0	Výsledky řešení	3
		Velmi pasivní	-2				

Během hodnocení PL z 1. výzkumného šetření bylo zjištěno, že není vhodné používat mínusové body, klasifikovat přístup k řešení úlohy ve skupině v pěti úrovních, klasifikovat čas realizace úlohy, postup a výsledky práce ve čtyřech úrovních. Detailně vyplněný PL byl hodnocen maximálně 10 body. Toto hodnocení probíhalo dle sestavené hodnotící škály (Trčková a Kričfaluši, 2019). Správná formulace výzkumného problému minitýmem 1 bod. Čtyřúrovňová hodnotící škála 3, 2, 1 nebo 0 bodů byla použita k rozlišení počtu správně formulovaných výzkumných otázek, počtu kroků v postupu a míry úplnosti zpracování výsledků řešení. Hodnocení těchto položek PL bylo pro 2. výzkumné šetření zjednodušeno. Analýzou hodnocení pracovních listů bylo zjištěno, že je potřeba bodově zvýhodnit ty skupiny žáků, které dovedou provést rozbor problémové situace. Vzhledem k tomu, že řada žáků má problém používat odbornou terminologii při zápisu postupu a výsledků praktické práce, byla kritéria hodnocení doplněna o bodování položky „Pomůcky“.

Položky SRD zahrnovaly otevřené otázky, které se podobaly strukturovanému rozhovoru. Odpovědi žáků byly zpracovány, rozříděny a využity k sestavení položek dotazníku a posuzovací karty pro 2. výzkumné šetření.

Druhé výzkumné šetření

Druhé výzkumné šetření bylo realizováno v období 5/2019. Během testování úloh v prvním výzkumném šetření bylo na základě rozhovoru s učiteli, žáky vyplněných dotazníků a pracovních listů zjištěno, že úroveň vypracování pracovních listů záleží na složení „minitýmu“, na učitelských používaných metodách ve výuce, vybudovanému vztahu k předmětu chemie a přírodním vědám, na manuálních dovednostech žáků. Na začátku 2. výzkumného šetření bylo našim cílem co nejvíce eliminovat tyto rozdíly, proto byli všichni žáci teoreticky i prakticky seznámeni s vybranou modelovou badatelskou úlohou. Nejprve byl společně s žáky metodou brainstormingu analyzován výzkumný problém, poté byly návrhy řešení uspořádány do myšlenkové mapy.

Díky přehlednému zápisu byli žáci schopni odvodit použité pomůcky, sepsat postup práce a výsledky pozorování. Na závěr instruktáže byli žáci seznámeni se způsobem testování tří úloh v BD (Tab. 2), způsobem hodnocení (Tab. 3), vyplňováním „Posuzovací karty“ (Tab. 4) ke konkrétní ověřované úloze „minitýmem“ vždy po jejím praktickém ověření a vyplnění pracovního listu. Na konci badatelského dne byl „minitýmem“ vyplněn dotazník. Dotazník zahrnuje odpovědi žáků ve škále *ano/ne*. Veškeré výsledky hodnocení pracovního listu byly přehledně zpracovány v „Hodnotící kartě“ (Tab. 5). Veškeré položky připravených hodnotících nástrojů byly statisticky zpracovány pomocí softwaru *Microsoft Excel*.

Posuzovací karta zahrnuje hodnocení jak žáky, tak hodnotitelem metodou „hitace“ (známkováním). Hodnocení hodnotitelem bylo prováděno na základě pozorování manuálních dovedností „minitýmů“ a srovnávání hodnocení s vyplněnými pracovními listy. Z vyplněných pracovních listů bylo prováděno hodnocení rozboru

problémové situace, zápis pomůcek a postupu, vysvětlení principu použitých metod a zdůvodnění výsledků pozorování. Známkování hodnotitele v *Posuzovací kartě* bylo použito pro objektivní bodové hodnocení položek *Výzkumný problém a jeho řešení, Pomůcky, Postup práce a Výsledky řešení*. Bezchybně zpracovaná položka PL byla oznámkována hodnotitelem v *Posuzovací kartě* výborně a odpovídajícím max počtem bodů za úplné řešení dané položky (Tab. 3) v *Hodnotící kartě* (Tab. 5). Položky PL zpracované s malými nedostatky byly hodnoceny chvalitebně nebo dobře a body za částečné řešení. Položky PL, které byly zpracovány s velkými nedostatky, byly klasifikovány dostatečně nebo nedostatečně a ohodnoceny 0 body.

Byl pozorován rozdíl mezi hodnocením jednotlivých tvrzení žákem a hodnocením hodnotitele. Zpracované výsledky budou použity ke srovnání úspěšnosti jednotlivých „minitýmů“ v následujícím BD.

Tab. 2 **Charakteristika testovaných badatelských úloh**

Název úlohy	Problémová situace
Chemická katastrofa	V kádince byla nasimulovaná katastrofa výbuchu ropného tankeru v moři. Do slané mořské vody unikla ropa (olej), inkoust sépie (modré potravinářské barvivo) a na vodní hladině plavaly řasy (majoránka). Úkolem bylo vyřešit problém a oddělit jednotlivé složky.
Zapomnětlivý profesor	V laboratoři se odlepily ze čtyř zkumavek štítky s názvem a vzorcem látek. Úkolem bylo správně pojmenovat látky s použitím důkazových reakcí kationtů a aniontů, plamenových zkoušek a tabulky s popisem barevných sraženin.
Zachraň skladníka	Po katastrofě ve skladu nápojů, kde aktivní uhlí odbarvilo barely s nápoji, se skladník ocitl v nepříjemné situaci. Nemá šanci poznat, který nápoj se nachází v daném barelu. Žáci jakožto mladí chemici mají za úkol mu s problémem pomoci a zařadit nápoje do správného skladu nápojů tzn. do skladu kyselých nápojů nebo do skladu nápojů zásaditých. Název nápoje žáci určí z přiloženého grafu.

Tab. 3 **Kritéria hodnocení badatelské úlohy pro 2. výzkumné šetření**

Badatelské úrovně		Týmová spolupráce		Čas realizace úlohy		Pracovní list		
Úroveň	Body	Přístup	Body	Čas t [min]	Body	Hodnocení položky	Body za úplné řešení	Body za částečné řešení
1	10	Aktivní	5	$t \leq 30$	5	Výzkumný problém a jeho řešení	10	5
2	20	Průměr	3	$30 < t \leq 45$	3	Pomůcky	2	1
3	30	Pasivní	0	$45 < t \leq 60$	0	Postup práce	3	2
4	40					Výsledky řešení	5	3

Tab. 4 Ukázka Posuzovací karty žáka k úloze „Chemická katastrofa“

POSUZOVACÍ KARTA ŽÁKA – CHEMICKÁ KATASTROFA			
Škola		Třída	Badatelská úroveň
Jméno a příjmení	Jméno a příjmení	Pořadí úlohy v BD	Datum
Tvzení			Hodnocení (známka 1 – 5)
			žáky
Umím provést rozbor problémové situace k úloze „Chemická katastrofa“.			
Umím sepsat pomůcky k úloze „Chemická katastrofa“.			
Umím zapsat přesný postup k úloze „Chemická katastrofa“.			
Umím sestavit filtrační aparaturu.			
Umím použít dělicí nálevku.			
Umím použít krystalizaci.			
Umím používat pojem adsorpce.			
Umím vysvětlit princip každé použité dělicí metody.			
Umím výsledky pozorování slovně popsat a zdůvodnit.			
Uvedte, jak celkově hodnotíte svou práci na úloze „CHEMICKÁ KATASTROFA“			

Tab. 5 Ukázka Hodnotící karty žáka k úloze „Chemická katastrofa“

HODNOTÍCÍ KARTA – CHEMICKÁ KATASTROFA	
Jméno a příjmení	Datum
Jméno a příjmení	Kód
Položka	Body
Badatelská úroveň	
Týmová spolupráce	
Čas realizace úlohy	
Stanovení výzkumného problému a jeho řešení	
Pomůcky	
Postup práce	
Výsledky pozorování	
CELKEM	

Závěr

Evaluační badatelských aktivit bylo zjištěno, že žáci mají největší problém s problémovými úlohami, jejichž řešení vyžaduje používání analyticko-syntetických metod a manuální dovednosti. S nejnižší úspěšností žáci řešili úlohu „Chemická katastrofa“. Největší problémy žáci měli s rozбором problémové situace, sestavením aparatury, použitím a vysvětlením principu dělicích metod, zápisem použitých pomůcek, postupu a závěru. Další úloha, se kterou měli žáci problémy, byla zaměřena na analýzu čtyř neznámých látek „Zapomnětlivý profesor“. Bylo zjištěno, že žáci mají problém s analýzou problémové situace, orientací v tabulce, zápisem a srovnáním výsledků. Učitelům testovaných žáků byla poskytnuta zpětná vazba z hodnocení badatelských úloh. Na základě strukturovaného rozhovoru s učiteli byly odhaleny možné příčiny neúspěšného řešení badatelských úloh. „Nedostatečné manuální dovednosti žáků jsou způsobeny absencí frontálních a demonstračních pokusů na školách. Neznalost, jak provést rozbor problémové situace, může být způsobena absencí úloh s nonverbálními prvky zadání (graf, tabulka, schéma) pravidelně používaných ve výuce a výukových metod (problémové, diskusní,...) podporujících aktivní činnost a tvořivé myšlení žáků. Používání nepřesné terminologie chemického skla (hmoždíř, drtič, trychtýř, míchátko apod.) a chybné zdůvodnění principů dělicích metod v PL učitelé spatřují ve své nedůslednosti při používání vědeckého jazyka žáky.“

Prostřednictvím navržených evaluačních nástrojů, které poskytují zpětnou vazbu žákům i učitelům, zavedením do výuky slovních a praktických metod, které využívají srovnávacích, induktivních, deduktivních a analyticko-syntetických postupů zvýšíme badatelskou úroveň žáků a jejich schopnost řešit problémové situace. V následujícím šetření, které bude prováděno za identických podmínek (stejná skupina žáků, analýza podobných problémových situací, aplikace získaných manuálních dovedností), bude srovnána úspěšnost řešení jednotlivých typů úloh a dosažená badatelská úroveň.

Poděkování

Tento text vznikl za podpory Projektu SGS01/PřF/2019-2020, Inovativní metody ve výuce chemie.

Literatura

- ČAPEK, R. *Moderní didaktika: lexikon výukových a hodnotících metod*. Praha : Grada, 2015. ISBN 978-80-247-3450-7.
- GANAJOVÁ, M. Badatelsky orientovaná výučba so zameraním na overovanie porozumenia a rozvoja badateľských zručností. In: *11. Mezinárodní seminář studentů doktorského studia oboru Didaktika chemie*. Praha, 2016, pp. 8 – 19.
- KIREŠ, M.; JEŠKOVÁ, Z.; GANAJOVÁ, M.; KIMÁKOVÁ, K. *Badateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava : ŠPÚ, 2016.
- PRŮCHA, J.; WALTEROVÁ, E.; MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha : Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0403-9.
- ROKOS, L.; VOMÁČKOVÁ, V. Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia. In: *Scientia in Education*. Ročník 8, číslo 1, 2017, pp. 32 – 45.
- TRČKOVÁ, K., KRIČFALUŠI, D. Badatelské aktivity v praxi. In: *DidSci Plus: DidSci Plus – Research in Didactics of Science PLUS2018-06-25 Praha*. Praha: Charles University – Faculty of Science Prague, 2018. s. 423 – 426, ISBN 978-80-7444-065-6.
- TRČKOVÁ, K., KRIČFALUŠI, D. Ukázka zadání a hodnocení badatelské aktivity. In: *Biologie, chemie, zeměpis*. Ročník 28, číslo 3, 2019, pp. 33 – 49.
- VALIŠOVÁ, A.; KASÍKOVÁ, H. A KOL. *Pedagogika pro učitele*. Praha : Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1734-0.

Rozvoj matematického myslenia v chemickom vzdelávaní

Katarína Szarka¹
György Juhász²

^{1,2}Katedra chémie
Pedagogická fakulta
Univerzita J. Selyeho v Komárne
Bratislavská cesta č. 3322, 945 01 Komárno
Slovenská republika

¹szarkak@ujv.sk

²juhaszg@ujv.sk

Development of mathematical thinking in chemistry education

Abstract

Mathematical thinking as an essential component of mathematical competence forms an integral part of problem solving of everyday life. Mathematics as a science belongs to the culture of thinking with its attributes like refining the definition of terms, justification of judgments, proving derived statements. Mathematics has become a tool of the human skill for correct and accurate thinking.

Mathematical thinking can be helpful in developing logical thinking, which is the basis for the ability to solve problems in a creative way, and not according to established, learned schemes.

We are of the opinion that mathematical thinking should also be developed within other subjects, where elements of mathematical thinking can be helpful in understanding the context of the non-mathematical subject.

Based on the theoretical analysis of literary sources we characterize mathematical thinking, its components and basic thought operations of mathematics. We point out the common elements of the subject matter of mathematics and the fields of natural sciences with emphasis on chemical education. Through concrete examples of tasks elementary level of chemistry education, we illustrate the possibility of developing mathematical thinking in chemical education.

Key words

mathematical thinking, chemistry education, mathematics, development

Úvod

Matematika bola vždy v histórii hnacou silou v rozvoji vedných disciplín. Až do 17. storočia známi polyhistori tohto obdobia nevedeli oddeliť matematiku od prírodných vied (Maddy, 2008) a až v 19. storočí začali matematici vytvárať a používať také pojmy, ktoré nemali reálny fyzikálny význam (Csíkos, Cs. & Verschaffel, L., 2011).

V súčasnosti je už všeobecne akceptovaná téza, že matematika nie je zaradená medzi prírodné vedy, čo môžeme jednoducho vysvetliť tým, že matematika neskúma prírodné materiály a objekty, ako ani prírodné javy; má odlišné metódy bádania a skúmania v porovnaní s fyzikou, chémiou, resp. biológiou, v ktorých vedných disciplínach sú metódy získavania informácií založené na pozorovaní a experimentovaní. Matematika je vedná disciplína, ktorá získava svoje nové poznatky axiomaticko-deduktívnym spôsobom, odhaľujúc vlastnosti abstraktných systémov a súvislostí ostatných vedných disciplín ako aj vlastnej vnútornej štruktúry, pričom jej základným pilierom je abstrakcia a konzekventné

dodržiavanie príčinnno-dôsledkových, kauzálnych pravidiel (Szendrei, J. & Szendrei, M., 2011).

Často sa vynára otázka, prečo sa učiť a učiť matematiku? Argumenty pre odpoveď na túto otázku pre učiaceho sa určite nie sú uspokojivé, ale pre vyučujúcich je zrejmé, že matematika vždy bola a bude súčasťou vedy a kultúry; je modelom logického myslenia; slúži, ako univerzálny a zovšeobecňujúci jazyk pre popis prírodných javov, ktoré sú skúmané inými vednými disciplínami a zároveň matematika je nositeľom kompetencií potrebných pre budúcnosť.

Vo všeobecnosti, ak sa hovorí o matematickom myslení, väčšina z nás si svoju predstavu zúži na numerické myslenie, na úkony aritmetického charakteru. Ak to dáme do súvislosti s prírodovedným vzdelaním, tak si hneď predstavujeme napr. výpočty v chémii, vo fyzike alebo v biológii.

Prírodné vedy v spojitosti s myslením sú častokrát prepojené s matematickým myslením. Keď porovnávame atribúty predmetu matematika a predmetov prírodných vied stretávame sa s týmito spoločnými znakmi:

- Pochopenie informácií a ich jasné vyjadrenie pomocou matematického, vedeckého a technologického aparátu.
- Organizovanie práce a jej systematická realizácia.
- Spracovanie stratégie a používanie kreatívneho prístupu pri hľadaní riešení.
- Používanie rôznych spôsobov argumentovania a zdôvodnení.
- Analýza dát a vyvodzovanie záverov z rôznych problémových situácií resp. z pozorovaní.
- Aplikovanie kritického myslenia a posudzovania v hodnotení dopadu resp. dôležitosti matematiky a prírodných vied na jedinca, spoločnosť a environment.
- Efektívne myslenie a konanie v každodennom živote s použitím matematických a prírodovedných poznatkov.

1 Schopnosť myslenia a systém matematického myslenia

Pojem myslenia vo všeobecnosti znamená skúmanie, porozumenie a získavanie informácií o objektoch a javoch, ktoré nie sú prístupné našim zmyslom. Myšlienkami sa snažíme spoznať podstatu tejto reality. Úloha myslenia spočíva vo vytváraní vzťahov medzi zobrazenými realitami, v pochopení a v spoznaní objektívnej reality, a v riešení problémov.

Myslenie dopĺňa, rozširuje a objasňuje fakty priameho vnímania. Príčinou konania je myslenie, ktoré sa rozvíja a formuluje na základe konkrétnych činností. Umožňuje to interpretovať kauzálne vzťahy, ktoré sú nedostupné pre zmyslové poznanie. Podľa Piagetových úvah pôvodom vedomostí je aktivita, interakcia s prostredím. Základnými prvkami myslenia sú myšlienkové operácie, ktoré sa v počiatočnom štádiu vývoja javia ako skutočné činnosti vykonávané vonkajšími objektmi. V priebehu vývoja sa vonkajšie aktivity stávajú vnútornými (Ceglédi, 2011).

Myslenie je komplexný systém procesov, preto je pri jeho skúmaní jednoduchšie analyzovať jeho jednotlivé časti – a to buď na základe foriem (najčastejšie na základe vlastností dichotómií myslenia), alebo na základe štruktúry procesu myslenia (Obr. 1). Csapó (2015) uvádza 5 dichotomických foriem myslenia: kvantitatívne / kvalitatívne, konkrétne / abstraktné, konvergentné / divergentné, holistické / analytické a deduktívne / induktívne myslenie (Csapó B. et al., 2015). Boroš, J., Ondříšková, E., & Živčicová, E. (1999) uvádza: názorno-aktívne, názorno-obrazné, abstraktné, slovo-logické praktické myslenie/ teoretické myslenie, konkrétne / abstraktné myslenie (Boroš, J., Ondříšková, E., & Živčicová, E., 1999). Čo sa týka štruktúry procesu myslenia, hovoríme o nižších myšlienkových operáciách (LOTs) tzv. základných – „Piagetových“ myšlienkových operáciách a vyšších myšlienkových operáciách (HOTs) (Csapó B. et al., 2015).

Obr. 1 Názov obrázku Delenie myšlienkových operácií na základe foriem a štruktúry myslenia



Podľa odporúčania Rady EÚ o kľúčových kompetenciách pre celoživotné vzdelávanie, matematické myslenie je základným komponentom matematickej kompetencie. Kompetencia v matematike zahŕňa – na rôznych stupňoch – schopnosť a snahu používať matematické modely myslenia (logické a priestorové myslenie) a prezentáciu (vzorce, modely, zostavy, grafy/tabuľky). (EÚ, 2018).

Rozvíjaním matematického myslenia v podstate rozvíjame všeobecnú kultúru myslenia, pričom prioritným cieľom je, aby žiaci vedeli vybrať a aplikovať modely, metódy a popisy myslenia najviac vyhovujúce k prírodno-spoločenskovedným javom.

Samotný proces matematického učenia a učenia sa vedie aj k pochopeniu úlohy matematiky v prírodoved-

ných a spoločenskovedných disciplínach a v mnohých ďalších odvetviach ľudskej kultúry. Umožňuje vytvorenie myšlienkovvej bázy, ktorá podporuje hľadanie súvislostí, formuláciu hypotéz a predikcií, ako aj ich a dokazovanie a argumentáciu.

Vypracovanie prvého systematického popisu matematických myšlienkových operácií je zásluha Györgya Pólya. V jeho svetoznámom diele „How to solve it?“ formuloval svoje presvedčenie, že „radosť z objavu je najlepším podnetom pre ďalšiu prácu. Najlepšia cesta ako sa niečo naučiť, je objaviť to“ (Pólya, 1979). Systém matematických myšlienkových operácií vznikol na základe analýzy veľkých matematických objavov z histórie a sledovaním myšlienkových procesov počas riešenia problémov. Podľa Pólya riešenie matematických prob-

lémov vyžaduje použitie nasledujúcich myšlienkových operácií:

- Hľadanie analógií
- Zovšeobecňovanie
- Špecifikovanie
- Variáciu úloh
- Analýzu-syntézu
- Heuristické „mudrlanstvo“
- Indukciu
- Kontrolu
- Návrat k definícii
- Dokazovanie
- Hľadanie príbuzných úloh (použitie analógií, zovšeobecňovaní a špecifikácií)
- Hľadanie ekvivalentných riešení
- Symbolické myslenie
- Reductio ad absurdum – na tom je založený dôkaz sporom
- Nepriamy dôkaz
- Formuláciu predikcií
- Spätne krokovanie
- Kombinatorické myslenie (Ceglédi, 2011).

2 Rozvíjanie matematického myslenia v kontexte chémie

V rámci matematického vzdelávania sa rozvíjajú aj také oblasti myšlienkových operácií, ktoré sa objavujú v procesoch všeobecného myslenia, ako napr. jazykovo-logické operácie, operácie so vzťahmi, priestorové myslenie atď. Viacerí autori medzi hlavné zložky matematického myslenia zaraďujú systematizáciu, kombinatorické schopnosti, dedukciu, indukciu, pravdepodobnostné myslenie, argumentáciu a dokazovanie (Fábián, M., Lajos, J., Olasz, T., & Vidákovich, T., 2008).

Pod prírodovedným myslením chápeme také mentálne procesy, ktoré používame pri úvahách v prírodovednom kontexte, alebo ktoré aplikujeme pri činnostiach prírodovedného charakteru. Prírodovedné myslenie by sa v žiadnom prípade nemalo zúžiť na myšlienkové procesy, ktoré sú základom vedeckého poznania. Tento pojem zahŕňa v sebe množstvo všeobecných, transdisciplinárno kognitívnych myšlienkových operácií.

V súčasnosti sa veľa štúdií zaoberá diagnostikovaním kognitívnych schopností, medzi ktoré patrí aj schopnosť myslenia (Csapó, B., Molnár, G., & Nagy, J., 2014), (Carlsson, M., Dahl, G. B., Öckert, B., & Rooth, D. O., 2015), (Puskás, 2016), (Csapó, 2018), (Pásztor, 2019) a problematikou ich rozvíjania (Veres, 2016). Viacerí autori poukazujú na to, že neexistuje ostrá hranica medzi testmi, ktoré analyzujú schopnosť myslenia v prírodovedných predmetoch a v matematike, keďže na analýzu spôsobilosti myslenia vždy potrebujeme určitý kontext. Avšak predmetový súbor východiskových poznat-

kov vždy ovplyvňuje výsledky analýz kognitívnych schopností (Csapó, B. & Molnár, Gy., 2012).

Matematika so svojou abstrakciou, exaktnosťou a axiomatickou štruktúrou tvorí nevyčerateľný systém pravidiel a súvislostí, ktorý ponúka vynikajúce prostredie na mentálne činnosti aj v prípade, že nedisponujeme dostatočnými matematickými poznatkami (Gyarmathy, 2001). Mylná je predstava, že človek sa narodí s hotovým aparátom matematického myslenia (Vince, 2003). Kognitívny rozvoj matematického myslenia vyžaduje určitý čas. V ideálnom prípade tento proces možno urýchliť, ak sú aplikované zámerné stratégie rozvíjajúceho hodnotenia, ktoré premietajú rôzne úrovne kritérií a očakávania voči schopnostiam myslenia (Nunes, T., & Csapó, B., 2011).

Matematika, ako vedná disciplína a ako vyučovací predmet, môže formovať myslenie študentov takým spôsobom, aby mali potrebu aplikovať matematické poznatky aj v iných predmetoch a riešiť každodenné problémy aj mimo školy. Matematika ponúka systematický prístup pre študentov riešiť rôzne problémy a jej aparát je vhodný na modelovanie prírodovedných a spoločenskovedných javov (Csapó, B., & Szendrei, M., 2011).

Analýzy súčasných učebníc chémie poukazujú na značnú absenciu týchto elementov v učebniciach (Gašperová, E., Braniša, J. & Jenisová, Z., 2019), ktoré sú zodpovedné za stimuláciu myšlienkových procesov, kritického myslenia a hodnotenia, teda práve tých zručností, ktoré sú zásadné pre úspešnosť v 21. storočí.

V rámci štúdia analýzy názorov budúcich učiteľov rôznych aprobácií orientované na ich pripravenosť z hľadiska spôsobilosti argumentácie (deduktívnej a induktívnej) a použitie formálnej logiky, ktoré sú zásadnými komponentmi kritického myslenia, študenti uvádzajú, že škola neposkytuje dostatočný priestor ani čas na rozvoj argumentačných schopností študentov (Kosturková, M., & Velmovská, K., 2019).

Na základe predchádzajúcich úvah sa vynára otázka, že ak matematické myslenie podporuje a rozvíja prírodovedné myslenie, či vieme nájsť spôsob zámerného rozvíjania matematického myslenia prostredníctvom prírodovedného myslenia – v našom prípade v kontexte chémie?

Koncepcia rozvíjania matematickej kompetencie v rámci iných predmetov znamená, že kladieme zámerný dôraz na vybrané komponenty matematickej kompetencie (Vidákovich, 2005). Podstatou stratégie je aj to, že rozvíjanie matematických schopností a zručností sa realizuje v rámci iného predmetu, napr. v chémii, kde vyučovanie daného chemického curricula by sa realizovalo podľa učebných osnov, len by sa urobili mierne zmeny, v rámci ktorých by boli do curricula zavedené úlohy orientované na rozvoj matematických zručností.

Možnosti rozvíjania matematických kompetencií, či matematického myslenia v iných, nematematických predmetoch sú rôznorodé. Inšpirujúc sa od autorov Arányi-Haman a Oláh (2008) vybrali sme iba niektoré oblasti matematického myslenia, a to systematizáciu, kombinatorické myslenie, deduktívne a induktívne myslenie, ktoré môžu byť implementovateľné do rôznych prírodovedných predmetov teda aj do chémie (Arányi-Haman, Á. & Oláh, Zs., 2008), ale objavujú sa aj v činnostiach každodenného života. Považujeme ich teda za také zručnosti, ktorých pokročilosť je dôležitým ukazovateľom intelektu (Csapó, 2003).

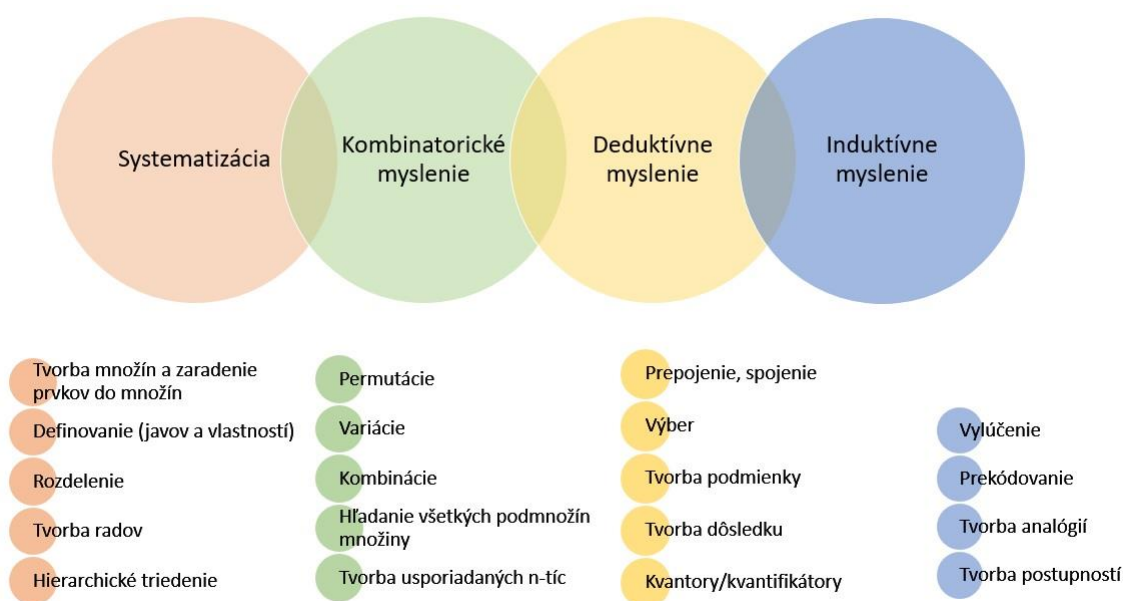
V rámci jednotlivých vybraných oblastí matematického myslenia sme sa teda sústredili iba na ich vybrané komponenty (Obr. 2) a analyzovali sme možnosti ich

spracovania do chemického kontextu základnej školy tvorbou úloh.

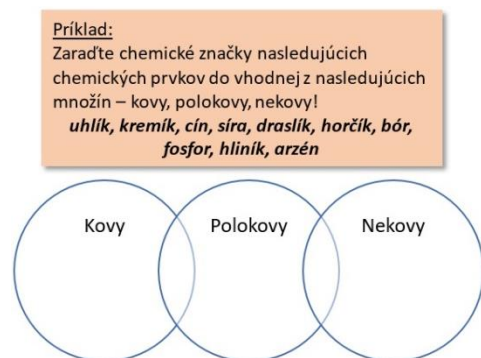
Vzhľadom na limitovaný rozsah článku v ďalšom uvádzame len vybrané ukážky konkrétnych príkladov zahrňujúce možnosť rozvíjania vybraných komponentov matematického myslenia v chémii.

Pri rozvíjaní systematizácie sa orientuje na zručnosť usporiadania: tvorbou množín a zaradením prvkov do množín (Obr. 3); definovaním javov resp. vlastností (Obr. 4); rozdelením na základe kritérií – v našom prípade napr. dichotomického charakteru, rozdelenie pravdivých a nepravdivých výrokov (Obr. 5); tvorbou radov na základe definovaných kritérií a hierarchickým triedením (Obr. 6).

Obr. 2 **Systém vybraných oblastí a komponentov matematického myslenia v chemickom vzdelávaní**



Obr. 3 **Príklad na tvorbu množín a zaradenie prvkov do množín**



Obr. 4 **Príklady na definovanie chemických pojmov, vlastností resp. javov**

Príklad:
Použitím uvedených pojmov sformuluj pravdivý výrok!
izolátory
zniženie
elektrické vodiče
teplota
nekovy
kovy
spravidla
lepšie
vo všeobecnosti

Príklad:
Doplň správne názvy reakcií do nasledujúcich definícií!

Chemická reakcia, pri ktorej vzniká z dvoch alebo viacerých reaktantov jeden zložitejší produkt sa nazýva

Chemická reakcia, pri ktorej z jedného zložitejšieho reaktantu vznikajú dva alebo viac jednoduchších produktov sa nazýva

Chemická reakcia, pri ktorej sa jeden prvok v zlúčenine nahrádza iným sa nazýva

Príklad:

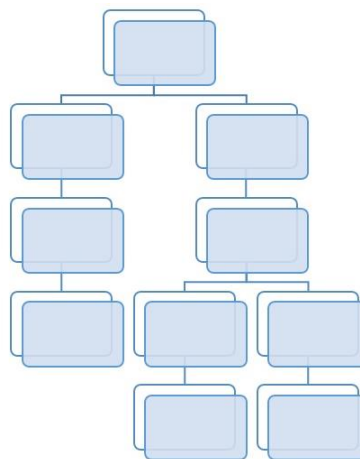
Vyber, ktoré tvrdenia sú pravdivé a ktoré nepravdivé!

- A. Počas endotermickej reakcie sa uvoľňuje teplo do prostredia.
- B. Počas endotermickej reakcie sa prijíma teplo z prostredia.
- C. Počas exotermickej reakcie sa uvoľňuje teplo do prostredia.
- D. Počas exotermickej reakcie sa prijíma teplo z prostredia.

Pravdivé:

Nepravdivé:

Príklad: Kovy sú charakterizované podľa rôznych aspektov. Podľa nasledujúceho sa **kovy** delia na dve skupiny, a to na **ľahké kovy**, ktorých hustota je menšia ako 5 g/cm^3 , ako napr. hliník, horčík, sodík; kým **ťažké kovy**, ktorých hustota je väčšia ako 5 g/cm^3 , ako napr. olovo, zlato, ortuť, meď a železo. Ďalej **ťažké kovy** môžeme ďalej rozdeliť na dve skupiny podľa ich farby na **farebné kovy** a **čiernosivé kovy**. Na základe charakteristiky doplňte hierarchickú pojmovú mapu vhodnými pojmami z predchádzajúceho popisu kovov!



V prípade kombinatorického myslenia sme sa sústredili na úlohy, v rámci ktorých žiaci používajú permutácie (Obr. 7), variácie a kombinácie bez opakovania (Obr. 8); hľadanie všetkých podmnožín danej množiny a tvorbu usporiadaných n-tíc (Obr. 9) v chemickom kontexte. Deduktívne myslenie je forma logického myslenia vychádzajúca z pravidiel, zákonov a logicky dokázateľnej skutočnosti, čo sa považuje za všeobecne platný výrok

a následne sa postupuje krok za krokom od všeobecného až po špeciálny, konkrétny, jedinečný. Pri rozvíjaní deduktívneho myslenia sme sa sústredili na tvorbu prepojení a spojení, na výber na základe deduktívneho uvažovania (Obr. 10), príklady na tvorbu podmienky (Obr. 11) a na tvorbu dôsledku a príklady orientujúce sa na výroky s chemickým obsahom formulované prostredníctvom kvantifikátorov (Obr. 12).

Príklad:

Zlato, striebro a meď boli vždy základom výroby šperkov.

- Napiš všetky možné poradia chemických značiek týchto prvkov.
- Koľko rôznych poradí sa podarilo zostaviť?.....
- Podčiarkni poradie, v ktorom prvky sú zoradené podľa rastúcej relatívnej atómovej hmotnosti!
- Zakrúžkuj poradie, v ktorom sú prvky zoradené podľa klesajúceho počtu elektrónových vrstiev!
- Vyber poradie, v ktorom sú prvky zoradené podľa rastúceho kovového charakteru a napíš sem:

Príklad:

Vytvor všetky možné dvojčlenné variácie bez opakovania zo symbolov **Fe**, **Zn**, **S**, **2** a podčiarkni tie, ktoré majú z chemického hľadiska zmysel!

Príklad:

Meď, **železo** a **cín** sú chemické prvky, ktoré sú hlavnými komponentmi rôznych zliatin. Vytvor čo najviac možných dvojíc ich chemických značiek a podčiarkni dvojicu, ktorá tvorí hlavnú zložku bronzu!

Obr. 9: **Príklad na tvorbu usporiadaných n-tíc**

Príklad:

Priradením aniónu ku katiónu vytvorte binárne zlúčeniny a napíšte ich stechiometrický vzorec!

Anión	Cl^-	O^{2-}	NO_3^-	CO_3^{2-}
Katión				
Na^+				
Ca^{2+}				
Al^{3+}				

Obr. 10: **Príklad na výber na základe deduktívneho uvažovania**

Príklad:

Na základe nasledujúceho základného tvrdenia vyberte správne tvrdenia zo súboru tvrdení A-D!

Základné tvrdenie: **Alkalické kovy sa v prírode nevyskytujú ako chemické prvky.**

- A. Alkalické kovy nie sú prvky.
- B. Alkalické kovy sa v prírode vyskytujú viazané.
- C. Alkalické kovy sa v prírode vyskytujú v podobe zlúčenín.
- D. V prírode sa nevyskytujú chemické prvky.

Obr. 11: **Príklad na tvorbu podmienky**

Príklad:

Vyberte tvrdenie z A-D, aby doplnením nasledujúceho tvrdenia dostali pravdivý výrok!

„O redoxných premenách hovoríme, vtedy a len vtedy ak počas chemickej reakcie ...”

- A. dochádza k odovzdaniu elektrónov.
- B. všetky reaktanty sa redukujú.
- C. dochádza k odovzdaniu a prijímaniu rovnakého počtu elektrónov.
- D. počet odovzdaných a prijatých častíc je rovnaká.
- E. dochádza k odovzdaniu a prijímaniu protónov.

Obr. 12: **Príklad na tvorbu dôsledku (a) a príklad s kvantifikátormi (b)**

Príklad:

Pokračujte vo vete na základe nasledujúceho tvrdenia!

„Vzácne kovy sú odolné voči korózii a oxidačnému vplyvu vzdušnej vlhkosti.”

Čo môžeme tvrdiť o železe?

Železo....

Príklad:

Formuluj negáciu výroku a v prípade, že pôvodné tvrdenie je z chemického hľadiska nepravdivé, zdôvodni to aj uvedením príkladu!

„Všetky kovy majú sivolesklú farbu.”

Negácia:

Kým deduktívne myslenie vychádza z pravidiel a je založené na ich aplikácii, pre induktívny prístup myslenia je charakteristické spoznanie a vystihnutie pravidla a následná ďalšia tvorba pravidiel. Pri tvorbe príkladov

na rozvíjanie induktívneho myslenia sme sa orientovali na kognitívne, matematické zručnosti vylúčenia (Obr. 13), prekódovania (Obr. 14), na tvorbu analógií a postupností (Obr. 15).

Obr. 13: **Príklad na vylúčenie****Príklad:**

Podčiarknite nehodiacu sa chemickú látku a svoje rozhodnutie zdôvodnite:

Zlato, železo, horčík, chróm

Zdôvodnenie:.....

Mosadz, oceľ, hliník, bronz

Zdôvodnenie:.....

Obr. 14: **Príklad na prekódovanie****Príklad:**

Doplňte vety na základe nasledujúcich tvrdení!

„Ak $pH < 7$ vodný roztok má kyslý charakter. Ak $pH = 7$ vodný roztok je neutrálny a ak $pH > 7$ vodný roztok má zásaditý charakter.“

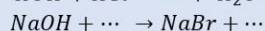
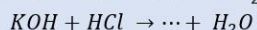
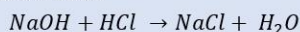
Roztok pracieho prášku má zásaditý charakter, teda pH

Hodnota pH žalúdočnej kyseliny je 1, teda

Vodný roztok kuchynskej soli nemá ani zásaditý, ani kyslý charakter, teda pH

Obr. 15: **Príklad na tvorbu analógií (a) a postupností (b)****Príklad:**

Doplň chýbajúce východiskové látky a produkty v nasledujúcich neúplných chemických rovniciach reakcií!

**Príklad:**

Napiš k uvedeným chemickým prvkom ich chemickú značku a kovový charakter (kov, polokov, nekov).

Hliník –

Uhlík –

Bór –

Kremík –

Dusík –

Ortuť –

Následne vytvor postupnosť prvkov: **2 kovy, 2 polokovy, 2 nekovy**, pričom dbaj na to, aby prvky rovnakého charakteru boli v abecednom poradí!

Postupnosť prvkov:

Záver

Na základe doterajšej pedagogickej praxe sme si uvedomili, že rozvíjanie matematických zručností môžeme realizovať aj pri niektorých nematematických predmetoch. Vybrané komponenty oblastí matematického myslenia prezentované v štúdiu predstavujú také základné zručnosti myslenia, ktorých miera osvojenia je zásadným indikátorom intelektu a sú potrebné aj pri rôznych oblastiach bežného života. Prostredníctvom riešenia takýchto úloh dostávajú žiaci holistický obraz o dôležitosti medzipredmetových vzťahov, a zároveň aspoň náznak zmysluplnosti výrokovej logiky, kombinatoriky, postupností a radov aj v iných nematematických predmetoch. Sme si toho vedomí, že niektoré úlohy sú nad rámec súčasného ŠVP ISCED 2 chémia, avšak implementácia takýchto úloh obohacuje vzdelávacie stratégie predmetu chémia a zároveň môžu byť užitočnými nástrojmi rozvíjajúceho hodnotenia predmetu.

Podakovanie

Článok vznikol s podporou MŠVVaŠ SR v rámci riešenia výskumných úloh: VEGA 1/0265/17 2017-2020 „*Formatívne hodnotenie vo výučbe prírodných vied, matematiky a informatiky*“ a VEGA č. 1/0663/19 2019-2021 „*Analýza prírodovedného a matematického vzdelávania na stredných školách a inovácia obsahu odborových didaktík*“.

Literatúra

- RÁNYINÉ-HAMAN, Á. & OLÁH, Zs. *Matematikai kompetenciaterület "B": Kémia 7.évfolyam - Tanári útmutató*. [Online] 2008. [Dátum: 19. 08 2018.] http://www.kooperativ.hu/matematika/3_modulle%C3%ADr%C3%A1sok-tan%C3%A1r-tanul%C3%B3-eszk%C3%B6z/1_B-t%C3%ADpus-keresztantervi%20programcsomagok/9_K%C3%A9mia/7-%C3%A9vfolyam/Mat_B_7_k%C3%A9mia_tan%C3%A1r.pdf
- BOROŠ, J., ONDRIŠKOVÁ, E., & ŽIVČICOVÁ, E. *Psychológia*. s.l. : Iris, 1999.
- CARLSSON, M., DAHL, G. B., ÖCKERT, B., & Rooth, D. O. *The effect of schooling on cognitive skills*. Review of Economics and Statistics. 2015, Vol. 97, 3, pp. 533-547.
- CEGLÉDI, I. *A matematika tanításának pedagógiai-pszichológiai vonatkozásai*. Eszterházy Károly Főiskola, TAMOP. 2011, Zv. 4, 5, s. 12-39.
- CSAPÓ B. et al. *A termszettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, 2015. ISBN 978-963-19-7937-4.
- CSAPÓ, B. *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Budapest : Akadémiai Kiadó, 2003. ISBN 963 05 8013 6.
- CSAPÓ, B. *Diagnosztikus értékelés és differenciált fejlesztés: új eredmények és perspektívák*. In: Kónyáné Tóth Mária és Molnár Csaba (szerk.): *Köznevelés, szakképzés, pedagógusképzés - innováció*. XX. Országos Központi Szakértői Konferencia - I. kötet. Debrecen: Suliszerviz Oktatási és Szakértői Iroda, 2018, pp. 215-225.
- CSAPÓ, B., CSÍKOS, Cs. & SZENDREI, M. *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 2011, ISBN 978-963-19-7211-5

CSAPÓ, B., MOLNÁR, G., & NAGY, J. *Computer-based assessment of school readiness and early reasoning*. Journal of educational psychology. 2014, Vol. 106, No. 3, pp. 639. DOI: 10.1037/a0035756

CSAPÓ, B. & MOLNÁR, Gy. Gondolkodási készségek és képességek fejlődésének mérése. [aut. knihy] Csapó, B., *Mérlegen a magyar iskola*. Budapest : Nemzeti Tankönyvkiadó, 2012, pp. 407- 439, ISBN 978-963-19-7233-7

CSÍKOS, Cs. & VERSCHAFFEL, L. A matematikai műveltség és a matematikatudás alkalmazása. [aut. knihy] B., & Szendrei, M. Csapó. *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 2011, pp. 59-97, ISBN 978-963-19-7211-5

EU. *eur-lex.europa.eu. Úradný vestník Európskej únie*. [Online] Európská Unia, 22. 05 2018. [Dátum: 05. 04 2019.] [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN).

FÁBIÁN, M., LAJOS, J., OLASZ, T., & VIDÁKOVICH, T. *Matematikai kompetenciaterület-szakmai koncepció*. Educatio Kht., 18/1, 2008.

GAŠPEROVÁ, E., BRANIŠA, J. & JENISOVÁ, Z. Didaktická vybavenosť aktuálnych učebníc chémie. [aut. knihy] Duchovičová, J. & Koleňáková, R. *Inovatívne trendy v odborových didaktikách: prepojenie teórie a praxe výučbových stratégií kritického a tvorivého myslenia*. Zborník štúdií z medzinárodnej vedeckej konferencie, Nitra 21. november 2018. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 2019, pp. 302-308.

GYARMATHY, É. *A tehetségről*. Miskolc : Arany János Tehetséggondozó Program Intézményeinek Egyesülete, 2001.

KOSTURKOVÁ, M., & VELMOVSKÁ, K. Názory študentov učiteľstva na rozvoj ich argumentačných schopností. In: *Edukácia*. 3/1, 2019, pp. 110-118.

MADDY, P. How applied mathematics became pure. In: *The Review of Symbolic Logic*. Vol.1, No.1, 2008, pp.16–41.

NUNES, T., & CSAPÓ, B. A matematikai gondolkodás fejlesztése és értékelése. [aut. knihy] B., & Szendrei, M. Csapó. *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest : Nemzeti Tankönyvkiadó, 2011, pp. 17-57, ISBN 978-963-19-7211-5.

PÁSZTOR, A. Induktív és kombinatív gondolkodás fejlettségének online vizsgálata egyetemi tanulmányaikat kezdő hallgatók körében. In: *Iskolakultúra*. Vol. 29, No. 1, 2019, pp. 42-54, DOI: 10.17543/ISKKULT.2019.1.42

PÓLYA, Gy. *A gondolkodás iskolája*. Budapest : Gondolat, 1979.

PUSKÁS, A. *The Challenges and Practices of Teaching Young Learners*. 1. vyd. Komárno: Univerzita J. Selyeho, 2016. pp. 90, ISBN 978-80-8122-178-1.

SZENDREI, J. & SZENDREI, M. A matematika tanításának és felmérésének tudományos és tantervi szempontjai. [aut. knihy] Csapó, B. & Szendrei, M. *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Budapest : Nemzeti Tankönyvkiadó, 2011, pp. 99-139, ISBN 978-963-19-7211-5

VERES, G. Gondolkodás-és képességfejlesztés: Kihívások és megoldások a SAILS projektben. In: *Iskolakultúra*. Vol. 26, No. 3, 2016, pp. 43-56, DOI: 10.17543/ISKKULT.2016.3.43

VIDÁKOVICH, T. *A matematikai kompetencia fejlesztésének koncepciója*. Budapest: suliNova Kht., 2005.

VINCZE, Sz. A matematikai képesség összetevőinek vizsgálata és kapcsolata az intelligenciával. In: *Magyar Pedagógia*. Vol.103, No. 2, 2003, pp. 229–261.

Fenoly v experimentální práci učitelů chemie

Václav Richtr¹
Kristýna Nová²

^{1,2}Katedra chemie
Fakulta pedagogická
Západočeská univerzita v Plzni
Vešslavínova č. 42, 306 14 Plzeň
Česká republika

¹richtr@kch.zcu.cz

Phenols in experimental work of chemistry teachers

Abstract

Phenols constitute a major group of organic compounds with important physical and physiological characteristics that limit the experimental work in teaching. The presence of hydroxyl groups on an aromatic nucleus affects its reactivity and allows a number of reactions previously used in analytical chemistry and in teaching.

The focus of the experimental work is in the reaction of phenols with ferric chloride. These reactions have their patterns and significance.

Key words

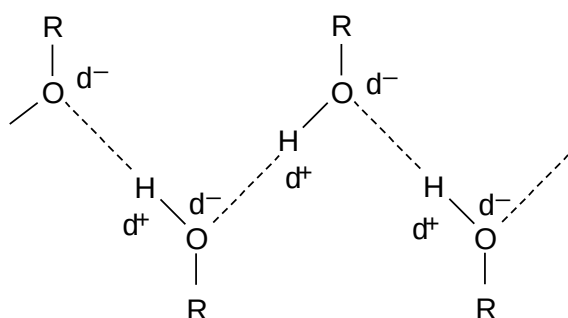
phenols, experiment, chemistry teacher, teaching

Úvod

Fenoly tvoří velmi významnou skupinu organických sloučenin. Přítomnost hydroxylové skupiny na aromatickém jádru ovlivňuje jeho reaktivitu a umožňuje řadu reakcí již dříve využívaných v analytické chemii a následně i ve výuce.

Se strukturou fenolů souvisí jejich fyzikální, chemické i fyziologické vlastnosti. Tyto vlastnosti ovlivňují jejich využití v životě společnosti. Přestože se jedná o teoreticky i prakticky významnou skupinu sloučenin, v učebnicích chemie dochází k omezování rozsahu učiva o fenolech a díky současné legislativě také k výraznému potlačování experimentální složky výuky zvláště na nižších stupních škol. Je na učitelích chemie, aby tomuto významnému tématu i ve ztížených podmínkách věnovali náležitou pozornost. Teoretické otázky výuky jsou řešitelné relativně snadno. Učitelé i studenti naleznou poučení o vlastnostech, výskytu, získávání i využití fenolů v odborné literatuře, například^{1,2,3,4}.

Obr. 1 Vodíkové vazby



R ... H (voda)
R ... alkyl (alkohol)
R ... aryl (fenol)

V oblasti experimentální výuky je cesta náročnější. Jedná se především o výběr experimentů s využitím velmi malých kvant fenolů, časově nenáročných, dostatečně průkazných a pokud možno atraktivních.

Základní vlastnosti fenolů

Na fenoly lze pohlížet jako na molekuly vody, kde je jeden atom vodíku nahrazen arylou skupinou. Je-li tento vodík nahrazen alkylem, jedná se o molekulu alkoholu.

V souladu se známou poučkou „podobné se rozpouští v podobném“ existuje omezená rozpustnost fenolů ve vodě. Jejich rozpustnost ve vodě se zvýší v případě převedení na fenolát v alkalickém prostředí. Toho se využívá v organické syntéze^{2,3,4}.

Lepšími rozpouštědly fenolů než voda jsou alkoholy. Rozpustnost fenolů ve vodě i v alkoholech lze vysvětlit možností tvorby vodíkových vazeb (obr. 1). Analogické vodíkové vazby se tvoří také mezi molekulami vody.

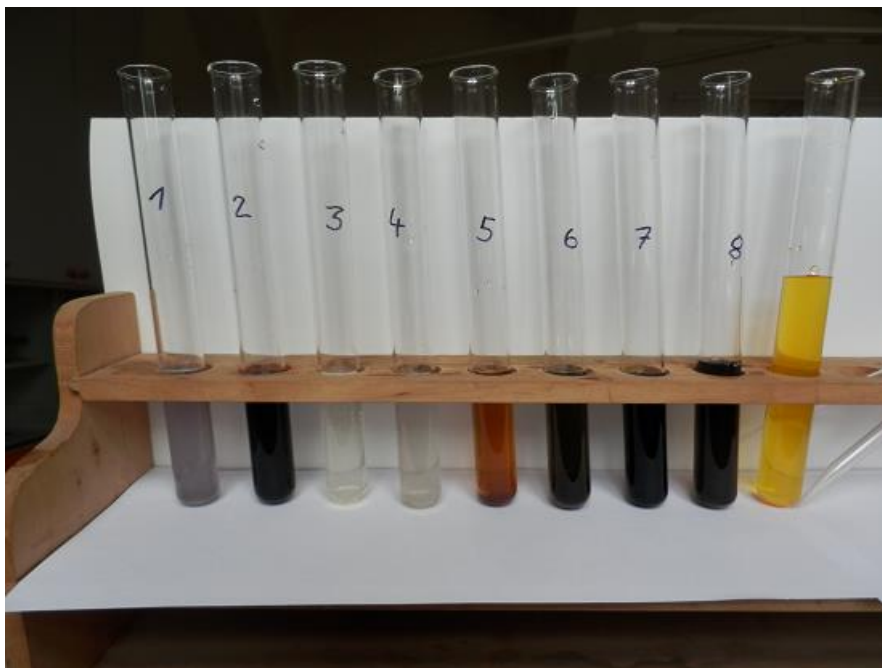
Jestliže je R alkylem, vzniká vodíková vazba mezi molekulami alkoholu, náhradou R arylem vzniká vodíková vazba mezi molekulami fenolu. Protože podobnost alkylu a arylu je větší než jejich podobnost s atomem vodíku, jsou obecně fenoly rozpustnější v alkoholech než ve vodě. Z tohoto důvodu je pro urychlení rozpouštění fenolů ve vodě zařazováno použití malého množství alkoholu před dodáním konečného množství vody.

Reakce fenolů s chloridem železitým

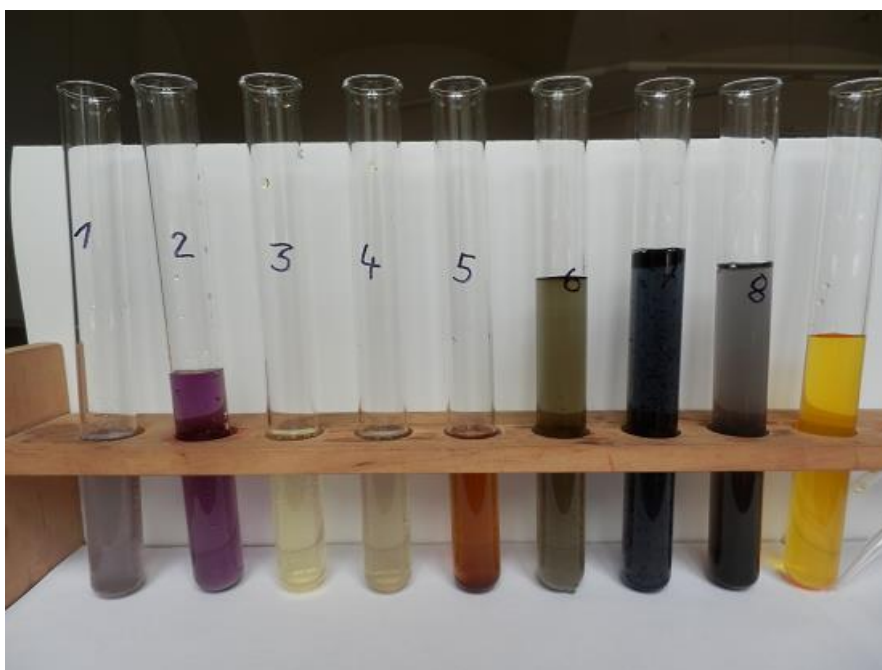
Kvalitativní organická analytická chemie uvádí řadu reakcí k důkazu celých skupin látek i jednotlivých fenolů¹. Jednou z nejpropracovanějších je reakce fenolů s roztokem chloridu železitého, která se objevuje i v některých učebnicích chemie. Reakce je snadno realizovatelná ve zkumavce s použitím malých množství chemikálií, a proto nachází uplatnění ve školních podmínkách především formou demonstračního experimentu. Miroslav Jureček ve své publikaci¹ uvádí na str. 305 až 308 výčet řady substitučních derivátů fenolů a jejich zbar-

vení s trojmocným železem. Věnuje se především vztahu mezi strukturou reagujícího fenolu a zbarvením vzniklého komplexu. Toto pozorování se samozřejmě může ve zjednodušené podobě přenést i do výukového procesu, který však vyžaduje vedle účelově vhodně omezeného výběru reagujících fenolů dokonalé zpracování jednotlivých reakcí. Jedná se především o správné ředění, které umožní dobré odlišení vznikajících barevných odstínů. V některých případech je třeba upravit i množství použitého roztoku chloridu železitého (viz porovnání obr. 2 a 3).

Obr. 2 Jednotlivé vzorky fenolů po zředění vodou a přidání 5 kapek 5% roztoku FeCl_3



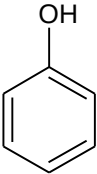
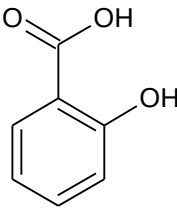
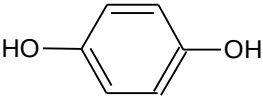
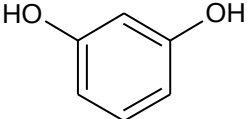
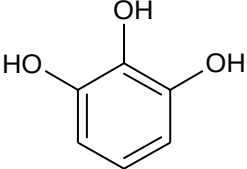
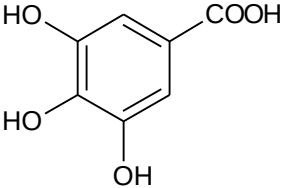
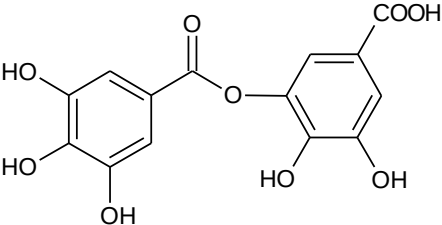
Obr. 3 Kyselina salicylová (zkumavka 2) po zředění vodou, zkumavka 3 a 4 po přidání dalších 5 kapek roztoku FeCl_3



Pro níže popsany experiment byl proveden výběr fenolů uvedených v tabulce 1. Výběr vznikl na základě opakovaných prezentací studentům s různou úrovní vzdělání

v chemii a umožňuje práci v oblasti atraktivního experimentu i odborné studie chemie. Uvedený výběr látek lze účelově zužovat i rozšiřovat.

Tabulka 1. Výběr fenolů pro provedení demonstračního experimentu

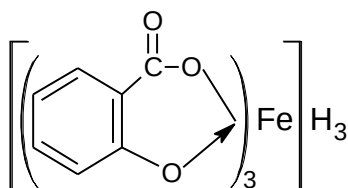
zkumavka č.	název fenolu	vzorec	zabarvení
1	fenol		fialové
2	kyselina salicylová		fialové
3	hydrochinon		modré
4	resorcinol		tmavě fialové
5	pyrogallol		hnědé
6	kyselina gallová		šedohnědé
7	tanin (kyselina digallová)		černé
8	čaj*		šedé

*Čaj je vhodnější užít zelený, protože výluh černého čaje svým zabarvením poněkud ovlivňuje konečné zabarvení reakčního produktu.

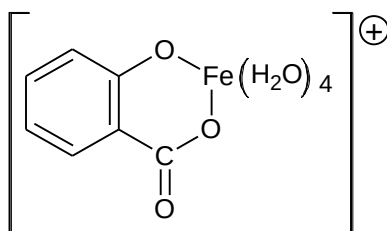
Zvláštní pozornost si zaslouží kyselina salicylová, která vytváří s roztokem chloridu železitého velmi stabilní charakteristicky zabarvený komplex (viz obr. 4), kterého je běžně využíváno pro důkazy kyseliny salicylové v potravinách⁵.

Teorií vzniku barevných reakcí fenolů s chloridem železitým se obšírně zabývá Večeřa⁶, který přetrvávání intenzivního zabarvení produktu reakce kyseliny salicylové s chloridem železitým v kyselém prostředí vysvětluje vznikem solí chelátového typu, např. obr. 5.

Obr. 4 **Velmi stabilní fialový komplex vytvořený reakcí chloridu železitého s kyselinou salicylovou (podle literatury⁵)**



Obr. 5 **Kationt soli chelátového typu (převzato z literatury⁶)**



V středoškolských a vysokoškolských podmínkách barevná reakce kyseliny salicylové s chloridem železitým je inspirativní k tvorbě úloh pro fotometrické stanovení jak kyseliny salicylové, tak železa ve vodě při uplatnění zásad fotometrie s využitím dostupných fotometrů nebo spektrofotometrů, např.^{7,8}. Chybí-li přístrojové vybavení, stanovení lze realizovat na základě subjektivně vytvořené kalibrační křivky s vizuálním porovnáním zabarvení vzorku ve stejných zkumavkách.

Uvedený princip je rovněž využíván k důkazu nebo stanovení látek na kyselinu salicylovou přeměnitelných. Příkladem je již dříve v rámci spolupráce katedry chemie Pedagogické fakulty v Plzni s Vinařskými závody ve Starém Plzenci vypracovaná metoda stanovení sacharinu ve vínu určeném ke konzumaci diabetiky⁹.

Stanovení je založeno na převedení sacharinu na salicylan sodný tavením s hydroxidem sodným a následným uvolněním kyseliny salicylové okyselením. Do této kategorie úloh lze řadit i často frekventované stanovení salicylanů⁷ a kyseliny acetylsalicylové⁸.

Provedení demonstračního experimentu

Do očíslovaných zkumavek umístěných ve stojanu opatřeném bílým pozadím byla v pořadí uvedeném v tabulce 1 špachtličkou vpravena stejná množství (cca 2 mg) fenolů. Následně byl do každé zkumavky pipetou dávkován ethanol (0,3 cm³), denaturovaný 1 % benzínem. V dalším kroku bylo do každé zkumavky pipetováno 10 cm³ destilované vody a přidáno 5 kapek 5% vodného roztoku chloridu železitého. Protřepáním se obsah zku-

mavek č. 1 – 7 zabarvil tak, jak je patrné z obr. 2. Protože obsah zkumavky č. 2 vykazoval příliš intenzivní zabarvení, které dost dobře neumožňovalo určení výsledné barvy, byla část obsahu odlita (asi 2/3) a zbytek byl naředěn vodou. Naopak obsah zkumavek č. 3 a 4 vykázal nesrovnatelně nižší intenzitu zabarvení, proto bylo do těchto zkumavek přikapáno ještě po pěti kapkách roztoku FeCl₃. K dosažení srovnatelné intenzity zabarvení byl následně obsah zkumavek č. 6 a 7 zředěn přidáním dalších 10 cm³ destilované vody. Do zkumavky č. 8 byl vlit zelený čaj připravený dle návodu výrobce. Přidáním 5 kapek roztoku chloridu železitého vzniklo zabarvení dokazující přítomnost fenolických látek ve formě derivátů kyseliny gallové. Výsledek experimentu je patrný z obr. 3.

Poznámky:

1. Výběr fenolů byl navržen na základě mnoholeté zkušenosti tak, aby dobře demonstroval závislost zabarvení na struktuře použitého fenolu.
2. Zařazení kyseliny salicylové umožňuje využití experimentu jako východisko pro další aplikace do oblasti kvantitativní analytické chemie (využití závislosti zabarvení na koncentraci kyseliny salicylové, případně salicylanů, kyseliny acetylsalicylové nebo látek na kyselinu salicylovou přeměnitelných). Díky vysoké stabilitě vzniklého zabarvení je možno reakci modifikovat i pro vytvoření návodu ke stanovení železa. V poslední době byla publikována práce, která je založena na tvorbě komplexu trojmocného železa s kyselinou gallovou¹⁰.

Závěr

Uvedený příspěvek je výsledkem mnohaletého působení pracovníků a studentů katedry chemie v oblasti fenolů na různých úrovních výuky a laboratorní praxe. Výběr fenolů pro experimentální část práce byl navržen tak, aby vyhověl všem požadavkům v textu vytyčeným a diskutovaným. V některých případech je doplňován ještě o 1- a 2-naftol k důkazu, že se obdobným způsobem chovají i vícejaderné fenoly. Zařazení zkumavky s čajem může inspirovat k využití dalších přírodních látek s obsahem tříslovin. Zajímavě vyzní např. porovnání čajů připravených krátkodobější a dlouhodobější extrakcí za stejných podmínek.

Odkazy na původní literaturu umožňují studentům a učitelům chemie hlubší studium problematiky a měly by posloužit při přípravě programu pro zvolený účel (výuka na různých stupních škol, prezentace pro odbornou či laickou veřejnost, součást tzv. atraktivních pokusů). Těžiště experimentální práce směřuje do oblasti barevných reakcí, které umožňují nejen kvalitativní, ale i kvantitativní využití. Upozornění na možnost důkazu či stanovení látek na fenoly přeměnitelných může čtenáře inspirovat k navržení a realizaci nových účelově zaměřených experimentů a napomoci tak i k rozvoji mezipředmětových vztahů.

Poděkování

Práce byla podpořena projektem SGS – 2019 – 025.

Literatura

1. JUREČEK, M. *Organická analýza*. Praha : Československá společnost chemická nákladem přírodovědeckého nakladatelství, 1950, 760 s.
2. McMURRY, J. *Organická chemie*. Praha : VŠCHT, 2007, 1176 s.
3. HRNČIAR, P. *Organická chémia*. Bratislava : SPN, 1982, 661 s.
4. KOVÁČ, J.; KOVÁČ, Š. *Organická chémia*. Bratislava : Alfa, 1977, 928 s.
5. DAVÍDEK, J. a kol. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. Praha : SNTL, 1977.
6. VEČEŘA, M., GASPARIČ, J. *Důkaz a identifikace organických látek*. Praha: SNTL, 1963.
7. BILYK, I.; NEMEC, R. *Vybrané laboratorní metody*. Učebnice pro zdravotní školy. Praha : Avicenum, 1988. 469 s.
8. BATES, A.J. *Skyline College CHEM 210 Laboratory Manual, Experiment 13. Determination of the Acetylsalicylic Acid Content of a Commercial Aspirin Tablet*. Dostupné z: <http://accounts.smccd.edu/batesa/chem210/labmanual/Experiments/Exp%2013%20Aspirin.pdf> staženo 17. 6. 2019.
9. HELMOVÁ, M. *Sacharin a další sladidla užívaná v potravinářství*. Diplomová práce. Plzeň : Pedagogická fakulta, 1978.
10. RATTANAKIT, P.; MAUNGCHANG, R. Determining Iron (III) Concentration in a Green Chemistry Experiment Using *Phyllanthus emblica* (Indian Gooseberry) Extract and Spectrophotometry. In: *J. Chem. Educ.* vol. 96, 2019, 4, s. 756 – 760.

Pohybové aktivity vo výučbe biológie

Ivana Slepáková¹
Anna Mišianiková²

^{1,2}Prírodovedecká fakulta
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Mánesova 23, 040 01 Košice

¹ivana.slepakova@upjs.sk

²anna.misianikova@upjs.sk

Movement activities in biology education

Abstract

Activities related to movement give space to realize biology education more interesting for pupils. Methods and forms of education, which develop inquiry skills provides much more possibilities for the implementation of movement activities. The paper presents example of movement activities related to both the development of inquiry skills and the development of pupils' ability to apply the knowledge using digital technologies. These currently bring more possibilities to apply physical activities in biology education.

Key words

movement activity, classroom, digital technologies, inquiry skills

Úvod

Koordinovať vrodennú potrebu detského pohybu s pokúšaním spoznávať nové veci, vrátane technológií, je možné cieleným interdisciplinárnym prístupom pri výučbe všeobecno-vzdelávacích predmetov. Prehľad o telesnej aktivite v triede, pokiaľ ide o fyzickú aktivitu žiakov a jej vplyv na študijné výsledky, ponúka rozsiahla štúdia Erwin et al. (2012). Formovanie správneho postoja k pohybu môže okrem mnohých iných vplyvov usmerniť aj proces výučby v školách, vrátane výučby predmetu biológia.

Cieľom tohto príspevku je poukázať na potenciál vo využívaní pohybovej činnosti v triede počas vyučovania ako žiadaný a plánovaný prvok otvárajúci nové možnosti. Prezentovaniu činností, ktoré pedagógovia môžu využiť na začlenenie pohybu do každodennej výučby rôznych predmetov, a udržať tak myseľ žiakov a ich optimálne fungovanie počas výchovno-vzdelávacieho procesu, sa venuje vo svojej štúdii Reilly et al. (2012). Orlowski et al. (2015) vytvorili nástroj na zvýšenie fyzickej aktivity počas bežného školského dňa, ktorého súčasťou sú okrem iného nielen integrované vyučovacie jednotky (teda uplatňovanie medzipredmetových vzťahov), ale aj krátke hry, prípadne výučba s pohybom, ktoré minimalizujú čas neaktívneho sedavého spôsobu vyučovania.

Možnosti využitia pohybových aktivít vo výučbe biológie

Vplyv pohybovej aktivity (ďalej PA) na zdravý organizmus je nepopierateľný. Podľa WHO (2009) je pohybová inaktivita (fyzická nečinnosť) štvrtým hlavným riziko-

vým faktorom zapríčiňujúcim globálne úmrtia (6% úmrtí na celom svete). Pre deti a dospievajúcu mládež sú školy kľúčovými prispievateľmi vo výchove k fyzicky aktívnemu životnému štýlu vzhľadom na to, že žiaci sú väčšinou fyzicky aktívni v škole (IOM, 2012). Súčasťou komplexného prístupu k fyzickým aktivitám na školách (comprehensive school physical activity program [CSPAP]) je výučba v triede s príležitosťou pre pohybové aktivity (Erwin et al., 2012). Národný akčný plán pre podporu pohybovej aktivity na roky 2017-2020 definuje pohybovú aktivitu (PA) ako pohybovú činnosť vykonávanú pohybovým aparátom za prítomnosti výdaja energie a ako každú pohybovú činnosť. Z tejto definície sme vychádzali pri tvorbe návrhu krátkych PA, ktoré môžu byť súčasťou bežnej vyučovacej jednotky.

V predmete biológia je priestor pre vytváranie takých aktivít vo vzdelávacom procese, pri ktorých sú žiaci vyzývaní k vykonávaniu pohybu v rôznej miere. Mimo pôdy školy je nespočetné množstvo príležitostí pre PA, od krátkych vychádzok realizovaných počas vyučovacej jednotky v okolí školy za účelom poznávanie okolitej prírody, cez absolvovanie tematicky zameraných náučných chodníkov či jednoduchých exkurzií rôzneho zamerania (zoo, botanická záhrada, jaskyne, ekosystém les...), až po účasť na terénnom cvičení alebo viacdňovej škole v prírode. Všetky tieto aktivity sú z hľadiska časovej prípravy a organizačného zabezpečenia pomerne náročné, no ich prínos v oblasti vzdelávania má pre žiakov nezastupiteľné miesto.

Existuje aj iný spôsob ako využiť potenciál PA vo výučbe biológie, a to je možnosť zámerného navodenia takých situácií vo vyučovacom procese, ktoré sú spojené so žiadaným pohybom žiakov v triede za účelom sprostredkovania alebo reprodukovania biologického učiva. Program vzdelávania umožňuje učiteľom využívať rozmanité spôsoby, metódy a prístupy na dosiahnutie cieľov vzdelávania. Preto by sa nemalo zabúdať na fakt, že jedinečnou formou ako prebudiť žiakov zo snenia na vyučovacích hodinách je prinútiť ich postaviť sa z lavice a umožniť im aspoň nejaký pohyb, ktorého dôsledkom dôjde okrem iného k zlepšeniu cirkulácie krvi a tak aj k lepšiemu okysličeniu mozgu. To môže následne pôsobiť stimulačne na rozmyšľanie žiaka o sprístupňovanej téme (Lengel et al., 2010).

Návrh konkrétnych pohybových aktivít

Získať si a udržať pozornosť mladej generácie môže byť z hľadiska prípravy na výučbu veľmi náročné, preto súčasťou tohto príspevku je návrh PA využiteľných v procese výučby biológie na 2. stupni ZŠ a na SŠ s možnými obmenami podľa uváženia samotného učiteľa. PA navrhnuté v našom príspevku, sú zamerané prevažne na človeka. Spojenie získavania vedomostí s využitím PA pomôže žiakovi uvedomiť si dôležitosť pohybu pre zdravie človeka. Ríša rastlín či živočíchov ponúka taktiež možnosti na realizáciu pohybových aktivít. Žiaci môžu napodobňovať prejavy pohybu živočíchov, ich migráciu, prípadne modelovať či inscenovať procesy v prírode. Na tému z rastlinnej ríše by im učiteľ mohol dovoliť krátku prechádzku po triede za účelom nazbierania liečivých rastlín alebo jedlých húb do košíka (prírodniny a modely húb môžu byť nahradené fotografiou, prípadne na SŠ krátkym popisom stavby plodnice a hlúbika).

Aktivity môžu mať bádateľský charakter a/alebo môžu byť realizované s využitím moderných technológií od bežne dostupných mobilných aplikácií, prípadne videozáznamov mobilnými telefónmi, až po prácu s meracími

systemami, ako sú napr. Coach, Vernier a im podobné. Využívanie videozáznamu a jeho následná analýza naberajú nový rozmer, keďže žiaci môžu okrem objektov v prírode sledovať prejavy pohybu svojho tela a analyzovať jeho fungovanie.

Povoliť žiakovi pohyb po triede je pre učiteľa istým spôsobom nekomfortné, nakoľko učiteľ môže mať čiastočne pocit straty kontroly nad priebehom výučby. Tomu sa dá predísť iba precíznou prípravou konceptu vyučovacej hodiny, ktorej súčasťou má byť plánovaná krátka PA súvisiaca so sprístupňovanou látkou a vhodne zakomponovaná do vyučovacieho procesu. Teda má slúžiť buď na motiváciu a aktivizáciu žiaka, alebo má pomôcť žiakovi pri uvedomovaní si podstaty sprístupňovaného biologického problému a v upevnení si osvojených vedomostí s prepojením na prax. V nasledujúcej tabuľke (Tab. 1) uvádzame pre inšpiráciu návrh krátkych 5 – 10-minútových PA zameraných na biologické témy, realizovateľných kedykoľvek v priebehu vyučovacieho procesu so zreteľom na funkčnosť a vhodnosť vrámci sprístupňovanej témy. Námety pre jednotlivé aktivity sme čerpali prevažne z učebnice Biológia pre gymnázia, Praktické cvičenia II. (Ušáková et al., 2009), kde sú uvedené podrobné postupy jednotlivých aktivít.

Tabuľka 1: Návrh konkrétnych pohybových aktivít

Názov:	Zámer	Krátky opis činnosti	Znázornenie PA
Navrhovaná PA č.1 Prenos genetickej informácie	Zaktivizovanie žiaka – prenos genetickej informácie z rodičov na potomkov	Učiteľ vyzve žiakov, aby zistili (bez slov) koľko žiakov v triede má modré oči. Žiaci sa medzi sebou (bez slov) prechádzajú a zisťujú počet spolužiakov s modrými očami (nestačí aby sa prihlásili z miesta v lavici kde sedia).	
Navrhovaná PA č.2 Určovanie dominantnej nohy	Určovanie dominantnej nohy	Učiteľ vyzve žiaka na vykročenie z miesta; kopnutie do papierovej gule; posúvanie papierovej gule po čiare... Nasleduje pozorovanie vykonávania pohybu dominantnou nohou.	
Navrhovaná PA č.3 Testovanie sluchu	Určovanie smeru zdroja zvuku – význam prepojenia zraku a sluchu	Štyria žiaci sa postaví do rohov triedy a postupne tleskajú. Jeden žiak v strede triedy má zatvorené oči a jedno ucho prikryté rukou. Jeho úlohou je zistiť, ktorý žiak, z ktorého rohu tleska.	
Navrhovaná PA č.4 Modelovanie štruktúry DNA	Modelovanie štruktúry DNA – párovanie dusíkatých báz	Učiteľ rozdelí žiakov do 4 skupín (využije štítky s označením dusíkatých báz). Žiaci vytvárajú štruktúru DNA tým, že sa chytia za ruky (podľa „kľúča pre párovanie báz“).	
Navrhovaná PA č.5 Modelovanie postavenia listov na stonke	Modelovanie postavenia listov na stonke	Skupina žiakov (4 – 8-členná) má za úlohu názorne ukázať postavenie listov na stonke. Stonku predstavuje lano a žiaci predstavujú listy.	

Navrhovaná PA č.6 Modelovanie trávenia potravu	Osvojenie „putovania“ a premeny potravy – inscenácia	Žiaci dostanú kartičku s názvom orgánu tráviacej sústavy (ústna dutina, hltan ...). Žiaci si postupne podávajú potravu (napr. jablko) a popíšu, čo sa s ňou deje v danom orgáne.	
Navrhovaná PA č.7 Poskytovanie prvej pomoci	Ovládať zásady prvej pomoci inscenácia	Žiaci zinscujú zlomeninu nohy alebo úraz s následkom bezvedomia bez pomoci učiteľa. Následne sú koordinovaní učiteľom a inscenáciu realizujú ešte raz.	
Navrhovaná PA č.8 Udržanie rovnováhy	Uvedenie si prítomnosti proprioreceptorov a ich funkcia	Žiaci sa snažia udržať rovnováhu na jednej nohe, so zavretými očami bez toho aby sa držali nejakého oporného bodu. Následne sa jedným prstom dotknú lavice a opäť sa snažia udržať rovnováhu	
Navrhovaná PA č.9 Vysvetlenie úlohy statokinetických receptorov vo vnútornom uchu	Uvedenie si prítomnosti statokinetických receptorov vo vnútornom uchu	Žiak sa zakrúti dookola, začne sa mu točiť hlava. Keď sa žiak prestane krútiť, hlava sa mu točiť neprestane ihneď.	
Navrhovaná PA č.10 Dychová frekvencia / frekvencia pulzu / krvný tlak	Zistiť zdatnosť organizmu	Žiak si odmeria pulzovú frekvenciu v pokoji po 5 min. sedenia. Následne vykoná 30 drepov za 45 s. a odmeria pulzovú frekvenciu. Po 1 min. oddychu v sede opäť odmeria pulzovú frekvenciu. Následne vypočíta index zdatnosti.	

Záver

Čas, ktorý trávia žiaci v škole, sa s ohľadom na vek pohybuje v rozmedzí približne od 4 do 8 hodín denne, teda v priemere možno polovicu času aktívne prežívajú dňa. Je nevyhnutné, aby PA detí v každom veku bola podporovaná aj v školskom prostredí. Bez ohľadu na spôsob ako zvýšiť fyzickú aktivitu na školách sú kriticky zúčastnenou stranou v tomto náročnom procese učitelia (Lagarde et al., 2008). Zo štúdie Benes et al. (2016) vyplýva, že učitelia sú informovaní o zdravotných výhodách pohybovej aktivity, ale väčšinou majú obmedzené poznatky týkajúce sa možností využitia pohybu pri učení sa v triede.

Je zjavné, že nedostatočná informovanosť a chýbajúce konkrétne návrhy pre implementáciu PA do vyučovacieho procesu, môžu odrádzať učiteľov od zapojenia sa do procesu zvyšovania fyzickej aktivity počas vyučovania. Pozitíva, ktoré ale vyplývajú zo zavádzania krátkych PA do výchovnovzdelávacieho procesu, by mali motivovať učiteľov k čoraz častejšiemu, až rutinnému zavádzaniu fyzickej aktivity žiakov, ktorá okrem iného otvára nové možnosti pre využívanie mobilných aplikácií a digitálnych technológií za účelom sporenia a inovovania edukácie.

Literatúra

1. BENES, S.; FINN, K. E.; SULLIVAN, E. C.; YAN, Z. Teachers' Perceptions of Using Movement in the Classroom. In *The Physical Educator*, Vol. 73, 2016, pp. 110 – 135 Dostupné online: <http://dx.doi.org/10.18666/TPE-2016-V73-I1-5316>.
2. ERWIN, H.; FEDEWA, A. ; BEIGHLE, A.; AHN, S. A Quantitative Review of Physical Activity, Health, and Learning Outcomes Associated With Classroom-Based Physical Activity Interventions. In: *Journal of Applied School Psychology*. Vol. 28, no. 1, 2012, pp.14 – 36.
3. IOM (Institute of Medicine). Accelerating progress in obesity prevention: Solving the weight of the nation. Washington, DC. The National Academies Press, 2012.
4. LAGARDE, F.; LeBLANC, C. M. A.; McKENNA, M.; ARMSTRONG, T.; CANDEIAS, V.; de BRUIN, T.; SATTELMAIR, J.; SLIEGEL, D.; THOMPSON, N. School policy framework: Implementation of the WHO global strategy on diet, physical activity, and health, WHO (World Health Organization), 2008, dostupné online: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/SPF-en-2008.pdf>.
5. LENGEL, T. L.; KUCZALA, M. S.; ANTHONY-LENGEL, T. L. The Kinesthetic Classroom: Teaching and Learning Through Movement, WHO (World Health Organization), 2010, ISBN 1412979544.
6. Národný akčný plán pre podporu pohybovej aktivity na roky 2017-2020. 2017. Bratislava, dostupné online: http://www.uvzsr.sk/docs/info/podpora/Narodny_akcny_plan_pre_podporu_pohybovej_aktivity_na_roky_2017_2020.pdf
7. ORLOWSKI, M.; LORSON, K.; LYON, A.; MINOUGHAN, S. My Classroom Physical Activity Pyramid: A Tool for Integrating Movement into the Classroom, In: *The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, Vol. 84, no. 9, 2013. pp. 47-51.
8. REILLY, E.; BUSKIST, C.; GROSS, M. K. Movement in the Classroom: Boosting Brain Power, Fighting Obesity. *Kappa Delta Pi Record*, Vol. 48, no. 2, 2012, pp. 62-66.
9. UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, E., NAGYOVÁ, S., GÁLOVÁ, T. *Biológia pre gymnázia, Praktické cvičenia II*. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2009, ISBN 978-80-10-01370-8.
10. WHO (World Health Organization). Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, 2009.

Botanická záhrada ako priestor pre aktívne bádanie žiakov

Andrea Lešková¹
Zuzana Compeľová²
Andrea Fridmanová³

^{1,2}Ústav biologických a ekologických vied,
Prírodovedecká fakulta
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Mánesova 23, 040 01 Košice
Slovensko

³Botanická záhrada
Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Mánesova 23, 043 52 Košice
Slovensko

¹andrea.leskova@upjs.sk

Botanical garden as a field for active inquiry of pupils

Abstract

One of the possibilities how to connect new and unconventional approaches in teaching is experiential education. Internal motivation of pupils for teamwork and protection of natural resources is formed in this form of education. Pupils acquire direct experience with living organisms, so their link between cognitive and affective learning is strengthened. We carried out this form of experiential learning in nature especially in the area of the Botanical Garden of UPJŠ in Košice. We prepared worksheets and methodological materials for three areas (Forest Ecosystem, Herb Garden and Citrus Greenhouse) for pupils and teachers. Field trip was organized for 170 pupils of second grade primary school. After field trip pupils completed a worksheet and a questionnaire. The data were statistically evaluated using MANCOVA. We found statistically significant differences in the effect of the mark on pupils' biology knowledge. We concluded the influence of gender on the attitude to cultivation of plants and the attitude to plants like a part of the nature. The positive pupils' attitude to plant correlated due to experience with teaching biology in the field. Teachers should to prefer outdoor educational activities to form positive attitude to nature, human and human health.

Key words

inquiry, experiential learning, skills, pupils

1 Úvod

Často sa v rôznych médiách stretávame s informáciou, že žiaci v škole sú unudení a ťažko nadobúdajú vedomosti. Pre žiakov sú prístupy, ktoré učitelia využívajú na vyučovacích hodinách neatraktívne a nezaujímavé, čím sa prehlbuje aj ich nezáujem aj o prírodné vedy, kam patrí aj biológia. Učitelia si častokrát nevedia, ako motivovať žiakov k učeniu. Dá sa ešte v dnešnej dobe zapojiť žiakov do vyučovacieho procesu a vzbudiť ich zvedavosť a ochotu skúmať a získavať informácie? Ako uvádza Labašová (2019) zážitková pedagogika je práve jedným z tých kľúčov, ktorý dokáže žiakov zaujať natoľko, aby so záujmom sami odomkli dvere do sveta nepoznaného a zapamätali si, čo za týmito dverami našli.

2 Outdoorové vzdelávanie

Je dôležité, aby žiaka vo vyučovacom procese sprevádzal zážitok, jeho vlastné prežívanie, pretože práve zážitok mu ponúka viacrozmerne uchopenie problema-

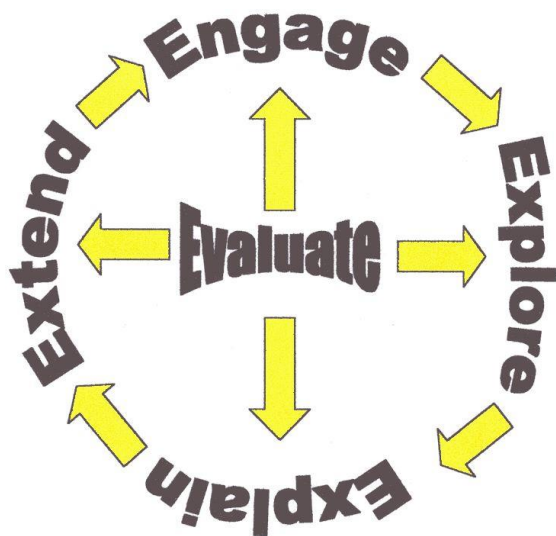
tiky, zapája najviac zmyslov a prostredníctvom emócií si žiak dokáže nové informácie lepšie zapamätať. Takýmto spôsobom sa môžu učiť žiaci akéhokoľvek veku, je aplikovateľný na všetkých úrovniach škôl. Dôležité je, aby tento spôsob výučby učiteľ prispôbil cieľovej skupine a vekovej kategórii žiakov. Prvky zážitkovej pedagogiky možno účinne aplikovať v outdoorovom vzdelávaní, kde základ tvoria samotné predchádzajúce skúsenosti žiaka (Knapp, 1996). Toto vzdelávanie si podľa Priest (1986) vyžaduje zapojenie všetkých zmyslov, pri ktorých je podstata umocňovaná ľudmi, vzťahmi a prírodnými zdrojmi. Denworth and Waves (2018) vo svojom výskume zaznamenali zvýšený nárast vnútornej motivácie k učeniu a zodpovednosti za vlastné správanie žiakov, ktorí sa zúčastnili výučby v teréne Eaton (1998) vo svojej práci poukazuje na lepšie výsledky žiakov, ktorí sa zúčastnili vzdelávania v teréne. K podobným výsledkom prišli aj Fančovičová a Prokop (2011), ktorí porovnávali účinnosť programu výučby v teréne s výučbou v škole. Podľa ich štúdie sa vo výučbe v teréne objavil významne vyšší efekt na vedomosti a postoje žiakov k rastlinám a ich záujem o prírodné vedy. Takéto vzdelávanie môže prebiehať nielen vo voľnej prírode, ale aj v parku, botanickej alebo zoologickej záhrade.

3 Zážitkové vyučovanie v Botanicknej záhrade

Botanickú záhradu Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach každoročne navštevujú žiaci základných a stredných škôl hlavne v jarných a jesenných mesiacoch v rámci školských výletov a exkurzií. Z rozhovorov s učiteľmi, ktorí pravidelne so žiakmi absolvujú exkurzie v botanickej záhrade vyplynulo, aby sa exkurzie nereali- zovali pre žiakov iba formou odbornej prednášky a boli zamerané na rastliny, ktoré rastú v skleníkoch, pretože v areáli BZ UPJŠ sa okrem skleníkov s rozlohou

3500 m², v ktorých sú sprístupnené rastliny tropickej a subtropickej vegetácie, nachádza vo vonkajšom areáli na ploche 4 ha aj expozícia dekoratívnej flóry. Časť expozície dekoratívnej flóry tvorí Ekologická náučná plocha, na ktorej sa nachádzajú rastliny, ktoré sú charakteristické pre mierne pásmo. Na ploche 24 ha sa rozprestiera lesná časť BZ UPJŠ, ktorá pozostáva z lesných celkov pôvodných fytocenóz nadväzujúcich na lesné spoločenstvá geomorfologických celkov Bankova a Čermelského údolia. Práve vonkajšie časti Botanickéj záhrady a časť skleníkov, kde sa nachádzajú citrusy sme sa snažili žiakom priblížiť formou zážitkového vyučovania, do ktorého sme zakomponovali prvky zážitkovej pedagogiky, bádateľsky orientovaného prírodovedného vzdelávania a environmentálnej výchovy. Pre učiteľov sme vypracovali metodické materiály k jednotlivým stanoviskám, aby aj sami, bez sprievodcu a s využitím mobilnej aplikácie Botanickéj záhrady UPJŠ zvládli úspešne zrealizovať zážitkové sprevádzanie. V metodických materiáloch pre učiteľov sme vymedzili formu vyučovacej jednoty, ciele, ktoré majú žiaci zvládnuť, metódy, charakterizovali sme medzipredmetové vzťahy a detailne popísali štruktúru zážitkového sprevádzania v rozsahu 45 minút. Pri vypracovaní štruktúry sprevádzania sme vychádzali z päťfázového modelu učenia (Bybee et al., 2006). Ako uvádza Kireš et al. (2016) samotný model vychádza z konštruktivistických a bádateľských prístupov vo vzdelávaní a je rozdelený do postupnosti krokov, počas ktorých žiak získava poznatky o reálnom svete na základe priamych skúseností, ktoré vedú k vytvoreniu vlastných mentálnych modelov. Dôležitým momentom je identifikovanie prvotných predstáv, ktoré sú niekedy nesprávne. Žiak svoj mentálny model rozširuje prijímaním (asimiláciou) nových poznatkov, resp. zámenou nesprávnych predstáv novými poznatkami (akomodácia), ak dôjde medzi nimi ku konfliktu.

Obr. 1 **Päťfázový model učenia (Bybee et al.)**

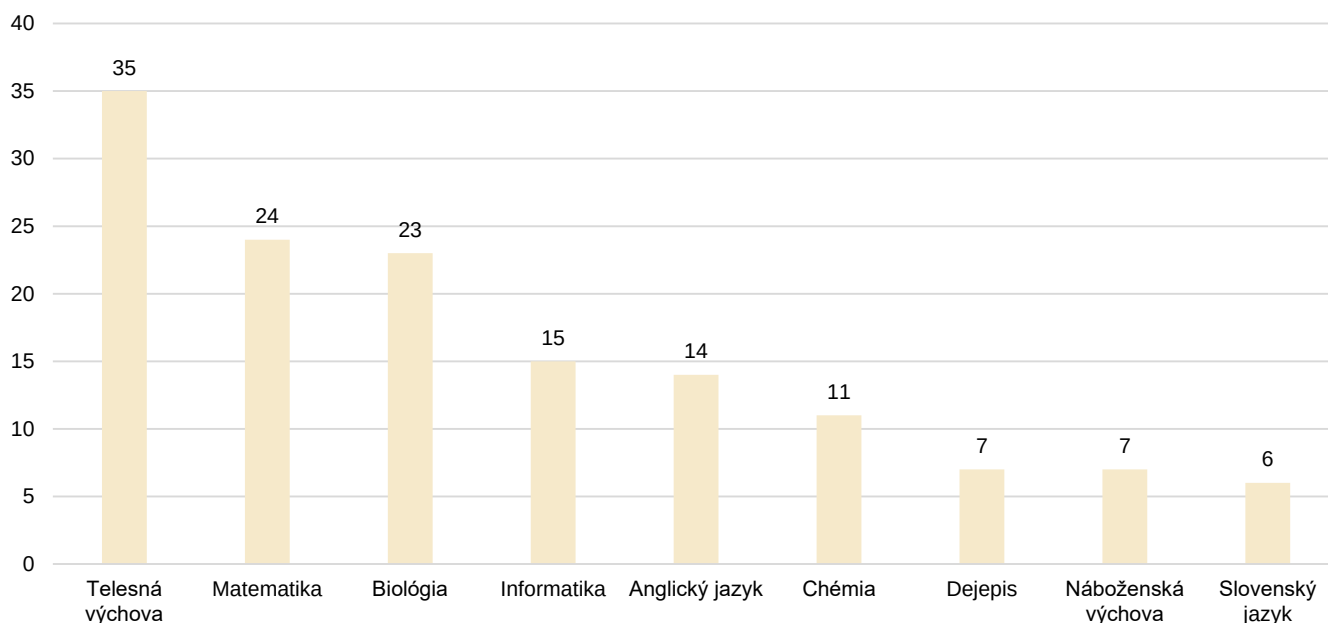


Počas zážitkového sprevádzania učiteľ môže realizovať aktivity, prostredníctvom ktorých si žiaci osvojujú poznatky a zručnosti, na základe samostatnej aktívnej činnosti. Pred samotnou realizáciou nášho výskumu sme vytvorili okrem metodických materiálov pre učiteľov aj pracovné listy pre žiakov. Pri tvorbe pracovných listov sme vychádzali z platných učebníc biológie pre základné školy a osemročné gymnáziá, kde sme analyzovali obsahovú stránku učebníc. Pracovné listy sme vytvárali na základe aktuálneho stavu jednotlivých druhov rastlín na stanoviskách. V pracovných listoch sme vytvorili úlohy na doplnenie, priradenie, úlohy s výberom odpovede, úlohy s možnosťou výberu (pravda, nepravda). Pri úlohách sme využili aj obrazový materiál, ktorý žiakom napomáhal lepšej predstavivosti a zároveň nasmeroval žiaka k správnej odpovedi. Čas na vypracovanie pracovného listu bol v rozmedzí 15-20 minút.

4 Realizácia a metódy výskumu

Výskum sme realizovali v areáli Botanickéj záhrady Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, kde sme uskutočnili zážitkové vyučovanie na troch stanoviskách (Lesný ekosystém, Bylinková záhrada a Tropické a subtropické rastliny) pre žiakov druhého stupňa základných škôl a žiakov osemročných gymnázií od primy po kvartu. Sprevádzanie prebiehalo v mesiacoch máj až september 2018. Výber respondentov pre tento výskum bol náhodný a nevedeli sme ho vopred ovplyvniť, pretože učiteľia sa prihlasovali na exkurzie do Botanickéj záhrady UPJŠ v Košiciach na vrátnici a to v rámci napr. školských výletov, exkurzií, krúžkov a pod. V letných mesiacoch sme sprevádzali žiakov v rámci denného tábora národného projektu IT Akadémia. Uskutočnili sme 10 zážitkových sprevádzaní, na ktorých sa zúčastnilo 170 žiakov (88 chlapcov a 82 dievčat). Priemerný vek žiakov bol 13,3 rokov. Po zážitkovom sprevádzaní žiaci vyplnili pracovný list a administrovali sme im aj dotazník. Dotazník, ktorý sme použili v našom výskume bol vypracovaný kolegami z Trnavskej Univerzity (Fančovičová, Prokop, 2010). Uvedený dotazník sme upravili pre potreby nášho výskumu. Žiaci skórovali každý z tridsiatich siedmich výrokov Likertovou škálou od „úplne nesúhlasím“ až po „úplne súhlasím“ (škála 1-5). Výsledky dotazníka sme najskôr preskórovali podľa výrokov. Nepravdivému výroku, alebo najmenej pozitívnemu výroku sme priradili hodnotu 1 a pravdivému výroku alebo najviac pozitívnemu výroku sme priradili hodnotu 5. Položky dotazníka s negatívnym významom sme pred analýzou skórovali v opačnom poradí. Do štatistickej analýzy sme nezahrnuli položky dotazníka, v ktorých sme od žiakov chceli zistiť ich polročnú známku z biológie a ich obľúbený predmet. Priemerná polročná známka z biológie našich respondentov bola 1,52. Ktorý predmet v škole patrí k ich najobľúbenejším uvádzame v Grafe 1.

Graf 1 **Najviac obľúbené predmety respondentov**



5 Výsledky výskumu

Žiaci po príchode zo stanoviska vypracovali pracovný list. Počas vyplňania sme často mali možnosť počuť od žiakov: „keby som len dával pozor“ alebo „ja viem, čo to je, veď som to videl, ale nespomeniem si“. Pracovné listy sme následne bodovo vyhodnotili. Ani jeden žiak nedosiahol podpriemerné výsledky.

Následne žiaci vyplnili dotazník. Výroky jednotlivých položiek dotazníka sme rozdelili podľa zamerania do nasledujúcich dimenzií: 1. Význam rastlín pre človeka, 2. Význam rastlín v prírode, 3. Biológia ako predmet, 4. Vzťah žiaka k rastlinám, 5. Pestovanie rastlín, 6. Vyučovanie biológie v škole. Zo skóre každej dimenzie dotazníka sme urobili súčet, čím sa počet údajov redukoval a zároveň odrážal vedomosti žiakov v každej dimenzii. Sumárne skóre sme podrobili multivariátnej analýze kovariancie (MANCOVA – Multivariate analysis of covariance).

V tomto štatistickom teste, ktorý umožňuje skúmanie vplyvu viacerých faktorov v našom prípade na postoje žiakov k rastlinám, boli závislé premenné sumy z každej dimenzie, známka predstavovala kovariát, pohlavie, skúsenosť s vyučovaním mimo školy a či žiaci majú doma záhradu predstavovali kategorické premenné. Z Tabuľky 1 vyplýva, že známka, pohlavie žiakov a aj ich skúsenosť s výučbou v prírode vplývalo na priemerné skóre dimenzií. To, či žiak má doma alebo nemá doma záhradu nemalo štatisticky významný vplyv, aj keď 144 respondentov uviedlo, že doma majú záhradu. Predpokladáme, že záhrady nevyzerajú tak, ako v minulosti, kde sa pestovali rôzne druhy zeleniny, ovocných stromov a kríkov. Možno žiaci vnímajú záhradu ako okrasnú a nespájajú ju s úžitkovou.

Reliabilitu dotazníka sme vypočítali pomocou Cronbachovho alfa analýzy pre jednotlivé položky dotazníka, pričom koeficient reliability jednotlivých položiek bol dostatočne vysoký (Cronbachovo alfa = 0,883).

Tab. 1 **Výsledky multivariátnej analýzy kovariancie**

	Test	Value	F	Počet dimenzií	Počet respondentov	p
Intercept	Wilks	0,06	367,63	6	151	0,00
Známka	Wilks	0,90	2,71	6	151	0,01
Pohlavie	Wilks	0,86	3,98	6	151	0,00
Skúsenosť	Wilks	0,91	2,42	6	151	0,02
Záhrada	Wilks	0,93	1,82	6	151	0,09

Tab. 2 Vplyv dimenzií na kategorické prediktory

Číslo	Dimenzia	Známka	Pohlavie	Skúsenosť	Záhrada
1.	Význam rastlín pre človeka	x			
2.	Význam rastlín v prírode	x			
3.	Biológia ako predmet	x		x	
4.	Vzťah žiaka k rastlinám		x	x	
5.	Pestovanie rastlín		x		
6.	Vyučovanie biológie v škole			x	

Z Tabuľky 2 vyplýva, že prvá a druhá dimenzia je ovplyvnená iba známkou. V prvej dimenzii sa žiaci vyjadrovali k tomu, či sa oblečenie vyrába z rastlín, či sú dôležité rastliny v medicíne, či sa z rastlín vyrába palivo a nábytok. Niektorí žiaci sa nás počas vyplňania dotazníka nechápavo pýtali, ako môže byť rastlina palivom, pretože pod pojmom rastlina si predstavujú byliny a nespájajú si dreveniny s pojmom rastlina. Druhú dimenziu tvorili fakty a tvrdenia napr. bez rastlín by neexistoval život, rastliny produkujú kyslík, využívajú slnečnú energiu. Žiaci disponujú informáciami o vzťahoch medzi rastlinami a inými organizmami, napr. znečistenie prostredia vplyva na rast rastlín, mikroorganizmy môžu poškodiť rastliny, rastliny poskytujú ochranu vtákom. Tretiu dimenziu ovplyvnila okrem výslednej známky z biológie aj skúsenosť s výučbou biológie priamo v teréne a domnievame sa, že vyučovanie biológie priamo v teréne vedie žiakov k aktívnemu bádaniu a hlbšiemu skúmaniu jednotlivých živých organizmov. Vzťah žiaka k rastlinám ovplyvnilo pohlavie v prospech dievčat a tiež skúsenosť žiakov s vyučovaním biológie v teréne.

Môžeme tvrdiť, že vzťah žiaka k samotnej prírode sa vytvára na základe aktívneho trávenia času, napr. v lese, na chate, pri vodných plochách, prípadne štúdium odbornej literatúry, návštevou podujatí (výstavy rastlín a pod.). Samotné pestovanie rastlín ovplyvňuje iba pohlavie v prospech dievčat. Dievčatá majú pozitívnejší vzťah k pestovaniu rastlín ako chlapci, čo je prirodzené, pretože ženy sa skôr doma starajú a zaujímajú o pestovanie rastlín, či už v samotnom interiéri, alebo exteriéri. V poslednej šiestej dimenzii ovplyvnila výsledky iba skúsenosť s výučbou biológie v priamo terénne. Ak žiak zažije výučbu biológie v prírode, tak bude aj naďalej od učiteľa očakávať takúto formu výučby. V takom prípade majú žiaci potrebu neustále pracovať so živým materiálom, prejavujú zvýšený záujem o nové biologické poznatky, ktoré súvisia s významom a využitím rastlín, či konkrétnych vzťahoch jednotlivých druhov organizmov.

6 Záver

Veľkým prínosom terénneho vyučovania je aktivizácia myšlienkových procesov žiakov a budovanie ich pozitívneho vzťahu k prírode (Brtnová, Čepičková, 2013). Na rozdiel od klasických metód, ktorým je často vyčítané jednostranné smerovanie, prichádzajú nové alternatívne prístupy k riešeniu tohto problému (Maňák, 2003). Na základe týchto tvrdení Veselská (2018) uvádza, aby niektoré hodiny botaniky prebiehali priamo v prírode (park, školská záhrada, arborétum, botanická záhrada...) a boli založené na bádateľsky orientovanej výučbe. Vo svojom výskume zistila, že 47,6 % učiteľov majú priestor pre takúto výučbu, ale aj napriek tomu nerealizujú hodiny biológie kvôli náročnej príprave. Hefferan et al. (2002) tvrdia, že takáto organizačná forma vyučovania prináša žiakom možnosť prepojenia práce v škole a v teréne, na základe vzájomnej komunikácie a spolupráce. Pri takomto priebehu vyučovania dochádza k aplikácii vedomostí a skúseností pri spoločnom riešení zadaného problému. Žiaci sú mnohokrát vedení k tomu, aby fungovali ako jeden celok. Bozdogan (2012) vo svojej práci uvádza, že žiaci v neformálnom prostredí (mimo školy) prejavujú zvýšený záujem o informácie, ktoré sú im podávané prirodzenejšie, zážitkovo a menej formálne ako v škole. Nováková (2014) vo svojom výskume zistila, že 39 % učiteľov zaradzuje 2 – 3 exkurzie do vyučovania počas školského roka. Nasledne 37 % učiteľov uviedlo, že exkurziu využíva vo svojom vyučovaní len raz do roka a 20 % učiteľov využíva exkurziu 4- až 5-krát do roka. Taktiež v jej práci uvádza, že až 47 % učiteľov uskutočňuje sprevádzanie bez sprievodcu, 38 % učiteľov využíva samostatnú prácu žiakov s pracovnými listami a 9 % učiteľom sa zdá sprevádzanie s možnosťou sprievodcu drahé. Veríme, že výsledky našej práce prispievajú k pozitívnemu ohlasu realizovať bádateľské aktivity žiakov v rámci sekundárneho vzdelávania, ale aj podpore učiteľov využívať prostredie mimo školy vo výučbe biológie a aktívne zapájať žiakov do vyučovacieho procesu.

Acknowledgement

The contribution was created with the support of the European Social Fund and the European Regional Development Fund within the Human Resources Operational Program under the project "IT Academy – Education for the 21st Century", ITMS project code: 312011F057.

Literatúra

1. BOZDOGAN, A., E. 2012. The practice of prospective science teachers regarding the planning of education based trips: Evaluation of six different field trips. In *Educational sciences: Theory & Practise* Vol.12, p.1062 – 1069. ISSN: 1303-0485 [cit. 14. 3. 2019] Dostupné na: <http://web.a.ebscohost.com/ehotail?sid=4a00b50e6a6940219b037a19f90a1823%40sess=ionmgr4005&vid=1&hid=4206&bdata=JnNpdGU9ZWWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=a9h&AN=84706646>
2. BRTNOVÁ A kol. 2013. *Didaktika přírodovědného základu*. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně, 2013. 92 s. ISBN 978-80-7414-597-1
3. BYBEE, R., W., TAYLOR, J., A., GARDNER, A., VAN SCOTTER, P., POWELL, J., C., WESTBROOK, A., LANDES, N. 2006. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Dostupné na: www.bscs.org
4. DENWORTH, L., WAVES, B. 2018. The benefits of Learning Outdoors. In *Psychology Today*. Dostupné na: <https://www.psychologytoday.com/intl/blog/brain-waves/201802/the-benefits-learning-outdoors>
5. EATON, D. 1998. *Cognitive and affective learning in outdoor education*. Department of Curriculum, Teaching and Learning University of Toronto. Dostupné na: <https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/12600/1/NQ41587.pdf>
6. FANČOVIČOVÁ, J., PROKOP, P. 2010. Development and Initial Psychometric Assessment of the Plant Attitude Questionnaire. In *Journal of Science Education and Technology* 19(5) p. 415-421
7. HEFFERAN, K. a kol 2002. Integrating field trips and classroom learning into a capstone undergraduate research experience. In *Journal of geography*. vol. 102, no. 5/2002, p. 183 – 190. ISSN 0022-1341. [cit. 18. 3. 2019] Dostupné na: <http://search.proquest.com/docview/216835018?accountid=15618>
8. KIREŠ a kol. 2016. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: ŠPÚ, s. 130 ISBN 978-80-8118-155-9
9. KNAPP, C. 1996. *Just beyond the classroom: Community adventures for interdisciplinary learning*, WV: ERIC Clearing house on Rural Education and Small Schools s. 155
10. LABAŠOVÁ, L. 2019. *Učiť deti v školách pomocou zážitkov je obohacujúce pre všetkých*. [cit. 18. 5. 2019] Dostupné na: <https://eduworld.sk/cd/zuzana-granska/5919/zuzana-labasova-zazitkova-pedagogika>
11. MAŇÁK, J. a kol. 2003. *Výukové metódy*. Brno : Paido, 2003 ISBN 80-7315-039-5
12. NOVÁKOVÁ, E. 2014. Využívání Botanické zahrady PřF UK v Praze ve výuce biologie a přírodopisu. *Diplomová práce*. Praha: Univerzita Karlova, 2014
13. NUNNALLY, J.C. 1978. *Psychometric theory*. 2nd Edition, McGraw-Hill, New York
14. PRIEST, S. 1986. Redefining Outdoor Education: A Matter of Many Relationships. In *The Journal of Environmental Education*. Vol. 17, n.3, p. 13 – 15.
15. SHEWBRIDGE, C. a kol. *Správa OECD o evalvácii a hodnotení vo vzdelávaní: Slovenská republika 2014*. Bratislava : NÚCEM, 2016, 163 s. ISBN: 978-80-89638-30-7.

Námety výskumne ladených aktivít (IBSE) z organickej chémie pre ISECD 2 (II. časť)

Katarína Kotuláková¹
Ľubomír Held²
Simona Polláková³
Simona Tarajová⁴

^{1,2,3,4}Katedra chémie
Pedagogická fakulta
Trnavská univerzita v Trnave
Priemyselná 4, 918 43 Trnava
Slovensko

¹katarina.kotulakova@truni.sk

²lheld@truni.sk

Inquiry-based activities about organic compounds for lower secondary students (part II)

Abstract

Presented text offers a series of three activities for lower secondary pupils (introduction to organic chemistry) about connection of composition and properties of simple organic compounds. Activities have inquiry design and have potential to develop not only concepts about properties of organic compounds but concentrate also on science process skills and attitudes in science.

Key words

inquiry-based science education, organic chemistry, properties of organic compounds

Úvod

Posledné výsledky medzinárodného merania PISA (2019) poukazujú na stagnáciu našich 15-ročných žiakov v prírodovednej gramotnosti, ktorá je už tak dlhodo- bo pod úrovňou krajín OECD. Takmer 30 % z nich do- káže použiť iba základné alebo bežné obsahové a pro- cedurálne znalosti, aby rozpoznali alebo identifikovali jednoduchý prírodný jav. Vedia vysvetliť iba údaje, s ktorými sa už stretli, teda nevedia ich aplikovať do novej situácie. Vedia sa riadiť iba presnými inštrukciami pri realizovaní jednoduchého experimentu a interpretovať dáta s nižšou kognitívnou náročnosťou vyjadrené gra- fický (PISA, 2019, s. 51 – 52). Títo žiaci sa nachádzajú v rizikovej skupine ďaleko zaostávajúc za svojimi roves- níkmi z iných krajín, s ktorými budú onedlho na jednom pracovnom trhu.

Už na začiatku milénia sme mali v rukách správu o dôležitosti a potenciáli indukčného, predovšetkým výskumne ladeného prístupu k prírodovednému vzdelá- vaniu – IBSE (Held et al., 2011, Rocard, 2007). Efektív- nosť koncepcie sa ukázala pri práci so slabými i veľmi schopnými žiakmi na všetkých stupňoch vzdelávania (Galková et al., 2019, Kanli, Yagbasan, 2017, Ramay- anti et al., 2017). Implementácia uvedeného nazerania na prírodovedné vzdelávanie na Slovensku je však za- tiaľ iba v rovine náznakov v kurikulárnych dokumentoch (ŠVP, 2015). Absentuje v uvažovaní a práci učiteľa, a konzekventne nie je prítomná ani v práci žiaka (Priški- nová et al., 2020). Problémom je tiež nedostupnosť

didakticky rekonštruovaného materiálu s výskumne ladenými aktivitami pre sekundárny stupeň vzdelávania, ktorý by zabezpečil kontinuálne konštruovanie prírodo- vedných konceptov.

Pripravená sekvencia článkov (v niekoľkých po sebe nasledujúcich číslach BECH, predstavujeme jej druhé pokračovanie) chce ponúknuť učiteľovi chémie didaktic- ky rekonštruovaný materiál pre vytvorenie uceleného obrazu o chemických javoch prostredníctvom vý- skumného prístupu, a to v plnom súlade s ŠVP (2015). Predstavovaný overený materiál má potenciál systema- ticky rozvíjať všetky oblasti prírodovednej gramotnosti, a to koncepty, spôsobilosti vedeckej práce (SVP) i pos- toje k vede, jej systematickému a objektívnemu pozná- vaniu materiálneho sveta (Polláková, 2019).

Štruktúra v podobe didaktickej sekvencie konkrétnych výskumných činností

Predstavovaná sekvencia úloh z organickej chémie je pokračovaním skúmania vlastností jednoduchých uhľo- vodíkov (Námety výskumne ladených aktivít (IBSE) z organickej chémie pre ISECD 2 (I)). Výskumne ladený dizajn umožňuje a od žiakov očakáva využívanie pred- chádzajúcich zistení, ktoré využívajú pri formulovaní zmysluplných a odôvodnených predpokladov. Vý- skumné aktivity sa snažia rozvíjať a prehľbovať koncept organickej zlúčeniny, konkrétne poukazujú na prepoje- nie pozorovateľných vlastností zlúčenín s ich zložením.

Metodické pozadie sekvencie

Kontext a charakteristika aktivít

Sekvencia predstavovaných aktivít rozvíja a prehľbuje základné vedomosti, ktoré o jednoduchých uhľovodí- koch žiaci získali v predchádzajúcom skúmaní (zloženie uhľovodíkov, väzbovosť uhlíka a vodíka, homologický rad). V nasledujúcej výskumnej činnosti sa však opie- rame aj o koncepty, ktoré žiaci získali vo fyzike, biológii

či všeobecnej a anorganickej časti chémie (napr. koncept hustoty, dýchania, horenia, skleníkových plynov). Horením butánu (propán-butánová zmes) žiaci identifikujú produkty horenia (vodu orosením skúmavky a pridaním bezvodého CuSO_4 , ktorý po opätovnom hydratovaní zmodrie, CO_2 pridaním čirej vápenatej vody, ktorá sa zakalí, prípadne vznik čiernych sadzí je dôkazom prítomnosti samotného uhlíka) a reflektujú tak na zloženie uhľovodíkov, ako aj na dôsledky ich spaľovania v kontexte nárastu skleníkových plynov v prostredí. Je dôležité poznamenať, že produkty horenia butánu žiaci predpokladajú na základe poznatkov, ktoré získali v rámci predchádzajúceho prírodovedného vzdelávania. Práve tu môže učiteľ zdôrazňovať potrebu formulácie odôvodneného predpokladu. Žiak už vie, že uhľovodíky obsahujú v molekule predovšetkým atómy uhlíka a vodíka. Pozná tiež princíp horenia ako zlučovania látky s kyslíkom. Cieľom však nie je žiadať od žiakov správnu odpoveď, ale primäť ich uvažovať a využívať predchádzajúce poznanie a skúsenosť.

So spaľovaním uhľovodíkov je spojená i produkcia sadzí. Ich tvorba súvisí s nedokonalým spaľovaním a pomerom atómov uhlíka a vodíka v molekule. Žiaci pracujú s im (z predchádzajúcej sekvencie) známymi plynmi,

butánom a acetylénom. Sledujú tvorbu sadzí pri ich zapálení (čierny povlak na bielej obkladačke, ktorú držia nad plameňom). Zisťujú, že tvorba sadzí nie je u plynov rovnaká. Toto pozorovanie opäť dávajú do súvisu so zložením molekúl uhľovodíkov. V prípade acetylénu (C_2H_2) je pomer atómov uhlíka k atómom vodíka 1:1. V molekule butánu (C_4H_{10}) je pomer atómov uhlíka k atómom vodíka 1:2,5 (je potrebné upraviť počet atómov vodíka k jednému atómu uhlíku v molekule, 1 uhlík : x vodíkov). Z uvedeného vyplýva, že množstvo atómov uhlíka na počet atómov vodíka v molekule v acetyléne je v väčšie ako je tomu v butáne. Pri horení acetylénu je biela obkladačka pokrytá väčším množstvom sadzí (vzniklo viac mikroskopických častíc uhlíka – sadzí) ako pri horení butánu (Obr. 1 a 2).

Porovnávaním meniacich sa vlastností uhľovodíkov s narastajúcim uhľovodíkovým reťazcom žiaci získavajú komplexnejší obraz o vzťahu ich zloženia s vlastnosťami. Zisťujú skupenstvo, farbu, horľavosť, prchavosť, hustotu a rozpustnosť v polárnych a nepolárnych rozpúšťadlách (Tab. 1). Žiaci pracujú s reálnymi vzorkami, fyzikálno-chemickými tabuľkami a videom (horenie nafty a benzínu, napr. uvedené video bez zvuku:

<https://www.youtube.com/watch?v=4hgTXMLE7iE>)

Obr. 1 Sadze na bielej obkladačke po horení acetylénu



Obr. 2 Biela obkladačka po horení butánu



Tab. 1 Vlastnosti vybraných uhľovodíkov

	Bután (náplň do zapaľovača) C_4H_{10}	Benzín $\text{C}_5 - \text{C}_{12}$	Nafta $\text{C}_9 - \text{C}_{22}$	Motorový olej $\text{C}_{15} - \text{vyššie}$	Parafín ¹ $\text{C}_{20} - \text{vyššie}$	Asfalt $\text{C}_{35} - \text{vyššie}$
Skupenstvo	plynné	kvapalné	kvapalné	kvapalné	pevné	pevné
Farba ²	bezfarebný	žltý / biely	svetlohnedá	hnedý	biely / žltý	čierny
Horľavosť / teplota vzplanutia ³ (°C)	-60	-25	>56		>200	>320
Prchavosť	prchavý	prchavý	prchavá	prchavý	málo prchavý	málo prchavý
Hustota (kg.m^{-3})	2,56	640 – 770	800 – 880		870 – 930	1300
Rozpustnosť vo vode	nerozpustný	nerozpustný	nerozpustný	nerozpustný	nerozpustný	nerozpustný
Rozpustnosť v parafínovom oleji	rozpustný	rozpustný	rozpustný	rozpustný	rozpustný ⁴	rozpustný

¹ Je možné použiť aj parafínový vosk.

² Vzorky sú prifarbované. Môžu mať rôznu farbu.

³ Teplota vzplanutia - najnižšia teplota látky, pri ktorej je možné jej krátke zapálenie inicializačným zdrojom tepla.

⁴ Rozpustný za tepla v terpentínovom oleji, tuku, sírouhľiku. Rozpustný za studena v benzíne, vytvára len pastu.

Vzorky majú žiaci v skupinách v zazátkovaných skúmavkách alebo na podložke (parafín a asfalt). Propán-butánová zmes je stlačená vo fľaši. Je potrebné mať nachystané 2 sady vzoriek do jednej skupiny (pri skúmaní rozpustnosti v polárnych a nepolárnych rozpúšťadlách žiaci k vzorkám pridávajú raz vodu a do druhej sady parafínový olej). Zaznamenávanie farby vzoriek sme zaradili len z dôvodu, že žiaci túto vlastnosť prirodzene a často uvádzajú. Vzorky sú však často prifarbované a ako neskôr zistia, o štruktúre látky im nič nepovedia (zmena farby vzoriek je „nesystematická“). Hustoty vzoriek môžu žiaci zisťovať z fyzikálno-chemických tabuliek, porovnávaním ich hustoty s vodou alebo výpočtom po zistení ich objemu a hmotnosti ($\rho = m/V$).

Žiaci zisťujú, že s narastajúcim uhlíkovým reťazcom sa mení skupenstvo uhľovodíkov, narastá ich hustota, klesá horľavosť a prchavosť. Uhľovodíky sa nerozpustili v polárnom rozpúšťadle, rozpustili sa však v parafínovom oleji, ktorý reprezentuje nepolárne rozpúšťadla.

Aktivity na seba nadväzujú a plynulo rozvíjajú predstavu o zložení organických zlúčenín a ich štruktúre, ktorá je

kľúčovou v charakteristike ich vlastností. Okrem rozvoja vyššie uvedených konceptov žiaci rozvíjajú spôsobilosti pozorovať, usudzovať, predpokladať a formulovať (zovšeobecnené) závery.

Žiaci pracujú v skupinách. Aktivity sú navrhnuté tak, aby boli realizovateľné aj v jednoduchých, nie nevyhnutne laboratórnych, podmienkach za 45 – 90 minút.

Ciele aktivít pre žiaka

- Potvrdiť zloženie jednoduchých uhľovodíkov identifikáciou produktov ich horenia.
- Zistiť, že vlastnosti uhľovodíkov súvisia (aj) s ich zložením.
- Zistiť, ako zloženie uhľovodíkov (dĺžka reťazca) súvisí s ich vlastnosťami.
- Formulovať odôvodnené predpoklady.
- Pozorovať.
- Usudzovať na základe (získaných) údajov.
- Formulovať (zovšeobecnené) závery.

Sekvencia aktivít

1 Uhľovodíky a horenie

Na čerpacích staniách sa nesmie používať otvorený oheň. Zjavne sa tam nachádzajú látky, ktoré sú veľmi horľavé, a tak manipulácia s ohňom by mohla spôsobiť požiar. Čerpacie stanice sú „plné uhľovodíkov“. Okrem benzínu a nafty, sa tam môže nachádzať aj stlačený metán (CNG – Compressed Natural Gas) alebo propán-butánová zmes (LPG – Liquefied Petroleum Gas).

Skutočne môže horieť aj uhľovodík – plyn? Aké produkty horenia vzniknú, ak by sme tento plyn zapálili?

Predpoklad

Najprv uvažujte, či ste už videli horieť niektorý z vyššie uvedených uhľovodíkov. Ak áno, kde / kedy?

Ak je možné, napr. bután zapáliť, aké produkty horenia predpokladáte, že vzniknú?

Svoje predpoklady zaznamenajte _____.

Ako by ste dané produkty horenia dokázali? Navrhňte. Zistite.

Tu je niekoľko zlúčenín a dôkazových reakcií (testov), ktorými sa môžete presvedčiť, či sa v sústave nachádzajú.

Zlúčenina	Test	Pozitívna reakcia (látka je prítomná)
Vodík (H ₂)	Vložte zapálenú špajdľu do plynu.	Šteknutie.
Kyslík (O ₂)	Vložte tlejúcu špajdľu do plynu.	Špajdľa sa rozhorí.
Oxid uhličitý (CO ₂)	• Vložte zapálenú špajdľu do plynu. • Prilejte 1,5 ml čirej vápenatej vody (Ca(OH)₂).	• Špajdľa zhasne. • Vápenatá voda sa zakalí (vznik CaCO₃).
Voda (H ₂ O)	• Pozorovanie stien nádoby. • Pridajte dehydratovanú modrú skalicu (CuSO₄), ktorá je bez vody biela.	• Zarusenie stien. • Modrá skalica zmodrie (CuSO₄·5H₂O).
Uhlík	Pozorovanie stien nádoby.	Čierne sadze.

Ako na to?

- Zaznamenajte do tabuľky nižšie, ktoré testy na dôkaz produktov chcete realizovať.
- Niekoľko menších zaváraninových pohárov naplňte butánom z náplne zapalovača a poháre uzavrite viečkom. Počet závisí od toho, koľko dôkazových reakcií produktov (testov) chcete realizovať.
- Otvorte zaváraninový pohár, vložte horiacu špajdlu a nechajte bután zhorieť až dokonca, kým plameň nezhasne. Pohár opäť zatvorte viečkom. Opakujte aj pri ostatných pohároch.
- Realizujte test(y) na dôkaz predpokladaných produktov horenia butánu. Pozorovania a závery zaznamenajte do tabuľky.

Predpokladaný produkt horenia butánu ()*	Pozorovanie	Produkt horenia butánu prítomný / neprítomný

* Zapište sumárny vzorec uhľovodíka

Áké produkty horenia butánu ste zistili? Áké produkty horenia zistili ostatné skupiny?

Potvrdili sa vaše predpoklady alebo nie?

Pozorované a zistené sa pokúste vysvetliť.

Sú produkty horenia butánu (a jemu podobných uhľovodíkov) problematické vzhľadom na životné prostredie, alebo nepredstavujú žiaden problém?

2 Čo sú sadze?

Prečítajte si článok o vplyve sadzí na životné prostredie.

Zníženie emisií sadzí spomalí topenie arktického ľadu efektívnejšie

Sadze sú po emisiách CO₂ druhým najvýznamnejším prispievateľom ku globálnemu otepľovaniu. Tvrdí to posledná štúdia Marka Z. Jacobsona zo Stanfordu. Takmer 20 rokov mu trvalo vyvinúť zložitý počítačový model, ktorý pracuje s globálnym podnebí, znečistením vzduchu a počasím. Ide o prvý výskum tohto typu. „Kľúčom k modelovaniu vplyvu sadzí na podnebie je súčet všetkých zdrojov ich pôsobenia, t.j. v oblakoch, morskom ľade, snehu a v atmosfére,“ citoval Jacobsona ScienceDaily. „Bez zahrnutia týchto metód nemôže žiadny model poskytnúť správne výsledky.“

Zníženie emisií sadzí je najlepší spôsob ako spomaliť roztápanie arktického ľadu. Na rozdiel od skleníkových plynov sa totiž v atmosfére udržiavajú len pár týždňov. Zníženie ich produkcie by priniesla okamžitý efekt, preto sa o ňom začína hovoriť ako o jedinej účinnej metóde do najbližších dvoch desaťročí. V nasledujúcich 15 rokoch je takto možné spomaliť otepľovanie v arktických oblastiach až o 1.7 °C. Počas minulého storočia sa tu zvýšila priemerná teplota o 2.5 °C.

Sadze pochádzajú z dvoch hlavných zdrojov. Jedným je spaľovanie fosílnych palív, druhým spaľovanie pevných biopalív. Spaľovanie biopalív má výrazne vyšší vplyv na kvalitu zdravia a predčasné úmrtia, emisie z fosílnych palív zase na otepľovanie. Je to spôsobené vysokým obsahom čierneho uhlíka, ktorý v atmosfére pohlcuje slnečné žiarenie a zohrieva vzduch.

Tiež sa usádza v snehu, ktorý sa následne zohreje a roztopí rýchlejšie. Ide teda o dvojnásobný vplyv na topenie ľadu.

Túto problematiku doteraz podceňovali vedci aj politici. Ignoruje ju aj národná a medzinárodná legislatíva o globálnom otepľovaní. Najefektívnejším spôsobom redukcie emisií je montovanie filtrov do osobných a nákladných áut, autobusov a stavebných strojov. V budúcnosti pomôže rozvoj čistých technológií.

Roztopený morský ľad sa bude obnovovať náročne. „Ak sa arktický ľad roztopí, nahradí ho oveľa tmavšia a teplo absorbujúca voda,“ zdôraznil vedec podľa ScienceDaily. „Keď je raz preč, len ťažko sa regeneruje. Neexistuje totiž efektívny mechanizmus ako v krátkom čase schladiť oceán.“

Jacobsonovu teóriu podporujú aj ďalší vedci. Potvrdzuje ju napríklad práca klimatológa V. Ramanathana, ktorý meral a modeloval vplyv sadzí na podnebie. „Jacobsonova štúdia je prvou, ktorá skúma ako môže čierny uhlík kvantitatívne ovplyvňovať podnebie,“ cituje Ramanathana ScienceDaily.

Podobné výsledky získali pri nedávných výskumoch topenia ľadovcov v Himalájach, ktoré viedla S. Menonová z amerického Národného laboratória Lawrence Berkeleyho. V rámci svojho modelovania tiež zistila, že samotné skleníkové plyny nedokážu spôsobiť ani topenie snehu.

(Zdroj: EurActiv/Reuters <https://euractiv.sk/section/zivotne-prostredie/news/znizenie-emisii-sadzi-spomali-topenie-arktického-ladu-rychlejsie-015662/>)

Čo sú to fosilne palivá? Čo sú biopalivá?

Ako to všetko môže súvisieť s uhlíkovými, ktoré študujeme? Alebo to s nimi nesúvisí?

Otázkou teda je:

Produkujú uhlíkovodíky, ktoré študujeme, t.j. plyny bután a acetylén, sadze?

Ak ste presvedčení, že áno, produkujú dané uhlíkovodíky rovnaké množstvo sadzí?

Predpoklad

Čo si myslíš ty ako jednotlivec / Čo si myslíte ako skupina? (Zaznamenajte)

Svoj predpoklad zdôvodni(te).

Ako na to?

- Pripravte si acetylén reakciou karbidu vápnika a vody ako v úlohe Vázy medzi atómami uhlíka. Skúmajte s acetylénom uzavri zátoku so sklenenou rúrkou (hore zašpicatenou).
- Zapáľte acetylén prídanim horiacej špajdle k ústi rúrky (ďaleko od vyvíjajúceho sa acetylénu) a nad vzniknutý plameň priložte kachličku (keramický predmet). Pozorované zaznamenajte (zakreslite, odfotíte alebo slovne popíšte do tabuľky nižšie).
- Zapáľte zapaľovač s butánovou zmesou. Nad vzniknutý plameň priložte kachličku (keramický predmet). Pozorované zaznamenajte (zakreslite, odfotíte alebo slovne popíšte do tabuľky nižšie).

	Acetylén	Bután
Sumárny vzorec		
Pomer atómov C a H v molekule	1 C :	1 C :
Produkcia sadzí pri horení (vzhľad kachličky nad plameňom)		

- Porovnajte množstvo atómov uhlíka s množstvom atómov vodíka v butáne a v acetyléne na základe ich pomerov (C:H). Zapište jednotlivé pomery uhlíka a vodíka v molekulách butánu a acetylénu do tabuľky (vydeľte jednotlivé pomery C:H tak, aby ste dostali čo najmenší pomer – vzor 1C:xH).

Je množstvo atómov uhlíka a atómov vodíka v butáne a v acetyléne na základe ich pomerov (C:H) rovnaké alebo rôzne? Vysvetlite.

Produkujú acetylén a bután pri horení rovnaké množstvo sadzí? Vysvetlite.

Potvrdil sa váš predpoklad?

V článku, ktorý ste čítali v úvode, sa píše, že najväčším zdrojom sadzí je spaľovanie fosilných palív a druhým je spaľovanie pevných biopalív. Čo viete na základe dnešných zistení povedať o ich zložení?

3 Je tu nejaký systém?

Zdá sa, že uhlíkovodíky sa od seba líšia.

Je v rozdielnych vlastnostiach uhlíkovodíkov nejaký systém?

Predpoklad

Zaznamenaj, aké vlastnosti majú podľa teba uhlíkovodíky spoločné a aké vlastnosti majú rozdielne.

Ako to zistiť?

K dispozícii máte uhlíkovodíky s rôznym počtom uhlíkov (a vodíkov).

- Postupne zaznamenávajúte vlastnosti uhlíkovodíkov do tabuľky.
- Zaznamenajte skupenstvo vzoriek (náplň do zapaľovača – propán-butánová zmes je vo fľaši stlačená, uvoľníte z nej trochu plynu).
- Zaznamenajte farbu vzoriek.
- Vzorky (bután, parafín a asfalt) sa pokúste pod dohľadom učiteľa zapáliť. Horenie benzínu a nafty pozorujte na videu. Pozorovanie porovnajte s hodnotami teploty vzplanutia. Na základe zistení sa pokúste charakterizovať horľavosť motorového oleja.
- Zaznamenajte, či je vzorka prchavá alebo nie (ku každej vzorke privoňajte rovnakým spôsobom – z rovnakej vzdialenosti, rovnaký čas). Uvedomte si, že bután je plyn, ktorý sa po uvoľnení z fľaše rozpína v miestnosti.
- Zistíte hustotu vzoriek z fyzikálno-chemických tabuliek alebo ju vypočítajte (to ale musíte zistiť hmotnosť a objem vzoriek $\rho = m/V$). Na základe zistení sa pokúste charakterizovať hustotu motorového oleja (alebo ju vypočítajte).

- K vzorkám prilejte niekoľko ml destilovanej vody. Zaznamenajte, či je vzorka rozpustná vo vode (polárnom rozpúšťadle). Na základe zistení sa pokúste usúdiť, či je bután rozpustný vo vode, príp. sa ho pod dozorom učiteľa pokúste v skúmavke zapáliť (Ak sa vo vode rozpustil tak ho na hladine zapálite alebo nezapálite?).
- K vzorkám prilejte niekoľko ml parafínového oleja. Zaznamenajte, či je vzorka rozpustná v parafínovom oleji (nepolárnom rozpúšťadle). Na základe zistení sa pokúste usúdiť, či je bután rozpustný v parafínovom oleji.

	Bután (náplň do zapalovača) C₄H₁₀	Benzín C₅ – C₁₂	Nafta C₉ – C₂₂	Motorový olej C₁₅ – vyššie	Parafín¹ C₂₀ – vyššie	Asfalt C₃₅ – vyššie
Skupenstvo						
Farba²						
Horľavosť / teplota vzplanutia³ (°C)						
Prchavosť						
Hustota (kg.m⁻³)						
Rozpustnosť vo vode						
Rozpustnosť v parafínovom oleji						

Zaznamenali ste vzťah medzi dĺžkou uhľovodíkového reťazca a vlastnosťami uhľovodíkov? Je v tom „nejaký systém“? Opíšte, čo ste zistili.

Potvrdili sa vaše predpoklady o vlastnostiach uhľovodíkov?

Aké vlastnosti by ste ešte chceli o daných uhľovodíkoch zistiť?

Záver

Predložená sekvencia troch výskumných úloh z úvodu do organickej chémie prispieva k prehĺbeniu porozumenia súvislostí medzi zložením a vlastnosťami organických látok. Staví na predchádzajúcom poznaní žiakov (z predchádzajúcej sekvencie výskumne ladených úloh), ktoré ďalej rozvíja. Aktivity žiadajú od žiakov formuláciu zdôvodnených na predchádzajúcich skúsenostiach a poznání založených predpokladoch. Uvedená spôsobilosť pripravuje žiakov nie len k štúdiu organickej chémie. Pripravuje ho zároveň k fungovaniu v predvídateľnej budúcnosti, kedy je nútený využiť svoje skúsenosti a poznatky na racionálne rozhodovanie sa. Úlohy nútia žiakov analyzovať, zdôvodňovať a komunikovať svoje zistenia s ostatnými. Zdrojom informácií je pre nich vlastná výskumná činnosť, literatúra i média, kde sa stretávajú s výskumným problémom a z ktorých získavajú údaje, aby mohli javu porozumieť a formulovať závery.

Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu: „Prírodovedné kurikulum pre základnú školu 2020“ APVV-14-0070.

Literatúra

- GALKOVÁ, H., KOTULÁKOVÁ, K., KOPEROVÁ, D. (2019). Didaktická rekonštrukcia biochemickej problematiky na základnej škole. *Biológia, ekológia, chémia*, 1(23), 12–22.
- HELD, L., ŽOLDOŠOVÁ, K., OROLÍNOVÁ, M., JURICOVÁ, I., & KOTULÁKOVÁ, K. (2011). Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte). Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis.
- KANLI, U., YAGBASAN, R. (2017). The effects of a laboratory approaches on the development of university students' science process skills and conceptual achievement. *Essays in Education, Special Edition*, 143–153.
- PISA, 2019 [Online] [cit. 8. 12. 2019] Dostupné z: https://www.nucem.sk/dl/4636/Narodna_sprava_PISA_2018.pdf
- POLLÁKOVÁ, S. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: štruktúra látok a ich vlastnosti. [Diplomová práca]. Trnavská univerzita v Trnave, 2012.
- PRIŠKINOVÁ, N., KOTULÁKOVÁ, K., HELD, L. (2020). Science process skills in discourse of in-service teachers. In: M. Rusek, K. Vojří (Eds.) *Project-based Education and other activating Strategies in Science Education*. Prague: Charles University (in press).
- RAMAYANTI, S., UTARI, S., SAEPUZAMAN, D. (2017). Training students' science process skills through didactic design on work and energy. *Journal of Physics: Conf. Series* 895. IOP Publishing Ltd. [Online] [cit. 8. 12. 2019] Dostupné z <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/895/1/012110/meta>.
- ROCARD, M. et al. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europa*. Brussel: European Commission.
- ŠVP. 2015. [Online] [cit. 10. 3. 2019] Dostupné z internetu: <http://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-2.stupen-zs/clovek-priroda/>

Aktívne vzdelávacie prístupy – využitie interdisciplinárnych vzťahov v príprave budúcich učiteľov chémie a biológie

Renata Bellová

Katedra chémie
Pedagogická fakulta
Katolícka univerzita v Ružomberku
Hrabovská cesta 1
034 01 Ružomberok
Slovensko

renata.bellova@ku.sk

Active learning approaches – use of interdisciplinary relationships of chemistry and biology teachers

Abstract

The aim of natural science education is to educate a scientifically literate person, who has an idea about how natural science works, what its role in society is; and who is able to use acquired knowledge and skills later in real life. Students acquire knowledge from various areas of science, which are presented by individual subjects in formal education. From real-life experience we know that most of natural phenomena and processes interrelate and mutually intersect, therefore it is very important to teach students new knowledge by interdisciplinary cooperation. The article will include a specific demonstration of a didactic cycle of active learning (SCAL - student-centered active learning), where the teacher acts as a partner and the students actively participate in the subject during learning and profile formation for a profession as a biology and chemistry teacher. The article also includes a description of the composed didactic cycle for solving the given task for students, where it is possible to observe interdisciplinary connection of knowledge from biology, chemistry, geography and mathematics in a meaningful and synergetic way. The proposed topic is from real life application and among students the topic arouse interest and enthusiasm. The students had the opportunity to test their theoretical knowledge in practice and in experimental research, and the students attempted to work as researchers by planning and selecting the methods for solving the given task; and understood the fundamentals of experimental research.

Key words

active learning approaches, interdisciplinary, didactic cycle

1 Úvod

V posledných rokoch registrujeme na Slovensku vo vzdelávaní snahu o zredukovanie obsahu učiva, ale tiež úsilie prepájať obsahy učiva jednotlivých vyučovacích predmetov a akceptovať využitie preberaných pojmov a faktov pri riešení problémov každodenného života. Zdôrazňuje sa predovšetkým nutnosť transferu vedomostí, získaných pri vyučovaní jedného prírodovedného predmetu do oblasti iného predmetu.

Problémy v reálnom svete sú komplexné a vo svojej podstate multidisciplinárne (El Nagdi, 2018). Riešenie takýchto problémov si vyžaduje nielen schopnosť používať konštruktívne myslenie alebo bádanie, ale aj schopnosť vybrať si najlepší prístup alebo kombináciu prístupov, ktoré využívajú silné stránky každého spôsobu myslenia.

Klesajúci záujem o štúdium prírodných vied na Slovensku sa stáva naliehavším so vzrastajúcim významom vedy a techniky. Zavádzanie inovácií by malo jedno-

značne smerovať k využívaniu prirodzeného spôsobu poznávania sveta – problémov reálneho života – k výskumnému procesu, ktorého základom je zvedavosť, tvorba otázok a hypotéz a ich následné overovanie primerane vhodným spôsobom. Do edukačného prostredia sa tak dostáva klasické vedecké skúmanie, ktoré má za cieľ riešiť problém motivácie, aj problém kvality vzdelávania, ako i rozvoj schopností vedecky pracovať komplexne, čo by malo smerovať k prepájaniu obsahovo podobných tém vo viacerých vedných disciplínach.

Vo svete je veľmi moderné vzdelávanie STEM (Science Technology Engineering Math), ktoré je integráciou viacerých disciplín a zameriava sa na to, ako implementovať najlepšie postupy pre výučbu prírodovedných predmetov, techniky, inžinierstva a matematiky. STEM (Breiner, 2012) zahŕňa obsah, zručnosti a spôsoby myslenia každej disciplíny, ale zahŕňa aj pochopenie interakcií medzi disciplínami a spôsobmi, ktorými sa navzájom podporujú a dopĺňajú. Pre každú disciplínu vo vzdelávaní je dôležité budovať pojmy s lepším porozumením každého žiaka. V niektorých vyspelých krajinách (Fínsko) chcú odstrániť klasické vyučovanie predmetov ako matematika, chémia, biológia, dejepis, geografia atď. Namiesto individuálnych predmetov by si mali žiaci osvojovať udalosti a javy v interdisciplinárnej podobe. Základnou myšlienkou tejto koncepcie je, že žiaci si majú vybrať, ktoré oblasti, témy a javy chcú študovať. Zároveň ich to mám povzbudzovať k tomu, aby zodpovedne rozmyšľali nad svojimi predpokladmi, schopnosťami a budúcimi ambíciami.

Dnes sa potrebujeme pozerieť na vzdelávanie z iného uhla pohľadu a urobiť vo vzdelávacom systéme zmeny tak, aby sme našim deťom umožnili osvojovať si schopnosti a zručnosti, ktoré potrebujú dnes, budú potrebovať zajtra, ale tiež v budúcnosti.

2 Potreba interdisciplinárneho prístupu

Skúmanie prírody si vyžaduje komplexný a interdisciplinárny prístup, a tým i úzku spoluprácu jednotlivých prírodovedných disciplín a odstraňovanie bariér medzi

nimi. Cestou, ktorá by mohla mať pozitívny vplyv na prírodovedné vzdelávanie, je snaha prezentovať poznatky strategickým prístupom a integráciou obsahu vedných disciplín. Dobre integrované vyučovanie poskytuje študentom príležitosti učiť sa v relevantnejších a stimulujúcich podmienkach, podporuje využívanie zručností kritického myslenia na vyššej úrovni, zvyšuje spôsobilosti vedeckej práce, zlepšuje zručnosti pri riešení problémov a zvyšuje retenciu.

Formovanie kompetencií učiteľa prekračujúcich rámec určitého predmetu sa javí v súčasnosti ako kľúčová úloha v didaktickej príprave učiteľov prírodovedných predmetov práve v súvislosti so snahou zvýšiť efektivitu výchovnovzdelávacieho procesu. Didaktické majstrovstvo učiteľa spočíva v schopnosti vidieť a poukázať pri vyučovaní na možnosti interdisciplinárnych prepojení. Učiteľ má byť v triede manažérom, ktorý riadi proces učenia sa. Snaží sa dostať zo svojich študentov maximum. Rozdeľuje im úlohy tak, aby zužitkoval ich silné stránky v konkrétnych oblastiach, niektorým ide dobre matematika, iných zaujíma viac biológia, ďalší majú radi experimentovanie. Úlohou učiteľa je pomôcť študentom, aby objavili, v čom sú dobrí, aké sú ich silné stránky a pomáhať im hľadať cesty, ako sa v nich môžu ešte zlepšovať. Berie triedu ako tím. Ak si všetci budú zlepšovať svoje silné stránky, tím bude stále silnejší. A zároveň každý jednotlivец si bude nenápadne ako keby indukciou, zlepšovať aj svoje slabiny.

Pri plánovaní interdisciplinárnej práce je potrebné vytvoriť dobre definované úlohy, v ktorých každý študent využije svoju sadu zručností a perspektívy na dosiahnutie cieľov skupiny. Podporiť treba užitočnosť a hodnotu synergických prístupov k pochopeniu učenia prírodovedných disciplín.

Existuje množstvo prírodných procesov a javov, ktoré by sa dali sformulovať do úloh s využitím interdisciplinárneho prepojenia chémie s ďalšími prírodovednými predmetmi (napr. využitie matematických, informačných zručností v chémii, prepojenie biologických a chemických procesov, využitie fyzikálnych javov v chémii, vplyv geografických faktorov na biologické a chemické procesy atď.).

Aktívne vzdelávanie získava značnú pozornosť už niekoľko rokov. Pre mnohých učiteľov je stále otáznou, čo je aktívne učenie a ako sa odlišuje od tradičného prírodovedného vzdelávania, pretože aj to tzv. tradičné je už "aktívne" prostredníctvom domácich úloh alebo praktických laboratórnych cvičení.

V súčasnosti sa vzdelávanie neorientuje na memorovanie, lexikálne vedomosti, ale na rozvoj myšlienkových operácií, inklinuje k tvorbe a formulovaniu otázok, objavovaniu, overovaniu získaných poznatkov, čo vedie k hlbšiemu pochopeniu skúmaných javov. Tento proces však vyžaduje aktívnu účasť študentov na vzdelávaní,

čo zabezpečí efektívny rozvoj kognitívnych a afektívnych činností a umožní hľadať riešenia akýchkoľvek problémov v teoretických i reálnych podmienkach (Bonwell, Eison, 1991).

Prince (2004) definoval aktívne učenie ako akýkoľvek prístup, ktorý zapája študentov do procesu učenia a vyžaduje, aby študenti premýšľali a zúčastňovali sa na zmysluplných vzdelávacích aktivitách. Prístupy zamerané na študentov posúvajú zameranie od učiteľa k študentovi tým, že vyrovnávajú postavenie a úlohy učiteľa a študenta, upravujú funkciu obsahu kurzu a prehodnocujú zodpovednosť študenta za učenie, spolu s cieľmi a postupmi hodnotenia (Weimer, 2002; Wright, 2011).

Učiteľ plní vo výchovno-vzdelávacom procese dve funkcie: organizuje samostatnú učebnú činnosť študenta a pôsobí ako jeden zo zdrojov, z ktorých študenti získavajú informácie. Jeho úlohou je nájsť rovnováhu medzi umožnením študenta diskutovať o problémy a zasahovaním do diskusie (Bellová, Melicherčíková, Tomčík, 2018). Efektívny dialóg (Kinchin, 2003) umožňuje učiteľom a študentom, aby sa aktívne podieľali na budovaní spoločného porozumenia tým, že sa prelínajú ich role a učiteľ vystupuje vo vyučovaní ako partner (Wormstead, Becker, Congalton, 2002).

Aktívne vyučovanie možno vnímať ako bádateľské aktivity, ktoré u študentov rozvíjajú schopnosti formovať problém, navrhovať a realizovať experimenty (zvyšujú manuálnu zručnosť), uvažovať, formulovať a diskutovať o záveroch. Taktiež sa u študentov rozvíjajú komunikačné schopnosti, logické a kritické myslenie, spolupráca, čím sa u nich formujú nielen základné spôsobilosti vedeckej práce, ale i vyššie – integrované spôsobilosti (Wenning, 2007).

3 Konkrétna ukážka didaktického modelu

V predložennom príspevku je uvedená ukážka didaktického modelu so zameraním na študenta (SCAL – student-centered active learning)) pre riešenie úlohy, ktorá je interdisciplinárneho charakteru. Úloha bola zadaná študentom vysokoškolského štúdia učiteľstva, ktorí majú v kombinácii buď chémiu alebo biológiu na novovzniknutom voliteľnom predmete „Aplikovaná chémia v botanike“. Študenti, budúci učelia (chémie a biológie), ktorí si vybrali tento predmet, majú dostatočné základné vedomosti z morfológie vyšších rastlín, taxonómie vyšších rastlín, fyziológie rastlín, biochémie, organickej, analytickej a fyzikálnej chémie.

Zadanie úlohy pre študentov bolo: Drobné bobuľové ovocie považuje väčšina z nás za chutné. Je osviežujúce, chutné, plné farieb a v prvom rade zdravé, okrem polyfenolov je zdrojom vitamínov, karotenoidov i množstva mikro a makro elementov. Polyfenoly sú v posled-

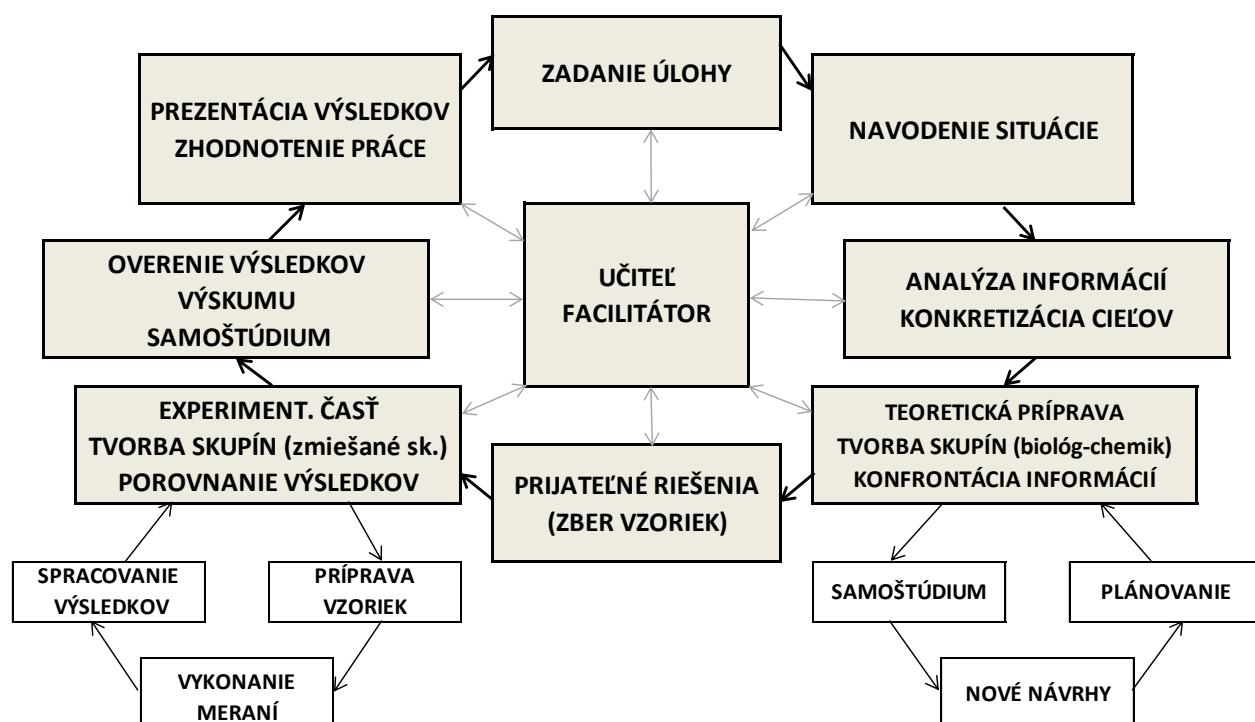
nej dobe čoraz viac podrobované neustálym výskumom, nakoľko pre ľudské zdravie zohrávajú významnú úlohu. Patria do skupiny antioxidantov, ktoré bránia vzniku voľných radikálov. Každému z nás by malo záležať na vlastnom zdraví a možných prevenciách pred civilizačnými ochoreniami. Z tohto dôvodu by sme mali poznať (divo rastúce) rastliny z nášho okolia (regiónu), ktoré obsahujú prírodné, zdraviu prospešné fytochemikálie. To nás viedlo ku konkrétnemu zadaniu úlohy pre študentov:

Urobte stanovenie obsahu polyfenolových látok v drobnom bobuľovom ovocí (Brusnica čučoriedková – *Vaccinium myrtillus* L., Brusnica obyčajná – *Vaccinium vitis-*

idaea L. a Čučoriedka chocholikatá – *Vaccinium corymbosum* L.), ktoré sa nachádzajú vo vašom okolí.

Zadaná úloha si vyžadovala cielenú teoretickú prípravu, plánovanie a časové rozloženie priebehu jej riešenia. Bolo potrebné urobiť analýzu informácií – zistiť, ktoré sú známe poznatky pre študentov a neznáme informácie, ktoré si musia študenti doplniť. Študenti si spoločne s usmernením učiteľa vytýčili konkrétne ciele teoretickej prípravy, potrebné k vykonaniu praktickej časti úlohy. Celý opis didaktického cyklu je prehľadne uvedený na Obrázku 1, kde je vidieť, kedy pracovali študenti spoločne a kedy boli rozdelení do skupín.

Obr. 1 Didaktický cyklus zadanej úlohy



Študenti sa sami rozdelili na základe vlastného úsudku o svojich vedomostiach, zručnostiach a schopnostiach do skupín s rolami biológ a chemik. Prvú skupinu s rolou – biológ predstavovali študenti, ktorí viac inklinujú k botanike prípadne k fyziológii rastlín a druhou skupinou s rolou – chemik boli študenti s lepšími schopnosťami riešiť metodiky merania z analytickej a fyzikálnej chémie. Pri takejto forme vyučovania bola potrebná vzájomná spolupráca študentov a vzájomná výmena skúseností, ktorej predchádzalo samoštúdium. Biológovia podrobne zisťovali vlastnosti polyfenolov a flavonoidov, ich vplyv na zdravie človeka, charakteristiku čeľade *Vacciniaceae*. Chemici vyhľadávali metodiku merania, spektrálne metódy stanovenia polyfenolov a flavonoidov, spôsoby prípravy vzoriek atď. Skupinovou diskusiou došli k záveru: stanovili si oblasť skúmania, čo budú presne stanovovať, na akom type prístroja,

akou metodikou, vymenili si navzájom informácie a spoločne si vytýčili lokality pre zber drobného bobuľového ovocia, určili si časový horizont. Študenti mali možnosť pri získavaní nových poznatkov v rámci samoštúdia využívať domácu, zahraničnú literatúru, internetové zdroje, prípadne konfrontovať chýbajúce poznatky s učiteľom. Prostredníctvom takýchto aktivít študenti prichádzajú k hodnoteniu tímovej práce a uvedomujú si, že dialóg a diskusia vedú vždy k prospešnej spolupráci. Spoločne s učiteľom zhodnotili prijateľné riešenia teoretickej prípravy a stanovili si konkrétne ciele výskumnej – praktickej časti:

- charakterizujete výskyt brusníc, určte lokality zberu vo vašom okolí,
- kvantitatívne zistíte celkové množstvo polyfenolov,
- kvantitatívne zistíte celkové množstvo flavonoidov,

- porovnajte jednotlivé druhy z prírodných zdrojov a z obchodného reťazca,
- zistíte závislosť medzi nadmorskou výškou, expozíciou svahu a obsahu polyfenolov jednotlivých druhov bobuľového ovocia z prírodných zdrojov,
- porovnajte výsledky s hodnotami autorov zahraničnej i domácej literatúry.

Dôležitou úlohou k vykonaniu praktickej – experimentálnej časti bolo charakterizovať výskyt čučoriedky na Slovensku a výber lokalít zberu. Táto časť bola pre študentov veľmi zaujímavá, pretože tu využili svoje geografické znalosti blízkeho okolia a dohodli sa, že zber vykonajú vo dvojiciach, aby to urýchlilo časový priebeh úlohy.

Pri experimentálnej časti sa opäť študenti rozdelili do skupín a vykonávali merania v biologicko-chemickom laboratóriu. Študenti boli usmernení učiteľom o možnostiach prístrojového vybavenia laboratória svojej univerzity, kde mali možnosť pracovať na spektrofotometri Cintra 202. Tento krát si študenti vytvorili zmiešané skupiny (nie biológovia a chemici), z dôvodu osvojenia si praktických zručností všetkých študentov. V rámci skupinového procesu si študenti mohli vysvetliť navzájom nové myšlienky alebo spoločné zdôvodnenia výsledkov merania a ďalších postupov.

Po ukončení meraní, ktoré vykonávali študenti v zmiešaných skupinách si spracovali výsledky meraní, urobili výpočty a analýzy (formou tabuliek, grafov a štatistickej analýzy). Následne spoločne, aj s učiteľom zhodnotili výsledky skupín navzájom a sformulovali závery meraní. Keďže i výskumná práca vedcov si vyžaduje overenie si správnosti meraní, resp. vzájomné porovnanie publikovaných výsledkov výskumu, aj tu bolo potrebné namerané hodnoty porovnať s hodnotami autorov zahraničnej i domácej literatúry. Študenti si overovali správnosť svojho postupu a získaných výsledkov, pričom po usmernení učiteľom pracovali samostatne, mohli používať rôzne zdroje informácií. Záverečnou fázou úlohy bola prezentácia študentov, ich výsledkov a záverov, kde študenti informovali o svojich konkrétnych meraniach a zisteniach, ale vyjadrili i svoje názory a postoje na priebeh riešenia úlohy.

4 Pedagogický prínos

Pri záverečných prezentáciách študenti vyjadrili svoju spokojnosť s priebehom riešenia danej úlohy, pozitívne hodnotili najmä voľnosť pri plánovaní a malé zásahy učiteľa, ale na druhej strane ocenili jeho pomoc pri výbere postupov stanovení a pri spracovaní výsledkov merania. Väčšine študentom sa páčil výber témy, ktorý je veľmi rozsiahly a vyvoláva záujem, zamýšľať sa nad ďalšími otázkami, nie len z pohľadu porovnávania obsahu polyfenolov v rôznych druhoch potravín, ale i z pohľadu zdravotných účinkov spomínaných fytochemikálií. Z týchto dôvodov prejavili študenti záujem rozšíriť

výskum a pokračovať v ňom vo svojich záverečných (diplomových) prácach, pretože týmto navrhnutým didaktickým modelom si sami vyskúšali vlastnú výskumnú prácu.

Pre študentov bolo tiež prínosné kombinovať prácu v skupinách a možnosť prezentovať svoje vedomosti a zručnosti individuálne pomocou prezentácií. Ukázalo sa, že tímové učenie môže byť pre študentov cenným zážitkom, ak pracujú spolu v tvorivom prostredí pri súčasnom formovaní verbálnych a komunikatívnych zručností v rámci tímovej spolupráce. Študenti si pri riešení danej úlohy zlepšovali spôsobilosti vedeckej práce, pričom si rozvíjali svoju chemickú, biologickú a informačnú gramotnosť.

5 Záver

Študenti pri vypracovaní danej úlohy využili poznatky z viacerých predmetov. Vedomosti z biológie a chémie si vymieňali navzájom, pretože ak to boli študenti kombinácie biológie a ďalší predmet, tak si doplnili informácie z chémie a ak to boli študenti kombinácie chémie a ďalší predmet, tak si rozšírili vedomosti od biológov. Vedomosti z geografie im boli užitočné pri vytyčovaní lokalít zberu a rozšírili si vedomosti o vplyve nadmorskej výšky a expozíciou svahu na obsah polyfenolov v ovocí. Pri spracovaní a vyhodnocovaní údajov bolo potrebné využiť matematické a štatistické poznatky, kde vyhodnocovali obsah polyfenolov z kalibračných kriviek a výsledky potom štatistiky porovnávali, pričom údaje zaznamenávali do tabuliek i grafov. Prácu vedcov si vyskúšali pri porovnávaní svojich vlastných meraní s výsledkami svetových odborníkov, ktorí majú publikované vedecké práce. O správnosti výsledkov sa utvrdili tým, že získali podobné výsledky obsahu polyfenolov ako autori výskumov v geograficky a klimatologicky podobných krajinách.

Samostatným aktívnym prístupom študenti na základe vlastného pozorovania a hľadania pravdy dospeli k vlastným záverom a k pochopeniu princípov vedy a vedeckých metód, pričom dosiahli hlbokého porozumenia.

Pre profesionálny rozvoj vzdelávania budúcich učiteľov prírodovedných predmetov by mal byť výskumu neoddeliteľnou súčasťou výučby. Výučba je modelom učenia sa učiteľov na základe spolupráce a jej cieľom je porozumieť vzťahu medzi výučbou a učením žiakov na základe systematického výskumu. Domnievame sa, že didaktické kompetencie učiteľa prírodovedných predmetov sú o to bohatšie a výchovnovzdelávací proces je tým efektívnejší, čím komplexnejší pohľad na preberané pojmy a vzťahy sú študentom predstreté.

Ak chceme mať kvalitne pripravených absolventov pedagogických fakúlt pre budúce učiteľské povolanie, je takýto prístup vzdelávania vhodný pre pedagógov príro-

dovedného vzdelávania ale aj primárneho vzdelávania, ktorý ako prvý môžu formou emócií správne formovať pozitívny vzťah študentov k prírode cez environmentálnu výchovu a ďalšie prírodovedné vzdelávanie.

Acknowledgement

This work was supported by the Cultural and Educational Grant Agency [KEGA] under Grant [006KU-4/2017].

Literatúra

1. BELLOVÁ, R.; MELICHERČÍKOVÁ, D.; TOMČÍK, P. 2018. Possible reasons for low scientific literacy of Slovak students in some natural science subjects. In *Research in Science & Technological Education*. Vol. 36, pp. 226 – 242.
2. BONWELL, C.C.; EISON, J. A. 1991. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*, ASHEERIC Higher Education Report, Washington DC: School of Education and Human Development, George Washington University.
3. BREINER, J. M.; HARKNESS, S. S.; JOHNSON, C. C.; KOEHLER, C. M. 2012. What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. In *School Science and Mathematics*. Vol.112, pp 3 – 11.
4. EI NAGDI, M.; LEAMMUKDA, F.; ROEHRIG G. 2018. Developing identities of STEM teachers at emerging STEM schools. In *International Journal of STEM Education*. Vol. 5, pp. 36 – 38.
5. KINCHIN, I. M. 2003. Effective teacher ↔ student dialogue: a model from biological education. *Journal of Biological Education*. Vol.37 (3), pp. 110 – 113.
6. PRINCE, M. J.; FELDER, R. M. 2006. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, comparisons, and research bases. In *Journal of Engineering Education*. Vol.95, pp. 123 – 138.
7. WEIMER, M. 2002. *Learner-centered teaching: five key changes to practice*, San Fransisco, CA: Jossey-Bass.
8. WENNING, C. J. 2007. Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. In *Journal of Physics Teacher Education*. Vol. 4(4), pp. 21 – 24.
9. WORMSTEAD, S. J.; BECKER, M. L.; CONGALTON, R. S. 2002. Tools for Successful Student–Teacher– Scientific Partnerships. In *Journal of Science Education and Technology*. Vol. 11 (3), pp. 277 – 287.
10. WRIGHT, G. B. 2011. Student-centered learning in higher education. In *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*. Vol. 23, pp. 92 – 97.

ISSN 1338-1024