

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

V hlavní roli kyslík: návrh a ověření badatelské aktivity
Starring - Oxygen: Proposal and Evaluation of an Inquiry Activity

Bc. Lucie Kuncová

Vedoucí práce: PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

Studijní program: Učitelství pro střední školy

Studijní obor: N CH-VZ

Odevzdáním této diplomové práce na téma V hlavní roli kyslík: návrh a ověření badatelské aktivity potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 12.7.2019

Poděkovat chci především svému vedoucímu práce PhDr. Martinu Ruskovi, Ph.D. za vstřícnost a podporu při vypracovávání diplomové práce a za pomoc s organizací experimentální části práce. Dále bych ráda poděkovala panu doktoru Mourkovi z Katedry učitelství a didaktiky biologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovi za zapůjčení čidel Vernier pro plynulejší průběh experimentální aktivity se žáky. Děkuji všem studentkám učitelství i žákům základní školy za ochotu a čas při vypracovávání úloh a při závěrečných rozhovorech. V neposlední řadě děkuji svému partnerovi za jeho trpělivost, za pomoc při zpracování naměřených dat a za věcné připomínky k formálním úpravám práce.

ABSTRAKT

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na ověření navržené badatelsky orientované aktivity a porovnání její efektivity s tradičně pojatým námětem na experimentální činnost žáků s tímž tématem. V teoretická části práce je pozornost věnována roli experimentální činnosti v českých školách, jejím možnostem, pomůckovému vybavení a obecně badatelsky orientované výuce. Praktická část práce je zaměřena na ověření navržené badatelské aktivity ve srovnání s klasicky pojatou experimentální činností. Klasicky pojatá aktivita byla převzata ze stránek společnosti Vernier, badatelská aktivita vznikla úpravou těchto úloh. Navržená badatelská aktivita se skládá ze dvou logicky propojených úloh. Cílem práce bylo navrhnout a ověřit badatelskou aktivitu založenou na experimentální činnosti a porovnat vnitřní motivace žáků při provádění badatelských a klasicky pojatých aktivit. Žáci pracovali ve skupinách, které vznikly na základě jejich preferencí vybraných témat. Pro porovnání byly skupiny žáků rozděleny na dvě výzkumné poloviny, z nichž každá prováděla danou úlohu jiným přístupem. K hodnocení afektivní oblasti se využíval dotazník vnitřní motivace (IMI) a skupinový rozhovor. Přínos v kognitivní oblasti byl ověřen porovnáním pretestu s posttestem.

Výsledky experimentální aktivity se žáky potvrdily, že jejich vnitřní motivace k badatelsky pojaté aktivitě je vyšší než jejich vnitřní motivace ke klasicky pojaté aktivitě. Žáci nabyli více vědomostí z aktivity, u které postupovali badatelským přístupem. Výsledky jsou pozitivní, experimentální část byla však provedena na malém vzorku žáků, pro přesnější informace by bylo potřeba provést aktivity s větším počtem žáků.

KLÍČOVÁ SLOVA

badatelsky orientovaná výuka, motivace, senzory, přírodovědné pokusy

ABSTRACT

This diploma thesis focuses on verifying the proposed inquiry-based activity and comparing its effectiveness with a traditionally conceived theme for experimental activity of pupils with the same topic. The theoretical part of the thesis focuses on the role of experimental activities in Czech schools, their options, helpful equipment and generally inquiry-based teaching. The practical part of the thesis is focused on the verification of the proposed research activity in comparison with traditionally conceived experimental activity. The traditionally conceived activity was taken from the website of the company Vernier, the research activity was created by modifying these tasks. The proposed research activity consists of two logically connected tasks. The aim of this thesis was to design and verify research activity based on experimental activities and to compare the internal motivation of pupils in performing research-oriented and classically conceived activities. The pupils worked in groups that were created based on the pupils' preferred themes. For comparison purposes, the groups were divided into two research halves and each half used a different approach. The Intrinsic Motivation Inventory (IMI) and group conversation were used to evaluate the affective area. The benefit in the cognitive area was verified by comparing the pretest with the posttest.

The results of the experimental activity with the pupils confirmed that their internal motivation for the inquiry-based activity is higher than their internal motivation for the classical activity. The pupils gained more knowledge of the activity they approached in a inquiry-based manner. The results are positive, but the experimental part was performed on a small sample of pupils, more students would need to be involved in order to gather more accurate information.

KEYWORDS

inquiry-based education, motivation, sensors, natural science experiments

Obsah

Úvod	9
1 Teoretická východiska	10
1.1 Role experimentu ve výuce	10
1.2 Pomůckové vybavení pro přírodovědné pokusy	14
1.3 Senzory	15
1.4 Badatelsky orientovaná výuka	17
1.4.1 Princip badatelsky orientované výuky	17
1.4.2 Historie a terminologie	19
1.4.3 Mezinárodní výzkumy	19
1.4.4 Členění badatelsky orientované výuky	21
1.4.5 Definice 5E modelu	23
1.5 Zdůvodnění výběru a zařazení tématu v kurikulu	24
1.5.1 Výběr tématu	24
1.5.2 Zařazení tématu v kurikulu	25
2 Cíle	27
3 Metody	28
3.1 Tvorba laboratorních úloh	28
3.1.1 Klasické úlohy	28
3.1.2 Badatelské úlohy	28
3.2 Ověřování navržené badatelské aktivity	29
3.2.1 Pilotní šetření na studentech učitelství	29
3.2.2 Ověření upravených úloh se žáky	29
3.3 IMI	30
3.4 Rozhovory	31

3.5	Test preferencí	32
3.6	Pre/post-test	33
3.7	Rozbor laboratorního archu	33
4	Výsledky a diskuze	35
4.1	Studenti učitelství	35
4.2	Žáci základní školy	36
4.2.1	Preference témat	36
4.2.2	Rozdělení do skupin	37
4.2.3	Porovnání pretestu a posttestu	37
4.2.4	Rozbor pretestu	38
4.2.5	Výsledky IMI u skupin	40
4.2.6	Výsledky rozhovorů	42
4.2.7	Rozbor laboratorních archů	43
5	Závěr	45
6	Seznam použitých informačních zdrojů	47
7	Přílohy	50
7.1	Pracovní listy	50
7.1.1	Pracovní list pro téma Fotosyntéza – badatelský přístup	50
7.1.2	Pracovní list pro téma Dýchání – badatelský přístup	51
7.1.3	Pracovní list pro téma Fotosyntéza – klasický přístup	53
7.1.4	Pracovní list pro téma Dýchání – klasický přístup	54
7.2	Dotazník preferencí	56
7.3	Vstupní test (pretest)	57
7.4	Závěrečný test (posttest)	60
7.4.1	Závěrečný test po tématu Fotosyntéza	60

7.4.2	Závěrečný test po tématu Dýchání	61
7.5	Dotazník vnitřní motivace (IMI).....	62
7.5.1	Dotazník vnitřní motivace po tématu Fotosyntéza	62
7.5.2	Dotazník vnitřní motivace po tématu Dýchání.....	64
7.6	Závěrečné rozhovory se žáky	66

Úvod

K badatelsky orientovanému vyučování se u výuky přírodovědných předmětů přiklání stále více odborníků. Tato práce vznikla s cílem upravit dvě úlohy běžně dostupné na webových stránkách jednoho z distributorů měřicích systémů. Úprava spočívala v navržení badatelské podoby těchto úloh, aby byly žákům blízké a měly pro ně přínos i v běžném životě. Byl zachován cíl vybraných úloh, ale došlo ke změně pojetí samotné úlohy. Hlavními kritérii pro výběr témat byla jednoduchost, transparentnost a schopnost tématem žáky dostatečně zaujmout. Byly vybrány dvě úlohy, které spolu logicky souvisí, obě se věnují problematice kyslíku.

Práce se zaměřujeme především na přínos badatelsky orientované výuky ve srovnání s klasickou výukou. Jedním z hlavních kritérií pro posouzení žákova postoje ke zpracovaným úlohám byla jejich vnitřní motivace při zpracování experimentů. Vnitřní motivace žáků k předkládaným úlohám byla zkoumána dotazníkem vnitřní motivace (IMI) a skupinovými rozhovory. Dále byly ověřovány získané kognitivní schopnosti žáků, k tomu sloužil připravený pretest, jehož výsledky byly porovnávány s výsledky posttestů konaných po každé úloze.

1 Teoretická východiska

1.1 Role experimentu ve výuce

Experiment slouží k osvojování žákovských poznatků, jedná se o uměle vyvolaný proces. Podmínky experimentu jsou cíleně ovlivňovány a jeho výsledky musí být vyhodnoceny, hodnotí se jak průběh experimentu, tak i zjištěné závěry. Experimentem se žáci naučí základní praktické postupy a zásady práce v laboratoři. Díky novým zkušenostem si žáci dokáží lépe představit práci ve vědecké laboratoři. Experimentováním žáci získají případně si ověří již nabyté teoretické vědomosti. Přímá zkušenost pomáhá žákům k trvalému osvojení znalostí a dovedností. Pomocí experimentu dochází ke krásnému provázání teorie s praxí. Čím více se způsob provádění školního experimentu blíží způsobu provádění vědeckého experimentu tím stoupá hodnota samotného školního experimentu. Zařazení vhodných experimentů v průběhu výuky napomáhá k hlubšímu pochopení obsahu výuky a k formování určité pojmové struktury. Vykonáváním experimentální činnosti získávají žáci schopnost provádět vybrané činnosti v běžném životě a prohlubují si aktivní vědomosti (Dostál, 2013).

Vzdělávací aspekty experimentu podle Kropáče a kol. (2004) upravené od Dostála (2013) jsou následující:

1. rozvoj schopností k samotné a tvořivé činnosti, rozvoj logického myšlení
2. získání konkrétní vědecké až technické představy o jevech, entitách
3. rozvoj pozitivního a realistického postoje žáků k praxi
4. umožnění odhalování nových zákonitostí, ověření teoretických poznatků, poznání na vyšším kognitivním stupni
5. získání přesvědčení o využití výsledku práce
6. rozvoj komunikativních schopností žáka, růst schopností správně verbálně vyjádřit podstatu zkoumaných jevů
7. rozkvet pozitivního postoje žáků k danému předmětu, jež se pojí se zájmem o povolání v určitém oboru

Základním znakem experimentu je jeho opakovatelnost s obdobným výsledkem, a to za příslušných podmínek. Pro využití ve výuce jsou nejvhodnější ty experimenty, které mají

jednoznačný průběh, nezaberou mnoho času a výsledky se dají spolehlivě předpovídat. Experiment musí plnit výchovně-vzdělávací funkce. Zásadní postavou při experimentování je vyučující, musí mít potřebné znalosti a odvahu se s žáky do činnosti vůbec pustit. Učitel by měl být schopen žákům ukázat, že aktivita, kterou dělají má smysl (Dostál, 2013).

V přírodovědném vzdělávání mají experimenty nezastupitelnou roli. Při experimentu je stěžejní pochopit podstatu sledovaných jevů, pomáhají k tomu lidské smysly. Edukační pokus žáky motivuje, rozvíjí u nich poznávací schopnosti a rozšiřuje znalosti. Chemie je považována za demonstrační vědu už od vydání první učebnice chemie z roku 1697, jednalo se o Demeriho Kurz Chemie. Experiment jako didaktická metoda byla zavedena v polovině 19. století Justusem von Liebigem. Chemické listy se doposud věnují chemickému experimentu z pohledu souborných příspěvků i reálných námětů. V dnešní době se dostává chemický experiment do pozadí, případně někdy se nahrazuje audiovizuální technikou (Beneš, Rusek, & Kudrna, 2015).

Alternativou jsou virtuální experimenty, které mohou z části nahradit reálné experimenty, nevýhodou je upozadění smyslů, které jinak podněcují žáky k větší zvědavosti. Virtuální experimenty mohou být žákům bližší, protože využívají žákům dobře známé virtuální prostředí. Žáci jej však nemusí brát natolik vážně, mohou vést ke klasickému zkonsumování sledovaného procesu a dokonce mohou znevážit pokusy předváděné učitelem, žáci si budou myslet, že jsou nahraditelné (Škoda & Doulík, 2009).

Žáci ve věku 15–19 let preferují pragmatický styl učení, který je založen na preferenci praktického využití činností, o teorii se příliš nezajímají. Žáci v tomto věku jsou netrpěliví, chtějí diskutovat o konkrétních činnostech, a ne o teoretických problémech. Vhodným přístupem je vyvozování závěrů ze získaných poznatků během praktické činnosti. Poznatky hodící se pro praktické uplatnění si lépe zapamatují. Ve školní výuce převažuje teoretický učební styl, který je pro žáky nepřirozený, v běžném životě jej nepoužívají (Škoda & Doulík, 2009). Tato fakta jasně potvrzují, že experimenty jsou vhodnou didaktickou metodou pro výuku nejen přírodovědných předmětů. Žáci se samozřejmě nejprve musí naučit experimentovat, zvyknout si na to, aby byli schopni si z experimentu odnést vše, co jim nabídne.

Ve školách se i přesto nejčastěji vyučuje dle učební strategie, na kterou nejsou žáci z hlediska kognitivního vývoje připraveni. Školní systém nabádá k učení se biflováním a čistým zapamatováním si pojmů. Do popředí se v našich školách dostává výklad oproti názorné ukázce či model a další náhrady místo reálného předmětu. Ve škole jsou zpravidla pak úspěšnější ti žáci, kteří se dokáží učivo nabiflovat a ne ti, co látce rozumí. Žáci se tomuto přístupu už na první stupni základní školy přizpůsobí, a proto je pak složité dokázat, aby se z něj vymanili. Žáci na druhém stupni často neví, jakým způsobem na experimentu pracovat, neumí z něj vyvozovat závěry ani si klást otázky. Tato fakta ve výsledku znamenají to, že učitelé vzhledem k nízké pozitivní odezvě žáků na připravený experiment přestanou se žáky experimenty provádět (Škoda & Doulík, 2009).

Škoda & Doulík (2009) zastávají názor, že je nutné podchytit zájem žáků o chemii v počátku její výuky. Výzkumy oblíbenosti předmětů ukazují, že je chemie jedním z nejméně oblíbených předmětů vůbec, i přes počáteční nadšení z nového předmětu. Právě na začátku výuky chemie by měl být chemický experiment co nejvíce využíván, aby si žáci osvojili základy práce s experimentem a celkově si tak uvědomili základ vědecké práce. Na začátku jsou žáci nadšení z nového, zatím neprobádaného předmětu, jsou zvědaví a ochotní zkoušet nové věci. V českých školách je však nastaven vzdělávací program tak, že v prvních dvou měsících studie chemie (v 8. třídě základní školy) se začíná vyučovat o látkách, směsích, vodě a vzduchu, v rámci těchto témat se dají experimenty využívat. Dále navazuje téma stavba látek, atomů a molekul, které je mezi žáky nepopulární. Látka je pro žáky abstraktní, těžko se přibližuje experimentem, a tak žákům nezbyvá nic jiného než se látku naučit nazpaměť, bez potřebného uvědomění. Pokud bude chemie od samého začátku žákům prezentována na základě chemických experimentů, tak jej budou žáci chápat jako běžný vyučovací prostředek a budou se v něm orientovat.

Zvýšená pozornost k výuce přírodovědných a technických oborů v zemích Evropské unie byla zaznamenána od roku 2000, to se do popředí zájmu dostala Lisabonská úmluva. Jedním z jejích cílů je rozvoj znalostí společnosti vedoucí k větší konkurenceschopnosti evropských zemí. Růst znalostí společnosti je žádoucí, může zajistit ekonomický růst a nové pracovní příležitosti. Pro splnění tohoto cíle je nutné, aby se přírodními a technickými vědami začalo na pracovní úrovni zabývat více lidí. To vyžaduje zvýšit zájem o studium oborů, jako je

především chemie, fyzika a matematika. Od té doby byla zaznamenána velká snaha různých organizací (Evropská komise, OECD, aj.) pro zvýšení zájmu, výsledky OECD však naznačují, že žádný výrazný posun k lepšímu nenastal (Janoušková a kol., 2014).

Podle Janouškové a kol. (2014) se dá zájem o studium přírodovědných oborů zvýšit díky rozvoji přírodovědné gramotnosti v preprimárním a raném období primárního vzdělávání. Ve zmíněném období touží děti po nových informacích a není na ně vyvíjen žádný tlak, ať už ve smyslu známek či přijetí na konkrétní školu. V tomto věku se u dětí rychle rozvíjí jejich jazykové dovednosti a začínají si utvářet názory o prostředí ve kterém žijí (sociálním i přírodním). Bylo by tedy vhodné, tato hlediska vzít v úvahu a začít děti v raném věku seznamovat s přírodními vědami. Již v raném věku se může začít rozvíjet pojmový systém přírodních věd a podporovat jejich nadšení pro zkoumání přírodních zákonitostí. Všechno pak může vést k utvoření pozitivního postoje dětí k přírodním vědám a díky tomu i k získu větší motivace se o nich dozvědět více.

Argumenty odborníků zastávající se rozvoje přírodovědné gramotnosti u dětí v raném věku zní: „(i) přírodní vědy umožňují porozumět dějům a objektům reálného světa, v němž děti žijí a také přirozeně tíhnou k pozorování (soustředěná percepce) a přemýšlení o okolním prostředí, (ii) přírodní vědy rozvíjejí specifické dovednosti kognitivní i motorické, jako například kladení smysluplných otázek, popis pozorovaných jevů, nebo schopnost manipulovat s předměty a látkami, což děti v daném věku vnímají jako velice atraktivní.“ (Janoušková a kol., 2014, p. 40). Naopak oponenti této koncepce se ohrazují především tím, že takto brzká expozice dětí přírodním vědám může vést k utváření miskoncepcí (chybných představ), které je v pozdějších letech problematické překonat. Druhým argumentem proti je problém se srozumitelným, a přitom nezavádějícím vysvětlením pozorovaných jevů, protože dítě v tomto věku nemá plně rozvinuté abstraktní myšlení.

Zájem o přírodovědné obory je potřeba zvýšit, může k tomu pomoci předložený návrh struktury přírodovědné gramotnosti od Janoušková a kol. (2014). Muselo by však dojít k revizi kurikula příslušných vzdělávacích oblastí a oborů v rámcových vzdělávacích programech. Problémem je nedostatek ověřených didaktických materiálů pro takovou výuku a nedostatečný výzkum této problematiky (Janoušková a kol., 2014).

1.2 Pomůckové vybavení pro přírodovědné pokusy

Bez pomůckového vybavení není možné provést žádný experiment. Edukační experiment v současné době stále více ustupuje do pozadí, učitelé tento fakt zdůvodňují především časovou náročností experimentů, nedostatkem chemikálií a vhodných pomůcek a v neposlední řadě nedostatečnou didaktickou podporou. Upozadění pokusů ovlivnily legislativní změny, které omezily možnost práce žáků s některými chemickými látkami. Změna způsobila mohutnou likvidaci laboratoří a kabinetů, učitelé ve velkém přestali pokusy provádět. Pokles provádění experiment ve výuce chemie vede k poklesu motivace a zájmu žáků o předmět. Pomoc navrácení pokusů do výuky mohou pomůcky, které jsou bezpečné a časově nenáročné jak na provedení, tak na přípravu. Do popředí se tak dostávají především soupravy pro pokusy. Tyto soupravy by pokud možno měly korespondovat se vzdělávacími cíli vzdělávacího programu, měly by být srozumitelné, poučné, tvarovatelné podle potřeb konkrétní výuky. Soupravy by samozřejmě měly dbát na dodržení bezpečnostních norem (Beneš, Rusek, & Kudrna, 2015).

V České republice se chemický experiment začal rozvíjet v 80. letech 20. století. V současnosti je na trhu několik druhů souprav pro chemické pokusy, především zahraničních. Nevýhodou je pořizovací cena těchto souprav, proto si je nemůže dovolit každá škola. Soupravy jsou často nedokonalé, některé dostatečně nekorespondují se současným rámcový vzdělávacím programem, neberou v potaz zavedené legislativní změny či neobsahují adekvátní metodickou podporu (Beneš, Rusek, & Kudrna, 2015).

V České republice se dají sehnat soupravy například od firem Vernier, Conatex, Pasco a Didacta. Společnost Vernier¹ nabízí desítky druhů senzorů pro použití v biologii, chemii a fyzice. Společnost poskytuje zákazníkům školení a metodickou podporu. Na přání lze sestavit i balíček nakombinovaný z různých druhů senzorů. Společnost Vernier nabízí mnoho různých přístrojů, především senzory (čidla). Od společnosti Vernier se dá pořídit například čidlo tlaku plynu, čidlo kyselosti, sonda určitých kationtů, hlukoměr, plynový chromatograf, senzor pro měření koncentrace kyslíku nebo oxidu uhličitého, polarimetr a mnoho dalších. Sensory je nutné zapojit do elektronického zařízení, které zobrazí průběh a výsledky měření. Společnost přímo nabízí k zakoupení přenosný datalogger LabQuests 2, lze

¹ Více informací na stránkách: <https://www.vernier.cz/uvod/rozcestnik>

k němu připojit všechny senzory a v přístroji jsou dokonce některé senzory integrované. Přístroj má zabudovaných několik nástrojů k analýze naměřených dat. Pro jednoduché experimenty je dostačující připojení senzorů k počítači (tabletu) pomocí Go!Linku, jedná se o propojovací kabel s USB rozhraním. Čidla najdou uplatnění na středních i základních školách, záleží, jakým způsobem se je vyučující rozhodne použít.

Společnost Pasco² nabízí obdobný typ senzorů jako společnost Vernier. Senzory využívají jiné rozhraní a jiný software pro vyhodnocení dat než senzory společnosti Vernier. Společnost Pasco vyrábí vybavení pro použití v předmětech biologie, chemie, fyzika a zeměpis. Zaměřují se i na přístroje využitelné mimo školní třídu.

Společnost Conatex³ nabízí pomůcky k předmětům fyzika, biologie a chemie. Společnost nabízí všechny možné pomůcky od molekulových modelů a stavebnic molekul přes elektrochemické sady až po kufříky s konkrétním vybavením.

Společnost Didacta⁴ nabízí učební pomůcky především pro fyziku a chemii, školní tabule a nábytek do tříd. Didacta má v nabídce různé soupravy ke cvičení z chemie a elektrochemii.

Učební pomůcky⁵ pro přírodní vědy prodávají mnoho druhů žakovských sad, soupravy jsou přímo připravené pro konkrétní látku. Server například nabízí soupravy pro anorganickou a organickou či anorganickou preparativní analýzu, nebo soupravu na analýzu vody.

1.3 Senzory

Prostřednictvím především prvních dvou výše jmenovaných firem se do školního prostředí u nás dostávají senzory. Umožňují spojení reálného experimentu s počítačem. Počítač se dá využít ke snímání, uchování, výpočtu a zobrazení měnících se hodnot zkoumaných veličin. Počítač může pomoci také při automatizaci experimentální činnosti (Bílek & Hrubý, 2014). Ve škole to znamená přímou podporu experimentální činnosti, díky počítači je možné přímo sledovat měřené veličiny. Další výhodou je možnost okamžitého vyhodnocení a následného uložení naměřených dat. Pomocí experimentů s podporou počítače se žákům přibližuje použití počítačů v automatizovaných systémech řídicích proces výroby

² Více informací na stránkách: <https://www.pasco.cz/>

³ Více informací na stránkách: <https://www.conatex.cz/>

⁴ Více informací na stránkách: <http://www.didacta.cz/cz/>

⁵ Více informací na stránkách: <https://www.ucebnipomucky.net/>

z technologické hlediska. Žáci si osvojí metody získávání informací pomocí počítače a v neposlední řadě se ušetří finance, které by jinak putovaly na nákup laboratorních přístrojů (Bílek & Hrubý, 2014). Využití počítače ve výuce přináší nové možnosti pro zrychlení, zpřehlednění nebo dokonce zefektivnění laboratorní činnosti žáků. Počítače mají potenciál podpořit realizaci badatelsky orientovaného vyučování. K experimentování za použití počítače mají žáci blízko, počítač obratně využívají i v každodenním životě. Závěrem Bílek & Hrubý (2014) shrnují co je zásadní pro rozvoj počítačem podporovaného školního experimentu takto:

„Problematická dostupnost složitějších a drahých technických zařízení (automatické byrety, titrátory, akční členy) je tak zastoupena poměrně jednoduchým a flexibilním zařízením na bázi počítačové techniky, která se stává stále víc dostupnou pro školní podmínky, a která nás stále více provází i v každodenním životě. Proto je nutné školní paradigma přírodovědného vzdělávání orientovat na formování dílčích kompetencí, které dominují při přírodovědném bádání (Bílek, Tobořiková, 2010), tedy na pozorování a měření, srovnávání a uspořádávání, zkoumání a experimentování, předvídání a dokazování, diskusi a interpretaci, modelování a matematizaci, řešení a komunikaci. Stále více zaznamenávané trendy zvyšování jednoduchosti, robustnosti a univerzálnosti školních počítačových měřících systémů na jedné straně a jejich ekonomická dostupnost na straně druhé jsou pro tyto potřebné změny velkým příslibem.“ (Bílek & Hrubý, 2014, p. 4).

Počítač se dá využívat pro podporu experimentu různými způsoby, což konkrétněji klasifikoval Bílek (1997). Možnosti podpory experimentu pomocí počítače rozdělil na tři oblasti:

1. počítačová simulace
2. počítačové zpracování dat
3. přímé spojení experimentu s počítačem

Poslední oblast se věnuje právě problematice využití počítače ke snímání, zpracování a uchování naměřených veličin. Na počítač se nahlíží jako na řídicí médium při automatizaci experimentální činnosti (Bílek, 1997).

1.4 Badatelsky orientovaná výuka

1.4.1 Princip badatelsky orientované výuky

Termín badatelsky orientovaná výuka (BOV) vznikl z anglického Inquiry-Based Education (IBE), respektive v oblasti přírodních věd z Inquiry-Based Science Education (IBSE). V české podobě se nejvíce objevuje spojení badatelsky orientovaná výuka (Dostál, 2015b), ovšem někdy se používá termín badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (Stuchlíková, 2010) či badatelsky orientované přírodovědné vyučování (Papáček, 2013).

Princip badatelsky orientované výuky spočívá v tom, že studenti samostatně aktivně bádají s pomocí různých indicií (Čtrnáctová a kol., 2012). Cílem je pomoci žákům nebo studentům porozumět, co obnáší přírodovědné bádání. Proto je velice důležitá závěrná část, díky ní si studenti vyjasní své návrhy a naučí se diskutovat o vědeckých tématech (Stuchlíková, 2010).

Vlastní pozorování slouží k lepšímu osvojování zjištěných skutečností. Žáci nebo studenti objasňují různé vědní principy stejným způsobem, jako se uskutečňují vědecké studie. Důraz na samostatné bádání při učení se přírodní vědě koresponduje s vědeckým přesvědčením, že žáci nebo studenti dokáží využít ty samé postupy, co používají při objevování vědci. Již Sokrates a Aristoteles propagovali takový přístup k výuce, kde studenti musí zapojovat své vlastní poznatky. Aristoteles vytvořil přímo návod k tomu, jak sbírat a analyzovat data o které se opírá vědecké bádání až dodnes. Dle Rakowa (1986) měl možná největší podíl na stávající vědecké bádání John Dewey. Ten zastával názor, že se nemůže od žáků očekávat to, že učiní originální objevy se stejnými principy zakotvenými v přírodních vědách. Žáci se dle něj však mohou mnohé přiučit a jistě není na škodu pracovat s takto nastavenými podmínkami. Samotný obsah učiva není příliš důležitý, větší důraz je kladen na logický myšlenkový proces, pomocí kterého jsou nové znalosti získávány. S tím, s jakou rychlostí narůstá množství znalostí je mnohem obtížnější odhadnout, které koncepty by měly být žákům v jednotlivých letech předkládány. Zastánci badatelství prosazují názor, že větší smysl pro žáky má osvojování logického myšlení. S těmito dovednostmi jsou lépe připraveni k získávání nových znalostí (Rakow, 1986).

Bádání dle vzdělávacích forem

Vzdělávání formou bádání se uplatňuje nejen ve školním vzdělávání, což je součást formálního vzdělávání, ale také ve vzdělávání neformálním a informálním (Dostál, 2015b). Jednotlivé detaily konkrétního vzdělávání formou bádání jsou uvedeny níže.

Formální vzdělávání je řízené vzdělávání, badatelské situace jsou pro žáky připravovány cíleně, průběh je kontrolován. Formální vzdělávání bývá absolvováno nejčastěji ve škole, vždy má za cíl dosáhnout určitého cíle. Tento typ vzdělávání je možné uskutečňovat pouze v přítomnosti učitele, výstupem je hodnocení (Jackson, 1990). V České republice se na badatelsky orientovanou výuku v přírodovědných předmětech začínáme více zaměřovat, což dokazuje např. aktuální kutikulární dokument, RVP (*Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*, 2007). Z RVP je zřejmé, že se v přírodovědných předmětech začíná upřednostňovat bádání před drilováním. Důraz by měl být kladen na rozvoj klíčových kompetencí žáků, nestačí aby si informace pouze zapamatovali, ale aby byli schopni se na nové poznatky přicházet i sami (Dostál, 2015b).

Bádání je často uskutečňováno v rámci různých volnočasových aktivit, ve školním vzdělávání není na bádání vymezeno tolik prostoru. Je tedy žádoucí, aby byla schopnost žáků bádát rozvíjena i mimo školská zařízení. Není to klasická výuka, jedná se o neformální vzdělávání, tj. takové vzdělávání, které rozvíjí schopnosti a dovednosti mimo rámec klasického vzdělávání. U neformálního vzdělávání platí podmínka, že vždy se musí uskutečňovat pod dohledem lektora (učitele) (Brander, 2012). Pro volnočasové aktivity je typické to, že účastníci mívají k aktivitám pozitivní postoj, sami si tento druh trávení volného času vybrali. Účastníci nejsou omezeni při bádání časem, jako tomu je ve školním prostředí (Dostál, 2015b).

Nejpřirozenějším způsobem přijímání nových informací, osvojování nových dovedností a utváření hodnot je učení na základě životních událostí. Tento přístup se označuje jako informální vzdělávání, jedinec se vzdělává sám bez dohledu lektora. Informální vzdělávání může být vysvětlováno jako učení se novým věcem v průběhu každodenního života (Smith & Phillips, 2016). Rodina má velkou sílu při předávání všech výše zmíněných hodnot dětem, učí je společnou činností, děti rády spoustu věcí napodobují. Dalo by se tedy říci, že bádáním si projde každý, kdo se setká s nějakou životní událostí, kterou musí řešit. Vrozenou

vlastností člověka je touha po poznání a objevování nových informací, což často vede k bádání (Dostál, 2015b).

1.4.2 Historie a terminologie

Badatelsky orientovaná výuka se dostala do hledáčku zájmu zhruba v 60. letech 20. století, v té době se v USA začala rozvíjet diskuze na téma samotné podstaty vyučování (Janík & Stuchlíková, 2013). Výsledkem bylo zavádění nového typu výuky do vzdělávacího procesu, konstruktivistického typu, badatelsky orientované výuky. V USA byly v roce 1996 publikovány národní standardy v přírodních vědách společností National Research Council (NRC), jelikož se tento výukový směr rychle rozvíjel a bylo potřeba ho přesně definovat, jsou v něm například definovány kompetence, které má IBSE podporovat (Papáček, 2013).

V České republice se pozornost na badatelsky orientovanou výuku obrátila ještě později, v 90. letech, na počátku se jednalo spíše o zkoumání jednotlivých částí tohoto pojetí výuky. V české literatuře se nejprve používaly výrazy, které vycházely z termínu „inquiry“, tedy bádání, řešení problémů, rozvoj kritického myšlení či projektové vyučování (Dostál, 2015a). V Čechách se v překladovém anglicko-českém slovníku (Mareš & Gavora, 1999) v roce 1999 objevilo spojení „inquiry teaching“, v překladu „vyučování bádáním, objevováním“. Pro označení IBE se v Čechách ujal termín „badatelsky orientované vyučování“ (BOV). Termín BOV může být však někdy trochu matoucí, respektive zužující původní význam (Papáček, 2013). Celá řada autorů upozorňuje na nejednoznačnost pojmu bádání, bádání se dá chápat jako prostředek k dosažení určitého cíle, ale také jako samotná cesta (Abd-El-Khalick a kol., 2004). Rozdílné chápání pojmu je možné demonstrovat na odlišných náhledech českých autorů, můžeme tak rozlišit dvě skupiny, první skupina se přiklání k tomu, že podstatou BOV je řešení problému a dochází tak k prolnutí s problémovou výukou. Druhá skupina autorů popisuje badatelsky orientovanou výuku ve smyslu pojetí samotné výuky, hlavním cílem podle nich není řešení problémových situací, ale analýza problému, zjišťování důležitých informací, vytváření hypotéz a jejich ověřování (Dostál, 2015a).

1.4.3 Mezinárodní výzkumy

Badatelsky orientované vyučování se do popředí dostalo především díky tzv. Rocardově zprávě (Rocard a kol., 2007), tento přístup představuje efektivnější variantu tradičních

laboratorních prací. Ve zprávě je kladen důraz na rozvoj výuky vědeckých předmětů, čímž by se mohl zvednout zájem mladých lidí o vědní obory. Zpráva vysvětluje důležitost revize vědeckého vzdělávání v celé Evropě, snaží se učitele podpořit ve využívání nových vyučovacích technik, díky kterým by látka pro žáky byla zajímavější.

Během badatelských aktivit jsou u žáků rozvíjeny především kompetence k řešení problémů. Tyto kompetence bývají většinou chápány jako přidané, k rozvoji nedochází pouze při konkrétním předmětu, ale v určitých činnostech. Kompetence k řešení problémů jsou pro žáky velice důležité pro jejich budoucí rozvoj. Důležitost rozvíjení kompetencí k řešení problémů je v současné době opodstatněná, jelikož dochází k rychlému vývoji nových technologií. Žáci budou muset v průběhu života uplatňovat naučené v různých kontextech, musí se tedy především naučit kriticky myslet (Dostál, 2015a).

Ve vyspělých zemích pokládají badatelské úlohy, respektive schopnost řešit problémové úlohy k hlavním výukovým cílům. Tento trend hodnotí OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) v rámci mezinárodních srovnávacích výzkumů PISA⁶. Přírodovědnou gramotností žáků se zabývá mimo výzkumu PISA také výzkum TIMSS⁷ (Janík & Stuchlíková, 2013). V rámci mezinárodního testování PISA se mimo tří hlavních gramotností zkoumá dovednost žáků řešit problémové úlohy, tato dovednost byla u žáků zkoumá prozatím dvakrát v letech 2003 a 2012. V roce 2015 byla nově zkoumaná oblast týmového řešení problémů, dle OECD se tato kompetence žáků ukazuje jako klíčová pro produktivní zapojení žáků do společnosti. Tato oblast volně navazovala na oblast individuálního šetření problému zkoumanou v předešlém cyklu (Blažek & Boudová, 2017). Šetření ukázalo, že se žáci České republiky v oblasti týmového řešení problémů pohybují v průměru ve srovnání se zeměmi OECD (Blažek & Boudová, 2017).

⁶ PISA – *Programme for International Student Assessment* (Mezinárodní program pro hodnocení žáků) je organizován OECD. Mezinárodní šetření PISA je největším šetřením měřící výsledky vzdělávání žáků. Při šetření se v tříletých cyklech zjišťuje přírodovědné, matematické a čtenářské gramotnosti patnáctiletých žáků. Každé šetření je zaměřeno na jednu ze zkoumaných gramotností ("OECD," 2019).

⁷ TIMSS – *Trends in International Mathematics and Science Study* je mezinárodní šetření zabývající se znalostmi a dovednostmi žáků 4. a 8. ročníků v matematice a přírodovědných předmětech. Šetření je koordinováno společností IEA – *The International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (Mezinárodní asociací pro hodnocení výsledků vzdělávání). Šetření se opakuje ve čtyřletých cyklech, cílem je předložit zapojeným zemím validní informace díky kterým budou moci upravit výuku (Tomášek, Basl, & Janoušková, 2016).

Přírodovědná gramotnost byla naposledy šetřena v roce 2015 (Blažek & Příhodová, 2016). Předtím bylo hlavní šetření zaměřeno na přírodovědnou gramotnost v roce 2006, její teoretický základ byl obohacen o nové poznatky. Testy byly žákům zadávány prostřednictvím počítače, a proto byly vytvořeny nové interaktivní úlohy. V roce 2015 nastala zásadní změna právě v zadávání i zpracování testových úloh, vše se poprvé uskutečňovalo v elektronické podobě. Tento fakt mohl zkreslit výsledky žáků nevyužívajících počítače. V Národní zprávě (Blažek & Příhodová, 2016) je přímo uvedeno: „Žáci České republiky dosáhli výsledku na úrovni průměru zemí OECD podobně jako žáci ze Spojených států amerických, Rakouska, Francie, Švédska, Španělska či Lotyšska. Významně se neliší ani od výsledků žáků Norska, které je ovšem mírně nad průměrem zemí OECD, a Ruské federace, která je mírně podprůměrná.“

V květnu 2019 se konalo poslední mezinárodní šetření TIMMS, v České republice pouze u žáků 4. ročníků, výsledky budou zpracovány až v průběhu roku 2020. Poslední šetření s již zpracovanými výsledky se uskutečnilo v roce 2015, Česká republika do něj zapojila pouze žáky 4. ročníků. Čeští žáci dopadli jak v matematice, tak v přírodovědě nadprůměrně. V přírodovědě měly pouze tři země EU lepší výsledky než Česká republika, tento fakt však není překvapující. Čeští žáci si v přírodovědných předmětech vždy vedli skvěle (Tomášek a kol., 2016).

1.4.4 Členění badatelsky orientované výuky

Badatelsky orientovaná výuka se dá rozdělit na 4 různé úrovně (Banchi & Bell, 2008), podle podílu učitele na samotném bádání. Učitel musí v závislosti na věku žáků přizpůsobit úlohu vždy jejich schopnostem, záleží na kladení otázek učitelem, míře pomoci při postupu a formulaci očekávaných výsledků ("PROFILES," 2014).

1. potvrzující bádání – otázka i postup jsou žákům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to je vlastní praxí ověřit
2. strukturované bádání – otázku i možný postup sděluje učitel, žáci na tomto základě formulují vysvětlení studovaného jevu
3. nasměrované bádání – učitel dává výzkumnou otázku, žáci vytvářejí metodický postup a realizují jej
4. otevřené bádání – žáci si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí

výzkum a formulují výsledky

Výše uvedené členění se mnohokrát rozebíralo i v příspěvcích českých autorů jako například I. Stuchlíková (2010) a další, užití termíny jsou tak přejaty od nich.

Potvrzující bádání je první úrovní bádání, nejjednodušší bádání. Bádání je řízeno učitelem ve všech ohledech, žáci jsou plně instruováni. Podstatou je potvrzení již známých zákonitostí. Studentům je předložena otázka a postup, výsledky jsou předem známy. Tento typ bádání má význam pro ukotvení nového učiva, osvojení správné metodiky pokusu, rozvinutí experimentálních dovedností studentů, pro seznámení studentů se sběrem a zpracováním dat. Potvrzující bádání je vhodné zařazovat tehdy, když žáci s bádáním začínají.

Druhou úrovní bádání je strukturované bádání, taktéž v této úrovni bádání hraje důležitou roli učitel. Učitel studentům předkládá návodné otázky a doporučený postup, studenti mají za úkol formulovat odpovědi na základě bádání. Učitel žáky postupnými krůčky tedy vede k výsledkům, ale na řešení bádání musí přijít studenti sami. Tento druh bádání je velice důležitý, studenti se na něm učí samostatně vytvářet a ověřovat hypotézy. Studenti rozvíjejí kritické myšlení, strukturované bádání je důležitý mezistupeň pro to, aby studenti byli schopni konat bádání na vyšší úrovni.

Třetí úrovní bádání je nasměrované bádání, učitel v bádání už nehraje hlavní roli jako u bádání předchozích úrovní, jeho funkcí je aktivně studenty provádět bádáním. Učitel stanovuje ve spolupráci se studenty výzkumné otázky, samotné bádání je už v kompetenci studentů, studenti sami navrhnou vhodný postup a následně objasní výsledky. Studenti se díky tomu učí samostatně plánovat postup experimentu a zpracovávat zjištěná data. Učitel studentům potvrzuje správnost jejich hypotéz. Díky popsanému postupu se studenti učí samostatné experimentální činnosti. Pokud mají studenti zkušenost už s předchozími úrovněmi bádání je pro ně nasměrované bádání lépe zvládnutelné.

Poslední úrovní je otevřené bádání, tento typ bádání má nejbliže k vědeckému výzkumu. Studenti postupují ve všech krocích samostatně, tedy bez pomoci učitele. Studenti navrhnou výzkumné otázky, sami stanoví experimentální metodu, navrhnou postup pro sběr dat, zhodnotí výsledky, z nichž vyvodí závěry. Tato úroveň bádání vyžaduje zapojení vysokých kognitivních schopností žáků. Otevřené bádání je vhodné do výuky zařadit až po osvojení

badatelských schopností z nižších úrovní bádání, pro starší studenty či pro studenty nadané. Studenti musí během otevřeného bádání nejprve podrobně promyslet badatelské otázky a naplánovat postup samotné experimentální činnosti. Tento typ bádání není příliš vhodný pro mladší žáky, jelikož se jim tato úvodní část může zdát příliš zdlouhavá a může je to tak odradit před samotnou badatelskou aktivitou (Banchi & Bell, 2008).

Badatelsky orientovaná výuka je výuka zaměřená na bádání, cílem není pouhé řešení problému, hlavním cílem je samotné bádání, rozvoj studentových schopností a dovedností řešit badatelskou úlohu, vytvářet hypotézy a postoje, které žáci využijí při řešení problémů (Dostál, 2015a). Studenti nejen že jsou schopni vyřešit badatelské úlohy, umí to udělat efektně a s nadšením. Při analýze své navrhnuté úlohy zjistili (Banchi & Bell, 2008), že když studenti během bádání narazí na překážku, dokáží pokračovat v bádání dál, tím se učili další podstatu vědeckého bádání. Po provedení badatelské aktivity musí následovat vyhodnocení, zda studenti porozuměli vědeckému obsahu. K vyhodnocení se používají bloky studentů, zkoumají se jejich navržené výzkumné otázky i experimentální postup, často je potřeba se studenty vést diskusi pro vyjasnění jejich myšlenkového postupu během bádání. Studenti dostanou své poznámky zpět i s komentáři učitele, mají tak možnost si vše potřebné vyjasnit. Tak jak budou studenti postupovat jednotlivými úrovněmi bádání, tím budou kompetentnější k vědeckému bádání. Pro studenty jsou vlastní zkušenosti s bádáním velmi cenné, díky nim budou v budoucnu připraveni na klasické vědecké bádání, budou schopni hlubšího pochopení vědy (Banchi & Bell, 2008).

1.4.5 Definice 5E modelu

Model 5E poskytuje rámec badatelsky orientované výuce. Tento model byl využíván od 80. let 20. století pro vývoj výukových materiálů. Model 5E čerpá z práce Jeana Piageta. Skládá se, jak název napovídá z 5 částí, v češtině by se dal označit za 5Z: zapojení, zkoumání, zobecnění, zpracování a zhodnocení (Čtrnáctová & Zámečnicková, 2017). Každá z fází má svoji funkci a přispívá k lepší formulaci vědeckých poznatků směrem k žákům. Díky modelu se může nastavit konkrétní program. Model se využívá až dodnes k tvorbě organizačních struktur výuky pro celý rok, ale také v jednotlivých hodinách (Bybee a kol., 2006).

Popis jednotlivých fází:

1. Zapojení: Učitel začíná s pomocí různých her rozvíjet předchozí vědomosti žáků, cílem je vzbudit zájem a vyvolat jejich zvědavost. Žáci v této fázi mohou využít jejich zkušenosti s konkrétním tématem.

2. Zkoumání: Žáci pracují samostatně, kladou si otázky, které by mohly podpořit jejich hypotézy. Žáci mohou například provádět laboratorní aktivity, shromažďovat údaje nebo pouze pozorovat zkoumané jevy.

3. Zobecnění: Stěžejní je vysvětlení zjištěných hodnot. Může se jednat buď o vysvětlení učitelem, aby byli žáci schopni aplikovat nové poznatky i na další situace. Druhou možností je aplikování fáze z pohledu žáků, žáci vysvětlují, jak pojem pochopili, mají možnost prokázat své porozumění a zkušenosti.

4. Zpracování: Fáze směřuje k zpracování zjištěných údajů u všech žáků podílejících se na bádání. Učitel vede žáky k diskuzi a dovysvětluje vědecké pojmy, dochází k rozvoji hlubšího porozumění žáků.

5. Zhodnocení: Učitel podporuje studenty k tomu, aby posoudili jejich porozumění novým údajům, využívá k tomu otázky vyššího řádu. Učitel díky tomu může hodnotit pokrok studentů k dosažení stanovených cílů (Carpineti a kol., 2015).

1.5 Zdůvodnění výběru a zařazení tématu v kurikulu

1.5.1 Výběr tématu

Z literatury vyplývá, že žáci nemají v dnešní době o vědu (resp. přírodovědné obory) příliš velký zájem. Žáci mají pocit, že přírodovědné vzdělání pro ně není přínosné v osobním ani společenském životě. Ze zjištěných údajů vyplývá, že by učitelé měli klást důraz na to, jak učinit vědecké vzdělávání více relevantní, čímž žáky namotivují k učení se věda a tím v nich vzbudí vyšší zájem o vědu. Problémem je, že není jasné, co konkrétně znamená učinit vědecké předměty relevantní ani jak toho dosáhnout. Nedá se zpochybnit, že věda je pro naši společnost podstatná, učení vědy je tedy zásadní pro rozvoj společnosti. Pro všeobecnou gramotnost žáků je taktéž důležitý rozvoj vědeckého poznání (Stuckey a kol., 2013).

Termín „relevance“ se často používá ve vědeckém vzdělávání, bohužel není jasně definovaný. Stuckey a kol. (2013) upozorňují na závažnost správného definování výrazu

„relevance“. Díky tomu pak nebude docházet k matení. Ve svých návrzích kladou důraz na rozlišení mezi vnímáním relevantních zájmů studentů a perspektivou, která obsahuje další relevantní oblasti (ekonomické důvody, společenské zájmy aj.). Pojem „relevance“ má vícerozměrný charakter vyplývající z různých dimenzí – pochází z individuální, společenské a odborné sféry. Kombinace těchto tří ohnisek má potenciál pro získání aplikovatelných znalostí souvisejících s předmětem v každodenním životě. Zahrnutí problémů z běžného života v rámci výuky zdůrazňuje mezipředmětové vztahy a klade důraz na nepostradatelný význam pro život studentů. Při výuce vědeckých předmětů hraje velkou roli povaha učitele a zájmy žáků, více žáků se orientuje na sociální dimenzi než na tu odbornou. Zájmy žáků jsou ovlivněny jejich věkem, v mladších žácích vyhrává spíše zájem o rozšiřování vědomostí týkajících se individuální dimenze, u starších už hraje roli i dimenze sociální. V prvních letech výuky vědy by dle odborníků měla být výuka zaměřena především na tvořivost a experimentování. V dalších letech se už více dbá na sebeuvědomění žáků a jejich zodpovědnost za vlastní život i společnost (Stuckey a kol., 2013).

Z tohoto důvodu bylo vybráno téma kyslíku. Žáci k němu mají blízko, dochází v něm k propojení více předmětů. Právě kyslík je skloňován žáky již od dětství, ví, že ho živočichové potřebují k životu a obvykle také ví, že vzniká fotosyntézou. Žáci si uvědomují, že bez kyslíku by nebyl život, a právě proto pokládají za důležité vědět o něm více. Důležitým aspektem pro zaujetí žáků je transparentnost dané aktivity, které se docílí potlačením doprovodných jevů, které by mohly zkomplikovat porozumění sledovanému jevu. Druhým důležitým aspektem pro zaujetí žáků je správná aktivizace, ta se dá ovlivnit správnou volbou pomůcek (Trna, 2013).

1.5.2 Zařazení tématu v kurikulu

Aktivita se zabývá především tématy ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda a Člověk a zdraví, lze využít především v rámci vzdělávacích oborů Chemie, Přírodopis/Biologie a Výchova ke zdraví. Aktivita se tak dá použít jako plnohodnotná součást výuky. Aktivita lze v různých modifikacích použít jak se žáky základních škol, tak se žáky středních, popřípadě i vysokých škol.

Ze vzdělávacího oboru Chemie se zaměřuje na tematické celky Pozorování, pokus a bezpečnost práce, Směsi a Anorganické sloučeniny. Ze vzdělávacího oboru Přírodopis se

v aktivita věnuje tematickým celkům Biologie rostlin, Biologie člověka a Praktické poznávání přírody. V rámci vzdělávacího oboru Výchova ke zdraví zahrnuje aktivita tematický celek Podpora zdraví (*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, 2017). Činnosti jsou vhodné i pro střední školy, zahrnují tedy i tematické celky z rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia. Ze vzdělávacího oboru chemie se jedná o Obecnou chemii, Anorganickou chemii a Biochemii. Ze vzdělávacího oboru biologie se aktivita zabývá především obsahem tematických celků Biologie rostlin a Biologie člověka (*Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*, 2007). Aktivita zasahuje také do průřezových témat Osobnostní a sociální výchova a Environmentální výchova.

Aktivita má potenciál žákům propojit vědomosti ohledně kyslíku z více vzdělávacích oborů, pomocí demonstrace a návodných otázek si žáci dokáží propojit nabyté vědomosti z více předmětů. Díky tomu usnadní učitelům organizování učebních plánů do konkrétních tematických celků, dochází k posilování mezipředmětových vazeb (Lindler, 2014).

2 Cíle

Cílem práce bylo navrhnout a ověřit badatelskou aktivitu založenou na experimentální činnosti a porovnat vnitřní motivaci žáků při badatelské a klasicky pojaté experimentální činnosti (Rusek & Gabriel, 2013).

Práce byla vedena následující výzkumnou otázkou: Jak se liší vnitřní motivace žáků při provádění klasického a badatelsky pojatého návržení aktivit?

Z výzkumné otázky vychází následující hypotéza: Vnitřní motivace žáků k badatelsky pojaté aktivitě je vyšší než jejich vnitřní motivace k běžné laboratorní aktivitě.

Běžným pojetím laboratorní aktivity se rozumí zadání laboratorní úlohy, kdy aktivita žáků spočívá pouze v práci podle přesně zadaného postupu. Oproti tomu nově navržené badatelské aktivita byla navržena s ohledem na aktivizaci žáků a rozvíjení jejich schopnosti experimentovat, tj. navrhnout hypotézu, navrhnout možnosti jejího ověření, pozorovat a vyvozovat závěry (Beneš, 1999).

3 Metody

3.1 Tvorba laboratorních úloh

Pro účely této práce byly využity dvě úlohy různého typu. Klasické úlohy byly převzaty ze stránek společnosti Vernier. Badatelské úlohy vznikly úpravou těchto převzatých úloh s důrazem na aktivizaci žáků. Úlohy byly vybrány cíleně tak, aby došlo ke spojení dvou úloh v logický celek. Obě úlohy byly zaměřeny na kyslík. Jsou založeny na práci s čidlem plynného kyslíku. Ve výběru úloh hrála hlavní roli snaha vybrat jednoduché, žákům blízké (Stuckey a kol., 2013) a transparentní téma (Trna, 2013) tak, aby žáky zaujalo. Téma kyslík a první pomoc bylo zvoleno jako vhodné téma o kterém se dá dlouze diskutovat.

3.1.1 Klasické úlohy

Klasické úlohy byly v celé podobě převzaty z „Kuchařky“ společnosti Vernier⁸. Takto připravené úlohy byly přímo předkládány žákům bez další úpravy.

3.1.2 Badatelské úlohy

Aktivita byly inspirované výše zmíněnými úlohami, úlohy byly pozměněny tak, aby vykazovaly prvky badatelské výuky. Při vytváření badatelských úloh z původních, klasicky pojatých úloh, jsme postupovali tak, že jsem si nejprve vytyčili cíl badatelské úlohy, výsledný cíl experimentální činnosti zůstal nezměněn. Dále jsme jednotlivé kroky rozrozdělili a upravili text v zadání. Zadání jsem naopak obohatil několika podnětnými otázkami pro podporu rozvoje myšlení žáků. Aktivita je koncipována tak, že je žákům přeložena úloha v podobě otevřeného bádání viz Banchi a Bell (2008). Pouze v případě potřeby žáci postupně získávají indicie (části pracovního listu). Za tímto přístupem stojí snaha podnítit žáky v samostatnosti, v tvorbě hypotéz a uvažování nad předkládaným problémem komplexně.

Žáci jako první dostanou list s *Úvodem do tématu*, kde mají shrnuté důležité poznámky k tématu a *Otázky před zahájením pokusu*. Poté, co žáci mají návrh postupu na praktickou aktivitu, získají další indicie - *Pomůcky*, po které případně následuje *Příprava a Postup*. Po

⁸ Pracovní list pro pokus Fotosyntéza je dostupný na: <http://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/fotosynteza>
Pracovní list pro pokus Dýchání je dostupný na: <http://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/spotreba-kysliku-pri-dychani>.

ukončení měření je k dispozici poslední část úlohy, *Závěr*, který žáky navede, jak zpracovat výsledky pokusu. Žáci mají za úkol vymyslet název celé úlohy až na samotném konci, což je vede k zamyšlení nad celou aktivitou. Návrh úloh je tak užitečný velmi široce, jak ve třídách bez zkušenosti s badatelskou aktivitou, tak ve skupině, ve které je BOV zaváděno nově.

3.2 Ověřování navržené badatelské aktivity

Přípravené úlohy byly nejprve ověřeny na studentech učitelství, po menších úpravách byly ověřeny taktéž na žácích druhého stupně základní školy. Aktivita je však vhodná i pro studenty středních škol.

3.2.1 Pilotní šetření na studentech učitelství

V rámci projektu, který předcházal této práci⁹ byla funkčnost badatelsky orientovaných úloh ověřena na studentech druhého ročníku navazujícího magisterského studia Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy. Konkrétně se jednalo o 4 studentky oboru chemie v kombinaci s biologií či výchovou ke zdraví. Studentky pracovaly všechny společně.

Funkčnost badatelské aktivity byla ověřena pomocí nástroje inventáře vnitřní motivace ("Intrinsic Motivation Inventory (IMI),") a nestrukturovaným rozhovorem s výzkumnou skupinou.

3.2.2 Ověření upravených úloh se žáky

Funkčnost navržených úloh byla ověřena na žácích 8. ročníku základní školy. Aktivita byla uskutečněna na konci dubna 2019 na Katedře chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy. Žáci v rámci školní výuky měli již probraná témata kyslíku i fotosyntézy.

Žáci dopředu, na základní škole, vyplnili test preferencí témat. Podle výsledků byli žáci rozděleni do skupin tak, aby byly všechny skupiny z pohledu preferencí žáků vyrovnané. Žáci byli rozděleni do čtyř skupin po třech, v jedné skupině byly čtyři žáci. Vzniklé skupiny byly dále rozděleny na půlku (po 2 skupinách), každá polovina postupovala dle jiného schématu:

⁹ Text této kapitoly vychází z vlastního příspěvku autorky této práce: Kuncová & Rusek (2019)

- Skupina 1: I. První aktivitou byl klasicky pojatý experiment s tématem Fotosyntéza
II. Druhou aktivitou byl badatelsky pojatý experiment s tématem Dýchání
- Skupina 2: I. První aktivitou byl klasický experiment s tématem Dýchání
II. Druhou aktivitou byl badatelsky pojatý experiment s tématem Fotosyntéza

Jako první byla vždy zvolena aktivita v klasickém pojetí, aby nedocházelo ke zkreslení údajů. Pokud by jedna ze skupin začala s badatelskou aktivitou mohlo by to negativně ovlivnit výsledky.

Obě aktivity probíhaly na katedře chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy. Žáci začali vypracováním pretestu (vstupního testu). Poté následovala samotná aktivita, klasicky pojatý experiment. Po provedení aktivity žáci vyplnili post-test a dotazník vnitřní motivace určených k dané úloze. Další krokem byla druhá, badatelsky pojatá aktivita. Po provedení aktivity měli žáci za úkol opět vyplnit posttest a dotazník vnitřní motivace k daným tématům. Poslední aktivitou žáků na škole byl polostrukturovaný rozhovor, žáci po čas rozhovoru zůstali rozděleni do dvou polovin, v každé polovině vedl rozhovor učitel, který během experimentu dohlížel na opačnou polovinu.

3.3 IMI

Inventář vnitřní motivace (z anglického Intrinsic Motivation Inventory) je vícerozměrný nástroj měření motivace žáků k prakticky laděné aktivitě. IMI je určen k posouzení subjektivních zkušeností účastníků vztahujících se k činnosti v laboratorních experimentech. Nástroj se dá použít pro několik subškál, výzkumník si může zvolit jakou subškálu do nástroje připraví dle potřeby výzkumu. V jednotlivých subškálách jsou připraveny otázky směřující k 6 různým oblastem a to zájem/potěšení, vnímanou kompetenci, úsilí, hodnotu/užitečnost, pociťovaný tlak a tenzi a vnímanou možnost volby účastníků při vykonávání dané aktivity ("Intrinsic Motivation Inventory (IMI)"). Pro posouzení vnitřní motivace je dostačující subškála zájem/potěšení, která přesně posuzuje motivaci jako takovou (Ryan & Deci, 2000). Subškály o více položkách přinášejí kvalitnější výsledky, než jednotlivé položky a jsou tedy i validnější. Díky dalším studiím bylo prokázáno, že validita nástroje IMI je vysoká (McAuley, Duncan, & Tammen, 1989).

Při přípravě dotazníku k aktivitě musí výzkumník nejdříve stanovit, které subškály chce používat. Vodítkem mohou být jednotlivé položky v nabízených subškálách. Poté se musí jednotlivé položky z daných subškál náhodně uspořádat. Některé z položek jsou neúplné, musí se doplnit. Při vyhodnocení získaných dat je nutné nejdříve bodovat obrácené položky, označené (R). Postupuje se tak, že se od čísla 8 odečte hodnota u dané položky, výsledné číslo je skóre dané položky. U každé subškály se vypočítá průměr všech jejích položek a tím se získá výsledné subškálové skóre ("Intrinsic Motivation Inventory (IMI),").

Respondenti volili hodnotu na sedmistupňové škále (1-zcela nepravdivý, 7-naprosto pravdivý), celkem u 30 položek. Pro ověření vnitřní motivace žáků ke konání navržených úloh jsme využili pět subškál a to: zájem o aktivitu (7 položek), užitečnost aktivitou získaných znalostí a dovedností (7 položek), tlak pocíťovaný během vypracování úkolů (5 tvrzení), úsilí vynaložené při řešení předložených úkolů (5 tvrzení) a vnímání kompetence při aktivitě (6 tvrzení).

3.4 Rozhovory

Závěrečnou fází aktivity byly vždy, jak u skupiny studentů učitelství, tak u žáků, polostrukturované rozhovory. Jednalo se o kvalitativní výzkum, byla využívána metoda ohniskové skupiny. Principem této metody je moderovaná diskuze, která je zaměřena na konkrétní téma, kolem kterého se celá debata točí tj. ohnisko. Předností zmíněné metody je skupinová atmosféra, která podporuje sdílnost jejích členů a rozvolnění stereotypů (Reichel, 2009). Díky tomu je možné nahlídnout blíže k dané problematice a odkrýt podpovrchové vazby, které by při využití jiných metod mohly zůstat skryté. Cílem je zjistit nejen konkrétní názor k dané věci, ale především pohnutky, které aktéry k danému názoru vedou. Diskuzi řídí zkušený moderátor, jeho role je zásadní, musí být schopen diskuzi vést konkrétním směrem, ale je důležité nechat aktérům i určitý prostor pro vyjádření názoru. Skupině jsou pokládány otevřené otázky, které mohou být připravené dopředu, ale taktéž mohou být formulovány spontánně (Morgan, 2001).

Pro skupinu studentů učitelství jsme dopředu neměli připravené žádné otázky, jednalo se o nestrukturovaný rozhovor. Pro skupinu žáků jsme zvolili polostrukturovaný rozhovor. Tento typ rozhovoru byl zvolen také z toho důvodu, že byli žáci rozděleni na dvě výzkumné skupiny, díky stejným úvodním otázkám se dají názory žáků lépe porovnat. První otázky

byly připravené, další otázky vycházely ze směřování samotné diskuze. Připravené otázky pro skupinu žáků základní školy:

1. Co byste rádi ještě zkoumali?
2. Která úloha vám byla bližší?
3. Ze které úlohy jste se víc naučili a co? Co si odnášíte?
4. Co byste nám doporučili pro příště?
5. Volné pokračování...

Rozhovory byly provedeny odděleně po vytvořených polovinách, s každou polovinou diskutoval učitel, který byl v průběhu konání aktivit přítomen u druhé poloviny.

3.5 Test preferencí

Cílem testu preferencí bylo zjistit k jakému tématu konkrétní žák tíhne a dle toho vytvořit výzkumné skupiny tak, aby byly vyvážené. Kdyby se skupiny vytvořily náhodně, mohly by pak preference žáků ovlivnit výsledky aktivity.

Test je rozdělen na dvě části, první polovina je zaměřena na jednu část aktivity, na problematiku fotosyntézy. Druhá polovina překládá žákům nabídku výzkumných otázek k tématu dýchání v souvislosti s první pomocí.

Test preferencí v rámci šetření absolvovala pouze skupina žáků 8. ročníku, žáky bylo potřeba rozdělit na menší skupinky. Vzhledem k tomu, že se pilotní aktivity zúčastnili pouze čtyři respondenti z řad studentů učitelství, nebylo potřeba je rozdělovat, a tudíž ani předkládat test preferencí.

Test preferencí vyplňovali žáci v rámci výuky chemie na základní škole den před konáním aktivity pod dohledem své vyučující. Test byl vyhodnocen před konáním aktivity, jelikož se na základě výsledků žáci rozdělovali do skupin.

K hodnocení preferencí žáků byla použita metoda sémantického diferenciálu¹⁰. Žáci se u každé poloviny otázek týkajících se tématu fotosyntéza a dýchání rozhodovali mezi protikladnými přívlastky, své preference zaškrtovali na sedmistupňové škále.

¹⁰ Test preferencí je vidět v Příloze 7.2 Dotazník preferencí

Metoda sémantického diferenciálu slouží k měření intenzity psychologických a sociologických postojů konkrétního člověka k dané problematice (Osgood, Suci, & Tannenbaum, 1957). Metoda je využívána především prostřednictvím dotazníkového šetření ke zjištění rozdílů v postojích respondentů.

3.6 Pre/post-test

Vědomosti nabyté díky absolvování navržené aktivity byly ověřovány pomocí pretestu a posttestu. Výsledky žáků byly následně porovnány. Pretest respektive posttest byl postaven podle klasických úloh převzatých ze stránek společnosti Vernier společně s přihlédnutím k učivu obsaženém v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, 2017). Aktivita obsahuje témata převážně ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda, nejvíce ze vzdělávacích oborů Přírodopis a Chemie. Z chemie se navržená aktivita dotýká především učiva vzduch, z přírodopisu učiva zaměřeného na vznik, vývoj, rozmanitost a projevy života a fyziologie rostlin.

Test byl vytvořen pro potřebu zkoumání žákovských vědomostí. Pretest se skládá z 10 uzavřených otázek vždy s jednou správnou odpovědí, žákům jsou předkládány 4 možnosti. Pretest žáci vyplňovali samostatně bezprostředně před zahájením aktivity. Posttesty byly vytvořeny dva, vznikly rozdělením pretestu na poloviny. První polovina byla vytvořena pro ověření vědomostí získaných po tématu Fotosyntéza, posttest byl překládán žákům bezprostředně po provedení aktivity s tématem Fotosyntéza. Druhá polovina, otázky 6 až 10 se týkaly tématu Dýchání. Žáci test vyplňovali taktéž bezprostředně po absolvování experimentální úlohy s tématem Dýchání.

3.7 Rozbor laboratorního archu

Smyslem rozboru laboratorního archu je mapovat kvalitu výstupu. Žáci si během konání aktivity zaznamenávali průběžné výsledky a zapisovali si odpovědi na předkládané otázky, porovnáním výsledků jednotlivých skupin se dají odhalit strategie žáků při řešení úloh. Otázky k řešení měli žáci připravené pouze u badatelských úloh, klasické úlohy převzaté ze stránek Vernier žádné otázky neobsahovaly.

První polovina žáků (2 skupiny) prováděla badatelským přístupem úlohu s tématem Fotosyntéza. Žáci měli odpovídat celkem na čtyři otázky před zahájením pokusu:

1. V jakém případě (denní světlo, lampa, tma) bude produkce kyslíku rostlinou nejvyšší? Odůvodněte své tvrzení.
2. Ve kterých buněčných strukturách probíhá fotosyntéza?
3. O který děj se z energetického hlediska jedná? Spotřebovává se energie nebo naopak vytváří?
4. Na kterém z uvedených míst je ve vzduchu vyšší koncentrace kyslíku, na pláži v turecké Antalii, na vrcholu Milešovky nebo ve druhém výškovém táboře při výstupu na K2? Seřadte uvedené sestupně podle koncentrace kyslíku.

Po provedení pokusu měli žáci za úkol úlohu zhodnotit:

1. Vysvětlete jednotlivé části výsledného grafu. Jaký vliv má působení světla na fotosyntézu?
2. Porovnejte vámi navržený postup s daným postupem.
3. Vytvořte název k této úloze.

Druhá polovina žáků (další 2 skupiny) prováděla badatelským přístupem úlohy na téma Dýchání. Žáci zodpovídali na 4 otázky před zahájením pokusu a to:

1. Nadechujeme-li se za účelem získání kyslíku, a vydechujeme-li oxid uhličitý, jak je možné, že funguje dýchání z úst do úst jako metoda resuscitace?
2. Jaké se mění složení plynu, který vydechujeme?
3. Kde ve třídě je nejvyšší koncentrace kyslíku, u země nebo u stropu? Proč tomu tak je?
4. Vysvětlete, proč atleti před závody jezdí trénovat do míst s vyšší nadmořskou výškou.

Na závěr celé úlohy žáci vypracovávali tyto úlohy:

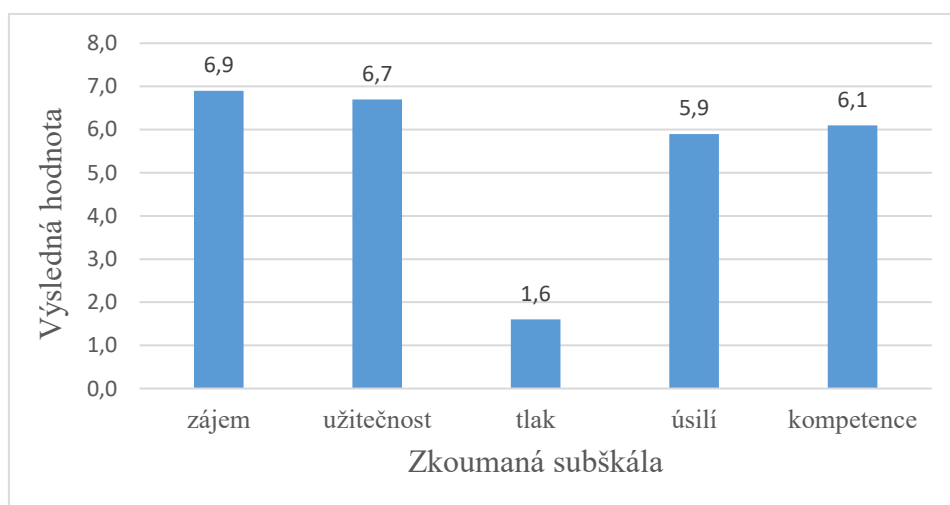
1. Vysvětlete jednotlivé části grafu, popište, kterým aktivitám odpovídají.
2. Navrhněte postup, jakým byste zjistili maximální dobu, kterou vydrží člověk v uzavřené místnosti bez přístupu vzduchu.
3. Porovnejte vámi navržený postup s daným postupem.
4. Vytvořte název k této úloze.

4 Výsledky a diskuze

4.1 Studenti učitelství

Aktivita byla provedena v rámci pilotního šetření se studenty učitelství¹¹, výsledky IMI jsou ve výše citované studii uvedeny takto:

„Jelikož byla aktivita ověřována pouze na studentech učitelství, týká se hodnocení pouze afektivní složky. Výsledky použitého nástroje IMI umožňují závěr, že jsou navržené aktivity vhodné pro realizaci. Čtyři respondenti, kteří aktivitu prováděli hodnotili její *zájem* o aktivitu hodnotou 7, tj. zcela souhlasí se sedmi tvrzeními vztaženými k zajímavosti úloh. Rovněž *užitečnost* aktivity a své *kompetence* hodnotili mediánem 7, resp. 6. Na pět otázek k vynaloženému *úsilí* respondenti odpověděli hodnotou 6, což lze interpretovat jako hodnocení výroků za „pravdivé“. Naopak hodnota mediánu odpovědí na otázky pocitu *tlaku* 1 umožňuje závěr, že respondenti považují výroky za nepravdivé a při řešení úkolů se necítili pod tlakem.“ (Kuncová & Rusek, 2019, p. 50). Výsledky jsou zobrazeny na Obrázku 1.



Obr. 1 Výsledky IMI studentů učitelství

Z rozhovoru se studenty vyplynulo, že se jim zdá forma přidávání indicií funkční. Studenti taktéž komentovali vhodnost použití připravených otázek pro různé úrovně

¹¹ Aktivita je detailně popsána v publikaci (Kuncová & Rusek, 2019)

vzdělávání, domnívali se, že pro žáky základních škol budou otázky příliš složité. Další připomínkou bylo řazení otázek a také jejich srozumitelnost.

Z průběhu měření obsahu kyslíku ve vydechovaném vzduchu vyšlo najevo, že by bylo vhodné obstarat větší sáčky na vdechování. Využívané sáčky nepojmuly celý obsah vydechovaného vzduchu, a tak mohlo dojít ke zkreslení naměřených dat. Zazněl také nápad využít k měření i čidlo oxidu uhličitého, které společnost Vernier nabízí. Díky tomu by výzkumníci mohli pozorovat taktéž změny koncentrace oxidu uhličitého ve vydechovaném vzduchu a porovnávat je s naměřenými koncentracemi kyslíku. V následující úloze se žáky jsme tento nápad nevyužili, úlohy jsme ověřovali za stejných podmínek, za jakých probíhalo pilotní šetření. Použití dalšího čidla však pokládáme za dobrý nápad pro další měření.

Pro úlohu s tématem Fotosyntézy byly diskutovány možné varianty v případě, že by v době měření nesvítilo Slunce. Respondenti negativně hodnotili dlouhou dobu čekání při měření produkce kyslíku rostlinami za různých podmínek. V badatelské úloze na téma Fotosyntéza byl důraz kladen nejprve na návrh postupu měření až poté na měření a odpovědi na předložené otázky. Ze stejného důvodu byla přidána ještě jedna otázka vyžadující složitější úvahy. Přidaná úloha: Na kterém z uvedených míst je ve vzduchu vyšší koncentrace kyslíku, na pláži v turecké Antalii, na vrcholu Milešovky nebo ve druhém výškovém táboře při výstupu na K2? Seřad'te uvedené sestupně podle koncentrace kyslíku.

4.2 Žáci základní školy

4.2.1 Preference témat

Test preferencí absolvovalo 12 žáků. 8 žáků preferovalo téma Dýchání a 4 žáci téma Fotosyntéza. Na bodové škále v rozmezí od 1 do 7 se žáci v průměru pohybovali mezi hodnotami 1,5 a 4,5. Čím více se výsledná hodnota blíží jedné, tím více žáci preferují dané téma. Žáci obě úlohy hodnotili spíše pozitivně, jelikož se hodnoty pohybovaly v první polovině.

Poslední žákyně vyplnila test bezprostředně před konáním aktivit, předešlý den ve škole chyběla. Tato žákyně výrazně preferovala téma Dýchání.

4.2.2 Rozdělení do skupin

Aktivity se účastnilo celkem 13 žáků, žáci byli rozděleni do čtyř skupin po třech respektive 4. Ze 13 žáků preferovalo téma Dýchání devět žáků, což znamená, že k tématu Fotosyntéza tíhli pouze 4 žáci. Skupiny byly vytvořeny tak, že v každé byl jeden žák s preferencí tématu Fotosyntéza a dva, respektive tři s preferencí tématu Dýchání. Žáci s preferencí tématu Dýchání byli do skupin rozděleni tak, aby v každé skupině byl jeden s vysoce převažujícími preferencemi a druhý s výsledkem spíše nerovnostranným. Poslední, třináctá žákyně, si vybrala skupinu sama, jelikož dopředu dotazník preferencí neabsolvovala.

Pokus by bylo dobré opakovat s dalšími žáky pro lepší průkaznost výsledků. Rozdělení žáků do skupin může zkreslit získané výsledky. Při rozdělování žáků byly brány v potaz pouze žakovy preference tématu a nebral se zřetel na kognitivní schopnosti žáka. Přitom míra vědomostí žáka může ovlivnit především výsledky pretestu respektive posttestu, ale může mít vliv také na zájem žáka o aktivitu. Obecně žáci s lepšími školními výsledky mají lepší přehled a kolikrát i větší zájem o získání nových vědomostí.

4.2.3 Porovnání pretestu a posttestu.

Z porovnání pretestů a posttestů jednotlivých žáků vyplývá, že devět žáků zlepšilo své vědomosti, tři žáci své vědomosti neobohatili a jeden žák se zhoršil. Při detailním prozkoumání testů u čtyř žáků, kteří své vědomosti nezlepšili je vidět, že dva žáci měli na všechny otázky totožné odpovědi u obou testů, třetí žák odpověděl na dvě otázky jinak, jednu si tedy vylepšil a druhou naopak odpověděl špatně, žák s horším výsledkem posttestu odpověděl v posttestu oproti pretestu špatně na otázku číslo 1. Což může být vysvětleno tím, že v pretestu tipoval a byla náhoda, že se trefil do správné odpovědi.

Polovina žáků, dvě skupiny, vykonávající badatelským přístupem laboratorní úlohu na téma Dýchání dosáhla výrazně lepších vědomostních výsledků v posttestu na téma Dýchání, naopak v posttestu na téma Fotosyntéza se zhoršila. Ke zhoršení došlo u většiny žáků u otázky číslo 3, otázka zněla: „Za kterých podmínek bude průběh fotosyntézy nejefektivnější?“. V posttestu místo správné odpovědi d zvolili odpověď a, jediným rozdílem v odpovědích byla koncentrace různých plynů (a – kyslíku, d – oxidu uhličitého). Větší počet žáků chybujících ve stejné otázce si vysvětlují tím, že žáci po provedení aktivit,

při kterých stále kontrolovali koncentraci kyslíku měli v hlavě zafixovaný kyslík a pak při zodpovídání výše zmíněné otázky, když viděli v možnostech koncentraci kyslíku, tak ji, pro ně nejspíš automaticky, zaškrtnuli. V případě dalšího šetření by bylo zajímavé žákům nabídnout využití nejen čidla koncentrace kyslíku, ale také čidla koncentrace oxidu uhličitého. Tím by si díky mohli ujasnit rozdíl ve využití plynů při průběhu fotosyntézy.

Druhá polovina žáků, 2 skupiny, vykonávající badatelským přístupem laboratorní úlohu na téma Fotosyntéza se více naučila právě z tématu Fotosyntéza. Skupina své vědomosti vylepšila u obou aktivit, ale u aktivity pojaté badatelským přístupem dosáhla většího rozdílu ve výsledcích pre a posttestu.

Porovnáme-li výsledky skupin je vidět, že obě skupiny se naučily více z problematiky řešené badatelským přístupem. První polovina se v posttestu na téma Dýchání zlepšila o 113 %, druhá polovina se zlepšila pouze o 24 %. První polovina se v posttestu na téma Fotosyntéza zhoršila o 9 % ve srovnání s pretestem a druhá polovina se zlepšila o 38 %.

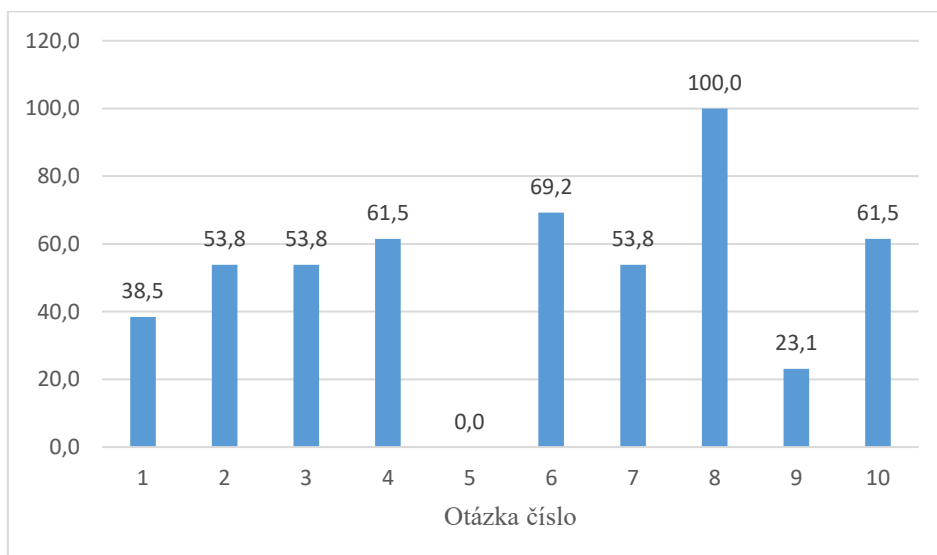
Výsledky jasně potvrzují Rocardovu zprávu (Rocard et al., 2007), využití nových technik (v našem případě badatelsky orientované výuky) je pro žáky zajímavější a tím se stává i efektivnější.

4.2.4 Rozbor pretestu

Analýzou vlastností položek didaktického testu se dají určit důležité informace o kvalitě celého didaktického testu. Didaktický test se dá zkoumat skrze obtížnost úloh, citlivost úloh, analýzu nenormovaných odpovědí a reliabilitu (Jeřábek & Bílek, 2010).

Hodnota obtížnosti u většiny položek byla kolem 50, což znamená, že položky měly dobrý rozpoznávací potenciál. Na Obrázku 2 jsou znázorněny hodnoty obtížnosti. Otázka číslo 9 dosahovala hodnoty obtížnosti 23, jednalo se o snazší úlohu. U dvou úloh dosáhla hodnota obtížnosti extrémních hodnot. Úloha číslo 5 má hodnotu obtížnosti 0, úloha nemá žádný rozlišovací potenciál, všichni žáci znali na úlohu odpověď. Úloha číslo 8 dosáhla hodnoty 100, znamená to, že žádný žák neodpověděl na otázku správně. U úlohy 8 bych se krátce pozastavila. Myslím si, že nikdo ze žáků neodpověděl na otázku správně z toho důvodu, že se v českých školách do žáků již od brzkých let vtluoká, že dýcháme kyslík a vydechujeme oxid uhličitý, tudíž na otázku „Kterého plynu vydechuje člověk nejvíce?“ žáci bez

přemýšlení hned ve 12 případech odpověděli oxidu uhličitého. V posttestu na tu samou otázku odpověděl dobře pouze jeden žák i přes to, že v *Úvodu do tématu/Teorii* v laboratorních arších bylo napsáno, z jakých plynů se atmosféra skládá.



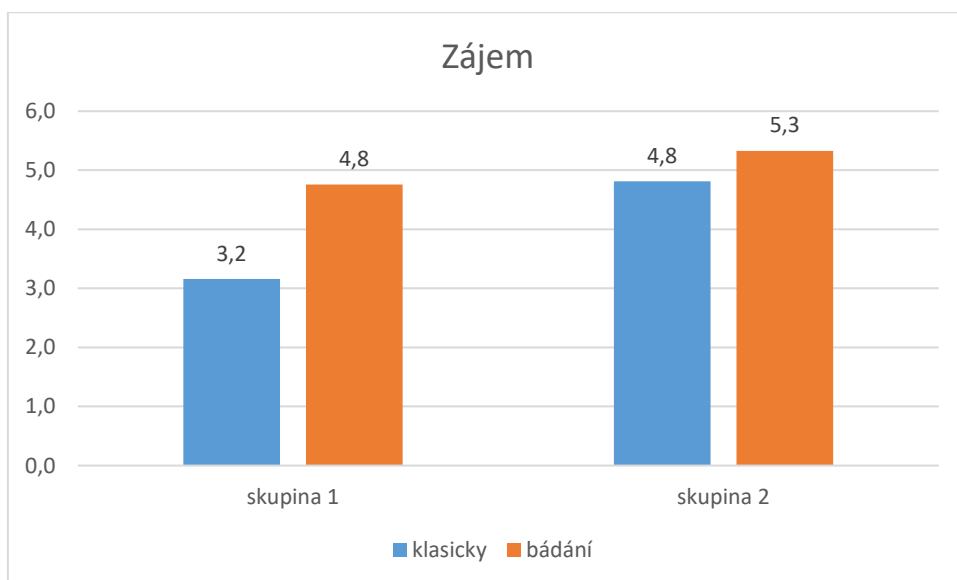
Obr. 2 Výsledky hodnot obtížnosti jednotlivých položek testu

Citlivost položek vyznačuje schopnost testu rozlišovat mezi žáky s horšími a lepšími znalostmi. U 6 položek pretestu dosahují hodnoty koeficientu rozmezí mezi 0,17 a 1, tyto položky dobře rozlišují mezi žáky. V otázkách číslo 5 a 8 dosahuje koeficient hodnoty 0, žáci se nedají rozlišit na základě těchto otázek z toho důvodu, že buď odpověděli všichni dobře (otázka číslo 5), nebo naopak odpověděli všichni špatně (otázka číslo 8). Otázka číslo 4 dosahuje také hodnoty citlivosti 0, na otázku odpověděli správně 2 žáci z „lepší“ a dva žáci z „horší“ poloviny, nedochází tak k rozlišení žáků na základě vědomostí. Položka číslo 6 dosahuje hodnoty citlivosti -0,17, na položku odpovědělo správně více žáků z „horší“ poloviny. Na položku číslo 6 jsem se zaměřila detailněji a při výpočtu hodnoty citlivosti u posttestu jsem došla k hodnotě 0,17, položka tedy žáky rozlišovala, ale až v rámci posttestu.

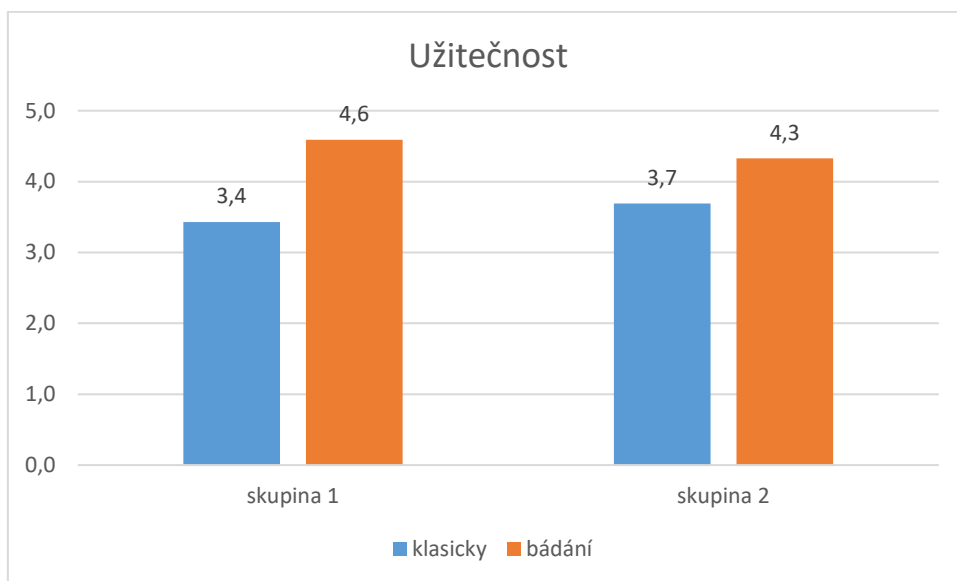
Zjišťováním atraktivnosti jednotlivých distraktorů bylo stanoveno, že žáci u šesti otázek volili pouze mezi třemi odpověďmi, u tří otázek mezi dvěma odpověďmi a u otázky číslo 5 zvolili všichni správnou odpověď. Zbylé distraktory nebyly pro žáky dostatečně atraktivní.

4.2.5 Výsledky IMI u skupin

Výsledky nástroje IMI jsou spíše orientační, jelikož jsou data získána jen z malého vzorku žáků, pokus by bylo třeba opakovat s dalšími skupinami žáků. Bylo by vhodné udělat širší studii do které by se zapojilo více škol a širší škála věkových kategorií žáků, což by přineslo ucelenější data ke zkoumané problematice. Výsledky naznačují funkčnost navržené badatelské aktivity, tvorba dalších úloh by tak mohla vycházet z tohoto postupu. U obou skupin žáků dosáhla vnitřní motivace výrazně vyšší hodnoty při badatelských aktivitách v subškálách *zájem* a *užitečnost*, viz obrázek 3 a obrázek 4. Žáci nehledě na preference či tématu úlohy hodnotili vyššími hodnotami ty úlohy, které plnili pomocí badatelského přístupu. U první poloviny žáků, 2 skupiny, vykonávající badatelským přístupem aktivitu na téma Dýchání byly rozdíly ve výsledcích IMI po klasické a badatelské aktivitě výraznější. Tento fakt byl pravděpodobně způsoben tím, že žáci preferovali již na začátku tuto problematiku. Zjištění, že žáci v druhé skupině vykonávající badatelským přístupem aktivitu na téma Fotosyntéza i přes své původní preference blíže k tématu Dýchání hodnotili úlohu s tématem Fotosyntéza výše potvrzuje, že při konání aktivit badatelským přístupem se cítí být žáci více motivovaní.

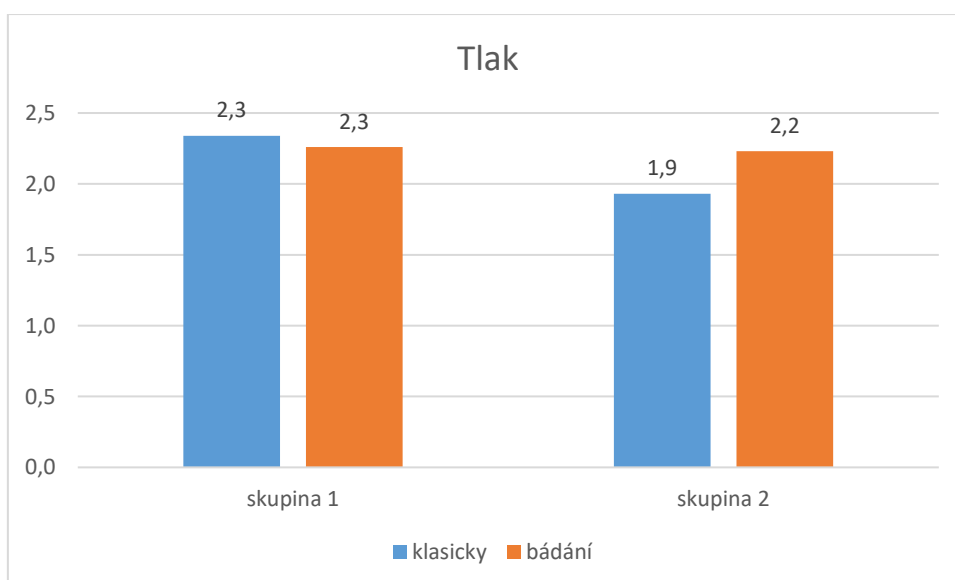


Obr. 3 Vnitřní motivace žáků v subškále zájem



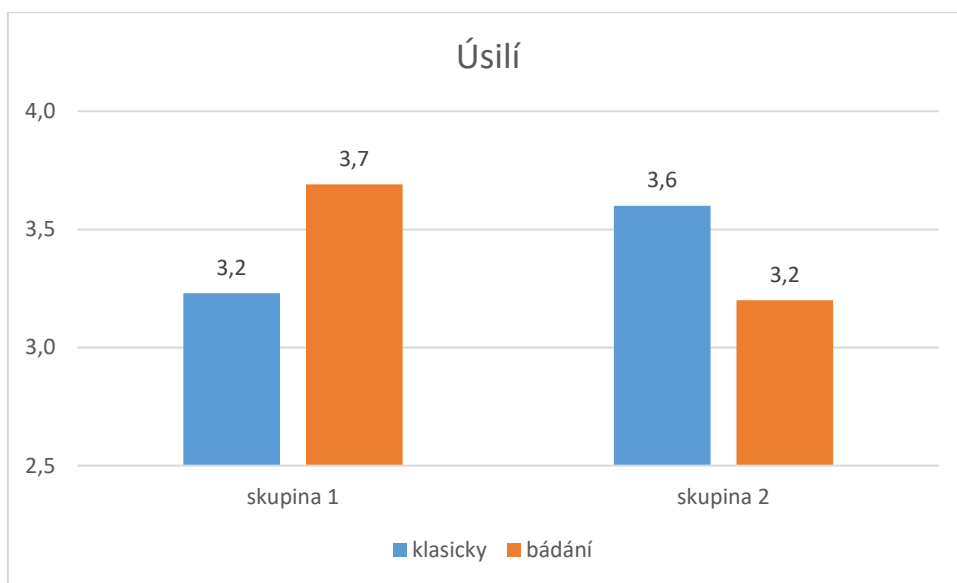
Obr. 4 Vnitřní motivace žáků v subškále užitečnost

Žáci při vykonávání aktivit nepocíťovali tlak v žádné z aktivit, hodnota tlaku u obou skupin i obou přístupů vycházela v rozmezí 1,9 – 2,3, přesné hodnoty jsou zobrazeny na obrázku 5. Dalo by se dlouze polemizovat nad tím, zda jsou tyto výsledky pozitivní či nikoli. Na jednu stranu je správné, že se žáci při konání aktivit necítili nějak špatně/pod tlakem. Na druhou stranu, pokud žák na sobě pociťuje určitý tlak, značí to, že je pro něj důležité při aktivitě uspět.



Obr. 5 Vnitřní motivace žáků v subškále tlak

Vynaložené úsilí hodnotili všichni žáci stejně, což dokládá obrázek 6. Nezáleželo, jakým přístupem aktivitu vykonávali, z výsledků vyplývá, že více úsilí vynaložili při úloze s tématem Dýchání. Tuto skutečnost lze interpretovat tím, že žáci hodnotili úlohy z pohledu svého vydaného úsilí při konání aktivity. Úsilím nejspíš chápali spíše fyzické úsilí, které vynaložili při aktivitě s Dýcháním, kdy museli vydechovat do sáčku vzduch a následně se ze sáčku nadechovat a vzduch opět vydechovat do dalšího sáčku. Tuto domněnku by bylo potřeba ověřit.



Obr. 6 Vnitřní motivace žáků v subškále úsilí

Poslední zkoumanou subškálou bylo vnímání kompetence k řešení předložené aktivity, všechny skupiny žáků ji neohledně na přístup hodnotili 5. Znamená to, že se žáci cítili spíše kompetentní v řešení všech předložených úloh.

Porovnáním výsledků IMI studentů učitelství a žáků 8. ročníku je viditelný rozdíl ve výsledných hodnotách jednotlivých subškál, žáci obecně méně využívali hodnoty na krajích spektra oproti studentům učitelství.

4.2.6 Výsledky rozhovorů

V rozhovorech žáci potvrdili, že jim byla bližší ta úloha, u které postupovali badatelským přístupem. Měli pocit, že takové úloze více rozumí. Obě skupinky se shodly na tom, že se více naučily při aktivitě zaměřené na problematiku dýchání. V jedné ze skupin padl názor, že díky tomu si uvědomili, jak funguje resuscitace. Cílem původně navržené aktivity, již

v rámci projektu¹² bylo s žáky plynule navázat k diskusi na téma první pomoci. V experimentální činnosti žáků na to nebyl prostor, bylo nutné zkoumat zadané cíle, ale je pozitivní zjistit, že i žáci tento skrytý záměr aktivity odhalili.

Téma fotosyntézy žáci pokládali za méně důležité, látku již brali v rámci školní výuky, a tak neviděli žádný přínos konané aktivity. Pro příště by žáci byli rádi více aktivní a chtěli by vykonávat složitější úlohy u kterých je potřeba více přemýšlet. Při upozornění žáků na fakt, že bez fotosyntézy by nebyl kyslík, a tedy ani život obratem odpověděli, že je to pravda, ovšem pro ně není podstatné vědět, kde se kyslík bere, více je zajímavá, jak oni sami mohou ovlivnit například již zmíněnou resuscitaci. Tento fakt je dobré vzít v potaz při dalším vybírání aktivit pro stejně staré žáky.

Už výsledky IMI vykazovaly pozitivní postoje žáků k badatelské aktivitě, v rozhovorech žáci potvrdili, že je z toho důvodu, že je více baví řešení problémových úloh, a nejen slepé následování předloženého postupu. Přepis rozhovorů je uveden v příloze.

4.2.7 Rozbor laboratorních archů

Žáci z první poloviny zpracovávali badatelským přístupem úlohu s tématem Dýchání. Obě skupiny postupovaly stejným způsobem, žáci vždy nejprve o otázce ve skupině diskutovali a poté svoji odpověď formulovali na papír. Na první otázku odpověděli obě skupiny správně: ve vydechovaném vzduchu je stále dostatek kyslíku pro poskytnutí resuscitace. Na druhou otázku odpověděla správně pouze jedna ze skupin: složení plynu, který vydechujeme se mění tak, že se zmenšuje koncentrace kyslíku. Druhá skupina odpověděla, že dochází ke vzniku oxidu uhličitého. Na třetí otázku odpověděli opět obě skupiny správně: kyslík se drží u země díky větší hustotě. Čtvrtá otázka byla rovněž oběma skupinami zodpovězena správně. Graf žáci komentovali již v průběhu měření, uměli jej správně interpretovat. Postup pro ověření maximální doby, kterou vydrží člověk v uzavřené místnosti navrhly skupiny odlišný. První skupina navrhla výpočet, druhou skupina napadlo někoho do místnosti zavřít a čekat, než se ozve, že nemůže dýchat. První skupina přiznala, že by na postup sama nepřišla, věděli, že je potřeba nějakého balonku/pytlíku, ale nevěděli, jak postupovat, druhá skupina odpověděla, že věděla jak na to, ve skutečnosti tomu tak nebylo. Navrhnuté názvy úlohy: I. Skupina –

¹² Projekt autorky: Kuncová & Rusek (2019)

prověřování resuscitace, II. skupina – z plic do plic. První skupina zodpověděla správně o jednu úlohu více a dokázala lépe zhodnotit své schopnosti.

Druhá polovina žáků zpracovávala badatelským přístupem úlohu na téma Fotosyntéza. Skupiny postupovaly stejným způsobem, žáci z každé skupiny nejprve formulovali svoji odpověď a tu posléze zapsali na papír. Na první otázku obě skupiny odpověděli správně, rostlina produkuje nejvíce kyslíku na denním světle. Na druhou otázku odpověděla správně pouze první skupina, druhá skupina nenapsala nic. Na třetí otázku odpověděla správně pouze druhá skupina, při fotosyntéze se energie spotřebovává. Obě skupiny správně seřadily místa s nejvyšší koncentrací kyslíku. Co se týká navržených postupů, tak obě skupiny měly reálné nápady. První skupina by umístila rostlinu na denní světlo, a pak dovnitř. Druhá skupina navrhla ještě konkrétnější postup: jednu rostlinu by nechali růst ve sklepe za svitu lampy a druhou na slunci. Průběh křivky grafu žáci společně správně interpretovali při samotném měření.

Žáci navrhli pro úlohu tyto názvy: I. skupina – podmínky fotosyntézy, II. Skupina – kyslík je kamarád s Karolínkou. Obě skupiny chybovali v jedné úloze, žáci první skupiny nezodpověděli správně třetí otázku, žáci druhé skupiny nenapsali odpověď na druhou otázku, je možné že pouze zapomněli odpověď zapsat. Jinak si obě skupiny vedly stejně dobře.

5 Závěr

Předložená diplomová práce byla zaměřena na badatelsky orientovanou výuku s cílem navrhnout a ověřit badatelskou aktivitu založenou na experimentální činnosti a tuto aktivitu porovnat na základě vnitřní motivace žáků s klasicky pojatou experimentální činností. Cíl práce byl splněn, vnitřní motivace žáků k badatelsky pojaté aktivitě je vyšší než jejich vnitřní motivace k běžné laboratorní aktivitě.

Přínos v kognitivní oblasti byl u žáků vyšší vždy v badatelsky pojaté úloze. Přínos v afektivní oblasti byl pro žáky taktéž vyšší u úloh, při kterých postupovali badatelsky, což dokládají výsledky dotazníku preferencí a potvrzují závěrečné rozhovory se žáky. Ani žákovské preference k jednotlivým tématům neměly vliv na výsledky v kognitivní či afektivní oblasti. Úlohy je tedy možné hodnotit jako použitelné. Žáci se k jejich pojetí vyjadřovali pozitivně. V rozhovoru žáci potvrdili, že je pro ně zajímavější řešit úlohy, u kterých musí sami přemýšlet a takové úlohy, u kterých dochází k výraznější změně sledovaných proměnných. Z výsledků lze usuzovat, že navržené pojetí je to právě pro podporu zájmu žáků o přírodovědné obory.

Limitem práce jsou především malé vzorky, na kterých byly úlohy ověřovány. Je zřejmé, že přesnější informace by bylo možné získat až po ověření na větším vzorku žáků. Limitem je rovněž zpracování numerických hodnot z použitých testů. Jejich vyhodnocení je pouze orientační. Větší výpovědní hodnotu mají ale rozhovory, které potvrzují hodnoty z dotazníků. Žáci hodnotí jako zábavnější ty úlohy, kterým rozuměli a zároveň ty u kterých dochází k výraznějším změnám. Jako důležitější obě skupiny hodnotily úlohu s tématem Dýchání nehledě na to, jakým přístupem úlohu prováděly. Tím potvrdily výsledky dotazníku preferencí, téma Dýchání jim přišlo zajímavější, a především přínosnější pro ně samotné. Potvrzuje se tím pouze to, že žáci na počátku výuky chemie preferují témata, která mají pro ně osobní přínos.

Postup ověřování navržených badatelských úloh se žáky byl komplikovanější z toho důvodu, že bylo potřeba dokázat rozdílnost přínosu badatelské a běžné aktivity při stejném tématu.

Badatelské úlohy jsou vytvořené, jejich účinnost ověřena, pro další použití stačí přejmout připravené pracovní listy a nechat žáky bádát.

Mimo ověření úloh na větším vzorku žáků se nabízí další minimalizace role učitele prostřednictvím předpřipravených nápověd k úlohám. Jejich rozdělení např. do obálek podle zaměření nápovědy umožní žákům vybrat si nápovědu až v momentu, kdy si sami nebudou vědět rady. Učitel pak má zpětnou vazbu, která skupina nápovědy využila. V kombinaci se semaforem jakožto metodou formativního hodnocení by tak bylo možné dosáhnout téměř samostatné práce žáků s učitelovou dopomocí pouze v nutných případech.

6 Seznam použitých informačních zdrojů

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H.-l. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419. doi:10.1002/sce.10118
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Beneš, P. (1999). *Reálné modelové experimenty ve výuce chemie*: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Beneš, P., Rusek, M., & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické Listy*, 109(2), 159-162.
- Bílek, M. (1997). *Výuka chemie s počítačem: chemický didaktický software, testy a testování s počítačovou podporou, počítač a školní chemický experiment*: Gaudeamus.
- Bílek, M., & Hrubý, J. (2014). Počítačem podporovaný školní chemický experiment jako prostředek badatelsky orientované výuky. Retrieved from: [http://chemistrynetwork.pixelonline.org/data/SUE_db/doc/56 Chemistry](http://chemistrynetwork.pixelonline.org/data/SUE_db/doc/56_Chemistry).
- Blažek, R., & Boudová, S. (2017). *Národní zpráva PISA 2015*. In *Týmové řešení problému Dotazníkové šetření* (pp. 56).
- Blažek, R., & Příhodová, S. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015*. In *Národní zpráva Přírodovědná gramotnost*.
- Brander, P. (2012). *Compass: Manual for human rights education with young people*: Council of Europe.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Carpinetti, M., Childs, P., Johanna Dittmar, Ingo Eilks, David Fortus, Marco Giliberti, . . . Yayon, M. (2015). *Výuka způsobem TEMI. Jak používání záhad podporuje učení přírodních věd*. In Praha: TEMI – Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated
- Čtrnáctová, H., Čížková, V., Hlavová, L., & Řezníčková, D. (2012). Science knowledge of students in the time of curricular reform. *Chemistry Education in the Light of the Research*, 54-58.
- Čtrnáctová, H., & Zámečníková, V. (2017). Inquiry-based Chemistry Education–The Development of Teaching and Learning Units. In M. Rusek, D. Stárková, & I. B. Metelková (Eds.), *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech Project-based education in science education XIV*. (pp. 131-138).
- Dostál, J. (2013). Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trendy ve vzdělávání*, 1(1), 9-19.
- Dostál, J. (2015a). *Badatelsky orientovaná výuka : pojetí, podstata, význam a přínosy*.
- Dostál, J. (2015b). *Badatelsky orientovaná výuka: Kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Intrinsic Motivation Inventory (IMI). Retrieved from <https://www.google.com/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2a>

[hUKEwjsxb6nmYnjAhV65KYKHcP5AM0QFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fgih.instructure.com%2Ffiles%2F2040%2Fdownload%3Fdownload_frd%3D1&usg=AOvVaw2rAGLnYxKuRIID6eTOva8l](https://www.researchgate.net/publication/328111111)

- Jackson, P. W. (1990). *Life in classrooms*: Teachers College Press.
- Janík, T., & Stuchlíková, I. (2013). Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí. *Scientia in Educatione, Vol 1, Iss 1 (2013)*(1).
- Janoušková, S., Hubáčková, L., Pumpr, V., & Maršák, J. (2014). Přírodovědná gramotnost v preprimárním a raném období primárního vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in educatione, 5*(1), 36-49.
- Jeřábek, O., & Bílek, M. (2010). *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kropáč, J., Kubíček, Z., Chráska, M., & Havelka, M. (2004). Didaktika technických předmětů: vybrané kapitoly. *Olomouc, Univerzita Palackého*.
- Kuncová, L., & Rusek, M. (2019). V hlavní roli: kyslík. In M. Rusek & K. Vojříř (Eds.), *Project-based Education and Other Activating Strategies in Science Education XVI*. (pp. 47-55). Prague: Charles University, Faculty of Education.
- Lindler, M. (2014). Project Learning for University Students. In M. R. D. Stárková (Ed.), *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XII*. (pp. 10-15). Prague: Charles University in Prague, Faculty of Education.
- Mareš, J., & Gavora, P. (1999). *Anglicko-český pedagogický slovník = English-Czech educational dictionary* (Vydání první ed.): Portál.
- McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: A confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 60*(1), 48-58.
- Morgan, D. L. (2001). *Ohniskové skupiny jako metoda kvalitativního výzkumu*: Sdružení SCAN.
- OECD. (2019). *What is PISA?* Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/>
- Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*: University of Illinois press.
- Papáček, M. (2013). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Educatione, Vol 1, Iss 1 (2013)*(1).
- PROFILES. (2014). Retrieved from <https://profiles.ped.muni.cz/>
- Rakow, S. J. (1986). *Teaching Science as Inquiry. Fastback 246*: ERIC.
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. (2007). In.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. (2017). In.
- Reichel, J. (2009). *Kapitoly metodologie sociálních výzkumů*: Grada Publishing as.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Brusel: European Commission.
- Rusek, M., & Gabriel, Š. (2013). Student Experiment insertion in Project-based Education. *Project-Based Education in Chemistry and Related Fields X*, 38-44.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist, 55*(1), 68.

- Smith, T. A., & Phillips, R. (2016). Informal Education, Its Drivers and Geographies: Necessity and Curiosity in Africa and the West. In (pp. 65). Singapore: Springer Singapore.
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.
- Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. *Didaktika biologie v České republice*, 129-135.
- Škoda, J., & Doulik, P. (2009). Lesk a bída školního chemického experimentu. *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. Research, Theory and Practice in Chemistry Didactics XIX, 1*, 238-245.
- Tomášek, V., Basl, J., & Janoušková, S. (2016). *Mezinárodní šetření TIMSS 2015*. In (pp. 57).
- Trna, J. (2013). In T. Janík, J. Slavík, V. Mužík, J. Trna, T. Janko, V. Lokajíčková, & P. Zlatníček (Eds.), *Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky* (pp. 284-293). Brno: Masarykova univerzita.

7 Přílohy

7.1 Pracovní listy

7.1.1 Pracovní list pro téma Fotosyntéza – badatelský přístup

1. Pokus: _____

Úvod do tématu

Fotosyntéza je složitý proces, který využívají rostliny k přeměně energie světelného záření na energii chemických vazeb. Dochází k přeměně jednoduchých látek (voda a oxid uhličitý) na látky složitější (sacharidy). Odpadním produktem fotosyntézy je kyslík. U rostlin probíhá také buněčné dýchání, při kterém se štěpí složitější látky (uvolňuje se energie chemických vazeb), dochází ke spotřebě kyslíku.

Otázky před zahájením pokusu

V jakém případě (denní světlo, lampa, tma) bude produkce kyslíku rostlinou nejvyšší? Odůvodněte své tvrzení. **Navrhněte postup**, jakým byste své tvrzení dokázali.

Ve kterých buněčných strukturách probíhá fotosyntéza?

O který děj se z energetického hlediska jedná? Spotřebovává se energie nebo naopak vytváří?

Na kterém z uvedených míst je ve vzduchu vyšší koncentrace kyslíku, na pláži v turecké Antalii, na vrcholu Milešovky nebo ve druhém výškovém táboře při výstupu na K2? Seřad'te uvedené sestupně podle koncentrace kyslíku.

Pomůcky

čidlo koncentrace kyslíku Vernier O2-BTA, plastová nádobka, čerstvě utržené zelené listy rostlin, lampa, tmavá látka

Příprava

Pomocí USB kabelu připojte čidlo k počítači a spusťte program Logger Lite, v menu vyberte Experiment → Sběr dat, doba měření 1 800 sekund a potvrďte tlačítkem Hotovo.

Postup

1. Plastovou nádobku naplňte zelenými listy rostlin.
2. Utěsněte hrdlo plastové nádoby tělem čidla kyslíku.
3. Nádobku nechte volně stát na denním světle.
4. Spusťte měření zeleným tlačítkem.
5. Po deseti minutách měření umístěte nádobku pod lampu.
6. Po dalších deseti minutách měření zasněte lampu a zakryjte nádobku tmavou látkou tak, aby skrz ni žádné světlo k listům nepronikalo. Znovu deset minut vyčkejte.

Závěr

Vysvětlete jednotlivé části výsledného grafu, jaký vliv má působení světla na fotosyntézu?

Porovnejte vámi navržený postup s daným postupem.

Vytvořte název k této úloze.

7.1.2 Pracovní list pro téma Dýchání – badatelský přístup

2. Pokus: _____

Úvod do tématu

Vzduch je složen přibližně ze 78 % z dusíku, 21 % kyslíku a malého množství dalších plynů, především argonu a oxidu uhličitého. Při dýchání se vzduch dostane do plic, kde část kyslíku přejde do krevního řečiště. Krví je dál přenášen po těle.

Otázky před zahájením pokusu

Nadechujeme-li se za účelem získání kyslíku, a vydechujeme-li oxid uhličitý, jak je možné, že funguje dýchání z úst do úst jako metoda resuscitace?

Jaké se mění složení plynu, který vydechujeme?

Kde ve třídě je nejvyšší koncentrace kyslíku, u země nebo u stropu? Proč tomu tak je?

Vysvětlete, proč atleti před závody jezdí trénovat do míst s vyšší nadmořskou výškou.

Navrhňte postup, jakým byste ověřili, že metoda resuscitace dýchání z úst do úst funguje.

Pomůcky

čidlo koncentrace kyslíku Vernier O2-BTA, mikrotenové sáčky (minimálně 2)

Příprava

Pomocí USB kabelu připojte čidlo k počítači a spusťte program Logger Lite.

Postup

1. Připravte si mikrotenový sáček a ověřte, že není děravý.
2. Spusťte měření zeleným tlačítkem.
3. Zapište si koncentraci kyslíku v místnosti.
4. Mikrotenový sáček „zmačkejte“, aby v něm nebyl žádný vzduch. Do sáčku vložte čidlo.
5. Připravte si otvor pro vdechování.
6. Hluboce se nadechněte, lehce vydechněte a zbytek vzduchu z plic vydechněte do sáčku. Sáček rukou uzavřete.
7. Několik desítek sekund vyčkejte na ustálení zobrazované hodnoty. Jakmile se číslo přestane výrazně měnit, vyjměte čidlo ze sáčku a znovu několik desítek sekund počkejte, než se měřená hodnota vrátí zpět na koncentraci v místnosti.
8. Připravte si druhý sáček a proveďte postup popsany v bodech 4 a 5.
9. Nadechněte se vzduchu z prvního sáčku.
10. Vzduch vydechněte do druhého sáčku, sáček uzavřete a po několika desítkách sekund si zaznamenejte zobrazovanou hodnotu.

Závěr

Vysvětlete jednotlivé části grafu, popište, kterým aktivitám odpovídají.

Navrhňte postup, jakým byste zjistili maximální dobu, kterou vydrží člověk v uzavřené místnosti bez přístupu vzduchu.

Porovnejte vámi navržený postup s daným postupem.

Vytvořte název k této úloze.

7.1.3 Pracovní list pro téma Fotosyntéza – klasický přístup

Při experimentu se postupovalo podle návodu dostupného na stránkách Vernier, přímý odkaz: <http://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/fotosynteza>

Fotosyntéza

Pomůcky

Čidlo koncentrace kyslíku Vernier O2-BTA, plastová nádobka dodávaná společně s čidlem, čerstvě utržené (nezvadlé) zelené listy rostlin.

Teorie

Fotosyntéza je složitý biochemický proces, který využívají rostliny k přeměně energie světelného záření na energii chemických vazeb – tato energie je pak ukládána v energeticky bohatých sloučeninách, jako jsou například cukry. Odpadním produktem fotosyntézy je kyslík. Vedle fotosyntézy u rostlin probíhá také buněčné dýchání, při kterém se energie chemických vazeb uvolňuje oxidací (dochází ke spotřebě kyslíku).

Příprava měření

1. Pomocí USB kabelu připojte rozhraní LabQuest Mini k počítači.
2. Do rozhraní LabQuest Mini zapojte čidlo koncentrace kyslíku Vernier O2-BTA.
3. Spusťte program Logger Lite a vyberte v menu Experiment → Sběr dat.
4. Nastavte dobu měření na 1 200 sekund a potvrďte tlačítkem Hotovo.

Provedení experimentu

1. Plastovou nádobku naplňte zelenými listy rostlin.
2. Tělem čidla kyslíku utěsněte hrdlo plastové nádoby (obrázek vpravo).
3. Umístěte nádobku tak, aby na ni dopadaly sluneční paprsky (nejlépe za okno).
4. Spusťte měření tlačítkem . Koncentrace kyslíku by se měla začít pozvolna zvyšovat.
5. Po deseti minutách měření zakryjte nádobku tmavou látkou tak, aby skrz ni naopak žádné světlo k listům nepronikalo. Znovu deset minut vyčkejte.

Ukázka naměřených dat

Z naměřené křivky je patrné, že pokud na listy dopadá světlo, koncentrace kyslíku v nádobě se zvyšuje. Naopak, jakmile přístupu světla zamezíme, koncentrace kyslíku začne klesat.

Závěr

Dopadá-li na listy rostliny dostatek světla, produkce kyslíku při fotosyntéze převyší spotřebu kyslíku při buněčném dýchání – koncentrace kyslíku se pozvolna zvyšuje. Při nedostatku světla nestačí fotosyntéza nahrazovat kyslík spotřebovaný při buněčném dýchání, koncentrace kyslíku v nádobě se proto postupně snižuje.

Poznámky

- Vzorové měření bylo provedeno v létě při oblačné obloze. Při přímém dopadu slunečních paprsků je produkce kyslíku výrazně rychlejší. Při zcela zatažené obloze naopak experiment použitelné výsledky nedává.
- Zejména při delším měření je vhodné tělo čidla zakrýt (zastínit) tak, aby jej sluneční záření zbytečně nezahřívalo.
- Body 3 a 4 postupu (zakrývání a osvětlování vzorku) lze samozřejmě několikrát po sobě zopakovat.
- Podobně realizovaný experiment ukazuje též video www.vernier.cz/video/fotosynteza

7.1.4 Pracovní list pro téma Dýchání – klasický přístup

Při experimentu se postupovalo podle návodu dostupného na stránkách Vernier, přímý odkaz: <http://www.vernier.cz/stahnout/kucharka/kod/spotreba-kysliku-pri-dychani>

Kolik kyslíku spotřebujeme při dýchání?

Pomůcky

Čidlo koncentrace kyslíku Vernier O2-BTA, mikrotenový sáček.

Teorie

Vzduch kolem nás obsahuje přibližně 78 % dusíku, 21 % kyslíku a malé množství dalších plynů. Při dýchání se vzduch dostane do plic, kde část kyslíku přejde do krevního řečiště. Experiment ukáže, že vzduch vydechovaný z plic obsahuje skutečně méně kyslíku než vzduch nadechovaný.

Příprava měření

1. Pomocí USB kabelu připojte rozhraní LabQuest Mini k počítači.
2. Do rozhraní LabQuest Mini zapojte čidlo koncentrace kyslíku Vernier O2-BTA.
3. Spusťte program Logger Lite.

Provedení experimentu

1. Spusťte měření tlačítkem .
2. Mikrotenový sáček „zmačkejte“, aby v něm nebyl žádný vzduch. Vydechněte do sáčku, vložte do něj čidlo koncentrace kyslíku a sáček rukou uzavřete jako na obrázku níže.
3. Je třeba několik desítek sekund vyčkat na ustálení zobrazované hodnoty. Jakmile se číslo přestane výrazně měnit, vyjměte čidlo ze sáčku a znovu několik desítek sekund počkejte, než se měřená hodnota vrátí zpět na koncentraci v místnosti.
4. Nyní zadržte alespoň na 15 sekund dech a body 2 a 3 zopakujte.

www.vernier.cz/kucharka

Ukázka naměřených dat

První pokles měřené koncentrace (v čase 20 až 80 sekund) odpovídá obyčejnému výdechu, druhý pokles (v čase 120 až 180 sekund) odpovídá výdechu po přibližně dvacetisekundovém zadržení dechu.

Závěr

Experiment ukázal, že ve vydechnutém vzduchu je koncentrace kyslíku znatelně nižší ve srovnání s nadechovaným vzduchem. Zatímco běžně naměříme ve vzduchu přibližně 21 % kyslíku (v zaplněné učebně i méně), ve vydechnutém vzduchu to bylo v našem případě už jen kolem 18 %.

Ještě méně kyslíku vydechujeme poté, co na nějakou dobu dech zadržíme. Během zadržení dechu totiž kyslík v plicích nadále prostupuje do krve. V našem ukázkovém měření klesla po zadržení dechu koncentrace na 16 % (konkrétní hodnota závisí na době zadržení dechu).

Poznámky

- Pokud budou experiment provádět žáci, doporučujeme hlídat, aby v rámci soutěživosti při zadržování dechu nepřecenili své možnosti a neudělalo se jim nevolno. V každém případě je nechte při tomto experimentu sedět.
- Přesnějších výsledků dosáhnete, pokud těsně před vydechnutím vyfouknete menší část vzduchu mimo sáček – jde o vzduch z „mrtvého“ prostoru průdušnice, kde se výměna plynů neodehrává (pouze tudý vzduch proudí do plic a z plic).
- Čidlo koncentrace kyslíku je nutné skladovat ve svislé poloze (vývod kabelu je orientován nahoru).

7.2 Dotazník preferencí

1, Dýchání

Z čeho je složen vzduch? Má vzduch všude na světě stejné složení? Proč musí člověk při tělesném cvičení dýchat více než při odpočinku? Co je úkolem plic? Čím se distribuuje kyslík po těle? Co to je resuscitace a jak funguje? Jak dlouho vydrží člověk bez přístupu vzduchu?

Zábavné	1	2	3	4	5	6	7	Nudné
Užitečné	1	2	3	4	5	6	7	K ničemu mi to nebude

Zajímavé	1	2	3	4	5	6	7	Nezajímavé
Důležité	1	2	3	4	5	6	7	Nepodstatné
Chci znát souvislosti	1	2	3	4	5	6	7	Stačí vygooglit
Snadné	1	2	3	4	5	6	7	Obtížné
Hodnotné	1	2	3	4	5	6	7	Nemá to smysl
Je mi to blízké	1	2	3	4	5	6	7	Je mi to vzdálené

2, Fotosyntéza

Co je to fotosyntéza a jak probíhá? Jaké podmínky jsou pro fotosyntézu nutné? Bylo by možné žít bez rostlin? Mají schopnost fotosyntézy všechny rostliny? Ovlivňují průběh fotosyntézy fyzikální veličiny jako například tlak či teplota?

Zábavné	1	2	3	4	5	6	7	Nudné
Užitečné	1	2	3	4	5	6	7	K ničemu mi to nebude
Zajímavé	1	2	3	4	5	6	7	Nezajímavé
Důležité	1	2	3	4	5	6	7	Nepodstatné
Chci znát souvislosti	1	2	3	4	5	6	7	Stačí vygooglit
Snadné	1	2	3	4	5	6	7	Obtížné
Hodnotné	1	2	3	4	5	6	7	Nemá to smysl
Je mi to blízké	1	2	3	4	5	6	7	Je mi to vzdálené

V každém řádku zakroužkuj číslo na škále od 1 (zábavné atd.) do 7(nudné atd.)

7.3 Vstupní test (pretest)

- 1) Co je to fotosyntéza?
 - a) Proces, při kterém dochází k pohlcování světelného záření, vznikají tak složitější sloučeniny
 - b) Proces, při kterém dochází k pohlcování světelného záření, vznikají tak jednodušší sloučeniny
 - c) Proces, při kterém dochází k pohlcování rentgenového záření,
 - d) Proces, při kterém nedochází k pohlcování světelného záření

- 2) Které plyny ovlivňují produkci kyslíku při fotosyntéze?
 - a) Kyslík
 - b) Oxid uhličitý
 - c) Dusík
 - d) Argon

- 3) Za kterých podmínek bude průběh fotosyntézy nejefektivnější?
 - a) Světlo, voda, optimální teplota, dostatečná koncentrace kyslíku
 - b) Tma, uzavřená místnost, optimální teplota, dostatečná koncentrace oxidu uhličitého
 - c) Světlo, uzavřená místnost, dostatečná koncentrace kyslíku
 - d) Světlo, voda, optimální teplota, dostatečná koncentrace oxidu uhličitého

- 4) Ve kterých částech buňky rostlin fotosyntéza probíhá?
 - a) Chloroplasty
 - b) Mitochondrie
 - c) Vakuola
 - d) Buněčná stěna

- 5) V jakém případě bude fotosyntéza probíhat nejrychleji?
 - a) Při světle svíčky
 - b) Při dálkovém světle aut
 - c) Za denního světla
 - d) Ve tmě

- 6) Kterého plynu je ve vzduchu nejvíce?
- a) Kyslíku
 - b) Dusíku
 - c) Helia
 - d) Oxid uhličitýho
- 7) Co je přenašečem kyslíku v těle člověka?
- a) Krev
 - b) Voda
 - c) Povrch kůže
 - d) Nervová vlákna
- 8) Kterého plynu vydechuje člověk nejvíce?
- a) Oxidu uhličitýho
 - b) Kyslíku
 - c) Vodní páry
 - d) Dusíku
- 9) Jsi v uzavřené místnosti, kde se vzduch nehýbe. Ve které části místnosti bude nejvíce kyslíku?
- a) U země
 - b) U stropu
 - c) Všude stejně
 - d) Vždycky jinak
- 10) Jak je možné, že funguje umělé dýchání, když člověk vydechuje vzduch již se spotřebovaným kyslíkem?
- a) Množství kyslíku ve vydechovaném vzduchu není podstatné
 - b) Důležitou roli hraje schopnost zadržení vzduchu v plicích zachránce
 - c) Množství kyslíku ve vydechovaném vzduchu je dostačující
 - d) Podstatné je ohřátí organismu dechem zachránce. Krev resuscitovaného se tím rozproudí

7.4 Závěrečný test (posttest)

7.4.1 Závěrečný test po tématu Fotosyntéza

- 1) Co je to fotosyntéza?
 - a) Proces, při kterém dochází k pohlcování světelného záření, vznikají tak složitější sloučeniny
 - b) Proces, při kterém dochází k pohlcování světelného záření, vznikají tak jednodušší sloučeniny
 - c) Proces, při kterém dochází k pohlcování rentgenového záření,
 - d) Proces, při kterém nedochází k pohlcování světelného záření

- 2) Které plyny ovlivňují produkci kyslíku při fotosyntéze?
 - a) Kyslík
 - b) Oxid uhličitý
 - c) Dusík
 - d) Argon

- 3) Za kterých podmínek bude průběh fotosyntézy nejefektivnější?
 - a) Světlo, voda, optimální teplota, dostatečná koncentrace kyslíku
 - b) Tma, uzavřená místnost, optimální teplota, dostatečná koncentrace oxidu uhličitého
 - c) Světlo, uzavřená místnost, dostatečná koncentrace kyslíku
 - d) Světlo, voda, optimální teplota, dostatečná koncentrace oxidu uhličitého

- 4) Ve kterých částech buňky rostlin fotosyntéza probíhá?
 - a) Chloroplasty
 - b) Mitochondrie
 - c) Vakuola
 - d) Buněčná stěna

5) V jakém případě bude fotosyntéza probíhat nejrychleji?

- a) Při světle svíčky
- b) Při dálkovém světle aut
- c) Za denního světla
- d) Ve tmě

7.4.2 Závěrečný test po tématu Dýchání

1) Kterého plynu je ve vzduchu nejvíce?

- a) Kyslíku
- b) Dusíku
- c) Helia
- d) Oxid uhličitýho

2) Co je přenašečem kyslíku v těle člověka?

- a) Krev
- b) Voda
- c) Povrch kůže
- d) Nervová vlákna

3) Kterého plynu vydechuje člověk nejvíce?

- a) Oxidu uhličitýho
- b) Kyslíku
- c) Vodní páry
- d) Dusíku

4) Jsi v uzavřené místnosti, kde se vzduch nehýbe. Ve které části místnosti bude nejvíce kyslíku?

- a) U zem

- b) U stropu
- c) Všude stejně
- d) Vždycky jinak

5) Jak je možné, že funguje umělé dýchání, když člověk vydechuje vzduch již se spotřebovaným kyslíkem?

- a) Množství kyslíku ve vydechovaném vzduchu není podstatné
- b) Důležitou roli hraje schopnost zadržení vzduchu v plicích zachránce
- c) Množství kyslíku ve vydechovaném vzduchu je dostačující
- d) Podstatné je ohřátí organismu dechem zachránce. Krev resuscitovaného se tím rozproudí

7.5 Dotazník vnitřní motivace (IMI)

7.5.1 Dotazník vnitřní motivace po tématu Fotosyntéza

Uvedené položky se týkají tvé zkušenosti s daným úkolem. Odpověz na všechny z nich. U každého výroku pak vyznač, do jaké míry je o tobě pravdivý. K odpovědím použij následující škálu:

1	2	3	4	5	6	7
zcela		do jisté míry			naprosto	
nepravdivý		pravdivý			pravdivý	

- | | |
|---|---------------|
| 1. Tato činnost byla zábavná. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 2. Myslím si, že vykonávání této činnosti je užitečné pro každého. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 3. U této činnosti jsem se cítil/a velmi napjatý/á. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 4. Myslím, že ve srovnání s ostatními žáky se mi v této činnosti docela dařilo. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 5. U této činnosti jsem se moc nesnažil/a uspět. | 1 2 3 4 5 6 7 |

6. Myslím si, že vykonávání této činnosti by mi mohlo pomoci při pochopení fotosyntézy. 1 2 3 4 5 6 7
7. Tuto činnost bych popsal/a jako velmi zajímavou. 1 2 3 4 5 6 7
8. Při práci na tomto úkolu jsem cítil/a úzkost. 1 2 3 4 5 6 7
9. Věnoval/a jsem tomu hodně úsilí. 1 2 3 4 5 6 7
10. Když jsem tuto činnost vykonával/a, říkal/a jsem si, že mě opravdu baví. 1 2 3 4 5 6 7
11. Myslím si, že tato činnost je důležitá. 1 2 3 4 5 6 7
12. Tuto činnost jsem docela ovládal/a. 1 2 3 4 5 6 7
13. V tomto úkolu pro mě bylo důležité uspět. 1 2 3 4 5 6 7
14. Myslím si, že vykonávání této činnosti by mi mohlo prospět. 1 2 3 4 5 6 7
15. Tato činnost mi připadala nudná. 1 2 3 4 5 6 7
16. U této činnosti jsem se cítil/a velmi uvolněně. 1 2 3 4 5 6 7
17. Když tuto činnost chvíli dělám, mám pocit, že už ji docela ovládám. 1 2 3 4 5 6 7
18. Byl bych ochotný/Byla bych ochotná tuto činnost dělat znovu, protože pro mě má určitou hodnotu. 1 2 3 4 5 6 7
19. Tato činnost mě vůbec nezaujala. 1 2 3 4 5 6 7
20. Se svým výkonem v této činnosti jsem spokojený/spokojená. 1 2 3 4 5 6 7
21. Myslím si, že je užitečné tuto činnost dělat, protože může rozvíjet přírodovědné myšlení. 1 2 3 4 5 6 7
22. U této činnosti jsem se cítil/a pod tlakem. 1 2 3 4 5 6 7
23. Nevěnoval/a jsem tomu moc energie. 1 2 3 4 5 6 7
24. Tato činnost mi připadala docela zábavná. 1 2 3 4 5 6 7
25. Myslím, že jsem v této činnosti docela dobrý/dobrá. 1 2 3 4 5 6 7

- | | |
|---|---------------|
| 26. U této činnosti jsem nebyl/a vůbec nervózní. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 27. Tato činnost mi moc nešla. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 28. Myslím si, že tato činnost by pro mě mohla mít nějakou hodnotu. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 29. Tato činnost se mi velmi líbila. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 30. U této činnosti jsem se opravdu velmi snažil/a. | 1 2 3 4 5 6 7 |

7.5.2 Dotazník vnitřní motivace po tématu Dýchání

Uvedené položky se týkají tvé zkušenosti s daným úkolem. Odpověz na všechny z nich. U každého výroku pak vyznač, do jaké míry je o tobě pravdivý. K odpovědím použij následující škálu:

1	2	3	4	5	6	7
	zcela		do jisté míry			naprosto
	nepravdivý		pravdivý			pravdivý

- | | |
|--|---------------|
| 1. Tato činnost byla zábavná. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 2. Myslím si, že vykonávání této činnosti je užitečné pro každého. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 3. U této činnosti jsem se cítil/a velmi napjatý/á. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 4. Myslím, že ve srovnání s ostatními žáky se mi v této činnosti docela dařilo. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 5. U této činnosti jsem se moc nesnažil/a uspět. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 6. Myslím si, že vykonávání této činnosti by mi mohlo pomoci při pochopení principu resuscitace. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 7. Tuto činnost bych popsal/a jako velmi zajímavou. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 8. Při práci na tomto úkolu jsem cítil/a úzkost. | 1 2 3 4 5 6 7 |
| 9. Věnoval/a jsem tomu hodně úsilí. | 1 2 3 4 5 6 7 |

10. Když jsem tuto činnost vykonával/a, říkal/a jsem si, že mě opravdu baví. 1 2 3 4 5 6 7
11. Myslím si, že tato činnost je důležitá. 1 2 3 4 5 6 7
12. Tuto činnost jsem docela ovládal/a. 1 2 3 4 5 6 7
13. V tomto úkolu pro mě bylo důležité uspět. 1 2 3 4 5 6 7
14. Myslím si, že vykonávání této činnosti by mi mohlo prospět. 1 2 3 4 5 6 7
15. Tato činnost mi připadala nudná. 1 2 3 4 5 6 7
16. U této činnosti jsem se cítil/a velmi uvolněně. 1 2 3 4 5 6 7
17. Když tuto činnost chvíli dělám, mám pocit, že už ji docela ovládám. 1 2 3 4 5 6 7
18. Byl bych ochotný/Byla bych ochotná tuto činnost dělat znovu, protože pro mě má určitou hodnotu. 1 2 3 4 5 6 7
19. Tato činnost mě vůbec nezaujala. 1 2 3 4 5 6 7
20. Se svým výkonem v této činnosti jsem spokojený/spokojená. 1 2 3 4 5 6 7
21. Myslím si, že je užitečné tuto činnost dělat, protože může rozvíjet přírodovědné myšlení. 1 2 3 4 5 6 7
22. U této činnosti jsem se cítil/a pod tlakem. 1 2 3 4 5 6 7
23. Nevěnoval/a jsem tomu moc energie. 1 2 3 4 5 6 7
24. Tato činnost mi připadala docela zábavná. 1 2 3 4 5 6 7
25. Myslím, že jsem v této činnosti docela dobrý/dobrá. 1 2 3 4 5 6 7
26. U této činnosti jsem nebyl/a vůbec nervózní. 1 2 3 4 5 6 7
27. Tato činnost mi moc nešla. 1 2 3 4 5 6 7
28. Myslím si, že tato činnost by pro mě mohla mít nějakou hodnotu. 1 2 3 4 5 6 7
29. Tato činnost se mi velmi líbila. 1 2 3 4 5 6 7

30. U této činnosti jsem se opravdu velmi snažil/a.

1 2 3 4 5 6 7

7.6 Závěrečné rozhovory se žáky

První polovina:

1. Co byste rádi ještě zkoumali?

Rozdíl mezi normálním člověkem a astmatikem, rozdíl hodnot, kolik kyslíku mu stačí.

2. Která úloha vám byla bližší?

Dýchání, byla to větší zábava, větší změny. Záživnější, víc nás to zajímá. Je to potřebnější.

Kdyby nebylo fotosyntézy tak přece nemáte co dýchat. Proč bych měl vědět kolik která kytka vytvoří kyslíku?

3. Ze které úlohy jste se víc naučili a co?

Dýchání, astmatikům stačí méně.

Jedna žákyně odpověděla fotosyntéza – naučila jsem se, že na světle probíhá rychleji.

4. Co byste nám doporučili pro příště?

Těžší věci, nemuset vše popisovat.

Znovu by raději opakovali aktivitu s dýcháním, něco tam sami dělali, nešlo pouze o sledování dat. Sami museli něco dát do pokusu. Klidně by přišli na pokus znovu, ale chtěli by něco “záživnějšího”, něco, kde se mění čísla.

Druhá polovina:

1. Co byste rádi ještě zkoumali?

Buňky v lidském těle, něco na plicích. Pokusy s kolou a mentos a s jídlem. Lidské prdy, jejich složení, zápalnost, atd.

2. Která úloha vám byla bližší?

Fotosyntéza!

Žákům se líbilo, že byli venku. Bavilo je to víc, protože tomu rozuměli.

3. Ze které úlohy jste se víc naučili a co?

Dýchání. Když někdo zkolabuje, tak máme jistotu, že je resuscitace účinná. Vědomosti z fotosyntézy v běžném životě nepoužijeme.

Nic nového se nedozvěděli, látku brali ve škole.

4. Co byste nám doporučili pro příště?

Víc nás baví úlohy, kde musíme přemýšlet.