



Sborník  
konference  
didaktiky  
přírodních věd  
DidSci+ 2021

VERONIKA ŠVANDOVÁ  
JAROMÍR LITERÁK  
BARBORA PELÁNKOVÁ  
(Eds.)

MASARYKOVA  
UNIVERZITA



**Sborník konference didaktiky přírodních věd  
DidSci+ 2021**

**MUNI  
PRESS**

**MUNI  
SCI**



# **Sborník konference didaktiky přírodních věd**

## **DidSci+ 2021**

Brno 23.–24. června 2021

VERONIKA ŠVANDOVÁ

JAROMÍR LITERÁK

BARBORA PELÁNKOVÁ

(Eds.)



Masarykova univerzita  
Brno 2021

Recenzovali:

prof. Martin Bílek, Ph.D.

doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.

doc. Mgr. Hana Cídlová, Dr.

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

doc. RNDr. Mária Ganajová CSc.

RNDr. Martin Jáč, Ph.D.

RNDr. Vanda Janštová, Ph.D.

prof. Ing. Karel Kolář, CSc.

doc. PaedDr. Dana Kričfaluši, CSc.

RNDr. Václav Kubát, Ph.D.

Mgr. Jaromír Literák, Ph.D.

doc. RNDr. Zdeňka Lososová, Ph.D.

doc. PhDr. Renata Povolná, Ph.D.

doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.

doc. RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.



Tato práce je licencována pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

© 2021 Masarykova univerzita

© 2021 Text: Andrey Agafonov, Markéta Bartoňová, Jan Břížďala, Štěpánka Coufalová, Zbyněk Fišer, Mária Ganajová, Ľubomír Held, Jan Hrdlička, Jana Jurmanová, Irina Kochergina, Dominika Koperová, Dana Kričfaluši, Jana Kubricková, Andrea Lešková, Abdejlalil Métioui, Anna Mišianiková, Martina Mrkvičková, Miriam Rychvalská, Václav Rypl, Oxana Ryzhova, Vladimír Sirotek, Eva Stratilová Urválková, Jitka Štrofová, Kateřina Tláskalová, Irina Vasileva

ISBN 978-80-210-9876-3

<https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-9876-2021>

## Obsah

**Markéta Bartoňová, Dana Kričfaluši 7**

Výukové materiály pro integrovanou přírodovědnou výuku

**Jan Bříždala, Eva Stratilová Urválková 17**

Úspěšnost žáků při řešení matematicky zaměřených chemických úloh

**Mária Ganajová, Ivana Sotáková, Dominika Šoltysová 23**

Názory a postoje učitelov na systémové hodnotenie vo výučbe anorganickej chémie

**Jan Hrdlička, Václav Ryppl 33**

Využití stanovení celkového uhlíku pro výpočet obsahu spalitelných látek a transformace postupu do výuky chemie

**Jana Jurmanová, Martina Mrkvičková, Zbyněk Fišer 41**

Distanční výuka fyzikálních praktik – výzva a její realizace

**Dominika Koperová, Lubomír Held 49**

K validizácii bipolárnej výrokovkej škály pri skúmaní miskonceptí v oblasti poznatkov o stavbe atómu

**Jana Kubrická 61**

CLIL (Content and Language Integrated Learning) for Pre-service Teachers of Science: Scaffolding in Lesson Planning

**Andrea Lešková, Miriam Rychvalská, Anna Mišianiková 69**

Aplikácia predikčnej karty počas dištančnej formy výučby biológie na gymnáziu

**Abdeljalil Métioui 85**

Aristotle, Galileo, Newton, and Quebec Elementary Preservice Conceptual Representations about the Movement in Free Falling Objects

**Oxana Ryzhova, Irina Vasileva, Andrey Agafonov, Irina Kochergina 101**

Experience in Teaching Chemistry to Humanities Students with a Highly Heterogeneous Basic Chemistry Education

**Vladimír Sirotek, Kateřina Tláskalová 109**

Chemické experimenty s vybranými přechodnými kovy a jejich sloučeninami ve výuce chemie

**Jitka Štrofová, Štěpánka Coufalová 121**

Studenti ZČU a jejich zkušenosti s experimentální výukou chemie na střední škole



## Výukové materiály pro integrovanou přírodovědnou výuku

### Teaching Materials for Integrated Science

MARKÉTA BARTOŇOVÁ<sup>a, \*</sup>, DANA KRIČFALUŠÍ<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Charles University, Faculty of Science, Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Albertov 6, 128 00 Prague, Czech Republic, marketa.bartonova@gmail.com

<sup>b</sup> University of Ostrava, Faculty of Science, Department of Chemistry, 30. dubna 22, 701 03 Ostrava, Czech Republic

#### Abstrakt

Integrovaná výuka je chápána různým způsobem – obecně ji lze vymezit jako výuku, ve které jsou propojovány vzdělávací obsahy jednotlivých integrovaných předmětů, přičemž integrovaný vzdělávací obsah sleduje cíle všech integrovaných předmětů. Myšlenka integrované výuky se v současné době objevuje především v souvislosti s koncepcí vzdělávání pro budoucnost a rovněž jako reakce na avizovanou redukci vzdělávacích obsahů v Rámcových vzdělávacích programech. Učitelé se k principům integrované výuky nestaví negativně, nicméně dle předchozích výzkumů je jedním z hlavních důvodů nerealizace integrované výuky nedostatek vhodných materiálů. Příspěvek si klade za cíl prezentovat obsah a strukturu výukového materiálu (pracovního listu), který lze použít v integrované přírodovědné výuce (především na gymnáziu). K praktické dokumentaci uvedených obecných pravidel využívá ukázky z navrženého pracovního listu na téma „Cyklus chloru“, který je v současné době oponován středoškolskými učiteli chemie, biologie, geografie a fyziky. Zároveň prezentuje možné propojení vzdělávacích cílů jednotlivých integrovaných předmětů s novým cílem, který vyplývá z integrovaného celku. Zahajuje tak diskusi o tom, jaké parametry by měl splňovat výukový materiál pro integrovanou (přírodovědnou) výuku, který učitelům schází.

**Klíčová slova:** integrovaná přírodovědná výuka; integrovaná výuka; pracovní listy; výukové materiály

#### Abstract

Integrated teaching can be defined as teaching in which the educational contents of subjects are interconnected while integrated educational content follows the aims of all integrated subjects. The idea of integrated teaching is currently emerging mainly in connection with

the concept of education for the future and in response to the announced reduction of educational content in the Framework Educational Programs. Teachers do not take a negative view of the principles of integrated teaching, however according to previous research, one of the main reasons for not implementing integrated teaching, is lack of suitable materials. The contribution presents the proposed content and structure of teaching material (worksheet), that can be used in teaching Integrated Science (especially at the grammar school). For practical documentation of the given general rules, examples from the proposed worksheet on the topic “Chlorine cycle”, which is currently reviewed by high school teachers of chemistry, biology, geography and physics, are used. The worksheet is also used to illustrate the connection between the educational aims of integrated subjects and a new aim. The contribution starts a discussion about what parameters the teaching material for integrated (science) teaching should meet.

**Key words:** integrated science; integrated teaching; worksheet; teaching materials

## Úvod

Současné koncepce vzdělávání pro budoucnost využívají aplikace různých přístupů. Jedním z nich je myšlenka integrované výuky. Na integrovanou výuku lze pohlížet z různých úhlů pohledu. Pedagogický slovník vymezuje integrovanou výuku jako výuku „realizující mezipředmětové vztahy a spojení teoretických činností s praktickými v následujících hlavních formách: 1. integrované předměty nebo kurzy; 2. moduly nebo témata zařazované jako součást více předmětů; 3. projekty spojující poznatky z více předmětů s praktickými zkušenostmi a produktivními činnostmi; 4. integrované dny, kdy celá škola realizuje jedno společné téma“ [1]. A. Rakoušová pojímá integraci jako „vzájemné pronikání a spojování obsahu předmětů vytvořených z reálných věd v nový funkční a těsnější vzdělávací obsah, přičemž tento integrovaný vzdělávací obsah sleduje cíle všech těchto předmětů“ [2]. P. Korvas a J. Cacek vnímají integrovanou výuku jako „způsob výuky, který má předmětové kurikulum doplnit, ne odstranit nebo nahradit“ [3]. R. Fogarty má na problematiku integrované výuky (kurikula) komplexnější pohled [4]. Nabízí 10 modelů, které učitelé mohou použít pro plánování integrovaného kurikula. Autorky tohoto příspěvku vnímají integrovanou výuku dle přístupu R. Fogarty [4] jako „The Integrated Model“, ve kterém jsou interdisciplinární témata přeskupena podle překrývajících se konceptů a vznikajících schémat a návrhů.

Integrovaný vyučovací předmět je „takový obsahový element kurikula, který slučuje několik tradičně izolovaných předmětů nebo témat obsahu vzdělávání“ [5]. Účelem hodiny integrovaných přírodovědných předmětů (např. biologie, chemie a fyziky) je „umožnit studentům propojit pojmy

obsažené v těchto třech různých disciplínách a aplikovat je na reálný svět, který studenti zažívají v jejich každodenním životě“ [6].

Je zřejmé, že k realizaci jakékoliv přírodovědné výuky je nutný vhodně koncipovaný výukový materiál. Výukový materiál je dle O. Lepila „každé verbální, grafické, obrazové, popř. audiovizuální sdělení učební informace, které má tištěnou (např. knižní) podobu, nebo je uloženo na samostatném nosiči (CD, DVD) a slouží ve výuce pro elektronickou prezentaci“ [7]. Mezi výukové materiály řadíme i **pracovní listy**. Dle R. Čapka je pracovní list „souborem úkolů, cvičení, didaktického obrazového materiálu apod., který slouží zpravidla k samostatnému procvičování žáka nebo mu poskytuje vodítka k jeho práci“ [8]. Pedagogický slovník (2001) pracovní list nedefinuje, definuje pracovní sešit, a to jako „druh cvičebnice obsahující převážně úkoly a cvičení pro samostatnou práci žáků“ [1]. Na pracovní list může být pohlíženo také jako na „kus papíru, počítačovou obrazovku nebo projekci, která obsahuje problém. Tyto problémy mají správnou a špatnou odpověď a je zde obecně jeden způsob, jak problém vyřešit“ [9]. Účel pracovního listu spočívá v „usnadnění porozumění studentům v učebních materiálech minimalizací role učitelů“ [10].

Dle našich předchozích výzkumů mezi učiteli je jedním z hlavních důvodů nerealizace integrované výuky „nedostatek vhodných (didaktických) materiálů“ (Bartoňová & Kričfaluši, 2020 [11] a Bartoňová & Kričfaluši, 2021 [12]). Jako reakce na tuto skutečnost byl vytvořen soubor 5 pracovních listů pro integrovanou výuku, jejichž centrálním obsahovým tématem jsou HALOGENY:

- Cyklus chloru
- Ozonová díra
- Za vším hledej strukturu
- Halogeny v našich rukou
- Plasty

Pracovní listy jsou navrženy tak, že mohou být použity jak v integrovaných předmětech jako výukový materiál v hodině, tak i pro samostatnou práci studentů doma.

### **Východiska pro koncipování obsahu a struktury pracovního listu pro integrovanou (přírodovědnou) výuku**

Pracovní list pro integrovanou výuku musí splňovat několik parametrů:

1. Musí respektovat aktivizující metody výuky a činnostní učení.
2. Musí obsahovat různé typy úloh.

3. Musí obsahovat takové úlohy, v nichž dochází k praktickému využívání mezipředmětových vztahů a souvislostí.

Aktivizující metody výuky „jedinečným způsobem umožňují syntézu poznatků z různých předmětů a jejich využívání v praktických nebo didakticky upravených úlohách či situacích“ [13]. Činnostní učení je „učení, při němž jedinec není pasivním příjemcem, nýbrž projevuje vlastní iniciativu, koná, jedná, je aktivní“ [1].

Vhodným východiskem pro tvorbu úloh v pracovním listě je taxonomie učebních úloh (otázek), kterou zpracovala D. Tollingerová [14]:

1. Úlohy (otázky) vyžadující pamětní reprodukci poznatků.
2. Úlohy (otázky) vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkem.
3. Úlohy (otázky) vyžadující složité myšlenkové operace s poznatkem.
4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků.
5. Úlohy (otázky) vyžadující produktivní (tvůrčí) myšlení.

Veškeré uvedené parametry jsou dále demonstrovány na úlohách z pracovního listu „Cyklus chloru“. Pracovní list je vhodný pro gymnázia i pro jiné typy středních škol, níže jsou demonstrovány očekávané výstupy jen pro gymnázia. Úkol 1 (viz obrázek č. 1) se zabývá obecně cyklem chloru a sloučenin chloru v přírodě. Úkol se řadí mezi *úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace* (na vyjmenování a popis faktů, na zjišťování vztahů mezi fakty). Před samotnou úlohou je zařazen text, který obsahuje potřebné informace ke splnění úlohy. Studenti tak při plnění úlohy procvičují i čtenářskou gramotnost. Cílem této úlohy je naplnit očekávané výstupy (dále jen „OV“) Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (dále jen „RVP G“) [15] z chemie, biologie, geografie, geologie a tematické okruhy z průřezového tématu environmentální výchova, konkrétně:

1. OV chemie: Žák charakterizuje základní skupiny organických sloučenin a jejich významné zástupce, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí.
2. OV biologie: Žák posoudí vliv životních podmínek na stavbu a funkci rostlinného těla.
3. OV geografie: Žák zhodnotí některá rizika působení přírodních a společenských faktorů na životní prostředí v lokální, regionální a globální úrovni.
4. OV geologie: Žák vyhodnotí bezpečnost ukládání odpadů a efektivitu využívání druhotných surovin v daném regionu.
5. Tematický okruh průřezového tématu environmentální výchova: Jak probíhá tok energie a látek v biosféře a v ekosystému? Jaké zdroje energie

a suroviny člověk na Zemi využívá a jaké klady a zápory se s jejich využíváním a získáváním pojí?

Úkol 1 rovněž respektuje aktivizující metody výuky (umožňuje syntézu poznatků z různých předmětů) i činnostní učení (žák aktivně konstruuje své poznatky). Úkol může být učitelem upravena pro nadané žáky tak, že žákům nedá k dispozici úvodní text a žáci si budou muset potřebné informace vyhledat sami. Úkol tímto dává učiteli prostor pro individualizovanou výuku.

Pro zvýšení aktivity žáka je vhodné, aby každý pracovní list pro přírodovědné vzdělávání obsahoval laboratorní úlohu, která může, ale nemusí obsahovat prvky badatelsky orientované úlohy. V pracovním listu „Cyklus chloru“ je takovou úlohou například úkol 6 (viz obrázek č. 2). Tento úkol obsahuje prvky badatelsky orientované výuky (žáci zapisují očekávaný výsledek, jeho zdůvodnění, není dán postup řešení). Jedná se o úlohu vyžadující *tvořivé myšlení* (objevování na základě vlastního pozorování), úlohu vyžadující *sdělení poznatků* (sepsání závěru, porovnání výsledků s literaturou) a také úlohu vyžadující *složitě myšlenkové operace* s poznatkem (verifikace). Úkol má za cíl propojit OV z RVP G z fyziky, chemie a geologie, konkrétně:

1. OV fyzika: Žák objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou.
2. OV chemie: Žák využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně-chemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích.
3. OV geologie: Žák využívá vybrané metody identifikace minerálů.

Jak již bylo zmíněno, integrovaná výuka propojuje vzdělávací obsahy jednotlivých předmětů, sleduje cíle všech integrovaných předmětů. Zároveň se formuje nový vzdělávací cíl, který vyplývá z integrovaného celku. Pracovní list Cyklus chloru naplňuje tyto cíle:

1. Chemie – Žák popíše aparaturu výroby chloru.
2. Biologie – Žák vysvětlí význam chloridových aniontů v lidském těle.
3. Fyzika – Žák pokusem ověří význam solení silnic.
4. Geografie – Žák aplikuje znalosti o jezerech a řekách v USA a Asii.
5. Geologie – Žák určí vlastnosti halitu.
6. Nový cíl vyplývající z integrovaného celku: Žák zhodnotí koloběh chloru v přírodě z různých perspektiv včetně mikroskopického a makroskopického hlediska.



„Halogenderiváty nepatří mezi přírodní látky. Zvyšování jejich obsahu v biosféře je výsledkem činnosti člověka.“ To se píše v učebnici chemie pro střední školy. Skutečnost je však mnohem barvitější.

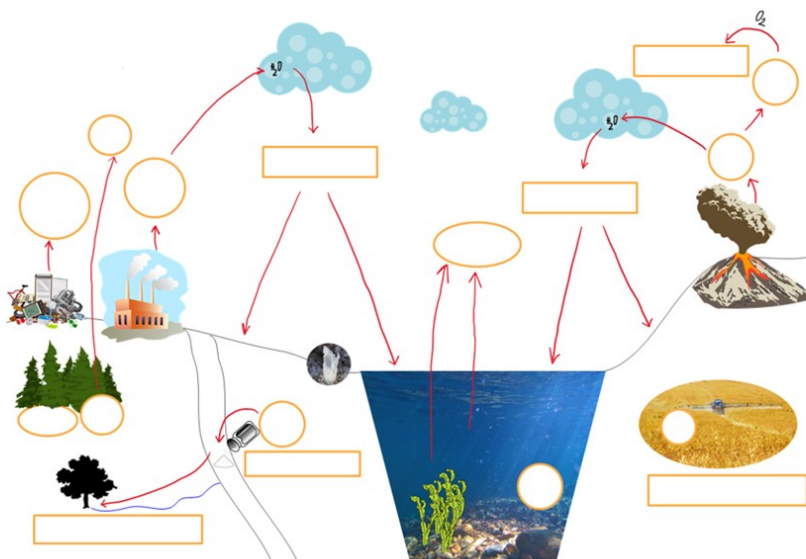
Dnes již víme, že halogenderiváty jako například chlormethan vznikají v přírodě mnoha způsoby. Chlormethan produkuje řada bakterií, například bakterie rodu *Synechococcus*, *Chlorococcus* nebo také nefototrofní mořské bakterie *Erythrobacter* či *Pseudomonas*. Lesní půda je hlavním zdrojem organochlorových sloučenin včetně chlormethanu, chloroformu a dalších. Ty se tvoří během rozkladu huminových a fulvokyselin. Rozkladem (pravděpodobně) huminových látek enzymatickou chlorací vzniká také např. kyselina trichloroctová. Rod *Phellinus* je zodpovědný za více než 80 % chromethanových emisí z tropických a subtropických lesů. Neznámějšími mořskými zdroji pro uvolňování nejen chlormethanu jsou mořské řasy a rostliny slaniska.

Chlór se do ovzduší může dostávat i v anorganické podobě. Jedním ze sopečných plynů je chlorovodík, ten může v atmosféře tvořit chloridové radikály, které reakcí s kyslíkem tvoří oxidy chlóru. Tyto oxidy hrají významnou roli při vzniku ozonové díry. Chlorovodík se může vrátit zpátky na povrch země ve formě kyselých dešťů a dostávat se tak do půdy či vody.

Člověk má na koloběhu chlóru v přírodě také svůj podíl. Do lesního prostředí se dostává chlór při zimním solení vozovek posypovými solemi (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, KCl). Solný roztok odtéká z odvodňovacích příkopů do lesa. Lesní vegetace poté vstřebává chlór nebo jeho sloučeniny kutikulou nebo kořeny, odkud se uloží hlavně v listech nebo jehličích.

V České republice je od roku 1995 zakázáno vyrábět a používat freony. Přesto se zde stále nacházejí zdroje jejich úniku – stará chladicí zařízení, staré lednice. Freony mohou přecházet do ovzduší, kde se podílí na vzniku ozonové díry. Další zakázanou látkou v ČR je insekticid DDT neboli 1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan. DDT se do našeho těla dostává převážně potravou – DDT můžeme být vystaveni při konzumaci jídel připravovaných ze surovin dovážených z oblastí, kde bylo DDT aplikováno jako pesticid nebo konzumaci kontaminovaných živočichů nebo konzumaci plodů rostoucích v kontaminované půdě. Přítomnost DDT byla zjištěna i u mořských ptáků v Antarktidě.

**Úkol 1:** Popiš cyklus chlóru v přírodě. Do kroužků zapiš vzorce nebo názvy iontů nebo molekul chemických sloučenin obsahujících chlór a do obdélníků poté názvy dějů nebo látek, které sloučeniny chlóru obsahují.



Obrázek 1. Úkol 1 pracovního listu Cyklus chlóru



Součástí geologie je mineralogie neboli nerostpis. Zabývá se minerály, jejich vnitřní stavbou, vzhledem, fyzikálními a chemickými vlastnostmi, jejich vznikem, přeměnami v přírodě i možnostmi jejich využití. <sup>[21]</sup> Při zkoumání minerálů můžeme zkoumat jeho tvrdost například pomocí Mohsovy stupnice tvrdosti. Dále jeho magnetické vlastnosti, lesk a barvu. Zjišťujeme také barvu vrypu, což je barva prášku, která vzniká při rozetření minerálu například na porcelánové destičce. Je to spolehlivější ukazatel než barva samotná a nemusí se shodovat s barvou minerálu. <sup>[22]</sup> Také můžeme určit jeho štěpnost. Kvalitu štěpnosti určujeme subjektivně. Posuzujeme délku, množství a zřetelnost štěpných trhlin na povrchu minerálu. Vyjadřujeme ji nejčastěji jako velmi dokonalou, dokonalou, dobrou, nedokonalou, velmi nedokonalou a chybějící. <sup>[23]</sup>

**Úkol 6:** Proveď analýzu minerálu (halitu). Zjisti jeho tvrdost, magnetické vlastnosti, barvu (i pomocí vrypu), štěpnost, lesk. Nejdříve zkus předpovědět výsledky pozorování, poté proveď sérii pokusů, kterými zjistiš danou vlastnost. Zapiš výsledky svého pozorování a porovnej je se svými předpoklady a s literaturou.



Očekávaný výsledek a jeho zdůvodnění.

Zkoumaná vlastnost	Očekávaný výsledek a případně jeho zdůvodnění
Tvrdost	
Magnetické vlastnosti	
Lesk	
Barva	
Barva vrypu	
Štěpnost	



Výsledky pozorování.

Zkoumaná vlastnost	Výsledek pozorování
Tvrdost	
Magnetické vlastnosti	
Lesk	
Barva	
Barva vrypu	
Štěpnost	



Porovnej výsledky svého pozorování s očekávaným výsledkem a následně s literaturou.



Napiš závěr pro tuto úlohu.

Obrázek 2. Úkol 6 pracovního listu Cyklus chloru

## Závěr

Využívání integrace ve výuce překonává roztržitost poznatků v jednotlivých předmětech a místo toho představuje téma v souvislostech, což je velmi důležitý aspekt pro využívání poznatků v praktickém životě, a s tím souvisejícím kvalitním uplatněním každého člověka. Komplexní přístup k realizaci vzdělávacího obsahu včetně možností jeho vhodného propojování zdůrazňují i Rámcové vzdělávací programy pro různé stupně vzdělávání. I Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání podporuje myšlenku integrace tematických okruhů, tematických celků a témat různých vzdělávacích oborů, aby byly v maximální míře podpořeny mezioborové (mezipředmětové) vztahy, tedy myšlenku integrované výuky.

Jedním z hlavních důvodů pro nerealizaci integrované výuky na středních školách v ČR, který uvádějí učitelé, je nedostatek vhodných materiálů. Předložený příspěvek navrhuje design pracovního listu pro integrovanou přírodovědnou výuku s názornými ukázkami a propojením RVP G s danými úkoly.

## Bibliografie

- [1] Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.: *Pedagogický slovník*. 3. vydání. Praha, Portál, s. r. o. 2001, p. 34, p. 87, p. 174.
- [2] Rakoušová, A.: *Integrace obsahu vyučování v primární škole: Integrované slovní úlohy napříč předměty*. Grada Publishing, a. s. 2008, p. 15.
- [3] Korvas, P., Cacek, J.: *Integrovaná výuka a tělesná výchova na základní škole*. Brno, Masarykova univerzita 2009, p. 26.
- [4] Fogarty, R.: Ten ways to integrate curriculum. *Educational Leadership* 49 (1991), p. 64.
- [5] Průcha, J.: *Moderní pedagogika*. Praha, Portál s. r. o. 1997, p. 264.
- [6] Widodo, W., Sudibyo, E., Sari, D. A. P.: Analysis of expert validation on developing integrated science worksheet to improve problem solving skills of natural science prospective teachers. *Journal of Physics: Conference Series* 1006 (2018), p. 2. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1006/1/012026>.
- [7] Lepil, O.: *Teorie a praxe tvorby výukových materiálů*. Olomouc, 2010, p. 5.
- [8] Čapek, R.: *Moderní didaktika: Lexikon výukových a hodnotících metod*. Praha, Grada Publishing, a. s. 2015, p. 124.
- [9] Ransom, M. & Manning, M.: Worksheets, worksheets, worksheets. *Childhood Education* 89 (3) (2013), p. 188. <https://doi.org/10.1080/00094056.2013.792707>.
- [10] Nurrohmadita, W.: Worksheet development with the problem solving methods at grade IV of elementary school students. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* 212 (2018), p. 142. <https://doi.org/10.2991/icei-18.2018.31>.
- [11] Bartoňová, M., Kričfaluši, D.: Názory a povědomí učitelů Moravskoslezského kraje o integrované výuce a její realizaci na středních školách. *Biologie–Chemie–Zeměpis* 29 (4) (2020), p. 18. <https://doi.org/10.14712/25337556.2020.4.2>.



- [12] Bartoňová, M., Kričfaluši, D.: Integrovaná výuka na gymnáziích v České republice, In: *Sborník příspěvků 16. Mezinárodní seminář doktorandů didaktiky chemie a příbuzných doktorských studijních programů* (2021), p. 45.
- [13] Nováková, J.: *Aktivující metody výuky*. Katedra informačních technologií a technické výchovy, Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta (2014), p. 8.
- [14] Švec, V., Filová, H., Šimoník, O.: *Praktikum didaktických dovedností*. Masarykova univerzita v Brně (1996), p. 55–57.
- [15] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, (2007), pp. 28, 29, 30, 32, 35, 37, 38, 76.
- [16] Mareček, A., Honza, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia*. 3. díl. Brno, (2014), p. 12.
- [17] Atashgahi, S., Liebensteiner, M. G., Janssen, D. B., Smidt, H., Stams, A. J. M., Sipkema, D.: Microbial Synthesis and Transformation of Inorganic and Organic Chlorine Compounds. *Front. Microbiol.* 12 (2018). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03079>.
- [18] Matucha, M., Novotný, R., Uhlířová, H.: Sůl and zlato, ale ne v lesních porostech podél silnic. *Vesmír* 86 (2007).
- [19] <https://arnika.org/chlorofluorouhlovodiky-cfc> (navštíveno 7. května, 2021).
- [20] <https://arnika.org/dichlordifenyiltrichloretan-ddt> (navštíveno 7. května, 2021).
- [21] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Mineralogie> (navštíveno 7. května, 2021).
- [22] <http://fauna-flora-mineralia.cz/vlastnosti-nerostu/barva-mineralu-a-barva-vrypu.html> (navštíveno 7. května, 2021).
- [23] [http://mineralogie.sci.muni.cz/kap\\_4\\_2\\_mechan/kap\\_4\\_2\\_mechan.htm](http://mineralogie.sci.muni.cz/kap_4_2_mechan/kap_4_2_mechan.htm) (navštíveno 7. května, 2021).



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



## Úspěšnost žáků při řešení matematicky zaměřených chemických úloh

### The Pupils' Success in Solving Mathematically Oriented Chemical Tasks

JAN BRÍŽDALA<sup>a, \*</sup>, EVA STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Charles University, Faculty of Science, Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Hlavova 8, 128 00 Prague, Czech Republic, [jan.brizdala@natur.cuni.cz](mailto:jan.brizdala@natur.cuni.cz)

#### Abstrakt

Při řešení určitých úloh v chemii je nutné ovládat nejen základní učivo tohoto předmětu, ale také disponovat matematickými dovednostmi. Matematika se v českých kurikulárních dokumentech určených pro gymnázia člení do oblasti argumentace a ověřování, číslo a proměnná, práce s daty, kombinatorika, pravděpodobnost, závislosti a funkční vztahy, geometrie. Poznatky z těchto oblastí jsou pak využívány také při řešení chemických úloh, jako jsou například výpočty v chemii, určování geometrie molekul či rozbor dat z tabulek a grafů. Lze předpokládat, že matematická gramotnost je klíčová pro úspěšné řešení vybraných úloh v chemii. Tento předpoklad byl ověřován při řízeném rozhovoru s 5 absolventy gymnázia, kteří dosahovali v rámci chemie a matematiky různých studijních výsledků. Žáci řešili čtyři vytvořené chemické úlohy využívající matematickou gramotnost, přičemž své myšlenkové procesy komentovali nahlas (metoda think aloud).

**Klíčová slova:** chemická úloha; matematická gramotnost; výpočty v chemii; přemýšlení nahlas

#### Abstract

When solving certain problems in chemistry, it is necessary for pupils to master not only the basic curriculum of this subject, but also to have mathematical skills. In the Czech curriculum documents for grammar schools (called gymnázium), mathematics is divided into the topics of argumentation and verification, number and variable, working with data, combinatorics, probability, dependence and functional relations, and geometry. Knowledge from these areas is then also used in solving chemical tasks, such as calculations in chemistry, determining the geometry of molecules or analysing data from tables and graphs. It can be assumed that mathematical literacy is key to successfully solving selected tasks in chemistry.

This assumption was verified in a controlled interview with 5 grammar school graduates who achieved different learning outcomes in chemistry and mathematics. The students solved four constructed chemistry tasks using mathematical literacy, while think aloud method was used.

**Key words:** chemical task; mathematical literacy; calculation in chemistry; think aloud method

## Úvod

Matematická gramotnost byla v rámci šetření PISA [1] definována jako „*schopnost jedince formulovat, používat a interpretovat matematiku v různých kontextech. Zahrnuje matematické myšlení, používání matematických pojmů, postupů, faktů a nástrojů k popisu, vysvětlování a předpovídání jevů. Pomáhá jedinci si uvědomit, jakou roli matematika hraje ve světě, a díky tomu správně usuzovat a rozhodovat se tak, jak to vyžaduje konstrukční, angažované a reflektivní občanství*“. Jak vyplývá z uvedené definice, nespočívá matematická gramotnost nutně ve znalosti matematických definic a vět, ale právě ve schopnosti ve správném konceptu tyto poznatky aplikovat a řešit tak konkrétní úlohy. Při řízeném rozhovoru je možné ověřit postup respondentů při řešení matematicky zaměřených chemických úloh a současně i následně zjistit jejich znalost teorie matematiky a chemie. Tato zjištění pak mohou vést k identifikaci problémů žáky při řešení matematicky zaměřených úloh a navrhnout i konkrétní řešení dané problematiky. Výsledky povedou k odpovědi na výzkumnou otázku, jak ovlivňuje rozvinutost matematické gramotnosti úspěšnost řešení chemických úloh, které ji využívají.

Úroveň znalostí žáků na střední škole se všeobecným vzděláváním, gymnázia, je stanovena v závazných vzdělávacích dokumentech. Školský zákon určuje závazné kurikulární dokumenty pro jednotlivé stupně vzdělávání i pro každý obor základního a středoškolského vzdělávání, jimiž jsou rámcové vzdělávací programy, které vymezují povinný obsah, rozsah a podmínky vzdělávání [2]. Na webových stránkách Národního pedagogického institutu ČR [3] jsou k dispozici vydané rámcové vzdělávací programy, které jsou následně závazné pro vznik školních vzdělávacích programů. Ty vydává škola pro každý svůj nabízený obor vzdělávání, pro který je vydán rámcový vzdělávací program. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia [4] vymezuje učivo v rámci vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace do vzdělávacích obsahů: Argumentace a ověřování; Číslo

a proměnná; Práce s daty, kombinatorika, pravděpodobnost; Závislosti a funkční vztahy; Geometrie. Učivo vzdělávací oblasti Chemie je pak členěno do vzdělávacích obsahů: Obecná chemie; Anorganická chemie; Organická chemie; Biochemie.

Na základě vymezení těchto tematických celků byly vytvořeny úlohy tak, aby reflektovaly uvedené vzdělávací obsahy obou vzdělávacích oblastí, Matematika a její aplikace a Chemie.

### Metodika šetření

Nejprve byly připraveny 4 komplexní úlohy (za každý vzdělávací obsah vzdělávací oblasti Chemie, dle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia), které měly ověřit schopnost žáka vyřešit úlohu.

Pro pilotní ověřování bylo osloveno 5 čerstvých absolventů (nejvýše několik týdnů po ukončení studia) různých gymnázií, kteří se rozcházejí ve svých studijních výsledcích, kterých dosahovali v rámci předmětů matematika a chemie, vztahu a zájmu o studovaný předmět a případné účasti v tematicky zaměřených soutěžích a přehlídkách. Vzhledem k tomu, že se jednalo o čerstvé absolventy gymnázií, měli by splňovat očekávané výstupy Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia, resp. školního vzdělávacího programu, který z něj vychází.

Šetření se provádělo formou řízeného rozhovoru s využitím metody think aloud [5]. Ta umožňuje lépe zaznamenat myšlenkový proces žáka, včetně identifikace formulace předpokladů a závěrů. Výhodou použité metody je tedy možnost monitorovat celý myšlenkový proces žáka, včetně nedostatků, které mohou či nemusejí ovlivnit výsledek řešení úlohy.

Charakteristika vzorku žáků:

- Žák A:** absolvent všeobecného oboru sportovního gymnázia, které však má zvýšenou hodinovou dotaci pro výuku tělesné výchovy; jeho výsledky v matematice a chemii byly vždy průměrné a k žádnému z těchto dvou předmětů neměl bližší vztah;
- Žák B:** absolvent gymnázia, který se vydal na další studijní dráhu uměleckým směrem; v matematice a chemii dosahoval zpravidla chvalitebného stupně hodnocení, avšak k předmětům měl spíše neutrální vztah (pozitivnější k matematice);
- Žák C:** absolvent gymnázia, který bude pokračovat ve vysokoškolském oboru všeobecného lékařství a absolvoval náročnější přípravu z chemie, biologie a fyziky; k přírodním vědám má velmi pozitivní vztah, k matematice spíše neutrální;

**Žák D:** absolvent gymnázia, který byl přijat ke studiu na zahraniční vysoké škole přírodovědného zaměření; v matematice i chemii dosahoval excelentních výsledků a v průběhu svého středoškolského studia absolvovat stáž v oblasti výpočetní chemie, účastnil se oborově zaměřených soutěží a přehlídek a získal i několik ocenění za své studijní výsledky;

**Žák E:** absolvent gymnázia, který byl přijat ke studiu na Matematicko-fyzikální fakultu Univerzity Karlovy; v matematice dosahoval excelentních výsledků, účastnil se pravidelně různých soutěží a olympiád, jeho přístup a výsledky v chemii však byly průměrné.

## Výsledky

V rámci vzdělávacího obsahu Obecná chemie byla připravena úloha na **radiouhlíkovou metodu**. Její znění bylo: *Jak dlouho je odumřelý objekt živočišného původu, jestliže podíl radionuklidu uhlíku  $^{14}\text{C}$  (s poločasem rozpadu 5 730 let) v něm poklesl o 25 %?* Následovala série úloh, které se zabývaly jak významem pojmu poločas rozpadu, tak částicovým složením látek, důvody radioaktivity, popsanou funkční závislostí a dílčími souvisejícími výpočty. Tuto úlohu nedokázal správně vyřešit žádný respondent, pouze žák C si byl vědom netriviálnosti výpočtu a snažil se využít poznatků, které si pamatoval z fyziky. Žák D si uvědomil až při zodpovídání následných otázek chybu ve svém výpočtu a byl schopen si ji zpětně opravit. Ačkoliv žáci byli schopni definovat poločas rozpadu, identifikovat graf časové závislosti počet jader radionuklidu a pojmenovat exponenciální funkci, problematické bylo sestavení odpovídající exponenciální rovnice vedoucí k řešení úlohy.

Druhá úloha, tentokrát za vzdělávací obsah Anorganická chemie, se zaměřovala na **Haber-Boschovu syntézu**. Žáci měli k dispozici graf roční produkce amoniaku v letech 1946–2014 a jejich úkolem bylo vyřešit: *Kolik mol vodíku  $\text{H}_2$  bylo zapotřebí pro výrobu amoniaku v roce 1990?* Vyřešit úlohu neměli problém žáci C a D, ostatní si nebyli jistí postupem chemického výpočtu. Čtení hodnot z grafu dělalo problém pouze žákovi B. Doprovodné úlohy se zabývaly stabilitou molekuly dusíku, využitím amoniaku, odečítáním hodnot z grafu a porovnáváním funkčních závislostí. Chybovost spočívala v neznalosti postupu provádět chemické výpočty.

Organická chemie byla zastoupena úlohou **Uhlovodíky** zaměřenou na geometrii molekul. Žáci měli určit velikosti vazebných úhlů v molekulách ethanu, ethenu a ethynu. Pouze žáci C a D znali velikost vazebného úhlu v molekule ethanu, avšak ryze jako hodnotu, jejíž původ nebyli schopni

vyargumentovat. K tomu sloužila doprovodná otázka, která se zabývala umístěním těžiště pravidelného čtyřřtenu. Jen žák D si byl vědom, že to není ve třetině výšky (v minulosti prováděl výpočet a věděl, že tento poznatek neplatil), avšak jeho polohu nebyl schopen určit. Bez znalosti lokace tohoto těžiště pak není možné velikost vazebného úhlu v molekule ethanu určit.

Kombinatorické učivo bylo testováno v rámci biochemie u úlohy **Nukleové kyseliny**. Otázka zněla: *Kolik nukleotidových párů musí minimálně tvořit část řetězce DNA, aby počet všech takovýchto možných nukleotidových řetězců převyšoval počet obyvatel na planetě (cca 7,6 mld. osob)?* Řešení této úlohy nebylo zpravidla problematické, ačkoliv korektně vyžaduje znalost středoškolské kombinatoriky. Žáci si zpravidla řešení úlohy rozložili do logických úvah, které je vedly ke správnému řešení. Související úlohy se věnovaly struktuře DNA či teorii kombinatoriky.

## Závěr

Při pilotním ověřování úloh se ukázalo, že úspěšnost jejich vyřešení do značné míry závisí na vstupních předpokladech každého žáka, především jejich studijních výsledcích v předmětech matematika a chemie, zájmu o tyto předměty a s tím souvisejícími dalšími aktivitami v těchto oblastech. Případná neúspěšnost řešení úloh ze strany žáka vynikajícího v chemii na konto matematiky spíše spočívala v neznalosti některých matematických prostředků a naopak.

Jako problematická se projevila nutnost aplikovat poznatky, které souvisejí s ryze středoškolskou matematikou. Demonstrativním příkladem je úloha na radiouhlíkovou metodu, kdy žáci neměli problém identifikovat graf závislosti a určit exponenciální funkci, ale nebyli schopni sestavit a řešit příčinnou exponenciální rovnici. Naopak, u úlohy Nukleové kyseliny byla sice formálně požadována znalost středoškolské kombinatoriky, avšak úloha se dala řešit také s využitím prostých logických úvah. Žáci tak byli schopni dojít ke správnému řešení, aniž by měli jistotu v použitém kombinatorickém aparátu.

Současně se potvrdilo, že některé poznatky jsou zpravidla předkládány žákům bez souvisejícího zdůvodnění. Bylo potvrzeno, že se standardně v rámci učiva organické chemie uvádí velikost vazebného úhlu v molekulách alkanů ( $109,5^\circ$ ), avšak původ této hodnoty nejsou schopni žáci zdůvodnit, ani ji vypočítat z důvodu neznalosti vstupních předpokladů pro tento výpočet (poloha těžiště v pravidelném čtyřřtenu).

Další postup práce v této oblasti by se věnoval rozšíření vzorku respondentů, aby bylo možné identifikovat a potvrdit určité trendy ve stavu matematické gramotnosti u žáků při řešení chemických úloh. K navrženým úlohám by se následně vytvořily jejich další variace. Šetření v této oblasti by mělo následně vést také ke vzniku metodiky, která bude pomáhat rozvíjet matematickou gramotnost v chemii.

### Poděkování

Tato práce vznikla za podpory projektu Progres Q17.

### Bibliografie

- [1] Palečková, J., Tomášek, V. a kol.: *Hlavní zjištění PISA 2012: Matematická gramotnost patnáctiletých žáků*. J. Česká školní inspekce, Praha (2013). [online] [cit. 2021-8-20] Dostupné z [https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF\\_el.\\_publikace/Mezinarodni\\_setreni/PISA\\_2012\\_hlavni\\_zjistieni\\_matgr.pdf](https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezinarodni_setreni/PISA_2012_hlavni_zjistieni_matgr.pdf).
- [2] Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon).
- [3] Národní pedagogický institut ČR. [online] [cit. 2021-8-20] Dostupné z <http://npi.cz/>.
- [4] Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. Praha, 2017. [cit. 2021-8-20]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/159>.
- [5] van Someren, M. W.: *The think aloud method: A practical guide to modelling cognitive processes*. Academic Press, London, 1994.



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



## Názory a postoje učiteľov na systémové hodnotenie vo výučbe anorganickej chémie

### Teachers' Opinions on the Systemic Assessment in Teaching Inorganic Chemistry

MÁRIA GANAJOVÁ<sup>a, \*</sup>, IVANA SOTÁKOVÁ<sup>a</sup>, DOMINIKA ŠOLTYSOVÁ<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Oddelenie didaktiky chémie, Šrobárova 2, 041 54 Košice, Slovenská republika, maria.ganajova@upjs.sk

<sup>b</sup> Spojená škola, Dukelská 26/30, 087 01 Giraltovce, Slovenská republika

#### Abstrakt

Príspevok sa zameriava na sprístupnenie vzdelávacej stratégie a metódy, označovanej ako SATL (z angl. Systemic Approach in Teaching and Learning – systémový prístup k výučbe a učeniu sa). Súčasťou tohto prístupu je aj systémové hodnotenie (z angl. Systemic Assessment), ktorým zisťujeme schopnosť žiakov určovať vzťahy a objavovať nové vzťahy medzi pojmami. Cieľom prezentovaného výskumu bolo zistiť názory a postoje učiteľov na výučbu anorganickej chémie s využitím systémového hodnotenia v 2. ročníku gymnázia. Za týmto účelom bola vytvorená metodika na tému „Vápnik a jeho zlúčeniny“, ktorá bola implementovaná do výučby dištančnou formou vzhľadom k pandemickej situácii. Výskumu sa zúčastnilo 17 učiteľov gymnázií. Názory a postoje učiteľov na túto metodiku boli zisťované prostredníctvom škálového dotazníka. Z vyhodnotenia dotazníka vyplynulo, že učitelia považujú navrhnutú metodiku za prehľbujúcu vedomosti, rozvíjajúcu systémové myslenie, spôsobilosti kriticky myslieť, spájať súvislosti, aplikovať získané poznatky v praxi, čitateľskú gramotnosť a pri dištančnej výučbe aj počítačovú gramotnosť. Ďalej podporuje tímovú prácu, spoluprácu a komunikáciu.

**Kľúčové slová:** chémia; SATL; gymnázium; názory a postoje učiteľov

#### Abstract

The paper focuses on the education strategy and methods referred to as Systemic Approach in Teaching and Learning (SATL). This approach includes systemic assessment which allows the teachers to evaluate the students' skills, and determine and identify relationships among concepts. The goal of the presented research was to identify the opinions and attitudes of teachers related to the way inorganic chemistry was taught using systemic assessment in the

2nd year of a grammar school. To achieve this goal, a methodology was created specifically for the topic "Calcium and Its Compounds"; its implementation took the distance form due to the pandemic situation. 17 teachers participated in the research. Teachers' opinions on this methodology were collected using a scale questionnaire. The survey showed the following: Teachers believe that the proposed methodology enhances knowledge, helps develop system and critical thinking, the ability to find connections and apply the acquired knowledge in practice, it improves reading literacy, and in distance learning, also computer literacy. It also promotes teamwork, cooperation, and communication.

**Key words:** chemistry; SATL; grammar school; teachers' opinions and attitudes

## Úvod

Systémové myslenie je nevyhnutné pre modernú technologickú spoločnosť, ktorá požaduje, aby ľudia nielen získavali informácie, ale ich aj využívali. Umožňuje dosiahnuť vyššie úrovne myslenia, riešiť problémy a akceptovať riešenia, tvorí základ pre porozumenie náročnejších procesov. Zvyšuje kreativitu žiakov a ich schopnosť systémovo uvažovať. Pripravuje žiakov schopných aktívne žiť a prepájať informácie v globalizovanom svete [1]. Toto možno vo výučbe dosiahnuť využitím nových metód zvyšujúcich schopnosť žiakov systémovo myslieť. K takýmto metódam patrí aj systémový prístup k výučbe a učeniu sa, označovaný ako SATL (z angl. Systemic Approach in Teaching and Learning). SATL je založený na globálnej myšlienke, že všetko so všetkým súvisí. Tento prístup bol navrhnutý Fahmym a Lagowskim [2] v roku 1997 s cieľom zmeniť mechanické (povrchné) učenie na zmysluplné (hlboké) učenie žiakov. Stratégia SATL sa zakladá na zhromažďovaní pojmov, zostrojovaní a prezentácii pojmových máp prostredníctvom interaktívneho systému, ktorým žiaci môžu objasniť vzťahy medzi pojmi. Za posledných dvadsať rokov sa metóda SATL úspešne aplikovala vo viacerých oblastiach a úrovniach vzdelávania. Je použiteľná pre rôzne stupne štúdia – stredná škola, univerzita, postgraduálne formy vzdelávania a v rôznych vedných disciplínach – chémii, biológii, fyzike, matematike ako aj v aplikovaných vedách – poľnohospodárstve, farmácii, strojárskych odboroch, práve, medicíne, jazykovede a pod. [3–5].

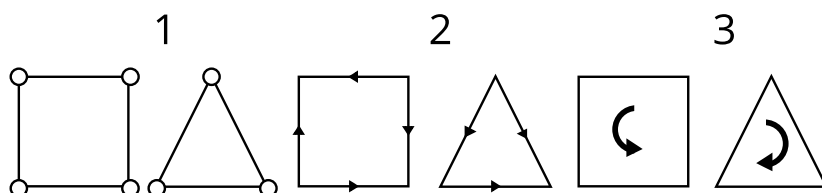
## Systémové hodnotenie a diagramy

Fahmy a Lagowski [6] navrhli systémové hodnotenie, z angl. Systemic Assessment (SA) vychádzajúce z metódy SATL. Systémové hodnotenie zvyšuje úroveň kognitívnych výsledkov žiakov, rozvíja schopnosť systémovo myslieť

a hodnotí myslenie žiakov vyššieho rádu. Systémové hodnotenie aktivizuje žiakov a zlepšuje schopnosť žiakov učiť sa [7].

Systémové diagramy sú stavebnými jednotkami systémového hodnotenia. Majú rôzne geometrické tvary, ako sú trojuholník, štvoruholník, päťuholník atď., v závislosti od počtu pojmov. Zostavovanie systémových diagramov sa riadi niekoľkými zaužívanými pravidlami, a to [7]:

1. Pojmy alebo fakty sa umiestňujú do vrcholov systémových diagramov.
2. Strany systémových diagramov sa využívajú ako šípky na znázornenie vzťahov medzi pojmami alebo faktami.
3. Hlavička šípok môže smerovať v smere alebo proti smeru hodinových ručičiek.



Obrázok 1. Pravidlá pre zostavovanie systémových diagramov

### Cieľ výskumu a výskumná otázka

Cieľom výskumu bolo zistiť názory a postoje učiteľov gymnázií na výučbu témy anorganickej chémie „Vápnik a jeho zlúčeniny“ s využitím systémového hodnotenia v 2. ročníku gymnázia.

Na základe uvedeného cieľa bola sformulovaná nasledovná výskumná otázka: Aké sú názory a postoje učiteľov k implementácii metodiky „Vápnik a jeho zlúčeniny“ s využitím systémového hodnotenia do výučby?

### Výskumná vzorka

Do výskumu bolo zapojených 17 učiteľov chémie (v kombinácii s biológiou, fyzikou a matematikou) na gymnáziách, z čoho bolo 16 žien a jeden muž s pedagogickou praxou od 10 do 31 rokov. Títo učitelia sa na overovanie metodiky prihlásili dobrovoľne. Keďže metodika bola pripravená v rámci národného projektu IT Akadémia – vzdelávanie pre 21. storočie [8], učitelia overovali túto metodiku v rámci tohto projektu.

## Postup výskumu

V prípravnej fáze výskumu bola pripravená metodika k téme „Vápnik a jeho zlúčeniny“ s využitím systémového hodnotenia. Uvedená téma sa vyučuje v chémii 2. ročníka na gymnáziu. Metodika bola vytvorená v súlade s obsahovými a výkonovými štandardmi tematického celku „Prvky a ich anorganické zlúčeniny“ podľa Štátneho vzdelávacieho programu (ŠVP) pre gymnáziá (ISCED 3A), vzdelávacia oblasť: Človek a príroda – Chémia [9]. Metodiku tvoria titulný list a metodický list určený pre učiteľa a pracovný list pre žiaka. Je realizovateľná na jednej vyučovacej hodine. Hlavným cieľom metodiky je prehĺbiť, upevniť a overiť porozumenie poznatkov u žiakov v téme „Vápnik a jeho zlúčeniny“ so zameraním na poznatky o fyzikálnych a chemických vlastnostiach prvkov  $s^2$  (kovov alkalických zemín), prípravu a praktické využitie vybraných zlúčenín vápnika ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ). Dôraz sa kladie na chemické reakcie, ktoré sú súčasťou kolobehu vápnika v prírode a ktoré človek využíva aj v bežnom živote (napr. v stavebníctve).

Pracovný list obsahuje 11 otázok, z toho 5 otázok týkajúcich sa systémového hodnotenia (tab. 1). Pri tvorbe týchto otázok sa vychádzalo z jednotlivých typov otázok k systémovému hodnoteniu (z angl. Systemic Assessment Questions – SAQs). Cieľom takýchto otázok je overiť a rozvíjať spôsobilosť žiakov určovať vzťahy a súvislosti medzi reaktantami, produktmi (vápnikom a jeho zlúčeninami) a reakčnými podmienkami, zručnosti, ktoré súvisia so zapisovaním chemických reakcií príslušnými chemickými rovnicami. Otázky ďalej môžu podporiť rozvoj čitateľskej gramotnosti, prácu s grafmi a schémami/diagramami, rozvoj zručností kriticky myslieť, riešiť problémy, analyzovať a syntetizovať poznatky, spolupracovať, diskutovať, komunikovať a argumentovať.

Poznámka: Diagramy SATL môžu pripomínať diagramy experimentálnych cyklov. V diagramoch experimentálnych cyklov môžeme vidieť postupnú prípravu látok uvedených v cykle. Otázky systémového hodnotenia využívajúce systémové diagramy (tab. 1) však zahŕňajú rôzne typy otázok, ako to vidíme z príkladov otázok 7 až 9. Napr. v otázke 9 žiaci okrem doplnenia látok do systémového diagramu musia doplniť aj správne reakčné podmienky, ktoré však nemajú ponúknuté. Žiaci tu tiež musia uvažovať o všetkých produktoch chemických reakcií.

Učitelia implementovali vytvorenú metodiku k téme „Vápnik a jeho zlúčeniny“ vo výučbe chémie 2. ročníka gymnázia počas jednej vyučovacej hodiny. Vzhľadom k pandemickej situácii, realizovali učitelia výučbu dištančne. Po

---

### Typ otázky a jej charakteristika

---

*Otázka na systémovú syntézu* (z angl. Systemic Synthesis Question – SSynQ)

Hodnotia sa vedomosti žiakov na úrovni syntézy. Otázka môže obsahovať 3–6 navzájom súvisiacich zložiek. Žiaci môžu zostavovať aj diagram s maximálnym počtom možných vzťahov medzi zložkami.

---

*Otázka na systémovú analýzu* (z angl. Systemic Analysis Question – SAnQ)

Hodnotia sa vedomosti žiakov na úrovni analýzy. Žiaci v systémovom diagrame analyzujú vzťahy medzi jednotlivými zložkami.

---

*Systémová otázka na dopĺňovanie* (z angl. Complete Systemics Questions – SCompQ)

Hodnotia sa vedomosti žiakov na úrovni syntézy. Žiaci dopĺňajú neúplný systémový diagram o chýbajúce zložky. Môžeme sa rozhodnúť, ktoré zo zložiek sprístupníme žiakom a ktoré budú žiaci dopĺňať.

---

*Systémová otázka typu „pravda–nepravda“* (z angl. Systemic True/False Question – STFQ)

Hodnotia sa vedomosti žiakov na úrovniach porozumenia, syntézy a analýzy. Žiaci určujú, ktoré systémové diagramy sú správne a ktoré sú nesprávne.

---

*Systémová otázka na zoraďovanie* (z angl. Systemic Sequencing Question – SSQ)

Cieľom je usporiadať ponúkané alternatívy podľa rôznych hľadísk.

---

*Tabuľka 1. Typy otázok k systémovému hodnoteniu v pracovnom liste k téme „Vápnik a jeho zlúčeniny“ (spracované podľa Fahmy a Lagowski [3, 6–7, 10])*

ukončení každej úlohy učiteľ spolu so žiakmi skontrolovali odpovede. Po výučbe odpovedali všetci učitelia na otázky dotazníka online formou.

### Výskumný nástroj

Na zisťovanie názorov a postojov učiteľov k implementácii metodiky „Vápnik a jeho zlúčeniny“ s využitím systémového hodnotenia do výučby bol použitý dotazník vytvorený v projekte IT Akadémie [8]. Dotazník obsahoval 12 otázok. Pre potreby tohto výskumu boli spracované výsledky týkajúce sa 5 vybraných otázok. Vybrané otázky boli zamerané na zhodnotenie vhodnosti zaradenia uvedenej metodiky do výučby z rôznych hľadísk (vzdelávací obsah, časový rozsah, vyučovacie metódy, rozvoj vedomostí a zručností u žiakov a podpora aplikácie bádateľského prístupu vo výučbe). Každá otázka pozostávala z uzavretej a otvorenej časti. V uzavretej časti otázky učiteľia vyjadrovali svoje názory a postoje na základe päťstupňovej Likertovej škály (5 = áno, 4 = skôr áno, 3 = neviem posúdiť, 2 = skôr nie, 1 = nie). V otvorenej časti otázky učiteľia zdôvodňovali svoje odpovede.

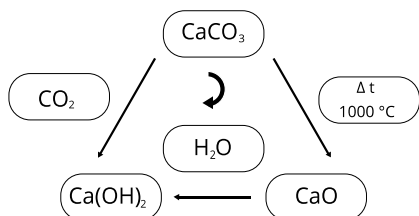
**Otázka 7:** Prečítajte si nasledujúci text o kolobehu vápnika. Na základe textu nakreslite trojuholníkový diagram zobrazujúci chemické reakcie a reakčné podmienky jednotlivých etáp tvorby vápennej omietky.

Vápenná omietka je rafinovaným spôsobom prenesená krása vápencového útesu na naše steny. Chráni stenu pred poveternostnými vplyvmi. Celý proces omietania má tri etapy. V prvej etape sa vápenec, t. j. uhličitan vápenatý vo vápenke termicky rozkladá pri teplote okolo 1000 °C na oxid vápenatý a oxid uhličitý. Tak pripravíme pálené vápno a do prostredia uniká oxid uhličitý. V druhej etape sa na pálené vápno naleje voda, čím vznikne hydroxid vápenatý za uvoľnenia tepla. Hasenie neznamená v tomto prípade hasenie ohňa.

Hasené vápno je mazľavé a lepkavé. Preto sa dá dobre nanášať na steny múrov, tu nastáva tretia etapa celého procesu. Hasené vápno reaguje s oxidom uhličitým prítomným vo vzduchu a výsledkom tejto reakcie je opäť uhličitan vápenatý, ktorý sme mali na začiatku tohto cyklického procesu a voda. Tak vzniká z haseného vápna opäť vápenec. Výsledný uhličitan vápenatý zostáva prilepený k stene, resp. k mnohým iným materiálom, preto omietka zo steny nepadá.

(Zdroj: Kolobeh vápnika vo vápne, týždeň.sk, 15. január 2012, Dostupné z <https://www.tyzden.sk/casopis/10422/kolobeh-vapnika-vo-vapne/>)

Riešenie:



**Otázka 8:** Vytvorte päťuholníkový diagram z nasledujúcich rovníc chemických reakcií vápnika a jeho zlúčenín:

$\text{CaO (pálené vápno)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$  (hasené vápno)

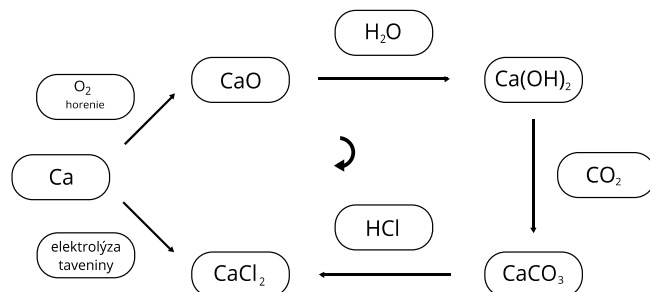
$\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca} + \text{Cl}_2$  (elektrolýza taveniny)

$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (tvrdnutie malty)

$2 \text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CaO}$

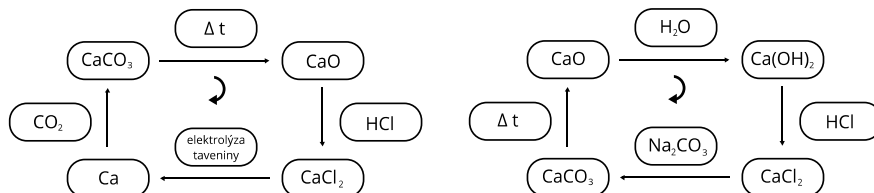
$\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Riešenie:



Otázka 9: Doplňte do diagramov chýbajúce zlúčeniny vápnika alebo príslušné reakčné podmienky.

Riešenie:



a) Reakcia  $\text{CO}_2$  s atómom  $\text{Ca}$  prebieha v dvoch stupňoch [11]:

1.  $\text{Ca} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}$  2.  $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2 \text{NaCl}$  je substitučná reakcia.

Tabuľka 2. Ukážka vybraných otázok z pracovného listu k téme „Vápnik a jeho zlúčeniny“

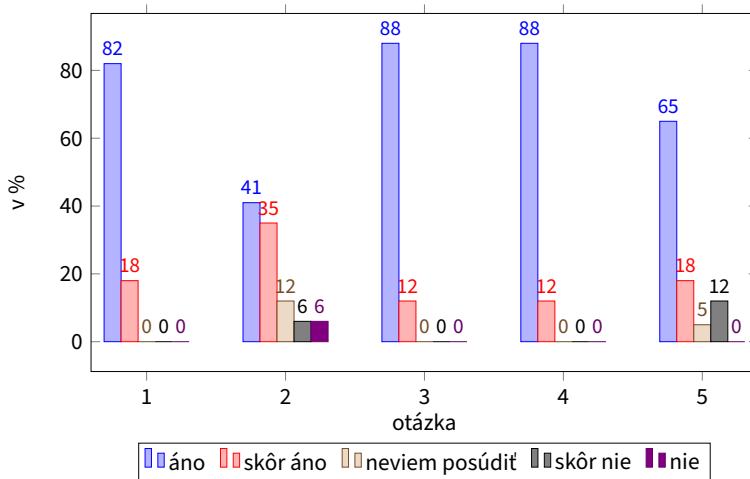
## Výsledky výskumu

Uvádzame zoznam vybraných otázok, ku ktorým sa učitelia vyjadrovali v dotazníku:

1. Metodika je svojim obsahom v súlade s obsahovými a výkonovými štandardmi ŠVP pre gymnáziá (ISCED 3A), vzdelávacia oblasť: Človek a príroda – Chémia [9].
2. Metodika je realizovateľná v stanovenom časovom rozsahu.
3. Metodika umožňuje rozvíjať zručnosti.
4. Metodika napomáha riešiť stanovený didaktický problém v titulnom liste metodiky: Problémom je, že učivo anorganickej chémie je pre žiakov náročné na zapamätanie. Tým, že otázky sú zamerané na tvorbu, analýzu či dopĺňanie systémových diagramov prehľbujú porozumenie u žiakov a napomáhajú im zapamätať si poznatky dlhodobo. Systémové diagramy umožňujú žiakom hlbšie porozumieť súvislostiam medzi pojmami, vzťahmi medzi reaktantmi, produktmi a reakčnými podmienkami. Zároveň napomáhajú zápisu rovníc chemických reakcií.
5. Metodika je čiastočne prístupná formou bádateľského prístupu.

Pri vyhodnocovaní dotazníka sa získané údaje analyzovali a vyhodnotili numericky a percentuálne, v tabuľkách a následne v grafoch.

Z vyhodnotenia dotazníka (obr. 2) vyplynulo, že pripravená metodika k téme „Vápnik a jeho zlúčeniny“ vhodne zapadá do časovo-tematického plánu predmetu chémia v 2. ročníku gymnázia a je v súlade s obsahovými a výkonovými štandardmi pre túto tému v ŠVP pre gymnáziá (ISCED 3A), vzdelávacia oblasť: Človek a príroda – Chémia [9]. Je realizovateľná



Obrázok 2. Vyhodnotenie jednotlivých otázok v dotazníku pre učiteľov

v rámci jednej vyučovacej hodiny. Podľa učiteľov metodika rozvíja konceptuálne vedomosti, spôsobilosti kriticky myslieť, systémové myslenie, spájať súvislosti, aplikovať získané poznatky v nových situáciách, rozvíja spôsobilosť spolupracovať, čitateľskú gramotnosť a pri dištančnej výučbe aj počítačovú gramotnosť. Tieto spôsobilosti sú súčasťou aj bádateľského prístupu vo výučbe. Učiteľia oceňovali rôznorodosť a precíznosť spracovania otázok, ktoré žiakov motivovali a vyjadrili ochotu túto metodiku využívať aj v budúcnosti.

## Záver

Učiteľia na Slovensku sa doposiaľ nestretli s možnosťami implementácie systémového hodnotenia do výučby chémie. Pre výučbu témy „Vápnik a jeho zlúčeniny“ v 2. ročníku gymnázia mali pripravený metodický list i pracovný list pre žiakov s využitím systémového hodnotenia. I keď sa učiteľia s metodikou využívajúcou systémové hodnotenie stretli po prvýkrát, výučbu zvládli bez problémov i dištančnou formou. Z názorov učiteľov na kvalitu prezentovanej metodiky vyplynulo, že učiteľia považujú metodiku za plne využiteľnú vo výučbe anorganickej chémie, zdôraznili jej význam pre rozvoj zručností 4C (t. j. kritické myslenie, kreativita, spolupráca a komunikácia), ako aj zručností vedeckých a bádateľských. Učiteľia vidia význam riešenia otázok k systémovému hodnoteniu z hľadiska rozvíjania



vedomostí na vyšších myšlienkových úrovniach a prechodu od povrchného učenia k učeniu zameranom na hlboké porozumenie. Uvítali by takto spracované metodiky aj pre iné témy.

### Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA č. 004UPJŠ-4/2020 „Tvorba, implementácia a overovanie efektívnosti digitálnej knižnice s nástrojmi formatívneho hodnotenia prírodovedné predmety, matematiku a informatiku na základnej škole“.

### Bibliografie

- [1] Golemi, S. B., Keçira, R.: Systemic education in the global age. *Beder Univ. J. Educ.* 1 (2012), 112–120.
- [2] Fahmy, A. F. M., Lagowski, J. J.: Systemic approach to teaching and learning organic chemistry: SATLC in Egypt. *Chem. Educ. Intl.* 3 (2002), AN 1.
- [3] Fahmy, A. F. M.: The systemic approach to teaching and learning chemistry [SATLC]: A 20-years review. *Afr. J. Chem. Educ.* 7 (2017) 4–44.
- [4] Hrin, T., Milenković, D., Kekez Babić, S., Segedinac, M.: Application of systemic approach in initial teaching of chemistry: Learning the mole concept. *Croat. J. Educ.* 16 (2014), 175–209. <https://doi.org/10.15516/cje.v16i0.541>.
- [5] Nazir, M., & Naqvi, I.: Designing of lectures through systemic approach to teaching and learning, a model for (SATL) methodology. *Pak. J. Chem.* 2 (2012), 46–57. <https://doi.org/10.15228/2012.v02.i01.p08>.
- [6] Fahmy, A. F. M., Lagowski, J. J.: Systemic assessment [SA] as a tool to assess student achievements in inorganic chemistry Part-I: Sodium chemistry. *Afr. J. Chem. Educ.* 5 (2015), 44–68.
- [7] Fahmy, A. F. M., Lagowski, J. J.: Systemic assessment as a new tool for assessing students learning in chemistry using SATL methods: Systemic true false [STFQs] and systemic sequencing [SSQs] questions types. *Afr. J. Chem. Educ.* 2 (2012), 66–78.
- [8] <http://itakademia.sk/> (navštívené 29. júna, 2021)
- [9] [https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/chemia\\_g\\_4\\_5\\_r.pdf](https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/chemia_g_4_5_r.pdf) (navštívené 30. júna, 2021)
- [10] Fahmy, A. F. M., Lagowski, J. J.: Systemic assessment as a new tool for assessing students learning in chemistry using SATL methods: Systemic matching questions [SMQ,s], systemic synthesis questions [SSynQ,s], systemic analysis questions [SAnQ,s], and systemic synthetic-analytic questions [SSyn-AQ,s] questions types. *Afr. J. Chem. Educ.* 4 (2014), 35–55.
- [11] Hwang, D.-Y., Mebel, A. M.: Reaction mechanism of CO<sub>2</sub> with Ca atom: A theoretical study. *Chem. Phys. Lett.* 331 (2000), 526–532. [https://doi.org/10.1016/S0009-2614\(00\)01188-X](https://doi.org/10.1016/S0009-2614(00)01188-X).



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



## Využití stanovení celkového uhlíku pro výpočet obsahu spalitelných látek a transformace postupu do výuky chemie

### Use of Total Carbon Determination to Calculate the Loss on Ignition and the Transformation of the Procedure into the Chemistry Education

JAN HRDLIČKA<sup>a, \*</sup>, VÁCLAV RYPL<sup>a</sup>

<sup>a</sup> University of West Bohemia, Faculty of Education, Department of Chemistry,  
Velešlavínova 42, 306 14 Plzeň, Czech Republic, hrdlicka@kch.zcu.cz

#### **Abstrakt**

Půda, jako téma ve výuce, je typickým multioborovým tématem, které může zasahovat do geografie, biologie a ekologie, a pokud se budeme zabývat i jejím složením a analýzou, zasahuje také do chemie a matematiky. Z pohledu chemika je obsah spalitelných látek ve vzorku historickým parametrem, který je v přímém vztahu k obsahu organické hmoty ve vzorku půdy a používá se k ohodnocení půd či pevných hnojiv. Tato veličina je zároveň v přímém vztahu k celkovému obsahu uhlíku, což je další obdobný parametr, který je možné v laboratoři stanovit.

Příspěvek je věnován rozboru možností transformace metod analýzy pevných vzorků do formy využitelné ve výuce chemie. Diskutovány jsou možnosti aplikace matematických metod na rozbor vztahů mezi výše uvedenými parametry a diskutováno je využití takového postupu jako mezioborového projektu v rámci výuky na různých typech škol.

**Klíčová slova:** stanovení spalitelných látek; stanovení celkového uhlíku; transformace do výuky chemie

#### **Abstract**

Soil, as a topic in education, is a typical multidisciplinary topic that can affect geography, biology and ecology, and if we deal with soil composition and analysis, it also affects chemistry and mathematics. From the chemist's point of view, the loss on ignition of the sample is a historical parameter that is directly related to the content of organic matter in the soil sample and it is used to rating soils or solid fertilizers. Loss on ignition is also directly related to the total carbon content, which is another similar parameter that can be determined in the laboratory.

This paper is aligned to the analysis of the possible transforming the methods of solid samples analysis into a form, which is usable in the chemistry teaching. The possibilities of applying mathematical methods to the analysis of the relationships between the above parameters are discussed and the use of such a procedure as an interdisciplinary project in education at various types of schools is discussed.

**Key words:** loss on ignition; total carbon determination; transformation into chemistry education

## Úvod

Již tradičně je na Katedře chemie FPE ZČU v Plzni značná část zadávaných kvalifikačních prací experimentálních [1]. Řešení reálného problému samozřejmě může v některých případech vést k určitému neúspěchu, pokud se předpokládané závěry experimentálně nepotvrdí, ovšem i takováto kvalifikační práce přináší další benefity. Jedním z významných benefitů je hlubší poznání dané problematiky, které pak umožňuje ve spojení s postupně nabývanými zkušenostmi s výukou diskutovat transformaci daného experimentu do výuky chemie. Jedním z oborů, které jsou při tomto přístupu využívány, je analytická chemie.

Analytická chemie je komplexní obor, který je v podstatě aplikací znalostí z dalších oborů chemie (anorganická, organická, fyzikální ...) v kombinaci s přesahem do dalších přírodovědných oborů [2]. Ovšem v současnosti jsou praktické aplikace jednotlivých metod stále komplikovanější, což vede ke stále užší specializaci. Metody pro jednotlivá požadovaná stanovení jsou často dodávány „na klíč“, jejich vývojem se zabývají přímo specializované firmy a v laboratoři se pak omezujeme na přípravu vzorků a kontrolu – kalibrování přístroje.

Historicky ovšem analytická chemie pracovala s jednoduchými metodami, kde je možné vysvětlit a ukázat jednoznačný vztah mezi obsahem analytu a zjištěnou, naměřenou veličinou. Jedná se především o metody gravimetrické a titrační, u nichž je možno využít i jednoduchých, snadno pochopitelných postupů výpočtů.

## Hodnocení úrodnosti půdy

Z hlediska analytické chemie je půda jedním z nejsložitějších vzorků. Komplexní analýza takového vzorku by totiž zahrnovala půdní vzduch, půdní roztok, půdní edafon a vlastní pevnou složku půdy, která je sama

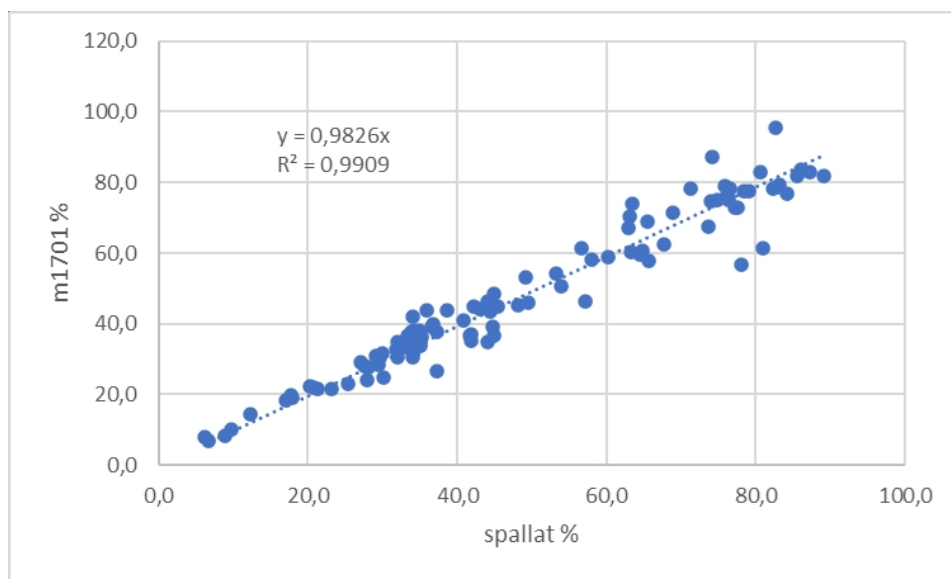
o sobě také poměrně heterogenní. Obvykle se tedy tento problém vhodně redukuje zaměřením analýzy jen na některé složky půdy [3]. Jedním z parametrů, které jsou využívány k ohodnocení půdy z hlediska její úrodnosti, je obsah organických látek. Ten byl historicky stanovován a vyjadřován jako tzv. obsah spalitelných látek v sušině vzorku. Jiným způsobem vyjádření úrodnosti je stanovení obsahu uhlíku a dusíku s využitím CN analyzátoru [4, 5]. Pokud porovnáme tyto dvě metody (tab. 1), je zřejmé, že pro praktická stanovení je jednoznačně výhodnější metoda stanovení CN analyzáto-rem.

Metoda	Obsah spalitelných látek v sušině	Prvková analýza – stanovení obsahu C a N
Postup	Vážení Sušení při 105 °C Vážení Spalování při 550 °C Vážení (oba kroky musí na sebe navazovat)	Vážení (2 paralelní navážky) Spálení v proudu O <sub>2</sub> a detekce CO <sub>2</sub> a N <sub>2</sub> ve výstupním plynu + stanovení sušiny při 105 °C na paralelním alikvotu vzorku (oba kroky mohou být provedeny současně)
Hodnocení	Časově náročné sušení i spalování v řádu hodin, množství manuální práce	Využití automatického analyzátoru, jedna analýza v řádu minut

*Tabulka 1. Porovnání metody stanovení spalitelných látek a metody stanovení obsahu celkového uhlíku a obsahu dusíku CN analyzáto-rem*

Vzhledem k podobnému principu obou metod (oxidace organických látek kyslíkem za zvýšené teploty) se nabízí otázka, zda lze najít vhodný matematický vztah, který by umožnil vypočítat hodnotu obsahu spalitelných látek z dat získaných CN analyzáto-rem. Pokud by se tato možnost potvrdila, bylo by možné metodu stanovení spalitelných látek nahradit a ušetřit tak značné množství práce i času.

Při experimentálním ověřování bylo stanovováno větší množství vzorků různých kompostů či hnojiv oběma metodami a výsledky byly porovnávány. Závěrem bylo možné konstatovat, že daný předpoklad se podařilo ověřit (graf 1) [6].



Graf 1. Porovnání hodnot obsahu spalitelných látek vypočtených z dat CN analyzátoru (osa y) a hodnot naměřených metodou pro stanovení spalitelných látek (osa x)

### Transformace stanovení obsahu spalitelných látek do výuky

Tematika půdy včetně dalších zmiňovaných atributů jako je posuzování její úrodnosti, obsah organických látek v půdě, vyčerpávání půdy při zemědělském využití a doplňování živin hnojením je typickým multioborovým tématem, kterým lze propojit chemii s biologií či geografii. Zároveň se jedná o dnes často řešené téma v environmentální problematice, např. v ČR mimo jiné Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. [7].

Pokud budeme možnou transformaci posuzovat z hlediska dostupnosti výše zmiňovaných metod, je zřejmé, že CN analyzátor je natolik specifickým vybavením, že je pro školy základní a střední nedostupný a takové vybavení nelze automaticky předpokládat ani na školách vysokých. Pokud bychom uvažovali získání takových dat, neobešli bychom se bez spolupráce se specializovanou laboratoří. Taková spolupráce by mohla mít formu exkurze, případně i spolupráce na komplexnějším projektu.

Jinou kapitolou je ovšem stanovení spalitelných látek. Díky tomu, že se jedná o historickou metodu, nemá velké nároky na vybavení. V podstatě je potřeba mít vhodné váhy, sušárnu a muflovou pec. Další výhodou lze spatřovat i v tom, že při tomto stanovení se nepoužívají žádné chemikálie.

Výpočty jsou velmi jednoduché, jedná se o vyjádření obsahu organických látek hmotnostním zlomkem, což je učivo základní školy.

Vlastní vybavení je také možné dobře improvizovaně nahradit dostupnými přístroji. Pokud vhodně zvolíme použité vzorky (aby došlo k výraznější změně hmotnosti), lze místo vah analytických ve většině případů dobře použít i běžné elektronické laboratorní váhy. Jako vhodné vzorky lze doporučit různé komposty a kompostové substráty pro květiny.

Sušárna bývá častým vybavením laboratoří. Pokud není k dispozici, je její možnou alternativou například horkovzdušná trouba. Zde je nutné vzít v úvahu, že horkovzdušná trouba je obvykle vybavena nuceným pohybem vzduchu. Proto je při jejím použití nutné zabránit úletu částic materiálu z porcelánového kelímku, např. překrytím kelímku kouskem filtračního papíru.

Nejobtížněji se nahrazuje muflová pec. Pro dlouhodobější dosažení požadované teploty spalování (550 °C) je nutné mít dostatečný zdroj tepla. Nabízí se zde možnost domluvit se na využití keramické pece, která bývá ve vybavení různých volnočasových středisek. Využití keramické pece je však vhodnější se vyhnout. Tato pec obvykle nemá muflí, tj. krytí topných elektrických spirál. Ty jsou pak vystaveny přímým účinkům plynů vzniklých při spalování organické hmoty a při častějším použití k analýze vzorků půdy může dojít k poškození topných spirál. Jako vhodná náhrada se naopak ukazuje obyčejný plynový kahan na zemní plyn. Teplota plamene je více než dostatečná (v místě nejvyšší teploty se udává přes 1000 °C), naopak je vhodné teplotu redukovat, nejlépe použitím keramické sítky, na niž kelímeček postavíme.

Metoda stanovení spalitelných látek je bohužel časově náročná. Sušení i spalování by se optimálně mělo provádět do konstantní hmotnosti, což obvykle trvá desítky minut až jednotky hodin. Z tohoto hlediska metoda rozhodně není vhodná pro provádění v běžné vyučovací hodině. Pokud tedy chceme tuto metodu využít, nabízí se dlouhodobější projekt nebo projektový den, nejlépe zaměřený na půdu a její environmentální souvislosti. Také je možné oddělit proces sušení a vlastní spalování. Pokud jsou vysušené vzorky vhodně uloženy, nemívají tendenci k opětovnému přijetí většího množství vlhkosti ze vzduchu.

Na druhou stranu lze díky nenáročnosti vybavení nechat pracovat žáky v malých skupinách a práci vhodně modifikovat, kdy budou třeba různé skupiny pracovat s odlišnými typy vzorků a výsledky pak porovnávat mezi sebou.

Pokud bychom měli porovnávat data získaná metodou spalitelných látek s daty z CN analyzátoru, bylo by nutné mít k tomuto přístroji (resp. k vý-

sledkům z něj) přístup, což je silně omezující podmínka takto navržených projektů. Z hlediska využití vy výuce se takto komplikovaná problematika dá řešit až na úrovni vyšších ročníků gymnázií a odborných chemických škol, případně v rámci bakalářského studia. Pro vyhodnocení dat je již nutná znalost práce se statistickými funkcemi v tabulkovém procesoru nebo jiném vhodném programu. Ovšem nabízí se i obrácení původní myšlenky a data získaná metodou spalitelných látek přepočítat na obsah uhlíku ve vzorku s využitím známého regresního modelu. Taková data by bylo možné použít v rámci environmentální problematiky například k popisu pohybu uhlíku v ekosystémech, případně je využít při zpracovávání vysoce aktuálního tématu sekvestrace uhlíku.

## Závěr

Výše uvedené skutečnosti jsou výsledkem jedné z experimentálních kvalifikačních prací [6], které lze s určitou nadsázkou spojit společnou myšlenkou o využití „starých“ analytických postupů jako inspirace pro návrhy experimentů využitelných pro podporu výuky chemie. Snahou je zahrnovat do řešení problematiky mezioborové vztahy, aby byla zřejmá komplexnost přírodních věd. U metody stanovení spalitelných látek lze vyzdvihnout právě její přesah do problematiky půdy a životního prostředí. Zároveň je principiálně velmi jednoduchá, při zpracování výsledků se využívají ty nejjednodušší vztahy. Jako bonus pro učitele, kteří by se rozhodli tento experiment zařadit do výuky, lze vyzdvihnout to, že je možné se při tomto stanovení zcela vyhnout práci s chemikáliemi.

Nastíněná problematika školních experimentů je zatím řešena ve formě návrhů a teoretických rozborů. Rozpracování do konkrétních pracovních materiálů a jejich ověření je v současné době řešené jako téma další kvalifikační práce.

## Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen z grantového systému ZČU v Plzni SGS–2019–025.

## Bibliografie

- [1] Richtr, V., Váňová, A.: *Konference DidSci+ 2021, Brno, Česká republika 23.–24. 6. 2021. Výzkumný experiment v přípravě budoucích učitelů chemie, Konference DidSci+ 2021, Brno 23.–24. 6. 2021, Přednáška.*
- [2] Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R.: *Analytická chemie.* Praha, VŠCHT 2019.



- [3] Pavel, L. a kol.: *Geologie a půdoznalství*. Vysoká škola zemědělská v Praze, Videopress MON, 1984.
- [4] EN 15936:2012 *Sludge, treated biowaste, soil and waste—Determination of total organic carbon (TOC) by dry combustion*.
- [5] Zbírál, J., Malý, J., Váňa, M. a kol.: *Jednotné pracovní postupy – Analýza půd III*. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 2011.
- [6] Ryppl, V.: *Didaktické aspekty metody pro výpočet množství spalitelných látek v organických hnojivech z dat získaných CN elementárním analyzátozem*. Diplomová práce, ZČU v Plzni 2021.
- [7] <http://www.vumop.cz/>. [online]. [cit. 25. 7. 2021].



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



## Distanční výuka fyzikálních praktik – výzva a její realizace

### Remote Teaching of Physical Laboratories—the Challenge and its Realization

JANA JURMANOVÁ<sup>a, \*</sup>, MARTINA MRKVIČKOVÁ<sup>a</sup>, ZBYNĚK FIŠER<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Masaryk University, Faculty of Science, Department of Physical Electronics, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, janar@physics.muni.cz

#### Abstrakt

Distanční výuka s sebou nese nutnost nových přístupů ke vzdělávání studentů. Zásadní výzvou je zajištění výuky praktické, především laboratorních prací. Tento úkol musel vyřešit tým připravující Fyzikální praktikum pro nefyzikální obory (F2210, jaro 2021, PŘF MU). Reálný experiment jsme se pokusili nahradit kombinací zprostředkovaného pozorování, zpracování naměřených dat, modelováním pomocí webových aplikací a domácích pokusů – frontálních či individuálních.

**Klíčová slova:** laboratorní cvičení; modelování; webové aplikace; zprostředkované pozorování

#### Abstract

Remote teaching demands new approaches to the education of students. The major challenge is the arrangement of practical courses, especially laboratories. This task had to be solved by the team preparing Laboratory physics for non-physics students (F2210, spring 2021, Sci MUNI). We tried to replace the actual experiment with a combination of mediated observation, analysis of measured data, modeling with the use of web applications and experiments at home—either teacher-directed or individual.

**Key words:** laboratory exercise; mediated observation; modeling; web application

#### Úvod

Fyzikální praktikum pro nefyzikální obory je první praktikum, které mohou studující oboru biochemie a chemie při svém studiu na MU absolvovat [1]. Hlavním cílem předmětu je seznámit studenty se základy práce v laboratoři

a dalšími důležitými dovednostmi, které s tím souvisejí, jako je měření nejrůznějších fyzikálních veličin, zpracování a vyhodnocování dat (určení nejistoty, tvorba grafů, jednoduché fitování, ...). Připravené fyzikální úlohy jsou velmi různorodé a pokrývají celou oblast fyziky od mechaniky přes termodynamiku až po optiku. Široké spektrum úloh umožňuje sestavit obsah praktika tak, aby bylo zajímavé i pro ty, pro něž fyzika není klíčovým oborem. Se začátkem covidu-19 musel tým vyučujících čelit velké výzvě: Jak realizovat distanční výuku praktika? V příspěvku nabízíme nejen inspiraci k vyučování obdobných praktických předmětů v distanční formě, ale také zamyšlení nad zhodnocením nabytých zkušeností a jejich aplikací pro prezenční výuku.

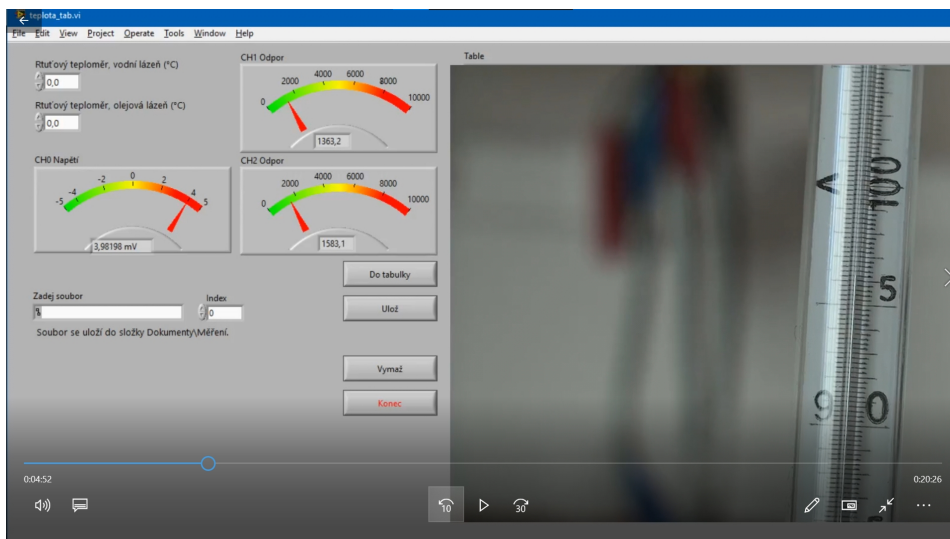
### **Srovnání kontaktní a distanční výuky předmětu**

Praktikum běžně probíhalo tak, že si studenti vytvořili dvojice, ve kterých měřili a zpracovávali jednotlivé úlohy v laboratořích v průběhu semestru. Základ tohoto modelu jsme ponechali i do distanční výuky. Studenti (celkem 31 frekventantů) se tedy opět seskupili do dvojic, se kterými jsme dále pracovali. Distanční výuka v semestru probíhala pomocí MS Teams pravidelně každý týden podle rozvrhu. Jednotlivé lekce začínaly školením k nové (následující) úloze, kterou měli studenti do týdne zpracovat a vyplnit příslušný pracovní list. Ve druhé části lekce probíhalo (po dvojicích) testování odevzdaných pracovních listů k úloze z minulého týdne. Pracovní listy opravovali vyučující s předstihem, vrátili je studentům k nahlédnutí a při testování všichni společně dořešili nedostatky a případné chyby.

K převedení úloh praktika do distanční výuky jsme využili několik přístupů. Nejjednodušší, co by se dalo v takovéto situaci udělat, je nechat studenty zpracovat již dříve naměřená data. Protože ale procházet sloupce dat je nudné, používali jsme i zprostředkované pozorování, kdy měli studenti odečítat data z videozáznamu, anebo rovnou vyhodnocovat pokus předváděný v přímém přenosu. Dále mohli pracovat s webovými aplikacemi a simulovat vybrané experimenty. Také dostali za úkol sestavit a zdokumentovat vlastní domácí pokusy s jednoduchými či běžně dostupnými pomůckami. Distanční výuku jsme v úvodu semestru zahájili rozsáhlejším frontálním experimentem s online sdílením a vyhodnocením dat, kterému bude věnována vlastní podkapitola.

## Zprostředkované pozorování jako motivující prvek ve výuce

V rámci úlohy věnované měření teploty jsme využili možnost poskytnout studentům ke zpracování videozáznam – experimenty byly připraveny přímo v laboratoři a natočeny s dobrým detailním rozlišením. První pokus se týkal kalibrace různých čidel pro kontaktní měření teploty, která byla současně ponořena do olejové lázně a postupně zahřívána. Na videozáznamu lze sledovat několik měřených fyzikálních veličin současně, jak je vidět na obr. 1. V pravé části obrazu je dobře viditelná teplota olejové lázně určovaná kapalinovým teploměrem a v levé části lze odečítat hodnoty odporů a napětí pro různá odporová a termočláňková čidla. Studenti si z videozáznamu vybrali náhodně několik teplot a k těm vypsali parametry odporů a napětí. Získaná data graficky zpracovali a určili z nich typy odporových čidel a termočláňku.



Obrázek 1. Ukázka z videozáznamu pro kalibraci teplotních čidel, který studenti dále zpracovávali. Na obrázku vpravo je vidět teplota olejové lázně a vlevo měřené hodnoty odporu a napětí

Druhé video bylo věnováno záludnostem měření teploty infračervenými teploměry. Pomocí plotýnkového vařiče jsme vyhřáli na přibližně 300 °C měděnou desku, jejíž povrch byl částečně pokryt černým žáruvzdorným lakem a částečně lesklou stříbrenkou. Teplota se měřila pomocí kontaktního a infračerveného teploměru střídavě na obou površích. U černého se hodnoty teplot celkem dobře shodovaly, zatímco u lesklého byly výrazně

rozdílné, jak je vidět na obr. 2. Důvodem byla nízká emisivita lesklého povrchu. Teorii k této problematice vysvětlili vyučující při předchozí instruktážní hodině a zároveň byla k dispozici v návodech k úloze [2]. Úkolem pro studenty bylo odečíst z videozáznamu relevantní data a s jejich pomocí stanovit emisivitu obou povrchů.

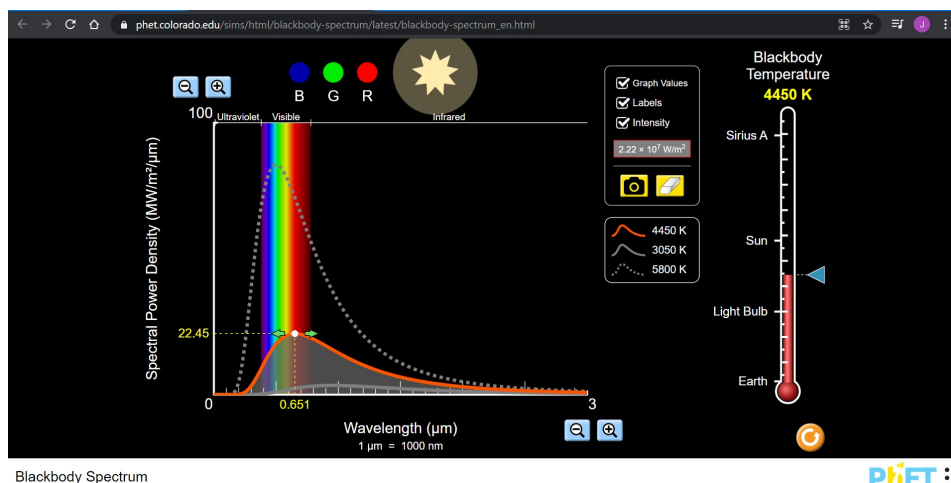


Obrázek 2. Ukázka z videozáznamu k porovnání měření teploty černého a lesklého povrchu pomocí kontaktního a infračerveného teploměru (cílem úlohy bylo určit emisivitu obou povrchů)

### **Modelování pomocí webových aplikací – co již je připraveno, jen to využít, anebo s čím studenti mohou simulovat průběh skutečného experimentu**

V průběhu distanční výuky jsme se snažili mít hodiny co nejpestřejší, aby studenti absolvovali semestr bez pocitu rozčarování, že si zvolili příliš nudný předmět (F2210 není povinný). K tomu jsme využili několik webových aplikací a appletů, které mohou výuku osvěžit a také i motivovat studenty k samostudiu dané problematiky. Jednou z těchto webových stránek je projekt PhET [3], kde je připraveno více než sto různorodých simulací ze všech přírodních věd. Lze je spustit přímo ve webovém prohlížeči a není tedy nutné nic stahovat a instalovat. Samotný uživatel si už jenom mění vstupní parametry, okolní podmínky apod. a vyhodnocuje, jak tato změna ovlivní výsledek virtuálního experimentu. V rámci úlohy věnované světlu jsme využili z této webové stránky simulaci záření černého tělesa (viz obr. 3)

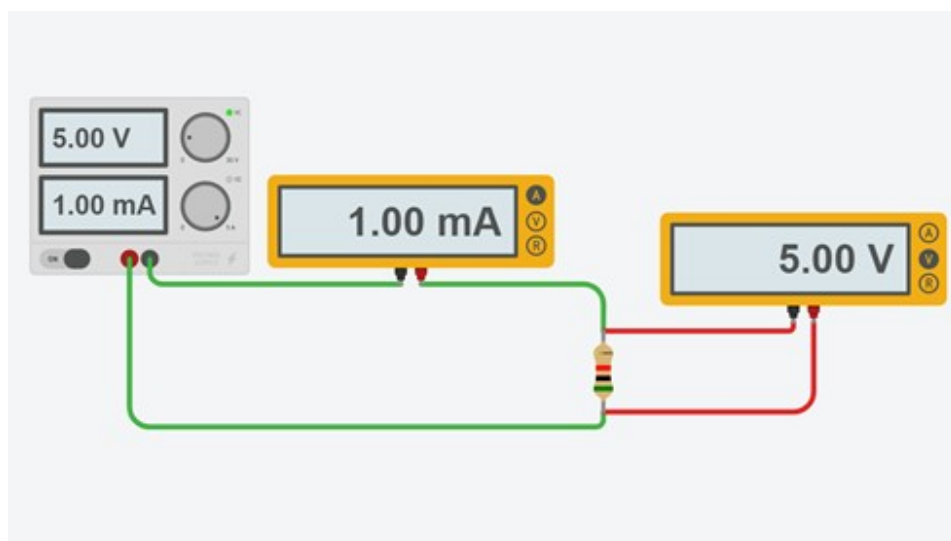
[4]. Pomocí změny teploty na panelu vpravo je možné krásně demonstrovat, proč se liší spektrum žárovky a Slunce.



Obrázek 3. Simulace záření černého tělesa pomocí již hotového appletu, který je dostupný na webových stránkách PhET [4]

Další webovou stránku s volně dostupnými a již připravenými simulacemi nabízí RNDr. Vladimír Vašćák [5]. Zde je k dispozici také velké množství zajímavých materiálů, které jsou ovšem zaměřeny pouze na fyziku.

Výše zmíněné stránky obsahují již hotové simulace, nicméně v rámci praktika je dobré, aby si studenti zkusili něco sestavit sami. K tomuto účelu jsme využili volně dostupný program Tinkercad [6]. Jedná se o webovou stránku umožňující simulování elektrických obvodů se širokými možnostmi práce s různými komponentami. Ovládání programu je jednoduché a i grafické zpracování je povedené, jak je vidět na obr. 4. Velmi pozitivní je, že základní měřicí prvky (ampérmetr a voltmetr) mají vlastní vnitřní odpor, který můžeme naměřit pomocí substitučních metod (toto bylo téma jedné z úloh praktika). Další velkou předností programu je vynikající shoda výsledků simulovaného měření se skutečně naměřenými veličinami. Ukázalo se, že tento přístup měl i pozitivní vliv na pozdější práci studentů v reálné laboratoři, protože po virtuálním vyzkoušení, jak se obvody sestavují, pracovali v samotném praktiku se skutečnými přístroji s mnohem větší jistotou.



Obrázek 4. Sestavení obvodu pro ověření platnosti Ohmova zákona v programu Tinkercad [6]. Tento program byl využit i pro jiné simulace fungování reálných elektrických obvodů

### Domácí frontální experiment s online sdílením výsledků

Po úvodním proškolení jsme se rozhodli hned v druhé hodině praktika se studenty provést a zpracovat domácí pokus. Jako vhodnou frontální úlohu jsme vybrali určení tíhového zrychlení pomocí matematického kyvadla. Cílem bylo nejen získat výsledek, ale hlavně hned zpočátku semestru motivovat studenty k sestavení vlastního experimentu a projít s nimi zpracování dat včetně určení nejistoty [7]. Důvodem výběru této úlohy byl fakt, že se jedná o jednoduchý pokus, který lze zkonstruovat i doma (postačí závěs, nit a závaží) a měříme u něj snadno měřitelné veličiny (postačí pravítko a stopky). Navíc také známe „správnou“ hodnotu, se kterou lze získané výsledky srovnávat. Všichni studenti si měli na tuto úlohu dopředu sestavit doma vlastní matematické kyvadlo, na kterém potom reálně měřili v průběhu lekce potřebné fyzikální veličiny. Současně s nimi pracovali na své aparatuře v praktiku i vyučující. Naměřené hodnoty všichni zaznamenávali do připravené Google tabulky, kde bylo možné sledovat online v reálném čase, jaké výsledky kdo získává. Následně se data zpracovávala společně včetně určení nejistot přímo i nepřímě měřených veličin. Toto frontální určování nejistot bylo prostředkem k odstranění psychického bloku studentů, který v nich obvykle vznikne po seznámení s teorií zpracování měření. Bojí se uvedené postupy aplikovat na konkrétní situace, protože se jim jeví jako obtížné, nepochopitelné a především nepotřebné



pro vyhodnocení výsledků. Společná práce s daty z domácího frontálního experimentu většinu z nich přesvědčila, že jejich obavy z pokročilého matematického aparátu nejsou na místě. Porovnání sady výsledků získaných na velkém vzorku velmi rozdílných experimentálních sestav v domácnostech jednotlivých studentů navíc umožnilo přirozeně navázat debatou o přesnosti měření, vlivu náhodných a systematických chyb a možnostech jejich eliminace.

## Závěr

Při přípravě praktika do formy distanční výuky jsme zjistili několik zajímavých poznatků a vyzkoušeli některé neotřelé postupy, které by mohly být zachovány i v prezenční výuce. Jako velmi přínosné se ukázalo využití webových aplikací sloužících k simulování fyzikálních jevů, které dokáží danou problematiku názorně ilustrovat, a tak v samotném praktiku už studenti vědí, co je čeká. Zprostředkované pozorování zase pomůže studentům objasnit, s jakým vybavením budou pracovat a co bude jejich cílem. Pro zájemce je možné nad rámec praktika ještě výuku doplnit domácími dobrovolnými experimenty, případně je s minimálním úsilím naučit připravit si skripty pro výpočty a zpracování dat. Hlavním přínosem distanční výuky je tedy poznatek, že příprava na prezenční praktikum nemusí být jenom čtení návodu, ale je možné ji zpestřit pomocí některých výše uvedených motivačních prvků.

## Poděkování

Děkujeme doc. Zdeňku Navrátilovi za přípravu a poskytnutí kvalitních výukových videozáznamů, používaných v prezentovaném praktiku, a RNDr. Lubošovi Poláčkovi, Dr. Ondřejovi Jaškovi, doc. Zdeňkovi Bochníčkoví a doc. Pavlovi Slavičkoví za pomoc s přípravou distanční podoby praktika.

## Bibliografie

- [1] <https://is.muni.cz/predmet/sci/jaro2021/F2210> (navštíveno 30. 7. 2021)
- [2] [https://www.physics.muni.cz/kof/vyuka/fpno\\_05.pdf](https://www.physics.muni.cz/kof/vyuka/fpno_05.pdf) (navštíveno 30.7.2021)
- [3] <https://phet.colorado.edu/cs/> (navštíveno 30.7.2021)
- [4] [https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_en.html) (navštíveno 30. 7. 2021)
- [5] <https://www.vascak.cz/> (navštíveno 30. 7. 2021)
- [6] <https://www.tinkercad.com/> (navštíveno 30. 7. 2021)
- [7] [https://www.physics.muni.cz/kof/vyuka/fp1\\_00.pdf](https://www.physics.muni.cz/kof/vyuka/fp1_00.pdf) (navštíveno 30. 7. 2021)



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



## K validizácii bipolárnej výrokovkej škály pri skúmaní miskonceptí v oblasti poznatkov o stavbe atómu

### Toward Validation of Bipolar Statement Scale in the Investigation of Misconceptions about the Structure of the Atom

DOMINIKA KOPEROVÁ<sup>a, \*</sup>, LUBOMÍR HELD<sup>a</sup>

<sup>a</sup> University of Trnava, Faculty of Education, Chemistry Department, Priemyselná 4, 918 43 Trnava, Slovakia, dominika.koperova@tvu.sk

#### Abstrakt

Identifikácia mylných koncepcií na vyučovacej hodine predstavuje pomerne náročnú úlohu, nakoľko ide o identifikáciu konceptov pevne zakorenených v myšlienkovvej štruktúre jedinca. Použitie výskumných nástrojov ako trojúrovňový test, didaktický test, kresba či rozhovor je náročné nielen z hľadiska metodologického, ale i zdĺhavé a náročné z pohľadu jednoznačného vyhodnotenia a interpretácie priamo na hodine. Cieľom príspevku je predstaviť prípravu jednoduchého nástroja – bipolárnu výrokovú škálu, zostavenú na zistenie adekvátnych, vhodných alebo primeraných predstáv žiakov základných škôl o štruktúre atómu, nevynímajúc dôležitosť osvojenia spôsobilostí vedeckej práce. Predstavovaný nástroj je zostavený zo súboru výrokov, ktoré prezentujú prijateľné alebo neprijateľné výroky o atóme, jeho štruktúre a vlastnostiach. O validite metodiky uvažujeme s využitím konštruktivej validity – zapojením testu Piagetových vývinových úloh (IPDT) a hľadáme vzťah medzi počtom miskonceptí a stupňom kognitívneho vývinu (skóre v IPDT). Na základe našich predbežných, čiastočných výsledkov na dostupnej vzorke žiakov diskutujeme zistené korelácie bipolárnej škály so skóre testu IPDT a sumatívnym hodnotením výkonov žiakov ich učiteľmi.

**Kľúčové slová:** miskoncepce; stavba atómu; výroková škála; test Piageových vývinových úloh (IPDT)

#### Abstract

Identifying misconceptions is a relatively challenging task at school lessons, as it is about identifying concepts that are firmly rooted in an individual's thought-structure. The use of research tools such as three-tier test, didactic test, and interview is challenging not only

in terms of methodology, but it is also lengthy and demanding in terms of unambiguous evaluation and interpretation at lesson. The aim of the paper is to present the construction of a simple tool—bipolar statement scale. Its aim is to determine the adequate and appropriate ideas of lower secondary school pupils about the atom, not excluding the importance the science process skills. The presented tool is composed of a set of statements that present acceptable or unacceptable statements about the atom, its structure and properties. We work with construct validity—the Inventory of Piaget’s Developmental Tasks Test and search for a relationship between the number of misconceptions and the stage of cognitive development. Based on our preliminary results, we discuss the observed correlations of the bipolar scale with the test score of IPDT test and the summative evaluation of students’ performance at school.

**Key words:** misconceptions; atomic structure; statement scale; inventory of Piaget’s developmental tasks (IPDT)

## Úvod

Adekvátnosť vzdelávacieho osvojenia obsahu možno hodnotiť viacerými kritériami – cez osvojené zručnosti, spôsobilosti vedeckej práce, získané poznatky alebo postoje. Náročnejšie je hodnotiť osvojenie abstraktného obsahu, konkrétne v prírodných vedách v kontexte atómu a jeho štruktúry. Na osvojenie problematiky atómu potrebuje žiak dosiahnuť vyššiu kognitívnu úroveň, ktorú možno interpretovať cez Piagetove štádia kognitívneho vývinu, kde je kľúčovým momentom posun od senzomotorického vnímania k abstraktným pojmom [1]. Atóm predstavuje v školských podmienkach abstraktný a zmyslovo neprístupný obsah, ktorý žiak asimiluje alebo ako-moduluje do svojej poznatkovej štruktúry [2] [3], a často dochádza k zlyhaniu učenia sa, napr. z učebníc [10], a žiak si odnáša nesprávne koncepty.

## Miskoncepce

Miskoncepce (synonymicky označované ako alternatívne či naivné predstavy detí, no i dospelých) opisujú viacerí autori a spoločne sa zhodujú na označení pojmu pre koncept, ktorý sa odlišuje od vedecky správneho pojmu [4] či predstavuje svojrázne vnímaný obsah [5] [6]. Medzi základné príčiny či zdroje miskonceptí, ako uvádza Erman [7], možno zaradiť nedostatočné informácie o obsahu, náročnosť prezentovaného obsahu alebo neefektívnu či nedostatočnú komunikáciu medzi učiteľom a žiakom. Nedostatočná až absentujúca úroveň abstraktného myslenia žiakmi na konci druhého stupňa základnej školy, ktorá odráža náročnosť vzdelávacieho obsahu, poukazuje na

potrebu priblíženia abstraktného obsahu žiakom v čo najkonkrétnejšej, akceptovateľnej podobe [8]. Pri obsahu o atóme je jeho náročnosť ovplyvnená komplikovanosťou samotných modelov či ťažko pochopiteľných Bohrových postulátov či zákonov kvantovej mechaniky [9]. Tradičné učebné osnovy, ktoré sa zameriavajú na faktografické osvojenie poznatkov bez aplikačného základu, neberú do úvahy didaktickú rekonštrukciu, a teda prispôsobenie náročného obsahu žiakovi [8].

Na korektnosť osvojenia obsahu o atóme a jeho štruktúre možno nazerať cez miskoncepce, a teda nesprávne predstavy, ktoré si žiaci o koncepte atómu a jeho štruktúry môžu odnášať. Štúdiom miskoncepcií sa zaoberali viacerí autori, pričom na ich zhodnotenie využívali rozmanité výskumné nástroje – test [10] [11], rozhovor [12] [13], dotazník [14] [15], konceptuálne mapy [16] či kombinácie metód, napr. rozhovor a kresba [17], test a diskusia [18] či metóda Delphi a iné metódy [8]. Cieľom vzdelávania by malo byť osvojenie obsahu nezaťaženého miskoncepciami, resp. minimálnym množstvom miskoncepcií, pokiaľ je obsah osvojený správne a v adekvátnej miere. No „typický“ atóm, ktorý si žiak odnáša zo školskej hodiny má tvar vyplnenej, tvrdej farebnej guľôčky, v ktorej sú usporiadané menšie guľôčky okolo jednej centrálnej. Ďalšie príklady miskoncepcií, ktoré sa spájajú s atómom a sú stále časté u detí, študentov i dospelých, uvádzame v tabuľke 1.

<b>Mylná koncepcia</b>	<b>Zdroj</b>
Atómy môžeme vidieť aj voľným okom.	Hejnová, Hejna, 2018
Atómy sú dosť veľké na to, aby sme ich videli pod mikroskopom.	Griffiths, Preston, 1992; Harrison, Treagust, 1996; Gokdere, Calik, 2010; Al-Balushi et al., 2012
Všetky atómy sú veľkosťou rovnaké.	Griffiths, Preston, 1992; Unlu, 2010, Gokdere, Calik, 2010
Veľkosť atómov je ovplyvnená primárne počtom protónov a neutrónov v jadre.	Griffiths, Preston, 1992; Hejnová, 2017
Atómy majú tvar gule, ktorá je vo vnútri vyplnená.	Lemma, 2013; Hejnová, 2017; Hejnová, Hejna, 2018
Atómové jadro kontroluje aktivity atómu.	Harrison, Treagust, 1996
Atómy sú ploché.	Griffiths, Preston, 1992

<b>Mylná koncepcia</b>	<b>Zdroj</b>
Atómy sú farebné.	Albanese, Vicentini, 1997
Atómy sú pevné.	Derman, Kocak, Eilks, 2019
Železo je z atómov, aj atómy sú zo železa.	Papageoriou, Markos, Zarkadis, 2016

Tabuľka 1. Príklady miskoncepcií o atóme

### **Bipolárna škála ako nástroj mapovania miskoncepcií**

Miskoncepce sú vnímané ako prirodzená súčasť predstáv o svete, čo reflektuje potrebu a snahu zmapovať rozsah miskoncepcií u žiakov. „Klasické“ výskumné nástroje v školských podmienkach sú na identifikáciu mylných predstáv metodicky náročné, ich vyhodnotenie je často zdĺhavé a náročné, preto možno väčšinu výskumných metód pokladať v školských podmienkach, kde sa otvára priestor pre akčný výskum, za zložité. Na identifikáciu je potrebný nástroj, ktorým vieme posúdiť adekvátne osvojenie abstraktného obsahu, akým je atóm, a zároveň nástroj, ktorý bude žiakom jednoducho vysvetliteľný, a dá sa s ním pracovať aj počas vyučovacej hodiny ako s formou spätnej väzby a námetu na diskusiu. Jedným z vhodných nástrojov sa javí škála [19]. Väčšina škál ponúka možnosť „N“ ako „neviem sa vyjadriť“, pričom pri už osvojených vzdelávacích konceptoch je vhodné sa danej formulácii radšej vyhnúť. Tu sa javí bipolárna (alebo dichotomická) výroková škála ako vhodný výskumný nástroj.

Viacnásobným štúdiom a konzultáciami s odborníkmi i laikmi bola zostavená bipolárna škála. Výroky v nej sú čerpané z diel zahraničných autorov, ktorí sa zaoberali výskumom miskoncepcií (napr. [13], [12], [11] a iné, porov. Tabuľka 1), z prieskumu medzi študentami VŠ a žiakmi ZŠ, nepublikovaného výskumu s využitím trojúrovňového testu u študentov VŠ a z rozhovorov s učiteľmi a žiakmi. Výroková škála pozostáva z 25 výrokov o atóme, kde je 5 výrokov správnych a 20 nesprávnych. Časová náročnosť bipolárnej škály zároveň neprekračuje 15 minút. Obsah o atóme je dominantne abstraktný, čo zároveň kladie požiadavku aj na kognitívny vývin žiaka – dosiahnutie štádia formálnych operácií, čo smeruje bipolárnu škálu k validizácii využitím konštruktivej validity [20] [21]. Z tohto dôvodu bol okrem testu miskoncepcií medzi žiakmi aplikovaný aj test Piagetových vývinových úloh (*An Inventory of Piaget's Developmental Tasks*, IPDT) [22]. Aplikáciou testu v školských

podmienkach možno overiť dosiahnutie požadovanej kognitívnej úrovne na adekvátne osvojenie abstraktného obsahu. Test bol navrhnutý Hansom Furthom [23], a používali ho i Patterson a Milakofsky [22], pričom ho na základe mnohoročných skúseností možno považovať za dostatočne validný a reliabilný, a teda je vhodným nástrojom, pomocou ktorého možno validizovať bipolárnu škálu. Samotný test obsahuje 72 otázok, ktoré sú delené do subtestov, ktoré sa ďalej delia na testové položky. Vyplnenie testu trvalo žiakom 40–45 minút.

Na základe testov aplikovaných v školách je cieľom hľadať vzťah medzi počtom miskoncepcií a úrovňou kognitívneho vývoja žiaka. Na stanovenie predpokladov sme zároveň využili i formálne hodnotenie žiakov, a teda skúmame vzťah medzi počtom miskoncepcií žiaka a formálnym hodnotením učiteľa a analogicky medzi úrovňou kognitívneho vývoja a formálnym hodnotením žiaka. Stanovené sú nasledovné predpoklady:

- Čím viac miskoncepcií žiak má, tým nižšia je jeho úroveň formálnych operácií v teste.
- Čím viac miskoncepcií žiak má, tým vyššie, horšie je jeho formálne hodnotenie z chémie.
- Vzťah medzi úrovňou formálnych operácií a formálnym hodnotením nie je výrazný, úzky.

### **Bipolárna škála v školských podmienkach a jej overenie, interpretácia zistení, diskusia**

Mapovanie miskoncepcií a overovanie dosiahnutej kognitívnej úrovne bolo doteraz realizované na vzorke 287 žiakov druhého stupňa ZŠ (150 dievčat, 137 chlapcov) v čase od novembra 2020 do júna 2021 (zber dát nie je ukončený). Výber žiakov predstavuje dostupný, no zároveň čiastočne stratifikovaný rovnomerný výber. Test absolvovali žiaci základných škôl učiaci sa dominantne deduktívnym spôsobom výučby s časovým odstupom asi pol roka od absolvovania obsahu o atóme a jeho štruktúre. Testy sme vyhodnotili pomocou deskriptívnej štatistiky (porov. Tabuľka 2). Validita a reliabilita testu kognitívnych úrovní sú stanovené výskumom, obsahovú validitu bipolárnej škály sme zabezpečili viacnásobným posúdením nezávislými odborníkmi a na posúdenie reliability sme aplikovali vzorec Kuderu a Richardsona č. 21 [19] ( $KR_{21} = 0,397256$ ), nakoľko boli testové položky hodnotené dichotomicky. Nižšie prezentujeme čiastočné, predbežné výsledky, nakoľko výskum nie je ukončený.

<b>Deskriptívna štatistika</b>		
	<b>Miskoncepcie</b>	<b>Test Piagetových vývinových úloh</b>
priemer	9,8327	50,4983
štandardná odchýlka	0,1833	0,7412
medián	10	53
modus	8	60
smerodajná odchýlka	3,1053	12,5564
rozptyl	9,6432	157,6634
špicatosť	-0,0094	0,1115
šíkmosť	0,268	-0,8291
variančné rozpätie	17	58
minimum	2	14
maximum	19	72
počet položiek/otázok v teste (zároveň maximálne možné skóre)	25	72
súčet skóre	2822	14493
počet participantov	287	287

Tabuľka 2. Deskriptívna štatistika pre test miskonceptí a test Piagetových úloh

Najvyšší identifikovaný počet miskonceptí u žiaka bol 19 (z 25) a najnižší 2, pričom priemerne žiak disponuje priemerne takmer 10 miskonceptami o atóme. Medzi najčastejšie miskoncepce patria:

„Atómové jadro kontroluje aktivity atómu.“, čo označilo 193 žiakov, „Atómy sú guľaté, pevné a tvrdé.“ 184 žiakov, „Atómy môžu rásť a deliť sa.“ za správne pokladá 181 žiakov, „Ak atóm prijíma alebo odovzdáva elektróny, mení sa na iný atóm.“ 165 žiakov a „Atómová hmotnosť je súčet protónového a neutrónového čísla.“ 159 žiakov. Najmenej častými miskonceptami sú výroky „Atómy môžeme vidieť voľným okom.“, čo označilo len 16 žiakov, a „Atómy sú ploché“, čo označilo 39 žiakov.

Ak by sme sa špecificky pozerali len na 5 správnych výrokov, ktoré sú v škále uvedené, vidíme, že aj tieto výroky žiaci mylne označujú ako nesprávne. Výrok „Elektróny tvoria okolo jadra útvar podobný oblaku.“ označilo



ako nesprávny 151 žiakov, výrok „Atóm je elektroneutrálny.“ 131 žiakov, „Elektróny a protóny majú rozdielnu hmotnosť.“ 92 žiakov, „Elektróny je možné z atómu odtrhnúť.“ 75 žiakov a 54 žiakov za nesprávny pokladá aj výrok „Živé aj neživé organizmy sú zložené z atómov.“

V teste Piagetových vývinových úloh, resp. teste zameranom na zistenie úrovne formálnych operácií, mohli žiaci dosiahnuť maximálne 72 bodov, čo dosiahol jeden žiak. Najnižšie dosiahnuté skóre je 14 bodov, ktoré sme zaznamenali rovnako u jedného žiaka. Priemerné skóre predstavovalo hodnotu 50,498 bodu (6 žiakov získalo 50 bodov, 9 žiakov 51 bodov), pričom najčastejšie sa opakujúcou hodnotou skóre bolo 60 bodov.

Okrem odpovedí miskoncepcií sme sa pozreli na formálne hodnotenie žiakov, kde priemerný prospech žiaka je „chválitebný“, (2, resp. 1,9756). 112 žiakov dosiahlo z chémie hodnotenie „výborný“, 99 „chválitebný“, 52 „dobrý“, 22 „dostatočný“ a 2 žiaci „nedostatočný“.

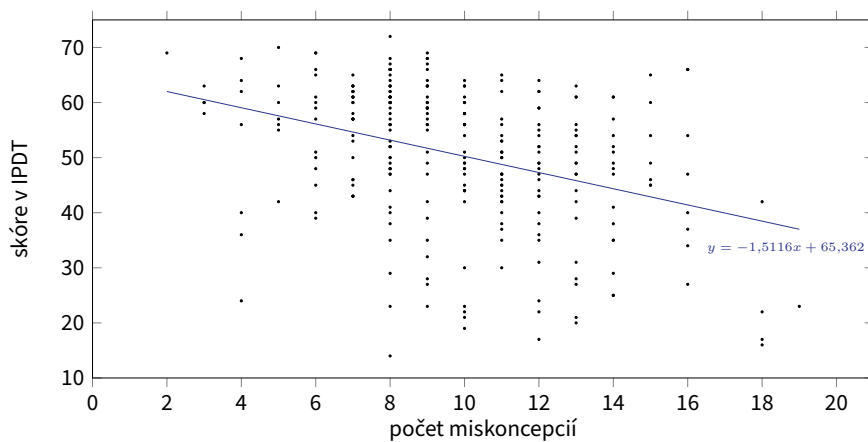
Na základe dát získaných z testov a známok sme sa snažili zistiť, či úroveň formálneho myslenia koreluje so skóre získaným v teste miskoncepcií (t. j. počet miskoncepcií) a zároveň so známku z chémie. Vypočítané hodnoty Pearsonovho korelačného koeficientu pre jednotlivé prípady uvádzame v tabuľke 3 a prezentujú ich aj grafické zobrazenia (graf 1, graf 2, graf 3).

<i>r</i>	Sledované dáta	
0,37562	známka z chémie	počet miskoncepcií
-0,37380	úroveň formálnych operácií	počet miskoncepcií
-0,37080	úroveň formálnych operácií	známka z chémie

Pozn. Úroveň formálnych operácií je sledovaná pomocou skóre dosiahnutom v IPDT teste, a teda, čím lepšie skóre, tým vyššia dosiahnutá úroveň formálnych operácií.

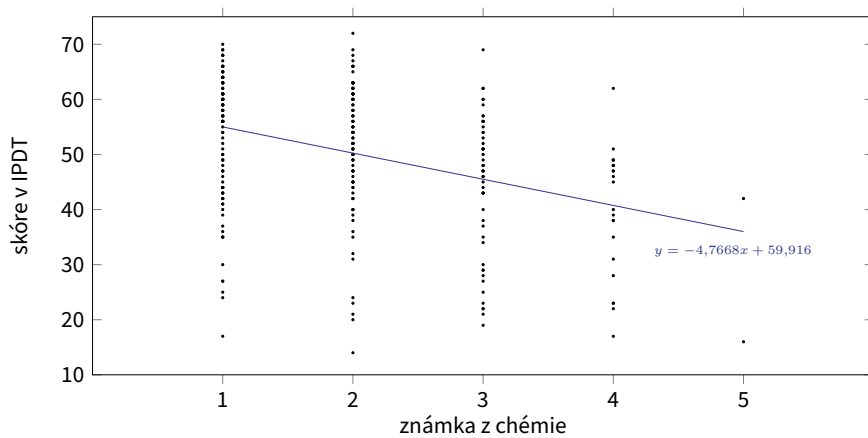
Tabuľka 3. Korelačné koeficienty

Korelácie medzi jednotlivými dátami sa javia ako stredne silné ( $r = 0,37562$ ,  $r = -0,3738$ ,  $r = -0,3708$ ), aj napriek tomu že v pilotnom meraní sa závislosť medzi počtom miskoncepcií žiakov a ich formálnym hodnotením javila ako silná ( $r = 0,548$ , nepublikované dáta), a závislosť medzi úrovňou formálnych operácií a známku ako slabá ( $r = -0,254$ , nepublikované dáta). Získané koeficienty poukazujú na vzťah (súvislosť) medzi počtom miskoncepcií a úrovňou formálneho myslenia, lebo čím vyššiu úroveň formálneho myslenia žiak dosiahol, tým menší počet miskoncepcií



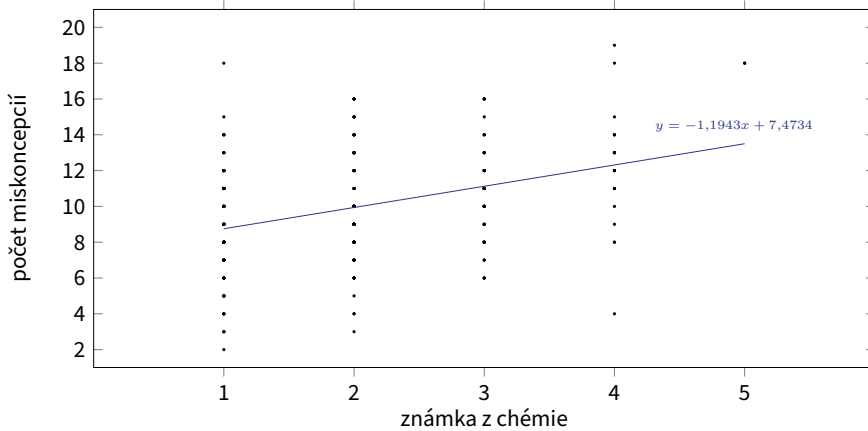
Pozn.: V grafickom zobrazení nie je zohľadnené, že viacero žiakov má naraz rovnaký počet miskoncepcií a tomu prislúchajúce skóre v IPDT, a teda že body na grafe majú rôznu váhu.

Graf 1. Vzťah medzi počtom miskoncepcií a kognitívnym vývinom



Pozn.: V grafickom zobrazení nie je zohľadnené, že viacero žiakov má rovnakú známku z chémie a tomu prislúchajúce skóre v IPDT, a teda že body na grafe majú rôznu váhu.

Graf 2. Vzťah medzi kognitívnym vývinom a známku z chémie



Pozn.: V grafickom zobrazení nie je zohľadnené, že viacero žiakov má rovnaký počet miskoncepcií a tomu prislúchajúcu známku z chémie, a teda že body na grafe majú rôznu váhu.

Graf 3. Vzťah medzi známkou z chémie a počtom miskoncepcií

sme uňho zaznamenali, aj keď nie vo všetkých prípadoch. Rovnako, čím lepšiu známku z chémie žiak mal, tým menší počet miskoncepcií sme uňho identifikovali. Získaná skutočnosť, že známka a počet miskoncepcií korelujú, môže byť ovplyvnená viacerými faktormi. Jedným je skutočnosť, že prevláda dominantne mechanický spôsob osvojovania obsahu, a teda poznatky sú osvojené v nedostatočnej miere, žiak im nerozumie v potrebnom rozsahu a reprodukuje poznatky „ako si ich asi pamätá“. Faktorom, ktorý vplýva na prezentované dáta, je aj samotná dostupná vzorka, kde je rozdiel medzi žiakmi základných škôl z dedín a základných škôl z miest, kde sa žiaci líšia v záľubách, trávení voľného času, prioritách, postojoch k vede a vzdelávaniu. V porovnaní s dátami z pilotného (nepublikovaného) prieskumu (36 žiakov z dvoch rozdielnych škôl) sa hodnoty korelácie zmenili, ich hodnoty sa takmer rovnajú, no vzťah medzi počtom miskoncepcií a známkou sa číselne javí nepatrne užší ( $r = 0,37562$ ) než vzťah medzi počtom miskoncepcií a kognitívnym vývinom ( $r = -0,3738$ ), čo môže poukazovať na formálnosť osvojovania poznatkov. No zároveň vzťah medzi známkou a počtom miskoncepcií ovplyvňuje aj spôsob či obsah skúšania. Možno predpokladať, že ak by žiak prezentoval, že atóm je plochý, dostane horšiu známku, než ak by o danej skutočnosti „vedel“ a len ju nespomenul. Zároveň sa možno domnievať, že pri inom obsahu než obsahu o atóme, a teda hmatom alebo voľným okom pre žiaka dosiahnuteľným, by mali žiaci miskoncepcií menej, a teda by sa zmenili i korelačné koeficienty.

## Záver

Aplikáciou testu IPDT v školských podmienkach sme sa pokúsili validizovať bipolárnu výrokovú škálu, ktorá sa dá využiť v školských podmienkach na jednoduchú identifikáciu miskoncepcií medzi žiakmi v triede. Medzi hlavné zistenia parciálneho výskumu patrí, že žiaci dominantne lipnú na animistických miskoncepciách, kde atóm prirovnávajú k bunke, no i miskoncepciách, kde prenášajú vlastnosti látky na časticu, atóm. Zároveň sme zistili, že existuje súvislosť medzi počtom miskoncepcií a známkou a zároveň vzťah (aj keď nie veľmi úzky) medzi počtom miskoncepcií a výsledkami v teste IPDT. Skúmaním pôvodu miskoncepcií možno za jeden zo zdrojov pokladať i zlyhanie učenia sa z učebníc pri nedokonalom prepojení učenia sa z učebnice a praktickej činnosti. Možno teda konštatovať, že osvojením obsahu pomocou IBSE vzdelávania, ktoré predstavuje efektívnejšie prepojenie učenia sa nielen pomocou textu, ale aj priamej skúsenosti, by si žiaci obsah o atóme osvojili v dokonalejšej miere a teda i vzťah medzi počtom miskoncepcií a skóre v IPDT teste by bol ešte užší než v prípade tradičného, dominantne deduktívneho či transmisívneho vzdelávania, čo je predmetom ďalšieho skúmania.

## Podakovanie

Práca vychádza z riešenia projektu APVV (APVV-14-0070) a v súčasnosti bola podporená grantom Trnavskej univerzity (7/TU/2020).

## Bibliografie

- [1] Rybár, J.: *Úvod do epistemológie Jeana Piageta*. Bratislava, Iris 1997, 124 s.
- [2] Čáp, J., Mareš, J.: *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál, 2001. 656 p.
- [3] Škoda, J., Doulík, P. et al.: Prekoncepce a miskoncepce v oborových didaktikách. Ústí nad Labem: *Acta Universitatis Purkynianae*, 2010. 274 p.
- [4] Held, Ľ., a kol.: *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava: Trnavská univerzita v Trnave. 2011. 138 s.
- [5] Nakhleh, M. B.: Why Some Students Don't Learn Chemistry. Chemical Misconceptions. *J. Chem. Educ.* 69 (1992), 191–196. <https://doi.org/10.1021/ed069p191>.
- [6] Taslidere, E.: Development and use of a three-tier diagnostic test to assess high school students' misconceptions about the photoelectric effect. *Res. Sci. Technol. Educ.* 34 (2016), 164–186. <https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1124409>.
- [7] Erman, E.: Factors Contributing to Students' Misconceptions in Learning Covalent Bonds. *J. Res. Sci. Teach.* 56 (2016), 520–537. <https://doi.org/10.1002/tea.21375>.
- [8] Haverlíková, V.: *Alternatívne predstavy žiakov vo fyzikálnom poznávaní*. Bratislava, Knižničné a edičné centrum FMFI UK 2013, 85 s.

- [9] Zoller, U.: Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *J. Res. Sci. Teach.* 27 (1990), 1053–1065. <https://doi.org/10.1002/tea.3660271011>.
- [10] Abraham, M. R. et al.: Understanding and misunderstanding of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *J. Res. Sci. Teach.* 29 (1992), 105–120. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290203>.
- [11] Avci, F., Sesen, B. A., Kirbaslar, F. G.: Determination of seventh grade students' understanding of certain chemistry concepts. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 152 (2014), 602–606. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.250>.
- [12] Allred, Z. D. R., Bretz, S. L.: University chemistry students' interpretations of multiple representations of the helium atom. *Chem. Edu. Res. Pract.* 20 (2019), 358–368. <https://doi.org/10.1039/C8RP00296G>.
- [13] Harrison, A. G., Treagust, D. F.: Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Sci. Educ.* 80 (1996), 509–534. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5<509::AID-SCE2.3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2.3.0.CO;2-F).
- [14] Albanese, A., Vicentini, M.: Why Do We Believe that an Atom is Colourless? Reflection about the Teaching of the Particle Model. *Sci. Educ.* 6 (1997), 251–261. <https://doi.org/10.1023/A:1017933500475>.
- [15] Gokdere, M., Calik, M.: A cross-age study of Turkish students' mental models: An atom concept. *Didactica Slovenica – Pedagoška obzorja.* 2 (2010), 185–199.
- [16] Ekinci, S., Sen, A. I.: Investigating grade-12 students' cognitive structure about the atomic structure: a content analysis of student concept maps. *Int. J. Sci. Educ.* 42 (2020), 977–996. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1744045>.
- [17] Hamza, K. M., Wickman, P.: Describing and Analyzing Learning in Action: An Empirical Study of the Importance of Misconceptions in Learning Science. *Sci. Ed.* 92 (2008), 141–164. <https://doi.org/10.1002/sce.20233>.
- [18] Calik, M. et al.: 2009. Investigating effectiveness of analogies embedded within four-step constructivist teaching model: a case of the 'atom' concept. *J. Sci. Educ.* 10 (2009), 36–40.
- [19] <http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/index.php/kapitoly/posudzovacie-skaly.php?id=i13>. (navštívené 6. júla, 2021)
- [20] Gavora, P.: *Úvod do pedagogického výskumu*. Bratislava: UK 2001, 236 s.
- [21] Prokša, M. et al.: *Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied*. Bratislava: UK 2008, 229 s.
- [22] Patterson, H. O., Milakofsky, L.: A Paper-and-Pencil Inventory for the Assessment of Piaget's Tasks. *Appl. Psychol. Meas.* 4 (1980), 341–353. <https://doi.org/10.1177/014662168000400306>.
- [23] Furth, H.: *An Inventory of Piaget's Developmental Tasks*. Washington: Center for Research in Thinking and Language, 1970.





## CLIL (Content and Language Integrated Learning) for Pre-service Teachers of Science: Scaffolding in Lesson Planning

JANA KUBRICKÁ<sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> Masaryk University, Language Centre, Unit at the Faculty of Science,  
Kotlářská 2, 602 00 Brno, Czech Republic, [kubricka@sci.muni.cz](mailto:kubricka@sci.muni.cz)

### Abstract

In this paper the author introduces the conception of teaching CLIL (Content and Language Integrated Learning) in a specialised English course for student teachers at the Faculty of Science Masaryk University. She deals with the methodological aspects of the approach which are transferrable beyond CLIL and beneficial to future teachers of any subject. Specifically, she discusses scaffolding, i.e., the supporting strategies guiding a pupil through increasingly more challenging tasks. In the last part of the presentation, the author summarises the main points and comments from a survey which imply that students mainly struggle with structuring their lessons and the choice of suitable activities for their teaching.

**Key words:** CLIL; scaffolding; teacher training

### Abstrakt

V tomto článku autorka představuje koncepci výuky metody CLIL (Content and Language Integrated Learning) ve specializovaném kurzu anglického jazyka pro studenty učitelství na Přírodovědecké fakultě Masarykovy university. Zabývá se didaktickými aspekty metody, které jsou přenositelné mimo výuku CLIL a přínosné pro budoucí učitele všech předmětů, konkrétně tzv. scaffoldingem, tedy podpurným strategiím, které vedou žáka k zvládnutí stále náročnějších úkolů. Na závěr shrnuje hlavní náměty a komentáře studentů z dotazníkové zpětné vazby, ze které vyplývá, že studenti se při přípravě svého mikroyučování nejvíce potýkají právě se strukturováním hodiny a volbou vhodných aktivit.

**Klíčová slova:** CLIL; scaffolding; vzdělávání učitelů

## Introduction

This paper introduces a course of English for student teachers of science, its focus, and goals as well as the findings that emerged in feedback from students after the course implementation. In particular, the paper focuses on CLIL methodology that students apply in their microteaching and the lessons that they learn in the process.

The course, designed to meet the specific needs of student teachers, was first run in 2019 in response to common complaints that future teachers of science do not get sufficient opportunities to discuss various issues related to teaching and put their theoretical knowledge of teaching methodology into practice. The language department at the faculty of science decided to offer an optional course open to student teachers of all fields of study (unlike the regular language courses at the faculty which are field-specific, e.g., English for Geographers, English for Physicists, etc.) that would deal with questions relevant to teachers but at the same time prepare the students for their compulsory language exam. The goals are therefore multiple—the syllabus is designed to cover all basic language skills (speaking, listening, reading, and writing) while teaching several methodological and pedagogical concepts. This paper describes the principles of CLIL studied in the course and the methodological tasks students are assigned, their benefits and pitfalls.

## The principles of CLIL

The acronym CLIL stands for Content and Language Integrated Learning, i.e., a methodology that combines learning of a subject, e.g., science, arts, history, or another social science with learning a foreign language.

The “4Cs” that are often quoted as the main principles of CLIL stand for *content* (i.e., the subject matter), *communication* (in a foreign language), *cognition* (the focus on higher order thinking skills) and lastly a combined concept of *culture*, *community*, and *citizenship* (Coyle, Hood & Marsh, 2010). Translated into real terms, in a CLIL classroom students learn new subject matter through a foreign language. The teacher therefore needs to pay attention to both aspects of their lesson—the language, and the content. Ideally, this means that the teacher should be trained for CLIL teaching as subject teachers may not be sensitive to the language they need to include and prepare. Or, alternatively, CLIL is taught in a subject and language teacher tandem.



CLIL is essentially based on the philosophy of constructivism: it relies on starting from what the students already know, building on it by means of manipulating and processing the new material to make sense of it. The innovative teaching combination of a subject and language has undoubtedly many benefits, among them the fact that the added challenge can boost learners' motivation and reinforce the acquisition of the new knowledge. Also, a traditional language lesson which follows a textbook may revolve around topics that learners might find too bland, inauthentic, and unstimulating whereas a CLIL lesson uses actual subject matter to stimulate a genuine, meaningful communication and thus enhance the process of learning both the new material and a foreign language (Dale & Tanner, 2012).

What it means for CLIL teacher training is that attention needs to be paid to the extra challenge of the foreign language since subject teachers may not be ready to take specific language into consideration when planning their lessons. It is therefore useful to demonstrate the way language is used in successful CLIL lessons to sensitise future teachers to it and help them incorporate the language element into their lesson planning and teaching.

### **Scaffolding in CLIL**

The term “scaffolding” in its common sense refers to a temporary structure used when constructing or repairing a building. Scaffolding is put up to make work possible or easier—once the work has been completed, the structure is removed. Scaffolding is used in teaching in a metaphorical sense to refer to any strategy used to provide assistance and support that might be needed in various stages of learning. That extra help or support is built and afterwards gradually reduced or removed to encourage learner's autonomy.

There are different classifications of scaffolding, the types commonly distinguished are e.g., *strategic* scaffolding, which encourages students to consider different way of dealing with problems; *metacognitive*, which helps learners critically reflect on their learning; *conceptual*, which guides learners to understanding basic concepts, or *procedural*, which allows them use various tools to accomplish the goal (Hogan, 1997). Scaffolding in science classes can take many forms, among them e.g., coaching students, modelling different problem-solving approaches, or promoting independent work. Excellent teachers would probably combine several of these strategies to keep their students motivated (Holliday, 2000).

All in all, scaffolding strategies are used to increase the likelihood of successful learning, specifically autonomous learning. This approach has roots in the teaching of Vygotsky and his concept of “the zone of proximal development” (Vygotsky, 1978) which suggests that it is the teacher who initiates each new step in learning building on what the learner currently knows and designs tasks in such a way that the learner is soon able to complete them on his/her own. Appropriate scaffolding facilitates learning to make sure the learner does not face an intellectual challenge too high for them.

A part of scaffolding is undoubtedly teacher-student rapport and the way the teacher approaches their students. Their aim is to make sure the students improve and gain confidence in the process learning. Their failure is seen as a failure in the teacher’s preparation and syllabus / lesson design (Williams, Mercer & Ryan, 2015). However, it is understandable that different students will require different types and amounts of support while dealing with their assignments (Holliday, 2001) and so catering for the needs of students in large classes is challenging even for experienced teachers.

In our course, the students are asked to prepare a CLIL session (or a series of tasks) on a subject within their field of study or a cross-curricular science subject. Based on their previous study of CLIL methodology they themselves define the criteria that their lessons should fulfil and based on these criteria they later give detailed feedback to their peers. Some of the criteria as specified in one of the courses were e.g., clear lesson objectives, well-structured lesson, interactive tasks, examples, etc.

As our student teachers typically do not specialise in languages, they might request advice as to what language scaffolding is appropriate or needed to make it possible for everyone, even students of other subjects, to follow and participate in their lesson. Below we give examples of how our student teachers approached the task.

### **Scaffolding in students’ lessons**

The first example is taken from a student’s lesson on colours (physics). The aim of the lesson was to teach about colours and why we see them. In the first slide presented here (Diagram 1) there are illustrated examples of properties of objects (*opaque, translucent, transparent*) serving as vocabulary support. There is also a demonstration of how light can be *absorbed, reflected* or *transmitted*. In the following slide of the presentation (Diagram 2) there is a task—this time, the students are asked to apply the new information

and say what happens in case of a leaf and a bottle. It is noteworthy that the visual with the useful vocabulary stays on the margin of the slide to provide extra help, should it be needed. This can be considered as language and conceptual scaffolding.

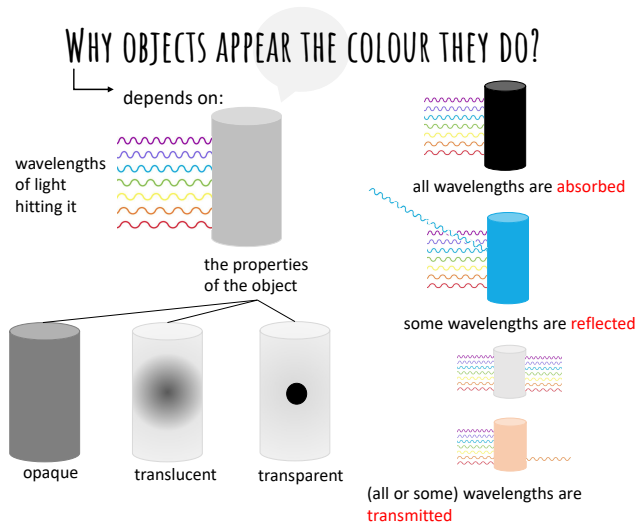


Diagram 1 (K. Rozehnalová)

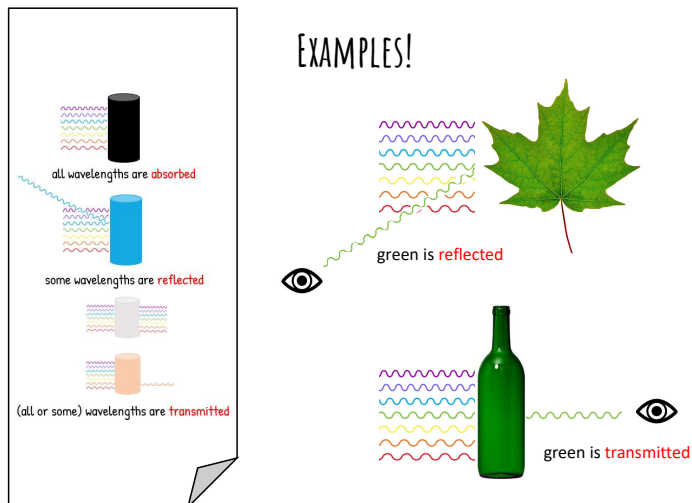


Diagram 2 (K. Rozehnalová)

This task was highly appreciated by the participating student teacher peers as an example of “good practice” not only for its accomplished graphic design but also for the explanation of the process which is effective thanks to the combination of the visual, conceptual and language scaffolding.

In terms of the language content of this specific lesson, the student teacher who was in charge of it stated in her list of prerequisites that the students should be on approx. B1 level of English and thus it is safe to assume they will be familiar with passive voice needed to formulate sentences such as “Light is reflected...”. It is not very common to devote much time of a CLIL lesson to grammar, however, if necessary, this grammar phenomenon could be elaborated on if the students struggle with it and the inability to formulate correct sentences in the passive voice hinders communication.

The second example of successful scaffolding in a CLIL lesson is from a lesson on nutrition. In this case, the student decided to introduce the topic by a brief presentation on the main components of nutrition (Diagram 3). Next, she divides the class into three groups—carbohydrates, lipids and proteins (Diagram 4) and asks them to work on two questions: *Why do you think we need this nutrient? And What are the sources of this nutrient?*

Activity	Timing	Materials	Procedure	Interaction/ seating
Topic introduction	3 min	PowerPoint presentation	Lecture Discussion about amount of intake of individual nutrients	Whole class

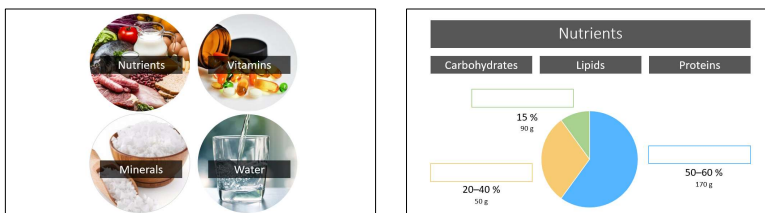


Diagram 3 (L. Kozielová)

Activity	Timing	Materials	Procedure	Interaction/ seating
Nutrients - discussion	5 min	Pen and paper	Discussion in groups: Why do we need nutrients and what are their sources?	Groups

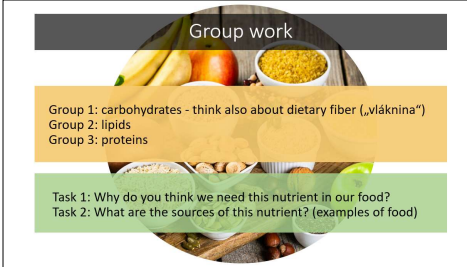
  


Diagram 4 (L. Kozielová)

Students collaborate on answering the questions, they are encouraged to try and brainstorm the answers, but they are also allowed to use the Internet to verify their ideas. In the final stage of the lesson students are asked to work in small groups or pairs to design a meal plan for a specific person / target group. They need to consider all the information learnt throughout the lesson, including the terminology. They present their results and get feedback from the teacher regarding the content and usage of the new terminology (e.g., expressions such as carbohydrates, proteins, etc.).

The fact that this lesson was seen as effective has to do with the fact that it included both conceptual and procedural scaffolding—students were encouraged to use different methods when completing the task in their groups, such as discussions, internet search, consultation with a teacher. The lesson plan was designed in such a way that it guided the students from the simpler, directed, and controlled activities to the more complex and autonomous ones where they use higher order thinking skills.

In the examples described above the students demonstrated their understanding of CLIL principles and scaffolding. As demonstrated below, the final feedback on the course proves that CLIL makes them think about their lesson planning more thoroughly and use some of the strategies inherent to CLIL:

- *Now I feel that CLIL is something I could really teach, I have never thought about it before and without this subject I would probably not.*

- *I think CLIL could be a good way to engage the students and use another language in my own subject matter.*
- *I have discovered CLIL and I have found it exciting, I sincerely believe that in the future in my practice as a future teacher I will carry it out. I consider that it has been very beneficial to practice simulating a CLIL session because CLIL can help teachers think about their subject matter differently.*

## Conclusion

The course CLIL for pre-service teachers of science has shown us that CLIL methodology can be beneficial to student teachers when it comes to lesson planning and scaffolding their activities. Although scaffolding is an organic part of any teaching, the special attention that was paid to this teaching strategy will hopefully be useful to student teachers either in their CLIL or regular science sessions. Hopefully, the issue of developing future science teachers' lesson planning strategies will attract more attention of researchers and teacher trainers in the future.

## Acknowledgement

The author would like to thank her students Bc. Kateřina Rozehnalová and Bc. Lucie Kozielová for sharing their presentations and allowing the author to use them for the purposes of the article.

## References

- [1] Coyle, D., Hood, P., Marsh, D.: *Content and Language Integrated Learning*. Cambridge University Press, 2009.
- [2] Dale, L., Tanner, R.: *CLIL Activities*. Cambridge University Press, 2012.
- [3] Hogan, K., Pressley, M.: *Scaffolding Student Learning: Instructional Approaches and Issues*. Cambridge, Mass: Brookline Books. 1997.
- [4] Holliday, W. G. 2000: Getting students motivated. *Science Scope*. 23 (4): 50–52.
- [5] Holliday, W. G. 2001: Critically considering science inquiry. *Science scope*. 24 (7): 54–57.
- [6] Vygotsky, L. S.: *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [7] Williams, M., Mercer, S., Ryan, S.: *Exploring Psychology in Language Learning and Teaching*. Oxford University Press, 2015.



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.

## **Aplikácia predikčnej karty počas dištančnej formy výučby biológie na gymnáziu**

### Application of a Prediction Card during the Distance Form of Teaching Biology at a Grammar School

ANDREA LEŠKOVÁ<sup>a, \*</sup>, MIRIAM RYCHVALSKÁ<sup>a</sup>, ANNA MIŠIANIKOVÁ<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Prírodovedecká fakulta, Ústav biologických a ekologických vied, Mánesova 23, 040 01 Košice, Slovenská republika, andrea.leskova@upjs.sk

#### **Abstrakt**

Školské hodnotenie na Slovensku je v poslednej dobe stále častejšou témou diskusií, ktoré sú zamerané na neférovosť známkovania a jeho negatívne dopady na progres žiakov vo vzdelávaní. Hodnotenie je zamerané na sumatívne hodnotenie, ktoré je realizované známku, slovným hodnotením alebo ich kombináciou. Príspevok je orientovaný na problematiku formatívneho hodnotenia ako jednej z foriem školského hodnotenia. Formatívne hodnotenie sa zameriava na časté hodnotenie žiakovho pokroku v učení a využívaní spätnej väzby, keď sa jeho výkon dá ešte zlepšiť. Pomocou spätnej väzby môže učiteľ odhaliť a diagnostikovať nedostatky, chyby príčiny a ťažkosti v učení sa žiakov. Pomáha mu určiť rozdiel medzi terajšou úrovňou hodnoteného výkonu a štandardom. Učiteľia pre získanie spätnej väzby, pokroku žiakov v učení a rozhodovaní o ďalších postupoch využívajú rôzne nástroje formatívneho hodnotenia. Počas dištančnej formy výučby sme realizovali výskum je zameraný na implementáciu predikčnej karty ako nástroja formatívneho hodnotenia do výučby Biológie na gymnáziu. Výskumnú vzorku tvorilo 12 študentov 4. ročníka gymnázia. Predikčnú kartu sme vypracovali pre témy: Mutácie, Dedičnosť viazaná na pohlavie a Génové manipulácie. Pre implementáciu predikčnej karty sme využili online aplikáciu Socrative, prostredníctvom ktorej študenti uvádzali, či je daný výrok pravdivý, alebo nepravdivý. Vo výsledkoch uvádzame, aký vplyv mala implementácia predikčnej karty na vedomosti a miskoncepce študentov a ich ďalší progres vo vzdelávaní.

**Kľúčové slová:** formatívne hodnotenie; predikčná karta; spätná väzba; vzdelávanie

#### **Abstract**

School assessment in Slovakia has recently become an increasingly frequent topic of discussion, which is focused on the unfairness of grading and its negative effects on the

progress of students in education. Assessment is focused on summative assessment, which is realized by a mark, verbal assessment or a combination thereof. The paper focuses on the issue of formative assessment as one of the forms of school assessment. Formative assessment focuses on frequent assessment of a student's learning progress and the use of feedback when their performance can be further improved. With the help of feedback, the teacher can detect and diagnose deficiencies, causes, errors and difficulties in students' learning. It helps him determine the difference between the current level of assessed performance and the standard. Teachers use various formative assessment tools to obtain assess, students' learning progress, and decide about further action. During the distance form of teaching, we carried out research focused on the implementation of a prediction card as a tool for formative assessment in the teaching of Biology at the grammar school. The research sample consisted of 12 students of the 4th year of grammar school. We developed a prediction card for the topics: Mutations, Gender Inheritance, and Gene Manipulation. To implement the prediction card, we used the online application Socrative, through which students stated whether the statement is true or false. In the results, we present the impact of the implementation of the prediction card on students' knowledge and misconceptions and their further progress in education.

**Key words:** education; feedback; formative evaluation; prediction card

## Úvod

V 21. storočí ľudstvo čelí vážnym výzvam v spoločnosti, ku ktorým patria napr. hospodárske, spoločenské, environmentálne zmeny, finančná nestabilita, globalizácia, nové technológie, inovácie, ktoré prebiehajú vo všetkých oblastiach nášho života. Každý z nás čelí komplexnému a rýchlo sa meniacemu svetu, ktorý ovplyvňuje život nielen na globálnej ale aj lokálnej úrovni [1–2]. Žijeme vo svete, ktorý sa často označuje aj ako svet VUCA (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity), z angl. nestálosť, neistota, komplexnosť a nejednoznačnosť, ktoré súvisia aj so súčasným vzdelávacím systémom [3]. Výsledkom je napr. neistota v oblasti znižovania počtu pracovných síl a znižovania rozpočtu, ktoré ovplyvňujú proces zvyšovania výkonnosti študentov [4]. Podľa [5–6] prístup k technológiám uľahčuje prístup k vzdelávaniu, pretože žiaci sa môžu učiť kdekoľvek a kedykoľvek. Generácia dnešných mladých ľudí už vníma toto prostredie ako prirodzenú súčasť života, preto je z pohľadu hodnotenia nutná jeho bezprostrednosť a reakcia na aktuálny stav žiackych vedomostí, zručností a postojov [7].

## Školské hodnotenie

K často diskutovaným témam súčasného školského systému patrí aj hodnotenie vo všetkých jeho formách a podobách. Hodnotenia chápeme



ako spôsob, ktorým sa vyjadri hodnotiaci posudok [8]. Výsledky sa hodnotia klasifikačným stupňom, slovne alebo kombináciou týchto dvoch spôsobov. Požiadavky na hodnotenie stanovuje v Slovenskej republike Zákon č. 245/2008 Z. z. [9]. Súčasťou školského hodnotenia sú tiež vyhlášky [10–11], ktoré hovoria konkrétnejšie o hodnotení žiakov, a teda o spôsobe hodnotenia v danej škole rozhoduje riaditeľ školy so súhlasom školskej rady.

V školskom hodnotení na Slovensku má stále prevahu sumatívne, pri ktorom učiteľ posudzuje výstupy procesu učenia sa žiakov, čiže žiakov klasifikuje a hodnotí známku. Uskutočňuje sa na konci určitého časového obdobia, napr. tematického celku, polroka, konci školského roka. Prostredníctvom sumatívneho hodnotenia učiteľ nehodnotí kvalitu žiakovho učenia sa, neposkytuje mu informácie o jeho aktuálnom stave, kde a v čom sa môže ešte zlepšiť, iba žiakov porovnáva na základe dosiahnutých známok v porovnaní s ostatnými žiakmi a štandardmi. Súčasné celosvetové trendy v hodnotení sú zamerané na komplexné hodnotenie žiakov [12], čím sa do popredia dostáva formatívne hodnotenie.

### **Formatívne hodnotenie**

Formatívne hodnotenie má pôvod v latinskom slove „formo“, čo znamená upravuj alebo pretváraj. Označuje sa taktiež ako hodnotenie pre učenie sa, hodnotenie podporujúce učenie alebo tiež ako rozvíjajúce hodnotenie. Predstavuje nástroj pedagogickej komunikácie, informuje žiaka o možnostiach zlepšenia sa a formuje tak jeho vývoj v rámci učebného procesu, ale vplýva aj na jeho osobnostný vývoj, inými slovami, pomáha tak rozvíjať metakognitívne spôsobilosti a schopnosť autonómneho hodnotenia [13–14]. Tomuto nároku zodpovedá aj jedna z kľúčových kompetencií, ktorú by mali mladí Európania mať v dvadsiatom prvom storočí – a to, „byť zodpovední za svoje učenie“ [19]. Formatívne hodnotenie sa niekedy označuje aj ako priebežné hodnotenie, ktoré slúži žiakom aj učiteľom pri získavaní informácií o tom, ako dokáže žiak používať a využívať získané vedomosti, ako efektívne sa vie učiť, aké sú jeho silné a slabé stránky, aké ciele sa mu podarilo dosiahnuť, aké postupy má zvoliť na zlepšovanie svojich výsledkov [16]. Môže sa uskutočňovať slovne alebo písomne, pred výučbou, počas výučby alebo po výučbe [17]. Aktívne zapájanie žiakov do hodnotiaceho procesu je dôležitým prvkom formatívneho hodnotenia, ktoré ovplyvňuje učenie žiakov v pozitívnom smere, aby sa žiaci stali nezávislými, musia mať predstavu o tom, čo sa majú naučiť [18]. Jeho implementácia

do vyučovacieho procesu prostredníctvom konkrétnych nástrojov, vedie k rozvoju učenia sa žiakov.

Na slovenských školách má prevahu zaužívaná klasifikácia, to znamená sumatívne hodnotenie prevažuje nad hodnotením formatívnym. Slovenskí učitelia využívajú vo veľkej miere úste a písomné skúšanie, pričom žiakov hodnotia konkrétnou známku. Zo „Správy OECD o evalvácii a hodnotení vo vzdelávaní: Slovenská republika 2014“ [19], ktorú vypracoval tím analytikov OECD pre oblasť vzdelávania vyplýva, že učitelia, žiaci a ani rodičia dostatočne nechápu podstatný význam formatívneho hodnotenia. Podľa zistení na slovenských školách chýba spätná väzba, ktorá je dôležitá pre napredovanie žiaka v učení. Zistenia tiež poukazujú na to, že hodnotenie žiakov nie je dostatočne formatívne a zároveň navrhujú, aby sa do školského systému zaviedli „prvky formatívneho hodnotenia“, aby sa bolo možné sledovať nielen to, čo a s akým výsledkom sa žiaci učia, ale aj ako sa učia. Hodnotiaci tím [20] došiel k záveru, že si školy na Slovensku uvedomujú dôležitosť hodnotenia, pretože využívajú formu vstupných, výstupných testov alebo týždenných písomiek, no pravý význam formatívneho hodnotenia nepochopili dostatočne. Stále sa kladie dôraz skôr na sumatívne hodnotenie, kde hlavným cieľom spomínaných testov je poskytnutie známky. Taktiež takéto časté testovanie žiakov poskytuje učiteľovi kúskovanú predstavu namiesto uceleného pohľadu na pokrok žiakov v učení. Z komunikácie so žiakmi vyplynulo, že žiaci vnímajú spätnú väzbu len ako niečo, čo sa točí okolo pridelenej známky. Podľa [21] forma takejto spätnej väzby „nie je formatívna, ak cieľom tejto interakcie nie je snaha pomôcť žiakovi učiť sa, známkovanie, zisťovanie úrovne, hodnotiace pripomienkovanie alebo stanovenie cieľov samo o sebe nie je formatívne“.

Uvádzame niekoľko konkrétnych príkladov ako možno aplikovať stratégie formatívneho hodnotenia vo vyučovacom procese biológie:

- Skupinka učiteľov, ktorý vyučujú biológiu, každý rok kontroluje výkonnosť svojich žiakov v celoročnom teste z biológie, kde sa zameriavajú na percentuálnu úspešnosť v jednotlivých tematických celkoch. Pri jednotlivých tematických celkoch s najnižším dosiahnutým percentuálnym hodnotením hľadajú spôsoby, ako môžu zlepšiť výučbu v týchto témach v nasledujúcom školskom roku.
- Učiteľ biológie na strednej škole si vyhradí štrnásť dní na prebratie daného tematického celku, pričom obsah výučby je plánovaný na jedenásť dní. Na dvanásť deň sa uskutoční kvíz, ktorého cieľom nie je udeliť známku, ale má pomôcť učiteľovi zistiť, ako žiaci daný tematický celok pochopili a v akom rozsahu ho ovládajú. Tento kvíz má pomôcť učiteľovi navrhnúť

vhodnú alternatívu lepšieho vysvetlenia tém, pri ktorých majú žiaci nezrovnalosti na trinásty a štrnásty deň.

- Učiteľ učí o Mendelových zákonoch v rámci genetiky. Tri minúty pred koncom rozdá kartičky, pričom žiada žiakov, aby odpovedali na jednoduché otázky, ktoré si pre nich pripravil. Žiaci pri odchode odovzdajú vyplnené kartičky, ktoré si učiteľ naštuduje a na základe vyplnenia kartičiek zistí, či je daná problematika dostatočne dobre pochopená a či môže na najbližšej vyučujúcej hodine prejsť k ďalšej téme.
- Počas hodiny ekológie učiteľka uprostred výučby žiakov vyzve, aby načrtli Gaussovú krivku. Pokiaľ to žiaci zvládnu, učiteľka vidí, že trieda rozumie základným pojmom a pokračuje ďalej vo výklade.
- Po prebratí tematického celku Život v mori využije učiteľ biológie pojmovú mapu, ako nástroj k zisteniu miery pochopenia vedomostí žiakov. Pojmové mapy si žiaci môžu tvoriť sami alebo v skupinkách, kde si zaznamenávajú najdôležitejšie pojmy a poznatky a označia súvislosti medzi týmito pojmi. Upevňujú si tak nadobudnuté poznatky. Ak pracujú v skupinkách, žiaci sa vedia navzájom podporiť a dať si spätnú väzbu.
- Učiteľ odučí tému, ktorá je zameraná na znečisťovanie riek a jazier na Slovensku a jeho dopad na životné prostredie. Po prebratí učiva rozdelí žiakov na dve skupinky. Jedna skupinka bude zastávať názor, že znečisťovanie má obrovský dopad na prírodu, na rastliny a živočíchov, ktorí žijú v danom prostredí. Uvedú konkrétne druhy živočíchov a pripraví si argumenty na obhajobu svojho stanoviska. Druhá skupinka žiakov bude zastávať presne opačný názor – dôsledky znečisťovania nie sú až tak vážne. Takisto si budú musieť pripraviť argumenty, aby si obhájili svoj postoj. Takáto úloha vedie žiakov k premýšľaniu o danej téme, v rámci prípravy vedí využiť novonadobudnuté vedomosti a upevniť si ich. Na konci hodiny dá učiteľ žiakom priestor, aby sa navzájom ohodnotili a poskytli si tak spätnú väzbu nakoľko majú danú problematiku zvládnutú.
- Na začiatku vyučovacej hodiny, na ktorej sa preberá téma Chránené živočíchy na Slovensku, učiteľka rozdá kartičky, kde si môžu žiaci zaznamenať pojmy, ktorým počas nasledujúcej výučby nepochopili, čo im nebolo jasné a čo potrebujú ešte vysvetliť. Učiteľka si kartičky na konci hodiny zozbiera. Kartičky jej dávajú spätnú väzbu zo strany žiakov, k čomu je potrebné sa opäť vrátiť. Vzniknuté otázky zodpovie na nasledujúcej hodine.

V uvedených situáciách učiteľ využil spätnú väzbu k tomu, aby sa vedel lepšie rozhodnúť, či žiaci ovládajú danú problematiku, ak nie, tak na

základe výstupov vie upraviť spôsob výučby. Každú z vyššie uvedených situácií môžeme považovať za formatívne hodnotenie. Stiggins [22] došiel k záveru, že si formatívne hodnotenie zaslúži väčšiu pozornosť, aká sa mu doteraz venovala. To, že je žiakov úspech založený na známke z testu za celý polrok, nie je podľa neho dostatočne efektívne. Preto, ak chceme mať informácií o žiakovom výkone, je potrebné vytvoriť priestor aj na formatívne hodnotenie prostredníctvom vopred pripravených nástrojov.

### **Nástroje formatívneho hodnotenia**

Nástroje formatívneho hodnotenia sa v literatúre často označujú aj ako techniky, ktoré reprezentujú konkrétne postupy ako danú stratégiu implementovať do vyučovacieho procesu [23]. Učiteľ pomocou nástrojov formatívneho hodnotenia získava informácie a sústreďuje sa na úpravu tempa, obsahu a prostriedkov vyučovacieho procesu. Ak chce učiteľ začleniť nástroje do vyučovacieho procesu je podľa [24] potrebné vybrať si taký nástroj, ktorý mu umožní odhaliť vedomosti žiakov, ale na druhej strane aj ich miskoncepce a prekoncepty. Aby bol nástroj efektívny musí byť jeho použitie premyslené v príslušnej fáze vyučovacieho procesu tak, aby zodpovedal cieľom vyučovacej hodiny.

**Predikčná karta** predstavuje nástroj, ktorý aktivizuje predchádzajúce vedomosti žiaka a zároveň vytvára predvídanie nových [25]. Tento model bol vyvinutý v roku 1978 Herbertom, kde cieľom bolo monitorovať naivné predstavy žiakov o danej téme ešte pred čítaním textu. V úvode vyučovacej hodiny učiteľ oboznámi žiakov s témou a cieľmi vyučovacej hodiny. Pred vyučovacou hodinou pripraví vhodne formulované tvrdenia, ku ktorým sa žiaci majú vyjadriť na začiatku a na konci vyučovacej hodiny (súhlasom resp. nesúhlasom alebo určiť, či je dané tvrdenie správne resp. nesprávne). Takýmto monitorovaním sa podporuje zvedavosť a záujem o preberanú tému [26]. Predikčná karta môže byť použitá vo všetkých predmetoch, ale zdôrazňuje sa jej praktickosť najmä pri prírodovedných predmetoch, kde čítanie vedeckých článkov môže byť pre žiakov náročné, kvôli zložitosti a odbornosti myšlienok [26].

### **Prípadová štúdia z implementácie predikčnej karty**

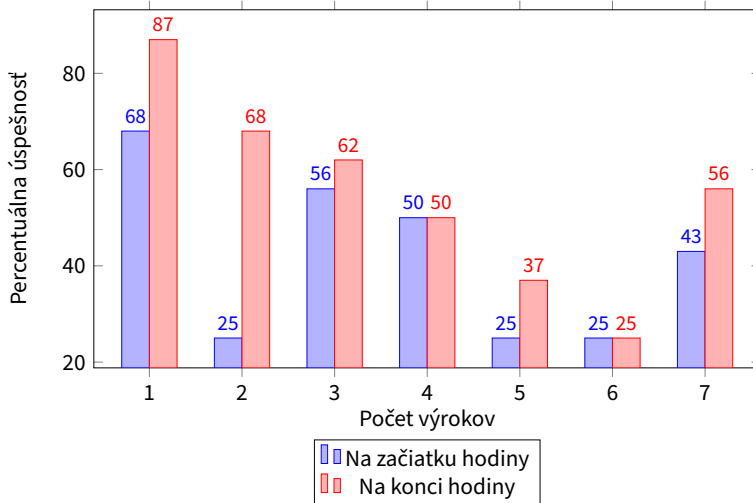
#### **Cieľ výskumu**

Cieľom bolo zistiť, aký vplyv má implementácia predikčnej karty do vyučovacieho procesu na vedomosti žiakov z genetiky v 4. ročníku gymnázia.

Predikčná karta			
Priezvisko	Trieda	Dátum	
Pred preberaním učiva Pravdivý výrok	Dedičnosť viazaná na pohlavie	Po preberaní učiva Pravdivý výrok	Nepravdivý výrok
P	Zygota má diploidný počet chromozómov.	P	N
P	Sexualita a pohlavný dimorfizmus nie sú geneticky podmienené vlastnosti.	P	N
P	Pohlavné chromozómy sa označujú tiež ako heterochromozómy.	P	N
P	Pohlavné bunky, ktoré vznikli v procese meiózy, majú diploidný počet chromozómov a väčšinou jeden pohlavný chromozóm.	P	N
P	Ženy môžu byť prenášačkami recesívneho génu, ktorý je viazaný na pohlavnom X chromozóme. Príkladom je hemofília, ktorá sa najčastejšie prejaví v potomstve u dcér.	P	N
P	Ak je matka homozygotne dominantná a otec je daltonik, tomuto páru sa narodí daltonický syn s 50% pravdepodobnosťou.	P	N
P	Pri type abraxas je homozygotné pohlavie samčie.	P	N

Tabuľka 1. Predikčná karta k téme „Dedičnosť viazaná na pohlavie“ (4. ročník GYM)

### Dedičnosť viazaná na pohlavie



Graf 1. Percentuálne zobrazenie výsledkov, ktoré žiaci dosiahli na začiatku a na konci vyučovacej hodiny pri téme „Dedičnosť viazaná na pohlavie“

Výskum bol realizovaný počas dištančného vzdelávania v mesiacoch marec a apríl 2021. Výskumnú vzorku tvorilo 12 žiakov (seminaristov) Gymnázia Opatovská cesta 7 v Košiciach.

### Metodológia výskumu

Výskum sme realizovali počas dištančnej formy výučby prostredníctvom platformy MS Teams na troch vyučovacích hodinách. Žiaci mali týždenne iba jednu on-line vyučovaciu hodinu Biológie v trvaní 60 minút. Predikčnú kartu sme implementovali do 3 tém: „Dedičnosť viazaná na pohlavie“, „Mutácie“ a „Génové manipulácie“. Pre každú vyučovaciu hodinu sme vopred pripravili predikčnú kartu, ktorá obsahovala výroky k danej téme. Predikčnú kartu vyplňali žiaci na začiatku a na konci vyučovacej hodiny prostredníctvom online nástroja Socrative, ktorý nám zároveň umožnil vidieť odpovede žiakov okamžite. Po vyplnení sa nám zobrazila percentuálna úspešnosť každého žiaka v konkrétnych výrokoch, čím sme mali prehľad o každom žiakovi, ale zároveň aj o úspešnosti všetkých žiakov. Vzhľadom k malej veľkosti výskumného

súboru v rámci pilotného výskumu nebola prevedená štatistická analýza dát.

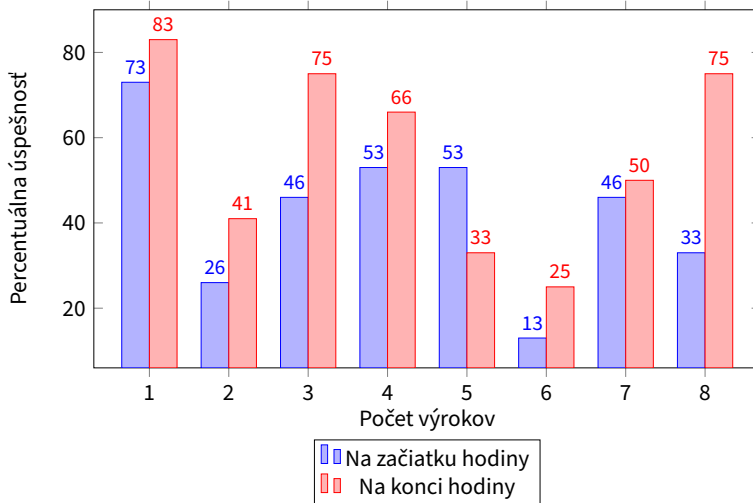
V úvode prvej vyučovacej hodiny sme žiakov oboznámili, s on-line nástrojom Socrative a predikčnou kartou. Uvádžanie, či je výrok pravdivý alebo nepravdivý netrvalo žiakom viac ako 5 minút v úvode aj v závere vyučovacej hodiny. Na časový interval sme žiakov vopred upozornili. Naším cieľom bolo sledovať súvislosť medzi predchádzajúcimi vedomosťami žiakov a novými poznatkami, ktoré získali uvedených vyučovacích hodinách.

### **Kvantitatívna analýza výsledkov**

Prvou preberanou témou bola „Dedičnosť viazaná na pohlavie“. V Grafe 1 uvádzame výsledky žiakov na začiatku a na konci vyučovacej hodiny. Predikčnú kartu tvorilo 7 výrokov (Tabuľka 1), pri ktorých žiaci uvádzali, či je daný výrok pravdivý alebo nepravdivý. Úspešnosť žiakov bola pri šiestich výrokoch vyššia na konci hodiny, ako na jej začiatku. Medzi týmito dvoma údajmi je výrazný rozdiel pri výrokoch 1, 2, 5 a 7. Najväčší rozdiel na začiatku a na konci vyučovacej hodiny je uvedený pri výroku 2, kde mali žiaci rozhodnúť, či „*Sexualita a pohlavný dimorfizmus nie sú geneticky podmienené vlastnosti*“. Na začiatku bola úspešnosť 25 %, pričom na konci hodiny úspešnosť stúpla na 68 %. Podobný vzostup môžeme vidieť aj v ostatných výrokoch. Vo výroku 4 „*Pohlavné bunky, ktoré vznikli v procese meiózy, majú diploidný počet chromozómov a väčšinou jeden pohlavný chromozóm*“ a výroku 6 „*Ak je matka homozygotne dominantná a otec je daltonik, tomuto páru sa narodí daltonický syn s 50% pravdepodobnosťou*“, žiaci nedosiahli zlepšenie ani zhoršenie. Príčinou pri 4. výroku mohlo byť nedostatočné prečítanie výroku a pri výroku 6 bol pravdepodobne problém s výpočtom pre nedostatok času.

Na druhej vyučovacej hodine bola preberaná téma „Mutácie“. V Grafe 2 uvádzame výsledky 12 žiakov. Žiaci sa mali v predikčnej karte vyjadriť k 8 výrokom (Tabuľka 2). Najväčší rozdiel na začiatku a na konci vyučovacej hodiny sme zaznamenali pri výroku 8, kde mali žiaci rozhodnúť, či „*Inverziu zaradujeme ku chromozómovým mutáciám a ide o pretočenie jedného úseku chromozómu o 180 stupňov*“. Tento graf opäť odzrkadľuje zlepšenie žiakov na konci vyučovacej hodiny, pričom najväčší problém predstavoval výrok 2 „*Mutácie súvisia so zmenou genotypu aj fenotypu*“ a výrok 6 „*Genómové mutácie sú zmeny v molekule DNA*“. Dôvodom mohli byť nedostatočné informácie žiakov v danej téme, keďže na konci hodiny nastal posun žiakov vo vedomostiach z danej oblasti. V prípade výroku 2 z 27 % na 42 % a v prípade výroku 6 z 13 % na 25 %. Pri výroku 5 „*Výskyt somatických mutácií vzniká s vekom. Príčinou je hromadenie*

## Mutácie



Graf 2. Percentuálne zobrazenie výsledkov, ktoré žiaci dosiahli na začiatku a na konci vyučovacej hodiny pri téme „Mutácie“

*pôsobenia mutagénnych faktorov“* nastal zdanlivý regres vedomostí žiakov, kde príčina mohla byť v nedôslednej analýze predchádzajúcich poznatkov.

Na poslednej vyučovacej hodine bola preberaná téma „Génové manipulácie“, na ktorej bolo prítomných 12 žiakov. Graf 3 prezentuje výsledky jednotlivých výrokov na začiatku a na konci vyučovacej hodiny. Vyše 90 % úspešnosť žiaci dosiahli pri výrokoch 1, 4, 5 a 7. Najproblematickejším bol výrok 8 „Restrikčné endonukleázy sú enzýmy, ktoré vedia štiepiť DNA na fragmenty v rôznych nešpecifických miestach“, kde úspešnosť na začiatku hodiny bola iba 15 % a na konci hodiny 25 %. Dôvodom takejto nízkej úspešnosti mohol byť nedostatok informácií o odbornom termíne na začiatku hodiny a jeho nedostatočné vo pochopenie počas vyučovacej hodiny. Najväčší rozdiel na začiatku a na konci vyučovacej hodiny je uvedený pri výroku 3 „Základom génového inžinierstva je tvorba nehybridných molekúl DNA a ich klonovanie“ a pri výroku 7 „Nevýhodou genetických modifikácií je ohrozenie životného prostredia, pretože sa obmedzuje rast a život prirodzene sa vyskytujúcich organizmov“. V prípade výroku 3 z 46 % na 75 % a v prípade výroku 7 z 54 % na 92 %.



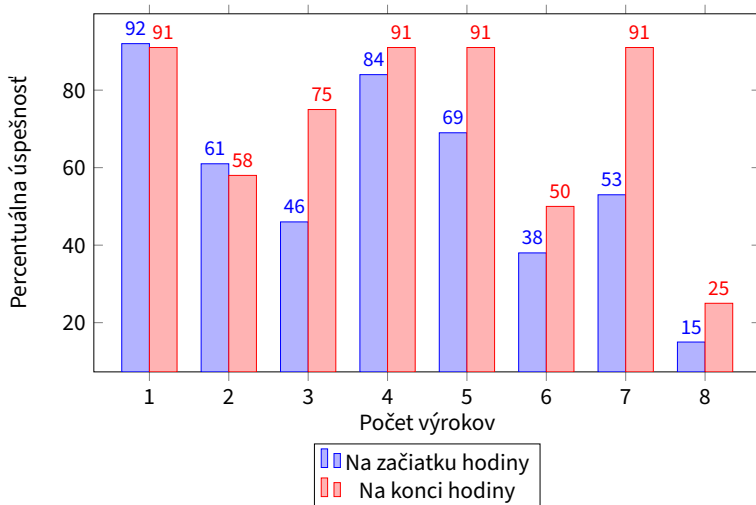
Predikčná karta			
Priezvisko	Trieda	Dátum	
Pred preberaním učiva		Po preberaní učiva	
Pravdivý výrok	Nepravdivý výrok	Pravdivý výrok	Nepravdivý výrok
Mutácie			
P	N	Mutácie sú dedičné zmeny, ktoré sa prejavujú ako trvalé a jedinečné zmeny znakov a vlastností organizmu, ktoré sú podmienené zmenami v ich DNA.	N
P	N	Mutácie súvisia so zmenou genotypu aj fenotypu.	N
P	N	Medzi chemické mutagény patrí napr. LSD, reserpin alebo pesticídy.	N
P	N	Medzi antimutagény patria antioxidanty, kam patrí vitamín C, E, karotenoidy a pod.	N
P	N	Výskyt somatických mutácií vzniká s vekom. Príčinou je hromadenie pôsobenia mutagénnych faktorov.	N
P	N	Genómové mutácie sú zmeny v molekule DNA.	N
P	N	Downov syndróm predstavuje trizómiu 23. páru chromozómu.	N
P	N	Inverziu zaraďujeme ku chromozómovým mutáciám a ide o pretočenie jedného úseku chromozómu o 180 stupňov.	N

Tabuľka 2. Predikčná karta k téme „Mutácie“ (4. ročník GYM)

Predikčná karta			
Priezvisko	Trieda	Dátum	
Pred preberaním učiva Pravdivý výrok	Génové manipulácie	Pravdivý výrok	Po preberaní učiva Nepravdivý výrok
P	Génové inžinierstvo umožňuje usmerniť zásah do genetického materiálu s cieľom získať organizmy s vopred stanovenými vlastnosťami.	P	N
P	Génové manipulácie predstavujú nebezpečnú biologickú zbraň.	P	N
P	Základom génového inžinierstva je tvorba nehybridných molekúl DNA a ich klonovanie.	P	N
P	Klonovaním DNA chápeme vytváranie viacerých kópií špecifických DNA sekvencií za účelom ďalšieho genetického výskumu.	P	N
P	Príkladom GMO môže byť napríklad baktéria produkujúca inzulín, zlatá ryža alebo GMO paradajky.	P	N
P	Kukurica MON 810 obsahuje gény, ktorých inhibíciou vieme oddialiť starnutie rastliny a ako jediná z GMO kukuríc, nie je na Slovensku schválená.	P	N
P	Nevýhodou genetických modifikácií je ohrozenie životného prostredia, pretože sa obmedzuje rast a život prirodzene sa vyskytujúcich organizmov.	P	N
P	Restričné endonukleázy sú enzýmy, ktoré vedú štiepiť DNA na fragmenty v rôznych nešpecifických miestach.	P	N

Tabuľka 3. Predikčná karta k téme „Génové manipulácie“ (4. ročník GYM)

### Genové manipulácie



Graf 3. Percentuálne zobrazenie výsledkov, ktoré žiaci dosiahli na začiatku a na konci vyučovacej hodiny pri téme „Génové manipulácie“

### Záver

Počas výskumu sme sledovali rozdiely vo výsledkoch jednotlivých žiakov, ktoré vyplynuli z vyplnenia predikčnej karty, na základe vedomostí, ktoré mali žiaci pred preberaním danej témy a na konci vyučovacej hodiny. Z výskumu vyplynulo zlepšenie úspešnosti žiakov na konci hodiny v porovnaní s úspešnosťou na začiatku hodiny. Získané výsledky naznačujú, že časté a zmysluplné využívanie nástrojov formatívneho hodnotenia viedlo k zlepšeniu vedomostí žiakov. Výsledky zároveň ukazujú, ktoré časti učiva žiaci dostatočne pochopili a na ktoré sa má učiteľ na ďalších vyučovacích hodinách zamerať, aby si žiaci genetické témy osvojili čo najkomplexnejšie. Identifikácia nesprávnych rozhodnutí je pre učiteľa, ale aj pre žiakov zdrojom pre rozvoj ich kritického myslenia. Dochádza k hlbšiemu konceptuálnemu porozumeniu, žiak dokáže sám identifikovať v čom sa zlepšil, v čom má ešte nedostatky, na čo sa potrebuje zamerať, dokáže sám seba ohodnotiť. Formatívne hodnotenie ako jedna z možných foriem hodnotenia žiakov vytvára partnerstvá medzi učiteľom a žiakom a môže byť nápomocná pri zvyšovaní kvality vzdelávania na všetkých typoch a stupňoch škôl.

## Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA č. 004UPJŠ-4/2020 „Tvorba, implementácia a overovanie efektívnosti digitálnej knižnice s nástrojmi formatívneho hodnotenia pre prírodovedné predmety, matematiku a informatiku na základnej škole“.

## Bibliografie

- [1] Fadel, C., & Groff, J. (2019). *Four-dimensional education for sustainable societies*. In *Sustainability, human well-being, and the future of education*. Pp. 269–281. Palgrave Macmillan. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-78580-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-78580-6_8).
- [2] OECD 2019. *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030* [online]. Paris: OECD, 2019 [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: [https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/OECD\\_Learning\\_Compass\\_2030\\_Concept\\_Note\\_Series.pdf2](https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf2).
- [3] Bennett, N., & Lemoine, J. (2014). *What VUCA really means for you*. *Harvard Business Review*. Dostupné z: <https://hbr.org/2014/01/what-vucareally-means-for-you>.
- [4] Lemoine, P. A., Hackett, T. P., Richardson, M. D. (2017). Global higher education and VUCA—Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity. *Handbook of research on Administration, Policy and Leadership in Higher Education*. P. 20. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0672-0.ch022>.
- [5] Ball, L., Drijvers, P., Ladel, S., Siller, H. S., Tabach, M., Vale, C. (2018). *Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education*. Springer, Cham. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76575-4>.
- [6] Glenn, M. (2008). *The future of higher education: How technology will shape learning*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Dostupné z: <https://www.learntechlib.org/p/182088/>.
- [7] Ganajová, M., Brestenská, B., Guniš, J., Ješková, Z., Kireš, M., Lešková, A., Lukáč, S., Orosová, R., Sotáková, I., Szarka, K., Šnajder, L. (2021). *Formatívne hodnotenie vo výučbe prírodných vied, matematiky a informatiky*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Vydavateľstvo ŠafárikPress. 452 s. ISBN 978-80-8152-973-3.
- [8] Fonodová, I., Hrušovská, M., Jankovičová, I., Jakubová, G., Kovařík, P., Paveleková, M., Žatkovičová, V. (2014). *Metodika na stanovenie hodnotiacich štandardov*. Bratislava: Štátny inštitút odborného vzdelávania.
- [9] Zákon č. 245/2008 Z. z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- [10] Metodický pokyn č. 22/2011 na hodnotenie žiakov základnej školy. Dostupné z: <https://www.minedu.sk/metodicky-pokyn-c-222011-na-hodnotenieziakov-zakladnej-skoly>.
- [11] Zákon č. 596/2003 Z. z. Zákon o štátnej správe v školstve a školskej samospráve.
- [12] Hipkins, R., & Cameron, M. (2018). *Trends in assessment: An overview of themes in the literature*. New Zealand: New Zealand Council for Educational Research.
- [13] OECD/CERI. (2008). *Assessment for Learning: Formative assessment*. Paris: OECD Publishing. Dostupné z: <http://www.oecd.org/dataoecd/19/31/40600533.pdf>.
- [14] Chappuis, S., & Chappuis, J. (2007–2008). The best value in formative assessment. *Educational Leadership: Informative Assessment*, 65 (4), pp. 14–19.
- [15] Tomášková, J. (2015). *Inovatívne spôsoby hodnotenia žiakov v predmete slovenský jazyk a literatúra*. Bratislava: MPC. pp. 51.

- [16] Laufková, V. (2017). Formativní hodnocení v zahraničí a v České republice. *E-Pedagogium*, 17 (1): 89–99, <https://doi.org/10.5507/epd.2017.008>.
- [17] Tomengová, A. (2012). *Aktívne učenie sa žiakov – stratégie a metódy*. Bratislava: MPC, pp. 65.
- [18] MANITOBA EDUCATION. 2009. Grade 3 assessment in reading: support document for teacher. Canada. P. 31. ISBN 978-0-7711-4415-8.
- [19] Shewbridge, C., van Bruggen, J., Nusche, D., & Wright, P. (2014). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education Slovak Republic 2014*. Paris: OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/9789264117044-en>.
- [20] Shewbridge, C., van Bruggen, J., Nusche, D., & Wright, P. (2016). *Správa OECD o evalvácii a hodnotení vo vzdelávaní: Slovenská republika 2014*. Bratislava: NÚCEM.
- [21] Mansell, W., & James, M. (2009). *Assessment in schools: Fit for purpose?* London: Economic and Social Research Council: Teaching and Learning Research Programme.
- [22] Stiggins, R. J. (2002). Assessment crisis: The absence of assessment for learning. *Phi Delta Kappan*, 83 (10), 758–765. <https://doi.org/10.1177/003172170208301010>.
- [23] Keeley, P. (2008). *Science formative assessment: 75 practical strategies for linking assessment, instruction and learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- [24] Keeley, P. (2015). *Science formative assessment, Volume 1: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning (2nd Ed.)*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- [25] Billmeyer, R., Barton, M. L. (1998). *Teaching Reading in the Content Areas: If Not Me, Then Who?* (2nd Edition) Colorado, 1998. ISBN 1-893476-05-7.
- [26] Pegg, J. & Adams, A. 2012. Teachers' Enactment of Content Literacy Strategies in Secondary Science and Mathematics Classes. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 56 (2) October 2012. pp. 151–161. <https://doi.org/10.1002/JAAL.00116>.
- [27] Barton, M. L. & Jordan, D. L. 2002. Teaching Reading in Mathematics and Science. In *Educational Leadership*, 11 (1), 2002.



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



# Aristotle, Galileo, Newton, and Quebec Elementary Preservice Conceptual Representations about the Movement in Free Falling Objects

ABDELJALIL MÉTIOUI<sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> Université du Québec à Montréal, Faculté des sciences de l'éducation, Département de Didactique, CP8888, Succursale Centre-ville, H3P 3C8, Montreal, Canada, metioui.abdeljalil@uqam.ca

## Abstract

Qualitative research conducted with ninety (90) pre-service teachers of elementary education about their conceptual representations after teaching on free-fall demonstrates that they share many conceptual difficulties despite formal education. For this, we have given them a paper and pencil questionnaire of sixty minutes duration and composed of four questions. Most of the conceptual difficulties identified on analyzing the data were 1. Object's mass influences its fall speed; 2. Gravitational acceleration depends on the force gravitation (weight); 3. During the free fall without friction, the gravitational acceleration at any given time increases as the fall progresses; and 4. During the free fall without friction, the speed at any given time is constant as the fall progresses. The conceptual difficulties identified are relevant for learning, and teaching strategies focused on the conceptual conflict considering the preservice teachers' conceptions identified in the present work and the relevant scientific concepts.

**Key words:** conception; free fall; qualitative research; student

## Introduction

Studies on the student's conceptual difficulties in physics education have shown that pupils and students from elementary to university schools have conceptual difficulties elaborating relatively to velocity, acceleration, mass, weight, and force concepts to solve qualitative problems despite a physics education spread over several years [1–5]. For example, Mchunu and Imenda [1] (p. 25) identified eight misconceptions among high school students

about force and gravitation concepts: “1. The velocity and acceleration of a projectile increase as the projectile goes up; 2. The weight, or mass, of an object has an effect on the magnitude of the force it exerts; 3. Force is needed to keep an object moving at all times; 4. Only active agents exert force; 5. Objects that are not moving do not exert force; 6. Action-reaction forces occur at different times; 7. At the highest point, the acceleration of a projectile is zero; and 8. Motion implies active force.” Likewise, Palmer [4] (p. 701) identified many conceptual difficulties about gravity among students; for example, for several, the “gravity did not act on the object which was buried in the soil, and the reasons were that gravity pulls things down to the ground but not below the ground, and/or gravity is associated with air but there is no air below the ground.” Numerous studies have highlighted the same findings in the case of preservice and in-service elementary teachers [6–7]. The present research follows this line and aims to identify Quebec elementary preservice teachers’ conceptions about free-falling objects. The following sections will specify the methodology used to characterize the preservice teachers’ conceptual representations after the teaching and the result of our experimentation.

### **Population and methodology**

To identify the conceptions of ninety (90) preservice teachers (aged between 23 and 25 years) in teacher education for elementary school, we have given them a paper and pencil questionnaire composed of four questions (see Table 1) of sixty minutes duration. To fill out, they had to explain their answers. Methodologically, the students’ explanation is essential to identify their conceptual representation. One must formulate questions that the student will not answer by referring to mechanical technique or resort to quantitative reasoning by limiting himself to using a mathematical equation learned mechanically (e.g.,  $F = m.a$ ). Note that most students have a background in human science and took a course in physics during their secondary studies.

### **Development of the paper and pencil questionnaire and the data analyses**

The questionnaire we have developed is about the movement in free fall. To build the four questions, we considered: (a) Research results indicated in the introduction; (b) Notions prescribed in the Quebec curriculum for

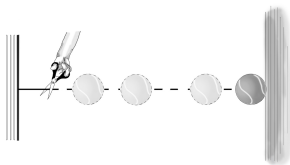


**Question # 1**

We consider a ball with a mass of one kilogram suspended from the wire (Fig. 1). Suppose we cut the wire, which of the following statements is correct if the air resistance is negligible. The speed at point A is:

- equal to that at point B
- higher than that at point B
- lesser than that at point B

Explain the answer choice:



**Question # 2**

We consider a ball with a mass of one kilogram suspended from the wire (Fig. 1). Suppose we cut the wire, which of the following statements is correct if the air resistance is negligible. The acceleration at point A is:

- equal to that at point B
- higher than that at point B
- lesser than that at point B

Explain the answer choice:

Figure 1

**Question # 3**

A steel ball and a cork ball hang from the ceiling of a room (Fig. 2). The statement below is true or false:

“If one cut the two wires (a) and (b) simultaneously, the steel ball will touch the ground before the cork since the gravitational force exerted on the steel ball is more significant because of its mass.”

- True  False

Explain the answer choice:

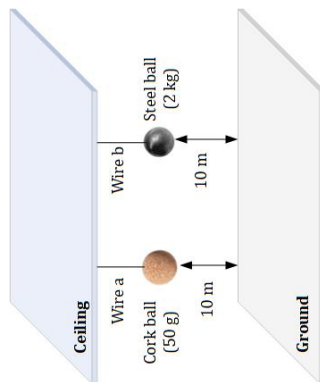


Figure 2

Table 1, part 1: Paper and pencil questionnaire

The downward movement without the initial speed of a ball (Fig. 3) takes place at a constant speed if we neglect the friction between the ball and the slope and the action of the air.

True  False

Explain the answer choice:

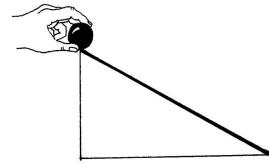


Figure 3

Table 1, part 2: Paper and pencil questionnaire

elementary education [8]: “gravitational attraction on an object”; “effect of the gravitational attraction on the object”; “distinguish an object’s mass (amount of matter) from its weight (force of gravity exerted on a mass)”; and (c) The teaching strategy experiment at the start of the semester.

The teaching strategy took place in two stages, each lasting three hours. In the first stage, they carried out a hands-on laboratory in a group of two to study metal ball movement along an inclined plane (with friction and without friction). They evaluated the fall time with a stopwatch.

They analyzed video simulating Galileo’s experiment on falling bodies with friction and without friction in the second stage. One of the objectives of this experiment is to learn how Galileo succeeded in refuting the Aristotelians’ conception about falling in demonstrating that the movement of the free fall along an inclined plane is uniformly accelerated even if he did not have a stopwatch to evaluate the time of fall. Note that for Aristotle, the speed of fall of an object depends on its mass.

We regroup their answers in distinct categories to analyze the questionnaire result, variable from one question to the other to analyze the data. Let us note that this categorization represents their conceptual representation. Thus, each one represents students who share the same concept. In terms of analysis, to qualify whether one of the categories is adequate, we compared it to the answers put forward in the framework of classical physics developed by Galileo (fall of bodies and inertia law) and Newton (inertia, action, reaction, and universal gravitational law). We have also analyzed the students’ responses with those advanced throughout history, like the theory proposed by the Greek physicist and philosopher Aristotle about the falling objects.

**Question # 1**

The first question concerns the study of the free fall (without initial velocity) of a ball. By definition, a free fall is a movement, in a vacuum, of an object only subjected to gravity; This is the case with the ball since we do not consider the resistance of the air on its downward movement.

According to the law of falling bodies developed by Galileo, its downward motion is constantly accelerating, so its falling speed is not constant. It accelerated at 9.8 meters per second squared; in most books, it rounds off to  $10 \text{ m/s}^2$ . Note that the acceleration due to gravity ( $g$ ) is approximately a constant for objects relatively close to the Earth's surface. Although  $g$  is considered a constant, its value does vary with altitude or height from the ground. However, these changes do not exceed a thousandth of a percent in typical school examples and can be neglected.

This acceleration is related to the gravitational force that attracts the ball towards its ground according to Newton's law of universal gravitation. Thus, the instantaneous speed of the ball at point B is more significant than that at point A.

As a result of the data analysis, we identified two categories. The first includes those whose speed in point B is more significant than in point A (correct choice). The second groups together students according to whom the speed at points A and B are equal (wrong choice). Their analysis follows.

**Category 1** (58/90–64 %): The ball's speed at point B is higher than at point A. Most of the student's choice of answer is correct. However, the explanations' analysis allowed us to identify three subcategories of responses synthesized in Table 2, followed by student responses for illustration. Only 36 % of advanced answers are scientifically accepted (subcategory 1.1).

---

**Subcategory 1.1 (32/90–36 %):** The Earth accelerates the ball about ten meters per second square throughout the fall by neglecting friction. Thus, the ball's speed increases about ten meters per second (10 m/s) every second, so the speed at point B is higher than at point A:

---

"If we neglect the force of the air, the force applied to the ball is the weight. This force accelerates the bullet by  $9.8 \text{ m/s}^2$ . The speed of the ball will therefore be maximum at the point closest to the ground." E<sub>7</sub>

"When objects fall, if we neglect the action of air on the object, the speed of the fall will increase over time (gift, the object, in this case, the ball, will accelerate). On Earth, with the force of gravity, the ball will accelerate 9.8 m/s every second during the fall. Therefore, the speed will be greater at point B." E<sub>10</sub>

"The speed of the ball will be greater at point B than at point A since gravity accelerates any falling object. In addition, the ball's acceleration will be constant since the action of the air is neglecting." E<sub>13</sub>

---

---

**Subcategory 1.2 (16/90–18 %):** The force of attraction increases along the fall, so the speed increases:

---

“The weight of the object increases as it descends. The object, therefore, picks up speed.”

E<sub>9</sub>

“At point B, the ball will have reached a more significant speed because of the force of attraction (gravity) exerted by the Earth, which attracts this ball to the ground. The closer the ball is to the ground, the greater force of attraction, and therefore the more its speed increases.” E<sub>17</sub>

“When the ball arrives at point B, its acceleration will be greater. The speed of the ball will be greater as it gets closer to the ground, so the earth’s gravity attracts the ball more.” E<sub>27</sub> “The closer the ball gets to Earth, the greater the force of Earth’s attraction, so its speed increases.” E<sub>52</sub>

“Since gravity force increases the closer the object gets to the center of the Earth, there will be an acceleration, so the speed of the ball will be greater in B than in A.” E<sub>78</sub>

---

**Subcategory 1.3 (10/90–11 %):** In free fall, objects are attracted by a force of 10 m/s<sup>2</sup>. Confusion between force and acceleration: “The force of gravity attracts objects with a force of 10 m/s<sup>2</sup>. This force accelerates the speed of an object. As the object reaches its maximum speed when it hits the ground, the ball will have a greater speed when closer to the floor or at point B.” E<sub>42</sub>

“If we neglect the action of air, the higher the object, the faster it picks up. Indeed, the gravitational force applies a force of 10 m/s/s. Therefore, the lower the object goes, the faster it picks up.” E<sub>61</sub>

---

*Table 2: Category 1 subcategories (Question 1)*

**Category 2 (32/90–36 %):** The ball’s speed at point B is equal to that at point A. This affirmation is wrong. Analysis of the advanced explanations allowed us to identify three response subcategories of responses synthesized in Table 3, followed by student responses for illustration.

---

**Subcategory 2.1 (12/90–13 %):** By neglecting friction, the upward movement of the ball will be at a constant speed:

---

By neglecting friction, the upward movement of the ball will be at a constant speed:

“The ball is pulled to the ground by gravity. It will fall at 10 m/s towards the floor by neglecting the air action on the ball. So, the speed of the ball will be equal at point B as at point A.” E<sub>11</sub>

“By neglecting the action of the air, the speed of the ball will be equal since it takes the intervention of a force to change the speed.” E<sub>15</sub>

“What can impact the speed of an object when it falls is the action of air.” E<sub>22</sub>

---

**Subcategory 2.2 (14/90–15 %):** The speed of a falling body is constant because the gravitational acceleration is constant:

---

---

“The speed at point B will not be more significant because according to the law of gravity, the Earth attracts objects at the same speed and with constant acceleration.” E<sub>6</sub>  
 “The speed associated with the force of gravity is always the same, no matter where the ball lands in its fall. Therefore, its speed is ten m/s<sup>2</sup> at points A and B, which corresponds to the acceleration of gravity on Earth.” E<sub>12</sub>

---

**Subcategory 2.3 (6/90–7%):** The free fall rate of a body is constant because the force of gravity is constant: “The gravitational force exerted on the ball is the same at points A and B. Then the speed of the ball will be equal at points A and B.” E<sub>25</sub>  
 “It will be equal since the gravitational force on Earth is constant.” E<sub>80</sub>

---

Table 3: Category 2 subcategories (Question 1)

## Question # 2

The ball falls with the same instantaneous acceleration (acceleration at any instant) in the absence of air because the ball only undergoes the action of the gravitational force (i.e., the weight).

As a result of the data analysis, we identified two categories. Category 1 groups together students according to whom the acceleration at points A and B are equal (correct choice). Category 2 includes those whose acceleration in point B is more significant than in point A (wrong choice). Their analysis follows.

**Category 1 (51/90–57 %):** The ball’s acceleration (9.8 m/s<sup>2</sup>) at point A is equal to that at point B.

This statement is correct, as indicated above. However, the analysis of the explanations to justify this assertion has found that only 18 students’ explanations are correct (subcategory 1.1).

The other students gave false explanations, and we grouped them in subcategories 1.2 and 1.3. Table 4 synthesized them with some student explanations.

---

**Subcategory 1.1 (18/90–20 %):** The ball’s acceleration (9.8 m/s<sup>2</sup>) at point A is equal to that at point B because no other force was exerting on the ball like friction.

---

“The ball acceleration at point A is equal to that at point B because, in this experiment, we neglect the action of air on the ball. It would be true to say that its acceleration is 9.8 m/s<sup>2</sup>.” E<sub>5</sub>

“The acceleration of a falling body is 9.8 m/s<sup>2</sup>, and this statement considers the action of air on the ball (negligible). However, the acceleration will be the same; it is the speed of the ball that will be greater at point B.” E<sub>12</sub>

---

---

**Subcategory 1.2 (15/90–17 %):** A free-fall body experiences a constant acceleration of  $10 \text{ m/s}^2$ . This conceptual representation is accurate if only the friction is neglected.

---

“The Earth accelerates objects always 10 meters per second every second, so the acceleration of the object at point B will not be greater than that at point A.” E<sub>39</sub>

“The ball’s acceleration will be the same at point B as at point A. The gravitational force that the Earth exerts on the same object will not change.” E<sub>50</sub>

---

**Subcategory 1.3 (18/90–20 %):** The acceleration remains constant because the gravitational force is constant. This force is equal to  $9.8 \text{ m/s}^2$ . This representation is false because the force’s unit is the Newton (N) and not the acceleration unit that is  $\text{m/s}^2$ . Also, the acceleration is constant because the gravitational force is constant, and the frictional force (the action of air on the ball’s motion) is negligible, as underlined above.

---

“The acceleration of the ball will be the same at point B as at point A because the gravitational force is  $10 \text{ m/s}^2$ , and it does not increase with time; it is always constant.” E<sub>13</sub>

“The acceleration of the ball will be the same at points B and A because the gravitational force is  $10 \text{ m/s}^2$ , and it does not increase over time.” E<sub>18</sub>

---

Table 4: Category 1 subcategories (Question 2)

**Category 2 (39/90–43 %):** The acceleration of the ball increases as it falls.

This choice is wrong since the only force that applies to the ball is gravity, the weight. The analysis of the explanations made it possible to identify three subcategories of responses presented below, followed by student responses by way of illustration.

Note that their reasoning is false comparatively to those advancing to that elaborated by Galileo and Newton’s framework. However, a few elements of the answers are correct.

---

**Subcategory 2.1 (10/90–11 %):** Like a falling body approaches the ground, its acceleration increases.

---

“The closer you get to the ground, the greater the acceleration of the ball. The acceleration is, therefore, greater at B than at A.” E<sub>29</sub>

---

**Subcategory 2.2 (13/90–14 %):** The speed of the ball increases during its fall, so its acceleration also increases.

---

“The speed increases between A and B, the acceleration also increases.” E<sub>1</sub>

“The speed increases with the fall time; at point B, the speed will be greater because there is a time that has elapsed between A and B and if the speed increases, the acceleration to increases.” E<sub>70</sub>

---

---

**Subcategory 2.3 (16/90–18 %):** The force of gravity accelerates the ball's fall, so its acceleration is more significant at point B than at point A.

---

“The direction of the fall of the ball is in the same direction as the gravitational force. This force accelerates the fall of the ball.” E<sub>41</sub>

---

Table 5: Category 2 subcategories (Question 2)

### Question # 3

Therefore, the two balls of different masses of different weights (gravitational forces) will have the same acceleration of around ten meters each second, in shorter notation,  $9.8 \text{ m/s}^2$ , because air resistance effects on falling are negligible. This acceleration is produced by the gravitational force as indicated upper.

According to 72 % (65/90) students, the statement is correct to know that the two balls have the same acceleration. It is important to note that only 22 % (20/90) among them gave scientifically valid explanations as indicated upper and were grouped in category 1 with a few answers for illustration. As for those who gave wrong reasons, we have grouped them into two categories (2 and 3), followed by a few illustrative responses. Finally, those who believe the statement is true were grouped into category 4 with answers for illustrative purposes.

**Category 1 (20/90–22 %):** If we neglect the friction of the air on the movement of the balls, they will reach the ground at the same time because, throughout their fall, the Earth accelerates them constantly ( $\approx 9.8 \text{ m/s}^2$ ) regardless of their mass. Conversely, the gravitational force (the weight  $p$ ) depends on the mass because  $p = m \cdot g$  with  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .

“Without the friction of air, the acceleration that applies to any free-falling object is  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Thus, the two balls will fall simultaneously, accelerating by  $9.8 \text{ m/s}$  for each second of their descent. However, the steel ball will fall with force much greater than that of cork:

$$F_{steel} = m_{steel} \cdot g = 10 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 = 98 \text{ N} \text{ et } F_{cork} = m_{cork} \cdot g = 0,05 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 0,49 \text{ N}.” E_6$$

“Everything on Earth is subjected to an acceleration of  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Even though the steel ball is heavier than the cork ball, it will not touch the ground the first. They will hit the ground simultaneously if there are no other factors involved, such as wind.” E<sub>19</sub>

**Category 2 (32/90–36 %):** Both balls are subject to the same force of gravity, so they will hit the ground simultaneously if friction is neglected.

“The steel ball and the cork ball are subject to the same force (gravity). The earth’s attraction is the same for both ( $9.8 \text{ m/s}^2$ ). If we disregard the friction of the air, the two balls will touch the ground at the same time.” E<sub>12</sub>

“In this case, we are assuming that the balls are the same size and therefore roughly the same air resistance. Since they are both subject to the same force (gravitational force), they will experience the same acceleration. The two balls will touch the ground at the same time.” E<sub>21</sub>

**Category 3** (13/90–14 %): The two balls will reach the ground simultaneously because their masses are negligible compared to Earth.

“The mass of the two balls is different, but compared to the mass of the Earth, their difference in mass is negligible. The Earth, therefore, does not make a distinction and attracts the two balls in the same way (same speed).” E<sub>4</sub>

“The balls are going to land on the ground at the same time because of gravitational force where the mass of the cork ball and the mass of the steel ball is negligible compared to the Earth’s mass.  $F = G \cdot (m \cdot M / d^2)$ , then the two balls reach the ground simultaneously.” E<sub>9</sub>

**Category 4** (25/90–28%): If friction is neglected, the most massive object will hit the ground first because the force of gravity depends on the mass.

“The balls are at the same distance from the Earth, but their masses are different. Therefore, body terrestrial attraction depends on its mass, the planet’s mass, and its distance. Here the steel ball has a greater mass (10 kg) than the other (50 g), so it will fall and hit the ground first.” E<sub>34</sub>

“The steel ball will fall to the ground first since the force of gravity depends on the mass of the object. An object of greater mass will fall faster even if we neglect the friction of the air.” E<sub>44</sub>

#### Question # 4

If the slope is inclining at  $90^\circ$ , the ball will accelerate at  $9.8 \text{ m/s}^2$  (free fall without friction or initial velocity as in questions upper). It is up to Galileo to develop the concept of acceleration in his famous experiments on inclined planes thanks to an investigation carried out with bells which he placed at different distances along the inclined plane. Hewitt, Suchocki, and Hewitt [9] (page 21) synthesize how he succeeded to demonstrate that the ball acquires a constant acceleration during its downward movement along the inclined plane:

“Galileo found that a ball rolling down an inclined plane picks up the same amount of speed in successive seconds; that is, the ball rolls with uniform,



or constant, acceleration. For example, a ball rolling down a plane inclined at a certain angle might pick up a speed of 2 meters per second for each second it rolls. This gain in speed per second is its acceleration: 2 meters per second per second. Its instantaneous velocity at 1-second intervals, at this acceleration, is then 0, 2, 4, 6, 8, 10, ... meters per second. We can see that the instantaneous speed or velocity of the ball at any given time after being released from rest is simply equal to its acceleration multiplied by the length of time it has been accelerating.”

He thus demonstrated that the falling movement of the ball is uniformly accelerated. This experiment was studied during the beginning of the semester, as underlined above. Thus, they studied the nature of the motion of mobile on an inclined plane without resorting to the calculation of gravitational acceleration by applying the force diagram and trigonometry.

According to 53 % of students, the statement is false to know that a ball takes place at a constant speed. These students had valid scientific representation as indicated upper, and we grouped them in category 1 with a few answers for illustration. For these students, the downward movement of the ball will be at a constant acceleration because by neglecting friction, the Earth accelerates bodies by  $9.8 \text{ m/s}^2$  throughout the inclined plane.

However, for 47 % (42/90) students, if friction is negligible, the downward movement of the ball occurs at a constant speed. These students had a false representation. Indeed, according to Newton’s universal law gravitation, the Earth accelerates the ball uniformly in the absence of friction. These students were grouped in category two, illustrated below with a few answers for illustration.

**Category 1** (48/90–53 %): The downward movement without the initial speed of a ball takes place at a constant acceleration if we neglect the friction between the ball and the slope and the action of the air.

“The force of Earth’s attraction causes any free-falling object to accelerate by  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Thus, as it falls, the speed of the ball will gradually increase until it is maximum when it hits the ground.” E<sub>33</sub>

“Since the only force exerted on the ball is the gravitational force, it will therefore accelerate steadily. Therefore, its speed will vary and therefore will not be constant.” E<sub>47</sub>

**Category 2** (42/90–47 %): If friction is negligible, the downward movement of the ball occurs at a constant speed because the resulting force is zero. Here are the students’ answers as an illustration:

“The ball will continue to move in a straight line, and at a constant speed, since no force is applied, the resulting force will be zero.” E<sub>4</sub>

“The only forces applied in this situation are the force of contact with the ground and the force of gravity which will think of each other. Since no other force creates acceleration or deceleration on the ball, it will maintain a constant speed in a straight line according to Newton’s first law.” E<sub>6</sub>

“This statement applies according to Newton’s First Law of Motion (Law of Inertia). If we disregard the force of friction and the action of air, the ball continues to move at a constant speed because there is no force.” E<sub>8</sub>

### **Summary of the results of the experiment**

The response categories identified for each of the five questions demonstrate that several of them have advanced scientifically correct explanations following the training provided to the students as outlined above. For them: 1. The free-fall speed does not occur according to a constant movement (constant speed) but rather to a uniformly accelerated (constant gravitational acceleration of  $9.8 \text{ m/s}^2$ ); 2. The free fall movement of two objects with different masses placed at the same distance from the ground takes place with the same gravitational acceleration and will reach the ground at the same time regardless of their mass; and 3. The free-fall of a body along an inclined plane occurs in a uniformly accelerated motion. Unfortunately, other students encountered conceptual difficulties in elaborating on falling bodies.

### **Conclusions, didactical impact, and limitation**

Aware of the limits inherent in qualitative research, our work concluded that many pre-service teachers construct erroneous conceptions despite the education offered in didactics of the Sciences. How can the teachers help the students conceptualize the scientific explanations relating to the fall of bodies as advanced in Galileo and Newton’s work? In addition to considering their alternative conceptions as outlined in the introduction, one must consider the conceptual difficulties that emerged from teaching as established in the present research. Table 6 lists the most essential pre-service teacher representations encountered during this study.

In this regard, many pre-service teachers displayed both scientifically acceptable conceptions and alternative conceptions.

Numerous studies have underlined this phenomenon of cohabitation in the students’ cognitive structure of several contradictory conceptions about the same concept [10–11]. Likewise, numerous studies demonstrate

Pre-service Teachers Representation	Scientific Conceptual Representation
1. The speed of an object in free fall depends on its mass.	1. The speed of a free-falling object does not depend on its mass, and it depends on gravitational acceleration.
2. During the free-fall of an object, its speed at any given instant is constant since the gravitational force on the Earth is ten meters per second (10 m/s).	2. During the free fall of an object, its speed at any given instant is not constant because the gravitational force, whose unit in the international unit is Newton (N) and not meters per second, accelerates ( $\sim 10 \text{ m/s}^2$ ) objects during their fall.
3. During the free fall without friction, the gravitational acceleration at any given time increases as the fall progresses.	3. During the free fall without friction, the gravitational acceleration at any given time is constant as the fall progresses.
4. The gravitational acceleration of an object depends on the force acting on the object.	4. The acceleration of an object depends on the force acting on the object and the object's resistance to motion, its inertia.
5. In free fall with friction, the object's mass influences its fall speed because of the force of gravity that depends on its mass.	5. In free-fall with friction, the object's shape influences its speed because the friction force reduces its movement during the fall, as in a parachute.
6. When air resistance is small enough to be neglected, a ball rolling down an inclined plane has the same speed at any given instant.	6. When air resistance is small enough to neglect, the ball rolling down an inclined plane has the same acceleration at any given instant.
7. The closer it gets to the ground, the more the exerted gravitational force increases in a body in free fall.	7. As a body fall, its weight, i.e., the force of gravity applied, remains constant.
8. As a free-falling body approaches the ground, the gravitational acceleration exerted increases.	8. The gravitational acceleration exerted on a free-falling body is constant throughout his fall.

Table 6: Summary of pre-service teachers' conceptions and of their corresponding scientifically accepted counterpart.

the persistence of the students' misconceptions despite teaching. These researches revealed a mixture of accurate knowledge and erroneous reasoning in students' explanations [12].

Also, this research underlines the problems of the curriculum where in a short time, we would like the students to acquire the scientific knowledge whose development required scientists much time [3] as the case of the movement in free-falling objects studied in the present research [13].

## References

- [1] Mchunu, S. T., Imenda, S.: The Alternative Conceptions Held by High School Students in Mechanics. *The International Journal of Science and Society*, 4 (2013), 25–42. <https://doi.org/10.18848/1836-6236/CGP/v04i01/51358>.
- [2] Métioui, A.: Children and Preservice Teachers' Misconceptions and Scientifically Acceptable Conceptions about Movement, Force, and Gravity. In: *Modern Perspectives in Language, Literature and Education*, Vol. 5, BP International (2021), 26–42. <https://doi.org/10.9734/bpi/mpille/v5/9032D>.
- [3] Métioui, A., Trudel, L.: Misconceptions and history of science in science-student education: force-gravity and motion. *International Journal of Technical Research and Applications*, 5 (2017), 88–94.
- [4] Palmer, D.: Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23 (2001), 691–706. <https://doi.org/10.1080/09500690010006527>.
- [5] Galili, I., Bar, V.: Children's operational knowledge about weight. *International Journal of Science Education*, 19 (1997), 317–340. <https://doi-org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/10.1080/0950069970190305>.
- [6] Bayraktar, S.: Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7 (2009), 273–291. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9120-9>.
- [7] Sari, D-R., Ramdhani, D., Surtikanti, H-K.: Analysis of elementary school students' misconception on force and movement concept. *Journal of Physics Conference Series*, 1157 (2019). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022053>.
- [8] Quebec Education Program – Elementary Education (2021). Available: [http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site\\_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ\\_science-technologie-primaire\\_EN.pdf](http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ_science-technologie-primaire_EN.pdf).
- [9] Hewitt, P. G., Suchocki, J., Hewitt, L. A.: *Conceptual physical science*, 1999, Second Edition, Addison Wesley Longman.
- [10] Halloun, I., Hestenes, D.: The initial state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53 (1985), 1043–1055. <https://doi.org/10.1119/1.14030>.
- [11] Palmer, D.: Investigating the Relationship Between Students' Multiple Conceptions of Action and Reaction in Cases of Static Equilibrium. *Research in Science & Technological Education*, 19 (2001), 193–204. <https://doi.org/10.1080/0263514012008772>.
- [12] Stylosa, G., Evangelakisa, G. A., Kotsisb, K. T.: Misconceptions on classical mechanics by freshman university students: A case study in a Physics Department in Greece. *Themes in Science and Technology Education*, 1 (2008), 157–177.

- [13] Gregg, V. R., Winner, G. A., Cottrell, J. E., Hedman, K. E., Fournier, J. S.: The persistence of a misconception about vision after educational interventions. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8 (2001), 622–626. <https://doi.org/10.3758/BF03196199>.



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



## Experience in Teaching Chemistry to Humanities Students with a Highly Heterogeneous Basic Chemistry Education

OXANA RYZHOVA<sup>a,\*</sup>, IRINA VASILEVA<sup>b</sup>, ANDREY AGAFONOV<sup>c</sup>,  
IRINA KOCHERGINA<sup>a</sup>

<sup>a</sup> M. V. Lomonosov Moscow State University, Chemistry Faculty, Department of Physical Chemistry, Leninskiye Gory, 119991, Moscow, Russia, [oxana.ryzhova@mail.ru](mailto:oxana.ryzhova@mail.ru)

<sup>b</sup> M. V. Lomonosov Moscow State University, Chemistry Faculty, Department of Organic Chemistry, Leninskiye Gory, 119991, Moscow, Russia

<sup>c</sup> M. V. Lomonosov Moscow State University, Institute of Russian Language and Culture, Department of Natural Sciences and Humanities, Krzhizhanovskogo street, 117218, Moscow, Russia

### Abstract

Based on the results of the input questionnaire, it is shown that students of the Psychological Faculty of Moscow State University who begin to study the subject “Physical and Chemical Foundations of Modern Natural Science” demonstrate an extreme heterogeneity of training in chemistry. This can be explained by their different educational trajectories in preparation for entering the university. In such conditions, provided that the chemistry course is extremely short, it is proposed to concentrate the educational process on lectures and seminars on a few basic points that are interesting and accessible to all categories of students. The example of such point, namely the topic “Solutions” is given. It is shown that the results demonstrated by students in the exam have improved after the introduction of seminars and the use of new didactic materials in lectures and seminars.

**Key words:** basic chemistry education; chemistry for humanities students; higher school education; Russian national examination

## **Introduction**

Today in Russia, due to the modernization of the entire education system and the introduction of the Unified State Exam (RNE, Russian National Examination), high school students have the opportunity to focus on the subjects required for admission to universities and almost neglect other disciplines. In particular, subjects of the natural-science cycle (for example, chemistry and biology) are often outside the circle of interests of graduates seeking to continue their education in the humanitarian or economic fields.

As a result of this one-sided education in high school, a whole generation of people has appeared who lack a holistic picture of the world around them, which can lead to sometimes dangerous illiteracy even at the everyday level, not to mention more complex environmental problems. Such a flawed, one-sided mastery of natural-science subjects at the school level also affects the consciousness and worldview of people. A person turns out to be unable to critically analyse the information received from the media, from where various mystics and chemophobia, which is especially offensive for our scientific community, come from [1].

The influence of this negative situation began to be felt at Moscow State University, it came into conflict with its mission—to provide graduates with a fundamental education. Under the influence of this, about ten years ago, the leadership of Moscow University decided to introduce into the curriculum a course named “Modern Natural Science” for the junior years of all humanities faculties. The volume and duration of these courses is different. For example, starting from the third semester, students of the Faculty of Philosophy are successively taught three one-semester courses (physics, chemistry, and biology). Students of the Faculty of Psychology are taught the only one-semester course “Physical and Chemical Foundations of Natural Science” in the 3rd semester of the second year. Present work is devoted to the five-year experience of teaching chemistry to humanities students by their example.

## **Chapter**

The Faculty of Psychology is one of the large faculties of Moscow University. Within the framework of the six-year specialist training program, about 180 students are trained annually in the second year in three specialties: “Clinical Psychology”, “Psychology of Work”, and “Pedagogy and Psychology of Deviant Behavior” [2].



Starting to work with students of a new faculty, we always get acquainted with the curriculum of the faculty, with the set of subjects already mastered by our students, and with the list of disciplines that they master in parallel with our course. In addition, we always practice a detailed anonymous questioning of students at the first lecture, this helps us to better understand the level of preparedness in the field of chemistry and the attitude to chemistry as a subject and as a science. In addition to the chemical questions, the questionnaire contained the following three:

- What type of school did you graduate from?
- Did you study chemistry in depth, besides school?
- Have you passed the school-leaving exam (RNE) in chemistry?

Here are the answers we received (averaged over 5 years): 15 % of our students graduated from schools and lyceums with in-depth (profile) study of chemistry and biology; 28 % of students studied chemistry besides school; 32 % of students took the RNE in chemistry, and 11 % received a high mark in chemistry at RNE (more than 75 points, the maximum score is 100).

These results were very surprising and inspiring to us. It is possible to compare these data with the results of a similar survey of the second-year students of the Faculty of Philosophy (60 students annually) [3]. Among the students-philosophers, the share of those studying in schools with advanced study of chemistry and biology was small, about 2 %, noticeably more students were graduates of schools of physics and mathematics profile (8 %). However, students who studied chemistry besides school and passed the RNE in chemistry were not found among them for 8 years [4].

We found an explanation of the popularity of chemistry at the Faculty of Psychology by examining the list of entrance examinations. For the specialty “Clinical Psychology” and “Psychology of Work”, applicants must provide RNE scores in three disciplines: biology, mathematics (profile level) and Russian; in addition, they must pass an internal written examination in biology. There is no chemistry in this list, however, specialized schools in Russia are precisely of the “biology and chemistry” profile, so applicants who studied biology in depth at school for admission to the university were well acquainted with chemistry.

However, this was not the main reason for our students to be well prepared in chemistry. The Faculty of Psychology in its focus is close to the Faculty of Biology and the Faculty of Fundamental Medicine of Moscow University, where the list of entrance examinations, in addition to biology, also includes chemistry. These two faculties are extremely popular, they have huge

competitions. And for many applicants the Faculty of Psychology is a safety net in case of failure.

It is in this that the high heterogeneity of the student audience of the Faculty of Psychology in relation to chemistry originates. Most of the students, while preparing for admission, studied biology in depth at school, simultaneously acquiring good knowledge in chemistry (these two subjects have many points of contact), while some students also studied chemistry at a level that allowed them to pass the school-leaving chemistry exam (RNE) well, and then participate in the competitive entrance exam in chemistry for the Faculty of Fundamental Medicine. Next to them in the same auditorium are students studying in the specialty “Pedagogy and Psychology of Deviant Behavior”, who to be admitted must provide RNE scores in social studies, mathematics (profile level) and Russian, and they pass the competitive entrance exam in social studies. Thus, this category of students most likely did not study chemistry at a sufficient level.

It is difficult to say which is easier—to teach chemistry to students of the Faculty of Philosophy, whose level of preparedness in chemistry is rather low, but approximately the same, or to work with a large number of students at the Faculty of Psychology, whose level of chemical training varies widely.

An additional and very significant difficulty in teaching chemistry at the Faculty of Psychology is the volume of the course. If at the Faculty of Philosophy, a lecture course in chemistry lasts one semester, and the lecturer has enough time for a sequential presentation, provided with accessible and attractive illustrations, then at the Faculty of Psychology the one-semester course is integrated, it includes two independent parts—chemistry and physics, and a smaller part of time is devoted to chemistry, six lectures in total.

The situation improved three years ago, due to a change in the curriculum for the discipline, when, in addition to lectures, seminars appeared. Under conditions of pandemic, in the academic year 2020/2021, the structure of the chemical part of the course was as follows: six lectures (online) along with four seminars, the last of which was dedicated to the final face-to-face written test (all seminars were conducted in off-line mode, in the classroom).

The course includes short online tests after each lecture and three written homework assignments after the seminars, so the feedback was good enough that we were able to use the rating system to assess student progress.

The course ended with a written exam in the winter session (in January 2021), which was conducted online. The chemistry exam was combined

with the physics exam, and scores in both subjects were averaged to give a single grade.

In such conditions, when there is an extreme shortage of study time, the choice of educational material becomes very important. It was also very important to compile materials for homework assignments, tests after lectures, assignments for the final test and written exam, so that these didactic materials, in addition to the function of knowledge control, could fulfill an important teaching function.

It was decided to concentrate the learning process on a few basic points during lectures and seminars. The selected topics should be, firstly, understandable for all categories of listeners, interesting, related to everyday life, useful in the study of related subjects, and useful in the future professional activity of a specialist. It was necessary to select topics that would be accessible to the most unprepared of the listeners, at the same time, these topics had to be new and interesting for students who are well acquainted with chemistry.

The topic "Solutions" can serve as a good illustration. The presentation of the topic went in the usual framework and sequence: methods of expressing the concentration of solutions, electrolytes and non-electrolytes, electrolytic dissociation, colligative properties of solutions (osmosis, cryoscopic and ebullioscopic effects).

At the lecture and seminar, students were offered computational problems (for diluting a given solution to the required concentration, for calculating the value of osmotic pressure, for calculating a decrease in the freezing point of a solution). The story was accompanied by illustrative material demonstrating the importance of knowledge about the properties of solutions in everyday life, about the various manifestations of the colligative properties of solutions. For example, about aquarium fish and the osmotic shock that they can experience when they get into an environment with inappropriate salinity, about the inhabitants of mangrove forests located in the intertidal zone at the border of salty ocean water and fresh river water. They are almost constantly in a situation of abrupt changes in water salinity and have developed special mechanisms to counteract osmotic shock. Students are invited to discuss topics such as "How to explain that in order to preserve meat it used to be salted, and people still keep berries and fruits in the form of jam?", "Why does using salt to combat snow and ice on roads in winter kill trees on roadsides?", "What is isotonic saline, and why is it used to dissolve drugs that are administered to a patient intravenously?"

It should be noted that the topic “Colligative properties of solutions” is not studied at school in chemistry lessons in a regular school and is not included in the program of entrance examinations in chemistry at Moscow State University. Therefore, it is equally interesting for studying both poorly prepared in chemistry and those who know the school chemistry course at a high level.

In conclusion, let's compare the results of the chemistry exam for the two academic years, before the introduction of the seminar, and the last year (see Table 1).

<b>Mark</b>	<b>2017/2018 academic year</b>	<b>2020/2021 academic year</b>
5 (excellent)	28	32
4 (good)	33	45
3 (satisfactory)	31	21
2 (unsatisfactory)	8	2

*Table 1. Results of the written exam in chemistry, in % of the total number of students*

Of course, there are various reasons why students performed significantly better in the academic year 2020/2021. But the authors are confident that this is due to the introduction of seminars and the use of new didactic materials in lectures and seminars.

## **Conclusions**

Starting to teach chemistry at a non-chemical, especially a humanities faculty, it is very important to become familiar not only with the curriculum at this faculty, but also with the level of basic school training of students in chemistry.

The strong heterogeneity of basic chemistry training makes it difficult to teach chemistry to humanities students, but does not make the task impossible.

With only a few lectures and even fewer seminars in the program, it is very important to concentrate the learning process on a few basic points that are interesting and accessible to all categories of students, are relevant to everyday life and can be useful in mastering other subjects and in future professional activities.

### Acknowledgements

The work was carried out within the framework of Russian Federation State Assignment “Information and Methodological Support for the Development of Fundamental Chemical Education and Research in Chemistry”.

### References

- [1] Lisichkin, G. V., Leenson, I. A.: Natural-sciences education in secondary school in the USSR and Russia: history, trends, and challenges of modernization. *Russ. J. Gen. Chem.* 83 (2013), 1185–1203. <https://doi.org/10.1134/S1070363213060388>.
- [2] [www.psy.msu.ru/educat/dnevn/entrance2021.html](http://www.psy.msu.ru/educat/dnevn/entrance2021.html). (accessed 26th July, 2021)
- [3] <http://philos.msu.ru/pk>. (accessed 26th July, 2021)
- [4] Kryazheva, I. Yu. Ryzhova, O. N.: Role and place of chemistry in modern natural science through the eyes of schoolchildren and junior university students of non-chemical specialties. In: *Actual Problems of Chemical and Environmental Education*. (Eds. Rogovaya, O. G. et al), Saint-Petersburg, A. I. Herzen Russian Pedagogical State University Press 2019, p. 106–111.



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



## Chemické experimenty s vybranými přechodnými kovy a jejich sloučeninami ve výuce chemie

### Chemical Experiments with Selected Transition Metals and Their Compounds in Chemistry Teaching

VLADIMÍR SIROTEK<sup>a, \*</sup>, KATEŘINA TLÁSKALOVÁ<sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> University of West Bohemia, Faculty of Education, Department of Chemistry, Veleslavínova 42, 306 14 Pilsen, Czech Republic, [sirotek@kch.zcu.cz](mailto:sirotek@kch.zcu.cz), [ktlaskal@students.zcu.cz](mailto:ktlaskal@students.zcu.cz)

#### Abstrakt

V příspěvku jsou uvedeny zajímavé chemické experimenty s vybranými přechodnými kovy a jejich sloučeninami, které lze využít při výuce chemie na základní či střední škole. U každého popisovaného experimentu je uveden jeho název, stručný princip, pomůcky a chemikálie, postup práce a didaktické poznámky. V poznámkách je naznačena časová náročnost, typ pokusu s možností zařazení do výuky a případná úskalí či doporučení k provedení experimentu.

**Klíčová slova:** chemický experiment; přechodné kovy

#### Abstract

In this contribution are listed important chemical experiments with selected transition metals and their compounds which can be used during teaching in primary and secondary school. There are stated informations about title, brief principle, aids and chemicals, work procedure and didactic notes for each experiment. The didactic notes indicate the time required, the type of experiment with the possibility of inclusion in the teaching and any difficulties or recommendations for performing the experiment.

**Key words:** chemical experiments; transition metals

## Úvod

V článku je uvedeno 13 vybraných experimentů s přechodnými kovy a jejich sloučeninami. Experimenty lze využít při výuce chemie na základní i střední škole. Výuka přechodných kovů je na základní škole spíše okrajovou záležitostí, přesto je možné i zde zařadit některé uvedené experimenty a obohatit tím teoretickou výuku témat jako jsou chemické prvky – kovy, chemické reakce (redoxní, acidobazické, srážecí) nebo anorganické sloučeniny [1]. Jako motivační experimenty je lze pak využít i v dalších tématech. Na střední škole (gymnázium) se dají experimenty využít zejména v části anorganická chemie – d-prvky a jejich sloučeniny a chemické reakce anorganických sloučenin [2]. Převážně byly zvoleny demonstrační experimenty, které může učitel zařadit v různých fázích vyučovací hodiny (výklad, upevňování a procvičování učiva). Některé experimenty, které jsou jednodušší a umožní to bezpečnostní pravidla, je možné provádět i jako samostatnou či skupinovou práci žáků či náplň laboratorních cvičení. Při výběru experimentů jsme se snažili zařadit experimenty průkazné, do jisté míry efektní a se zajímavým průběhem. Důležité bylo i hledisko bezpečnosti práce (toxicita a dostupnost chemikálií, minimalizace odpadů). Většina experimentů je vhodná pro střední školy a gymnázia, některé pokusy je možné využít i na základní škole. Jedná se zejména o reakce sloučenin železa, mědi, zinku, manganu, stříbra a chromu. U sloučenin chromu s oxidačním číslem VI, které jsou toxické, je třeba dodržovat zvýšená bezpečnostní pravidla.

## Seznam vybraných experimentů [3–10]

- Barevné reakce železitých iontů (tajné písmo, řada barev) [3, 4]
- Aluminotermická příprava železa (příprava termitu) [3, 5]
- Reakce železa s modrou skalicí (cementace mědi) [6]
- Příprava mědi elektrolýzou [8]
- Dehydratace modré skalice (indikátor vlhkosti) [7–9]
- Tepelný rozklad manganistanu, hydrolýza mangananu (chameleon mineralis) [3, 10]
- Reakce zinku s dusičnanem amonným (ohňostroj s vodou) [10]
- Erupce zinku se sírou (historický fotoblesk) [7]
- Srážecí reakce chloridu měďnatého (vodní had) [6]
- Srážecí reakce stříbrných solí [6, 7]
- Tepelný rozklad dichromanu amonného (chemická sopka) [3]
- Acidobazická rovnováha chroman – dichroman [6]



## Barevné reakce železitých iontů (tajné písmo, tajemný inkoust)

*Chemikálie a pomůcky:*

Chlorid železitý  $\text{FeCl}_3$ , thiokyanatan draselný KSCN, hexakynoželeznatan draselný  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , kyselina salicylová  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ , kádinky, filtrační papír, štětce (houbičky).

*Postup:*

Připravíme si tři 0,5% vodné roztoky KSCN,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  a kyseliny salicylové. Různé oblasti filtračního papíru natřeme připravenými roztoky a necháme zaschnout. Na suchý papír píšeme štětcem namočeným v 0,5% vodného roztoku  $\text{FeCl}_3$ . Objeví se nám různobarevný text.

*Princip:*

Experiment využívá vzniku různobarevných sloučenin železitých iontů. Podle toho, kterým roztokem je oblast papíru napuštěna, se objeví příslušná barva písma:

- červenohnědá ( $\text{FeCl}_3 + \text{KSCN}$ ),
- modrá ( $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ),
- růžovofialová ( $\text{FeCl}_3 + \text{kyselina salicylová}$ )

*Poznámka:*

Pokus není časově náročný, je však třeba počítat se zaschnutím natřeného filtračního či kartonového papíru. Pokus lze obměnit tak, že na kartonový papír napíšeme tenkým štětcem nebo špejlí text tajné zprávy jedním ze tří roztoků, neviditelnou zprávu necháme zaschnout. Následně přetřeme celý text roztokem  $\text{FeCl}_3$  a objeví se barevný text zprávy. Pokus je vhodný jako demonstrační, lze ho využít i pro samostatnou či skupinovou práci žáků.

## Varianta barevných reakcí sloučenin manganu a železa (řada barev)

*Chemikálie a pomůcky:*

Manganistan draselný  $\text{KMnO}_4$ , thiokyanatan draselný KSCN, heptahydrát síranu železnatého  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (zelená skalice), hexakynoželeznatan draselný  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , 5 kádinek (400 ml), baňka.

*Postup:*

Do 5 kádinek připravíme postupně jednotlivé chemikálie. Kádinka č. 1 je naplněna vodou cca 150 ml, kádinka č. 2 obsahuje 1–2 drobné krystalky  $\text{KMnO}_4$ , do kádinky č. 3 dáme 5 kapek nasyceného vodného roztoku  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , v kádince č. 4 jsou 3–4 kapky nasyceného vodného roztoku KSCN a v kádince č. 5 nasycený vodný roztok  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Obsah kádinky

č. 1 přelijeme do kádinky č. 2 a pozorujeme barevnou změnu. Obsah kádinky č. 2 přelijeme do kádinky č. 3 a analogicky postupujeme až k poslední kádince č. 5.

*Princip:*

Výsledné zbarvení jednotlivých kádinek opět záleží na tvorbě barevných sloučenin:

Kádinka č. 2 – fialová ( $\text{KMnO}_4$ ),

Kádinka č. 3 – bezbarvá ( $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4$ ),

Kádinka č. 4 – červenohnědá ( $\text{Fe}^{3+} + \text{KSCN}$ ),

Kádinka č. 5 – modrá ( $\text{Fe}^{3+} + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ).

*Poznámka:*

Je třeba si připravit sadu kádinek s jednotlivými chemikáliemi předem, pak je experiment časově nenáročný. Krystalky manganistanu je třeba vložit do suché kádinky a nasycený roztok zelené skalice vždy připravit čerstvý. Pokus lze obměnit tak, že použijeme pouze jednu baňku s vodou, do které postupně přidáváme jednotlivé chemikálie a pozorujeme barevné změny. Množství použitých chemikálií je třeba si předem raději vyzkoušet. Pokus je vhodný jako demonstrační a motivační.

## **Aluminotermická příprava železa**

*Chemikálie a pomůcky:*

Hliník Al – krupice, oxid železitý  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , peroxid barnatý  $\text{BaO}_2$ , práškový hořčík Mg, dusičnan draselný  $\text{KNO}_3$ , porcelánový kelímek, úzká zkumavka, miska s pískem, laboratorní kleště, filtrační papír, lžička, laboratorní váhy, magnet, kahan, špejle.

*Postup:*

Navážíme 5 g hliníkové krupice a 15 g oxidu železitého a opatrným přesypáváním na papíře z nich připravíme směs, tzv. termit. Stejným způsobem připravíme zápalnou směs složenou z 5 g peroxidu barnatého a 7 g práškového hořčíku. Dále budeme potřebovat zápalný papír. Ten připravíme tak, že do nasyceného roztoku dusičnanu draselného namočíme na 10–15 minut filtrační papír a po vyjmutí jej necháme uschnout volně na vzduchu.

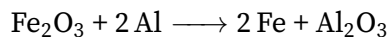
Začneme plnit porcelánový kelímek termitem a zápalnou směsí. Nejprve do kelímku nasypeme termit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}$ ) a doprostřed zaboříme úzkou zkumavku. Termit kolem zkumavky důkladně udusáme, nejlépe obrácenou tužkou. Tento krok je velmi důležitý a na jeho pečlivém provedení závisí

úspěch celého pokusu. Je-li termit dostatečně udusaný, vyjmeme opatrně zkumavku a do vzniklého důlku vložíme kousek srolovaného zápalného papíru tak, aby přečníval z kelímku asi 5 cm. Prostor mezi zápalným papírem a termitem vyplníme zápalnou směsí ( $\text{BaO}_2 + \text{Mg}$ ), kterou nasypeme i nahoru na termit. Takto naplněný kelímek vložíme do misky s pískem v digestoři, hořící špejlí zapálíme zápalný papír a odstoupíme do bezpečné vzdálenosti.

Vzhledem k vysoké teplotě reakce kelímek pravděpodobně praskne a uvnitř zůstane vyredukované železo spolu se struskou, kterou tvoří oxid hlinitý. Magnetem ověříme vlastnosti připraveného kovu.

*Princip:*

Podstatou aluminotermické přípravy železa je redukce oxidu železitého hliníkem.



Jedná se o silně exotermickou reakci, při které se uvolňuje velké množství tepla a světla.

*Poznámka:*

Pokus je vhodný jako laboratorní cvičení či skupinová práce na střední škole, případně v chemickém kroužku i na základní škole. Časová náročnost je cca 25–30 minut. Při zapalování termitu je nutná zvýšená opatrnost, nedívat se přímo do oslnivého plamene a dodržovat bezpečnou vzdálenost.

## **Příprava mědi cementací**

*Chemikálie a pomůcky:*

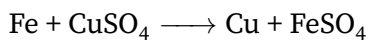
Železné hřebíky Fe, pentahydrát síranu měďnatého  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  (modrá skalice), kyselina sírová  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , kádinka, kahan, trojnožka, sítko, váhy.

*Postup:*

K 4 g modré skalice přidáme cca 40 ml vody a několik kapek koncentrované kyseliny sírové na okyselení roztoku. Roztok zahřejeme, přidáme asi 1 g odmaštěných železných hřebíků a udržujeme zvýšenou teplotu (není třeba dovést roztok k varu – bylo by pak nutné doplnit vyvařený roztok), dokud se neobjeví zelené zbarvení roztoku.

*Princip:*

Experiment demonstruje vytěsňování ušlechtilějšího kovu z roztoku, který obsahuje jeho kationty, méně ušlechtilým kovem na základě hodnot elektrodoových potenciálů.



*Poznámka:*

Pokus je časově náročnější cca 15–20 min. – lze ho využít i pro samostatnou práci žáků a laboratorní cvičení. S koncentrovanou kyselinou sírovou může pracovat pouze učitel.

Lze demonstrovat i zpětnou reakci mědi se síranem železnatým, která neprobíhá.

## **Příprava mědi elektrolyzou**

*Chemikálie a pomůcky:*

Pentahydrát síranu měďnatého  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  (modrá skalice), kyselina sírová  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1 : 5), kádinka, zdroj stejnosměrného proudu (4–6 V), měděná elektroda (plíšek či drát), železný hřebík (mince), svorky, vodiče.

*Postup:*

Do kádinky si připravíme asi 10% vodný roztok  $\text{CuSO}_4$ . Dále si očištěný hřebík (kovovou minci) vložíme na chvilku do kádinky se zředěnou kyselinou sírovou (1 : 5), aby se jeho povrch odmastil a měď na něm držela. Do roztoku modré skalice ponoříme a upevníme elektrody (měděnou anodu) a železnou katodu – hřebík (kovovou minci). Elektrody připojíme ke zdroji. Zavedeme napětí 4–6 V a pozorujeme, jak se hřebík či mince obaluje červenou mědí.

*Princip:*

Experiment demonstruje elektrolytické pokovování.

Na anodě (+) se rozpouští měď (oxidace  $\text{Cu}$  na  $\text{Cu}^{2+}$ )

Na katodě (-) se měď vylučuje (redukce  $\text{Cu}^{2+}$  na  $\text{Cu}$ )

*Poznámka:*

Pokus není časově náročný do 10 min. – lze využít i pro samostatnou práci žáků na střední i základní škole (jako zdroj – 3 tužkové baterie). Místo hřebíku lze použít kovovou minci nebo jiný předmět, který chceme pomědit.

## **Dehydratace modré skalice**

*Chemikálie a pomůcky:*

Pentahydrát síranu měďnatého  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  (modrá skalice), odpařovací miska, trojnožka, síťka, kahan.

*Postup:*

Na odpařovací misku nasypeme krystalky modré skalice. Odpařovací misku opatrně zahříváme nad kahanem. Sledujeme postupné odbarvování krystalků.

*Princip:*

Barevnost modré skalice způsobuje krystalová voda, jejímž odstraněním se mění barva z modré na bílou.

Pentahydrát  $\text{CuSO}_4$  – modrý, bezvodý  $\text{CuSO}_4$  – bílý

*Poznámka:*

Pokus není časově náročný cca 5 minut. Lze ho využít jako demonstrační, tak i pro samostatnou práci žáků. Pokus lze modifikovat i pro laboratorní cvičení na základní škole tak, že použijeme nasycený vodný roztok modré skalice.

Lze demonstrovat učitelem i dehydrataci modré skalice např. koncentrovanou kyselinou sírovou. Několik krystalků ve zkumavce zalijeme konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a pozorujeme odbarvování krystalků.

### **Tepelný rozklad manganistanu draselného a hydrolyza mangananu (chameleon mineralis)**

*Chemikálie a pomůcky:*

Manganistan draselný  $\text{KMnO}_4$ , odměrný válec (vysoký), zkumavka, stojan, držák na zkumavky, kahan, špejle.

*Postup:*

Ve vodorovně uložené zkumavce upevněné držákem ve stojanu dokonale vyžeháme malé množství  $\text{KMnO}_4$  (až neuniká kyslík – zkouška doutnající špejlí). Obsah zkumavky vysypeme po velmi malých částech do válce s vodou. Pozorujeme změnu zbarvení.

*Princip:*

Žíhání manganistanu:  $2 \text{KMnO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$

Hydrolyza mangananu:  $3 \text{K}_2\text{MnO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4 \text{KOH} + \text{MnO}_2 + 2 \text{KMnO}_4$

Podle stupně hydrolyzy přechází původní zelená barva ( $\text{MnO}_4^{2-}$ ) roztoku ve fialovou ( $\text{MnO}_4^-$ ), modrou ( $\text{MnO}_4^{3-}$ ) až nakonec po několika hodinách purpurovou ( $\text{Mn}^{3+}$ ). Přidáním malého množství ethanolu roztok bledne ve žlutooranžové zbarvení. Po okyselení zředěnou kyselinou sírovou vybledne v důsledku přeměny na manganatou sůl na narůžovělou barvu ( $\text{Mn}^{2+}$ ).

*Poznámka:*

Pokus je vhodný jako demonstrační, časově nenáročný cca 5–7 minut. Modrá barva manganičnanu se objeví pouze na okamžik, někdy se ani nepostřehne.

### **Erupce zinku se sírou (historický fotoblesk)**

*Chemikálie a pomůcky:*

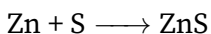
Práškový zinek Zn, síra S (sirný květ), cihla, silnější drát, kahan.

*Postup:*

Smísíme 2 díly práškového zinku s 1 dílem síry, promícháme přesypáváním na papíře. Směs navršíme na cihlu a v digestoři zapálíme silně rozžhaveným drátem. Dojde k velmi krátké intenzivní světelné reakci (záblesku) a vzniku bílého sulfidu zinečnatého.

*Princip:*

Silně exotermická reakce.



*Poznámka:*

Pokus provádíme v digestoři, vzhledem k velmi bouřlivé a intenzivní reakci je vhodný pouze jako demonstrační. Velmi efektní je pokus provádět v zatemnělé místnosti pro lepší viditelnost. Časově nenáročný cca 5 minut. Pokud není k dispozici drát, je možné pokus modifikovat tak, že směs nasypeme na železnou misku a zahříváme nad kahanem. Po chvilce hoření modrým plamenem náhle dojde k oslnivému záblesku.

### **Reakce zinku s dusičnanem amonným (ohňostroj s vodou)**

*Chemikálie a pomůcky:*

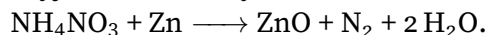
Práškový zinek Zn, dusičnan amonný  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , chlorid amonný  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , voda, porcelánová miska, pipeta.

*Postup:*

Připravíme si směs 1 g chloridu amonného a 4 g dusičnanu amonného. Pokud jsou chemikálie vlhké, předem je vysušíme a rozmělníme na prášek. K této směsi na archu papíru přimícháme 4 g suchého práškového zinku, vše dobře zhomogenizujeme a sesypeme na hromádku na porcelánovou misku. Potom z bezpečné vzdálenosti na vytvořenou hromádku pipetou kápneme vodu a odstoupíme. Směs prudce vzplane modrým plamenem.

*Princip:*

Probíhá silně exotermická reakce zinku s dusičnanem amonným, kterou lze vyjádřit souhrnným schématem



Chlorid amonný působí jako katalyzátor.

*Poznámka:*

Jedná se o velmi bouřlivou reakci, pokus je vhodný jako demonstrační. Reakci můžeme také iniciovat kostkou ledu. Jedná se o příklad reakce, kdy voda iniciuje a podporuje hoření. Časová náročnost cca 5 minut.

### **Srážecí reakce (vodní had)**

*Chemikálie a pomůcky:*

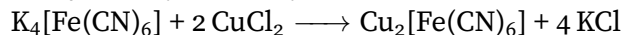
Hexakynoželeznanat draselný  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (žlutá krevní sůl), chlorid měďnatý  $\text{CuCl}_2$ , destilovaná voda, široká zkumavka, kádinka, stojan.

*Postup:*

3 g  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  rozpustíme ve 100 ml destilované vody. Takto připravený roztok žluté krevní soli přelijeme do zkumavky upevněné ve stojanu, na její dno vhodíme krystalek nebo hrudku  $\text{CuCl}_2$ . Po krátké době vyrůstá z hnědé kuličky had, který se potahuje hnědou „kůží“. Vznikající had pomalu narůstá.

*Princip:*

Chlorid měďnatý se v roztoku žluté krevní soli okamžitě potáhne hnědou vrstvičkou nerozpustného hexakynoželeznanatu měďnatého  $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Polopropustná vrstva hexakynoželeznanatu měďnatého umožňuje malým molekulám vody, aby pronikly k  $\text{CuCl}_2$  a rozpouštěly ho. Tím vzniká uvnitř uzavřeného prostoru přetlak. Slabá blanka hexakynoželeznanatu měďnatého praskne a ven se vylije trochu roztoku  $\text{CuCl}_2$ , ten se okamžitě potahuje hnědým hexakynoželeznanatem měďnatým a proces se opakuje.



*Poznámka:*

Experiment je vhodný jako demonstrační, časová náročnost 5 minut. Je třeba však počítat s tím, že had leze ve zkumavce vzhůru pomalu. Se zkumavkou není vhodné manipulovat. K pokusu se můžeme vrátit po cca 15–20 minutách.

## Srážecí reakce stříbrných iontů s halogenidy

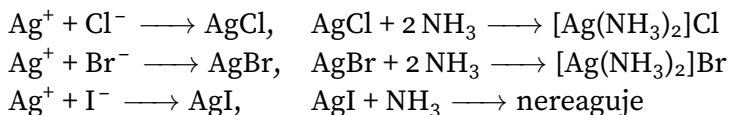
*Chemikálie a pomůcky:*

Vodné roztoky chloridu sodného NaCl, bromidu draselného KBr, jodidu draselného KI ( $w = 0,05$ ), dusičnanu stříbrného AgNO<sub>3</sub> ( $w = 0,01$ ), amoniaku NH<sub>3</sub> ( $w = 0,1$ ), zkumavky, stojan na zkumavky.

*Postup:*

Připravené zkumavky postupně naplníme vodnými 5% roztoky NaCl, KBr, KI. Pak přidáme do jednotlivých zkumavek vodný 1% roztok dusičnanu stříbrného a pozorujeme vzniklé barevné sraženiny (Cl<sup>-</sup> – bílá, Br<sup>-</sup> – nažloutlá, I<sup>-</sup> – žlutá). Ke sraženinám přidáme vodný roztok amoniaku a pozorujeme, co se děje se sraženinami: Cl<sup>-</sup> – rozpustí se, Br<sup>-</sup> – částečně se rozpustí, I<sup>-</sup> – nerozpustí se.

*Princip:*



*Poznámka:*

Pokus není časově náročný (cca 5–10 minut), pokud máme předem připravené roztoky. Je vhodný jako demonstrační i pro skupinovou práci či laboratorní cvičení.

## Tepelný rozklad dichromanu amonného (chemická sopka)

*Chemikálie a pomůcky:*

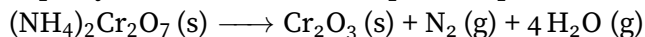
dichroman amonný (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, keramická síťka, trojnožka, špejle, kahan.

*Postup:*

Na keramickou síťku navršíme hromádku (2 lžičky) dichromanu amonného (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, kterou zapálíme hořící špejlí. Dochází k prudké reakci, při které se rozkládá oranžový dichroman na tmavozelený oxid chromitý. Unikající plynný dusík nadnáší částičky vzniklého Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> do vzduchu a bezprostředního okolí. Reakce připomíná sopku chrlící popel.

*Princip:*

Tepelný rozklad dichromanu probíhá podle rovnice:





*Poznámka:*

Vzhledem k toxicitě dichromanu amonného je tento pokus vhodný pouze jako demonstrační, časově nenáročný cca 3–5 minut. Pokus doporučujeme provádět v digestoři, protože unikající dusík může nadnášet i výchozí dichroman. Místo hořící špejle lze iniciaci provést i zahříváním nad kahanem, pokus pak však trvá trochu déle.

### **Acidobazická rovnováha chroman-dichroman**

*Chemikálie a pomůcky:*

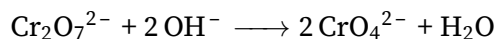
Dichroman draselný  $K_2Cr_2O_7$ , kyselina sírová  $H_2SO_4$  (1 : 5), hydroxid sodný NaOH, zkumavky, stojan na zkumavky, pH papírky.

*Postup:*

Připravíme si 5% vodný roztok dichromanu draselného (0,5 g do 10 ml). Změříme jeho pH (kyselé). Do roztoku dichromanu přilijeme malé množství 5% vodného roztoku hydroxidu. Pozorujeme barevnou změnu roztoku (z oranžové na žlutou) a změříme jeho pH (zásadité). Poté přidáme do zkumavky zředěnou kyselinu sírovou (1 : 5) a opět sledujeme barevnou změnu roztoku a změříme pH. (žlutá na oranžovou a pH kyselé).

*Princip:*

Rovnováha mezi chromanem a dichromanem je závislá na pH.



*Poznámka:*

Pokus je opět vzhledem k toxicitě sloučenin chromu vhodný pouze jako demonstrační. Barevné změny jsou však velmi efektní. Pro demonstraci je možné místo zkumavky použít baňku s větším množstvím roztoku. Případně rozdělit roztok do dvou baněk a v jedné ponechat kyselý roztok dichromanu a ve druhé zásaditý roztok chromanu. Pokud jsou předem připravené roztoky, je pokus časově nenáročný cca do 7 minut.

### **Závěr**

Uvedené experimenty s vybranými přechodnými kovy a jejich sloučeninami, které jsou součástí připravované širší databáze, přispívají k lepšímu pochopení teoretických znalostí a přiblížení problematiky přechodných kovů žákům a studentům zejména z pohledu praktického využití těchto kovů.

## Poděkování

Příspěvek byl podpořen z projektu SGS-2019-025 NaturTech3.

## Bibliografie

- [1] <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>. [online]. [cit 15. 6. 2021].
- [2] <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-gymnazia>. [online]. [cit 15. 6. 2021].
- [3] Beneš, P., Macháčková, J.: *200 chemických pokusů*. Mladá fronta, Praha 1977.
- [4] Richtr, V., Kraitr, M., Štrofová, J.: Atraktivní pokusy ve výuce chemie IV. In: *CHEMIE XVIII. Sborník Pedagogické fakulty ZČU v Plzni*. Plzeň, Pedagogická fakulta ZČU 2000, s. 69.
- [5] Richtr, V.: Atraktivní pokusy ve výuce chemie. In: *CHEMIE XIV. Sborník Pedagogické fakulty ZČU v Plzni*. Plzeň, Pedagogická fakulta ZČU 1993, s. 65.
- [6] Sýkorová, D., Mastný, L.: *Návody pro laboratoře z anorganické chemie*. VŠCHT, Praha 2001.
- [7] Spurná, M., Švehlík, Z.: *Praktická cvičení z didaktiky chemie*. UP, Olomouc 1981.
- [8] Čtrnáctová, H., Halbych, J., Hudeček, J., Šimová, J.: *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Prospektrum, Praha 2000.
- [9] Roesky, H. W., Möckel, K.: *Chemische Kabinettstücke*. VCH Verlagsgesellschaft GmbH, Weinheim 1994.
- [10] Richtr, V., Kraitr, M.: Atraktivní pokusy ve výuce chemie II. In: *CHEMIE XV. Sborník Pedagogické fakulty ZČU v Plzni*. Plzeň, Pedagogická fakulta ZČU 1995, s. 33.



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.

## Studenti ZČU a jejich zkušenosti s experimentální výukou chemie na střední škole

Students of UWB and Their Experiences  
with Experimental Chemistry Teaching at High School

JITKA ŠTROFOVÁ<sup>a, \*</sup>, ŠTĚPÁNKA COUFALOVÁ<sup>a</sup>

<sup>a</sup> University of West Bohemia, Faculty of Education, Department of Chemistry,  
Veselavínova 42, 306 14 Plzeň, Czech Republic, strofova@kch.zcu.cz

### Abstrakt

Příspěvek představuje nabídku kurzů s chemickou tematikou na Fakultě pedagogické ZČU v Plzni, které jsou určeny budoucím učitelům, a to nejen posluchačům učitelství chemie. Pozornost je zaměřena především na předmět Chemie hrou a na zkušenosti s nekontaktní výukou v akademickém roce 2020/2021. Diskutovány jsou zkušenosti posluchačů s experimentálními formami výuky chemie v předchozím studiu na střední škole. V příspěvku jsou uvedeny další možnosti, jak zvýšit kompetence budoucích učitelů v oblasti přírodních věd.

**Klíčová slova:** chemický experiment; příprava budoucích učitelů

### Abstract

The contribution presents the offer of courses with chemical themes at Faculty of Education, University of West Bohemia in Pilsen, which are intended for future teachers and not only for students of teacher training in chemistry. Attention is focused mainly on the course Chemistry by Play and on our experience with non-contact teaching in the academic year 2020/2021. The students' experience with experimental chemistry teaching forms in the previous study at high school are discussed here. Other possibilities to increase future teachers' competences in the field of natural sciences are mentioned in the paper.

**Key words:** chemical experiment; training of future teachers

## Úvod

Prvořadým úkolem katedry chemie Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni (FPE ZČU) je příprava budoucích učitelů chemie. Hlavní výuková činnost katedry je soustředěna na studenty bakalářského programu Chemie se zaměřením na vzdělávání a navazujících magisterských programů Učitelství chemie pro střední školy a Učitelství chemie pro základní školy. [1] Nabídka předmětů však kromě čistě chemicky odborných a chemicko-didaktických předmětů obsahuje povinně volitelné a výběrové předměty, které jsou určeny nejen „chemikům“, ale také studentům dalších oborů FPE i celé univerzity. Patří sem předměty Chemie hrou, Chemické poznatky v učivu chemie na 1. stupni ZŠ a Chemie a společnost. V dalším textu se věnujeme prvním dvěma jmenovaným kurzům, které jsou úzce spjaty s chemickými experimenty. Chemie patří obecně k neoblíbeným předmětům už na základní škole a pověst náročného, příliš abstraktního předmětu ji provází i na vyšších stupních škol včetně škol vysokých. Z vlastní zkušenosti i ze závěrů výzkumného šetření, které jsme realizovali v rámci projektu Didaktika – Člověk a příroda A, víme, že chemický experiment dokáže zvýšit motivaci žáků ke studiu a pomůže jim pochopit studované přírodní jevy. [2, 3]

## Chemie hrou

V rámci předmětu Chemie hrou mají studenti ZČU možnost se seznámit s chemickou podstatou vybraných dějů probíhajících v přírodě. Prostřednictvím atraktivních a zajímavých chemických experimentů získávají základní chemické poznatky, na které navazují aplikace chemických dějů do každodenního života. [4] Tento předmět je určen studentům všech fakult ZČU bez rozdílu zaměření jejich studijních programů. Jeho výuka je založena na demonstraci vybraných chemických experimentů z různých oblastí chemie a probíhá v odborné učebně chemie s potřebným vybavením a nezbytným technickým zázemím. Předmět si většinou volí studenti jiných než chemických oborů a této skutečnosti musí být přizpůsoben komentář doprovázející jednotlivé experimenty. Vyučující proto volí spíše populárně-naučnou formu, aby dokázali vysvětlit princip demonstrováných jevů i těm, kteří neměli příležitost získat dostatečné odborné znalosti během předchozího studia na střední škole. Cílem není detailní vysvětlení chemismu vybraných reakcí, ale pochopení souvislostí mezi jednotlivými studovanými jevy, vlastnostmi látek a praktickými aplikacemi, se kterými se studenti mohou setkat v běžném životě. Program předmětu je rozdělen

do šesti dvouhodinových seminářů za semestr, kde každý z nich má jiné tematické zaměření: 1. barevný svět kolem nás, 2. co dokáže plyn, 3. pH aneb kyselé a zásadité roztoky, 4. oscilační a luminiscenční reakce, 5. atraktivní pokusy, 6. experimenty doprovázené zvukovými a světelnými efekty.

Předmět je vyučován v zimním i letním semestru od akademického roku 2010/2011 a za tuto dobu jej absolvovalo více než 1650 studentů, a to převážně studenti jiných než chemických oborů (94 %). V drtivé většině se jedná o posluchače Fakulty pedagogické (FPE), kteří obvykle zaplní více než 90 % kapacity, zbytek pak tvoří nejčastěji zájemci z Fakulty aplikovaných věd (FAV), Fakulty filozofické (FF) či Fakulty ekonomické (FEK).

V rámci protiepidemických opatření proti COVID-19 došlo na podzim 2020 k razantnímu omezení kontaktní výuky a my jsme řešili problém, jak zajistit výuku. Vzhledem k povaze předmětu a všem okolnostem jsme se rozhodli pro videozáznam vybraných experimentů. Ve spolupráci s audio video studiem ZČU jsme připravili tři série, které obsahují videozáznamy celkem 31 pokusu. Každý z nich je doplněn mluveným komentářem a dalšími informacemi v textové podobě. Kompletní seznam vybraných experimentů je uveden v tabulce 1.

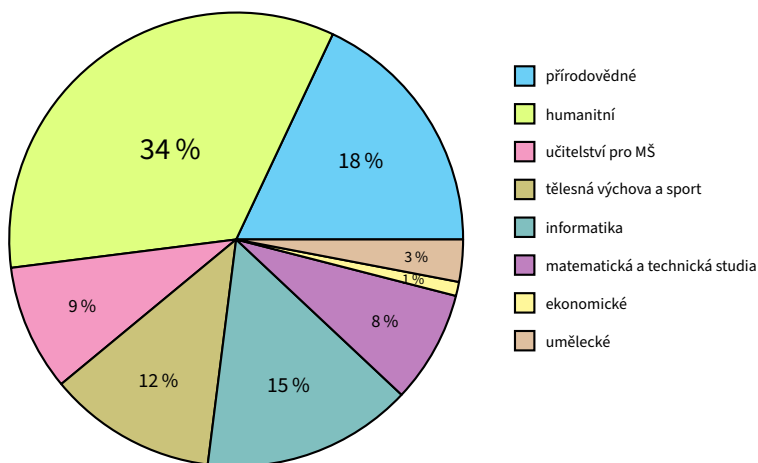
Série 1	Série 2	Série 3
1. Tříbarevný inkoust	10. Chemická sopka	22. Modrý efekt a jeho modifikace
2. Indikátor vlhkosti	11. Faraonův had	23. Přírodní indikátor
3. Chameleon mineralis	12. Zubní pasta pro slony	24. Barevné reakce fenolů
4. Kouzlení s barvami	13. Reakce sodíku s vodou	25. Růžové oscilace
5. Modrý roztok a semafor	14. Létající plechovka	26. Oscilační průběh oxidace methanolu vzdušným kyslíkem
6. Termobarvy	15. Plnění balonku CO <sub>2</sub>	27. Chemické jo-jo
7. Duha z rajčatové šťávy	16. Chemický vodotrysk	28. Faraonův had – rtuťový
8. Reakce jodu se škrobovým mazem	17. Ohnivá koule	29. Vznik a hoření acetylenu
9. Chemické hodiny	18. Hořlavý gel	30. Zapalování vodou
	19. Hořící bankovka	31. Hořící pěna
	20. Hoření hořčíku	
	21. Bručící medvídek	

Tabulka 1. Seznam natočených experimentů

Protože jsme potřebovali od studentů získat zpětnou vazbu, zaslali jsme jim společně s odkazem na videa pokusů také dotazník, jehož součástí byly otázky týkající se nejen natočených experimentů, ale také předchozího studia chemie na střední škole.

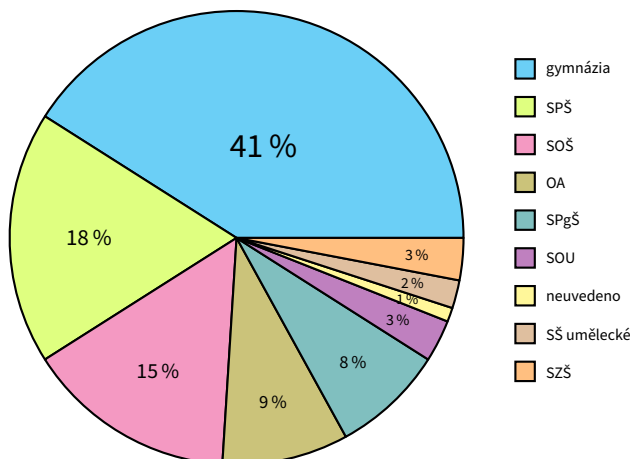
V dalším textu uvádíme výsledky dotazníkového šetření, kterého se zúčastnili studenti zapsaní na předmět Chemie hrou v zimním a letním semestru akademického roku 2020/2021. Diskutujeme pouze výsledky související se zkušenostmi s výukou chemie na SŠ.

Z celkového počtu 159 zapsaných studentů odevzdalo vyplněný dotazník 146. Stejně jako v minulých letech jasně dominovali posluchači FPE (95 %), z ostatních fakult to byli pouze jednotlivci – FF 3,5 % a FEK 1,5 %. Tento předmět studenti většinou absolvují již během bakalářského studia, letos to bylo 97 % z nich. Díky široké nabídce oborů FPE byla velmi pestrá i škála zaměření studentů, kteří si Chemii hrou zvolili. Mezi zájemci o chemické experimenty byli studenti jak přírodovědných, tak humanitních, ekonomických, sportovně či umělecky zaměřených oborů. Podíl studentů podle skupin oborů je patrný z grafu 1 (v případě dvouoborového studia na FPE jsou studenti zařazeni do skupin podle hlavního oboru). Skupina přírodovědných oborů, která zahrnuje biologii, fyziku, chemii, geografii a výchovu ke zdraví (vše FPE), není zdaleka nejpočetnější skupinou (18 %). Tou je skupina studentů humanitních oborů, kteří tvořili 34 % z celkového počtu studentů a studují především obory zaměřené na český jazyk a literaturu, cizí jazyky – anglický, německý a ruský jazyk, historii, občanskou výchovu (FPE) nebo mezinárodní vztahy či humanistiku (FF). Poměrně výrazně byli zastoupeni studenti informatiky (15 %) a tělesné výchovy a sportu (12 %). Naopak v případě ekonomických a uměleckých oborů se jednalo pouze o jednotlivce.



Graf 1. Zastoupení studentů předmětu Chemie hrou v roce 2020/2021 podle skupin oborů

Jakou střední školu studenti absolvovali, je zřejmé z grafu 2. Na něm jsou jednotlivé typy školy řazeny sestupně počínaje gymnázii, jejichž podíl byl dle našeho očekávání nejvyšší. Jejich absolventi tvořili 41 % sledovaných studentů. Třetinu pak tvořili společně absolventi průmyslových a odborných škol.



SPŠ – střední průmyslové školy, SOŠ – střední odborné školy, OA – obchodní akademie, SPgŠ – střední pedagogické školy, SOU – střední odborná učiliště, SZŠ – střední zdravotnické školy

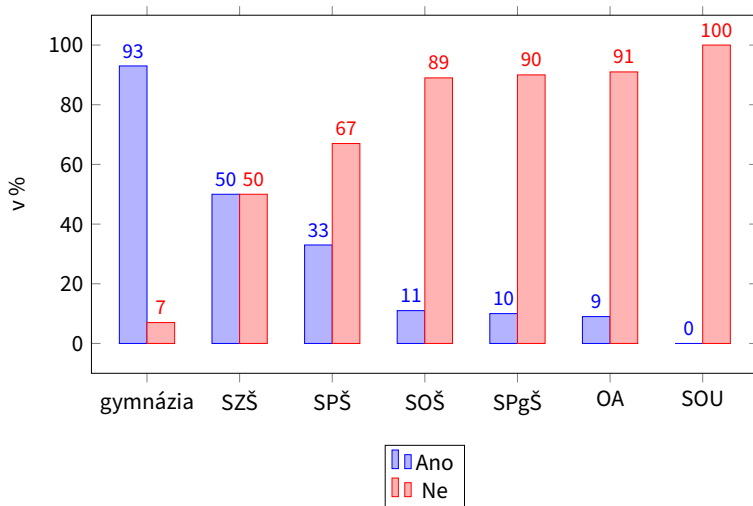
Graf 2. Zastoupení studentů podle typu absolvované SŠ (Chemie hrou, 2020/2021)

Naším hlavním zájmem byly zkušenosti posluchačů s experimentálními formami výuky chemie na střední škole. Zajímalo nás, zda sami žáci prováděli chemické pokusy, a to v běžných hodinách nebo v rámci laboratorních cvičení, nebo zda pokusy prováděl učitel. V tomto ohledu hrál rozhodující roli typ školy a počet let, kdy se chemie na dané škole vyučuje. Celých 10 % respondentů uvedlo, že chemii na SŠ vůbec neměli. Jednalo se především o absolventy odborných učilišť, středních pedagogických škol, umělecky zaměřených škol a některých obchodních akademií. Poměrně vysoký byl počet studentů, kteří studovali chemii na SŠ pouze 1 rok (29 %). To se týká absolventů průmyslových a odborných škol a většiny obchodních akademií. Naproti tomu absolventi gymnázií a vybraných oborů středních zdravotnických škol studovali chemii 3–4 roky. Celkem tato skupina tvořila téměř 50 % všech respondentů. Zbývajících 11 % tvořili většinou absolventi oboru pedagogické lyceum, kde se chemie vyučuje 2 roky.

Další úvahy se týkají pouze těch, kteří měli chemii na střední škole alespoň 1 rok, což odpovídá 131 respondentovi. Z tohoto počtu na otázku, zda prováděli sami chemické pokusy, odpovědělo kladně 55 % dotazovaných. Z nich

bylo téměř 80 % absolventů gymnázií a 11 % ze středních průmyslových škol, na ostatních typech středních škol to byli pouze jednotlivci.

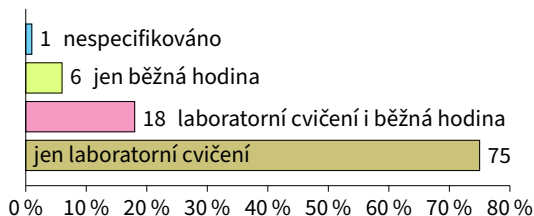
Dle našeho očekávání nejpříznivější situace z hlediska experimentální práce žáků byla na gymnáziích. Pokusy tam provádělo 93 % dotazovaných, 7 % uvedlo, že pokusy nedělali vůbec. Srovnání podílu experimentální práce žáků na gymnáziích a dalších typech SŠ ukazuje graf 3.



SZŠ – střední zdravotnické školy, SPŠ – střední průmyslové školy, SOŠ – střední odborné školy, SPgŠ – střední pedagogické školy, OA – obchodní akademie, SOU – střední odborná učiliště

Graf 3. Podíl experimentální práce žáků podle typu střední školy

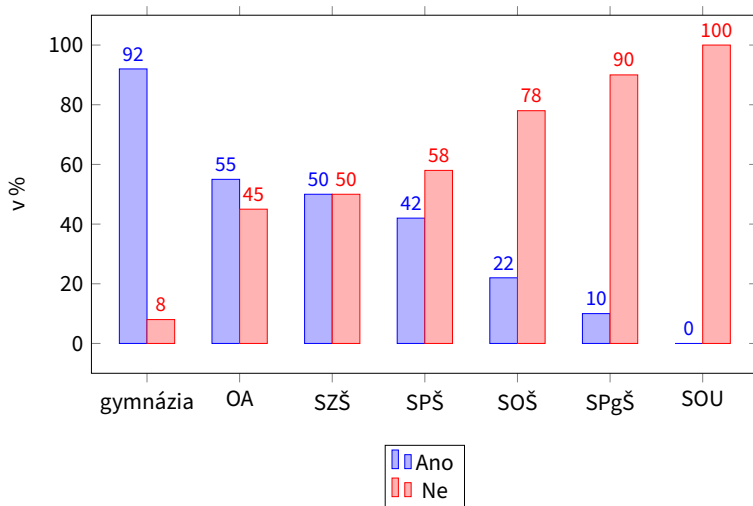
Většina těch, kteří prováděli pokusy sami, se věnovala experimentální činnosti pouze v rámci laboratorních cvičení (75 %). V tomto případě se situace na gymnáziích výrazně neliší od ostatních středních škol. Na gymnáziu je mírně vyšší podíl těch, kteří experimentovali při laboratorním cvičení i v běžných hodinách (23 %). Celkové srovnání experimentální práce žáků podle forem výuky je na grafu 4.



Graf 4. Porovnání experimentální práce žáků podle formy výuky



Kromě experimentální práce samotných žáků jsme se zajímali také o to, zda pokusy provádějí učitelé. Porovnání experimentální práce učitelů na jednotlivých typech středních škol je vidět z grafu 5. Trend je téměř shodný jako v případě žáků (viz graf 3 a 5). Jediný rozdíl je u obchodních akademií, kde je druhý nejvyšší podíl učitelů provádějících chemické pokusy (gymnázia 92 %, obchodní akademie 55 %).



OA – obchodní akademie, SZŠ – střední zdravotnické školy, SPŠ – střední průmyslové školy, SOŠ – střední odborné školy, SPgŠ – střední pedagogické školy, SOU – střední odborná učiliště

Graf 5. Podíl experimentální práce učitelů podle typu střední školy

Zajímavé je porovnání experimentální práce žáků a učitelů s rozsahem výuky chemie na dané střední škole. Je možné konstatovat, že s rostoucím počtem let výuky chemie roste podíl experimentální práce učitelů i samotných žáků. Na školách, kde se chemie vyučuje 3–4 roky, je tento podíl 70–90 %. Naopak na školách, kde je chemie zařazena v jednom nebo ve dvou ročnících, je situace tristní. V 67–76 % takových škol neprovádějí pokusy ani žáci, ani učitelé.

### Chemické poznatky v učivu 1. stupně ZŠ

Tento předmět je zařazen do přírodovědného bloku povinně volitelných předmětů ve studijním programu Učitelství pro 1. stupeň základní školy. Jeho cílem je poskytnout studentům základní chemické poznatky a představit budoucím učitelům 1. stupně ZŠ možnosti aplikace těchto poznatků do

přírodovědné výuky. [5] Přednášky jsou tematicky zaměřeny např. na vodu a vzduch, hoření, energii, významné látky v organismech, výživu, lidské zdraví, chemii v domácnosti apod. Zvláštní důraz je kladen na chemický experiment, proto je výuka kromě přednášek realizovaná také formou pravidelných praktických cvičení v laboratořích katedry chemie. Při nich se posluchači učí základním laboratorním dovednostem, vyzkoušejí si řadu pokusů a získají tak náměty na zajímavé experimenty, které mohou využít přímo ve výuce na základní škole. Výběr a zaměření pokusů musí odpovídat tomu, že se nejedná o chemiky – odborníky, ale budoucí učitele 1. stupně ZŠ. Měly by být vybírány pokusy bezpečné a jednoduché, které nevyžadují speciální vybavení a dají se realizovat s mladšími žáky na základní škole. Mezi takové pokusy můžeme zařadit např. důkaz obsahu tuku v semenech rostlin nebo škrobu v mouce, rýži či bramborách, izolaci barviv z rostlin, galvanický článek z citronu, nafukování balonku oxidem uhličitým, vodní hasicí přístroj, obsah minerálních látek ve vodě a řadu dalších.

Ve srovnání s předchozím předmětem (Chemie hrou) si jej zapisuje mnohem méně studentů (10–15 ročně), což je dáno kapacitou laboratoře a také obavami z chemie, které mnoho studentů odradí. Zajímavé je sledovat, jak se jejich postoje k chemii v průběhu semestru postupně mění. Řada z nich je vděčná především za možnost si experimenty vyzkoušet a oceňuje skutečnost, že se jedná o pokusy použitelné v jejich budoucí učitelské praxi.

## Závěr

Absolvování kurzů, které vybočují z rámce úzkého odborného zaměření studovaného oboru, dává jejich absolventům možnost rozšířit si všeobecný přehled a chápat svůj obor v kontextu s ostatními. V případě výše zmíněných předmětů je toto chápání důležité zejména pro studenty učitelství přírodovědných předmětů, kteří tak budou lépe připraveni zprostředkovat svým žákům mezioborová témata. Předměty využívající chemické experimenty jsou přínosem i pro studenty dalších oborů a mají nezastupitelné místo při popularizaci chemie.

Výsledky dotazníkového šetření v rámci předmětu Chemie hrou společně se znalostí prostředí na mnoha středních školách v našem regionu naznačují, jaký je stav experimentální výuky chemie. Bohužel s výjimkou gymnázií není příliš dobrý a za posledních 10–15 let se příliš nezměnil. [6] Nízký podíl forem výuky založených na experimentální práci žáků a učitelů má různé příčiny. Může to být nedostatečné materiální vybavení jednotlivých škol, organizačně provozní důvody, nedostatečné zkušenosti učitelů s che-

mickými pokusy či jejich nechuť experimentovat. Na základě rozhovorů s našimi absolventy jsme dospěli k závěru, že ti, kteří mají opravdový zájem a již v době studií inklinovali k experimentální práci, dokáží na škole vytvořit optimální podmínky pro realizaci výukových experimentů. Musíme proto i nadále pokračovat v podpoře experimentální složky výuky a poskytnout nejen studentům učitelství chemie, ale i učitelům z praxe maximum informací, materiálů a především dostatek příležitostí k získání kompetencí nezbytných pro experimentální činnost ve výuce chemie. [7, 8]

### Poděkování

Příspěvek vznikl díky podpoře projektu SGS-2019-025 NaturTech3.

### Bibliografie

- [1] Sirotek, V., Štrofová, J.: Zkušenosti s výukou chemie v bakalářském studijním programu Přírodovědná studia na ZČU v Plzni. In: *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Ostrava, Ostravská univerzita 2010, s. 245–248.
- [2] Rychtera, J., Bílek, M. a kol.: *Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I*. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni 2019.
- [3] Richtr, V., Kraitr, M., Štrofová, J.: Atraktivita jako významný prvek reálného chemického experimentu. *Biologie, chemie, zeměpis* 20 (2011), 3x, 193–197.
- [4] <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kch/chehr>. [online]. [cit. 22. 6. 2021].
- [5] <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kch/chpu>. [online]. [cit. 22. 6. 2021].
- [6] Šedivec, V., Sirotek, V.: Současný stav experimentální výuky chemie na středních školách. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie. 2. část: Přehledové studie a krátké informace*. Hradec Králové, Gaudeamus 2009, s. 28–34.
- [7] Richtr, V., Kraitr, M., Štrofová, J.: Jak dál s reálným experimentem v přípravě učitelů chemie? In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie. 2. část: Přehledové studie a krátké informace*. Hradec Králové, Gaudeamus 2009, s. 21–27.
- [8] Sirotek, V.: Další vzdělávání učitelů chemie na ZČU v Plzni. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie / Přírodovědné a technologické vzdělávání pro XXI. století*. Hradec Králové, Gaudeamus 2014, s. 126–129.



Tato práce je šířena pod licencí Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.



Recenzovali:

prof. Martin Bílek, Ph.D.

doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.

doc. Mgr. Hana Cídlová, Dr.

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

doc. RNDr. Mária Ganajová CSc.

RNDr. Martin Jáč, Ph.D.

RNDr. Vanda Janštová, Ph.D.

prof. Ing. Karel Kolář, CSc.

doc. PaedDr. Dana Kričfaluši, CSc.

RNDr. Václav Kubát, Ph.D.

Mgr. Jaromír Literák, Ph.D.

doc. RNDr. Zdeňka Lososová, Ph.D.

doc. PhDr. Renata Povolná, Ph.D.

doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.

doc. RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.

## **Sborník konference didaktiky přírodních věd DidSci+ 2021**

Brno 23.–24. 6. 2021

Veronika Švandová, Jaromír Literák, Barbora Pelánková (eds.)

Návrh obálky: Václav Mekyska

Grafické zpracování: Zbyněk Michálek

Vydala Masarykova univerzita, Žerotínovo nám. 9, 601 77 Brno

1., elektronické vydání

Brno 2021

ISBN 978-80-210-9876-3

<https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.P210-9876-2021>

Konference didaktiky přírodních věd **DidSci+** si klade za cíl poskytnout prostor pro výměnu zkušeností v oblasti teorie a praxe vyučování přírodovědných předmětů. Konferenci pořádá každý rok jiná středoevropská univerzita.

Pořadatelem čtvrtého ročníku byl v roce 2021

Ústav chemie Přírodovědecké fakulty

Masarykovy univerzity v Brně.

Zúčastnilo se 33 přednášejících z České republiky,

Slovenska, Polska a Kanady. Vybrané příspěvky

jsou publikovány v tomto sborníku.

[www.sci.muni.cz/didsci2021](http://www.sci.muni.cz/didsci2021)