

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh a ověření badatelsky orientovaných úloh na téma Oddělování složek
směsi pro žáky ZŠ

Design and verification of inquiry-based tasks on the topic of separating the
components of a mixture for elementary school learners

Jakub Sohar

Vedoucí práce: RNDr. Kateřina Chroustová Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání, Výchova ke zdraví se
zaměřením na vzdělávání

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Návrh a ověření badatelsky orientovaných úloh na téma Oddělování složek směsi pro žáky ZŠ potvrzuji, že jsem ji vypracoval pod vedením vedoucí 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 10.července 2023

Zde bych rád poděkoval především své vedoucí RNDr. Kateřina Chroustové Ph.D. za cenné rady, ochotu, a hlavně velkou trpělivost při vypracovávání této práce.

Poděkování nesmí chybět ani učitelům, kteří si i přes svou vytíženost našli čas k vyplnění mého dotazníku a pomohli tak k opatření dat k vypracování této práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce zpracovává problematiku badatelsky orientované výuky, a to hlavně v rámci výuky chemie pro žáky základní školy. V první polovině teoretické části se tedy věnuji vymezení úrovní BOV, její proces zařazení do výuky a vymezení pojmu IBSE (inquiry-based science education). Druhá polovina je věnována popsáním chemických postupů a rešerše publikovaných BOV námětů na oddělování směsí. Hlavním cílem následné praktické části bylo navrhnout a ověřit nově vytvořené BOV úlohy. Celkově jsou popsány tři pokusy specificky na téma filtrace, které splňují podstatu strukturovaného bádání a jsou navrženy pro žáky, jež se s chemií a její podstatou teprve seznamují. Důležitou myšlenkou pro úlohy bylo vytvořit je tak, aby si je žáci mohli vyzkoušet i v domácím prostředí, a tím dále prohlubovali své schopnosti v bádání. Efektivitu a funkčnost samotných experimentů byla podložena vlastním provedením a kvalitativním analýzou, jež byla založena na informacích získaných z dotazníků, které jsem rozeslal učitelům chemie ze základních škol.

KLÍČOVÁ SLOVA

Badatelsky orientovaná výuka, metody oddělování směsí, návrh a ověření úloh

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the issue of research-oriented teaching, mainly within the framework of teaching chemistry for elementary school students. In the first half of the theoretical part, I therefore focus on the definition of BOV levels, the process of including it in teaching and the definition of the term IBSE (inquiry-based science education). The second half is devoted to the description of chemical procedures and a search for published BOV topics on the separation of mixtures. The main goal of the subsequent practical part was to design and verify the newly created BOV tasks. Overall, three experiments are described specifically on the topic of filtration, which fulfill the essence of structured research and are designed for students who are just getting to know chemistry and its essence. An important idea for the tasks was to create them in such a way that the students could try them out at home and thus further deepen their research skills. The effectiveness and functionality of the experiments themselves was supported by my own implementation and qualitative analysis, which was based on information obtained from questionnaires that I sent to chemistry teachers from elementary schools.

KEYWORDS

Research-oriented teaching, mixture separation methods, design and verification of tasks

Obsah

ÚVOD.....	7
TEORETICKÁ ČÁST.....	8
1 BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA (BOV)	8
1.1 BADATELSKY ORIENTO VANÉ PŘÍRODOVĚDNÉ VZDĚLÁVÁNÍ (IBSE).....	11
2 METODY ODDĚLOVÁNÍ SLOŽEK SMĚSI.....	15
2.1 FILTRACE.....	15
2.2 DEKANTACE	16
2.3 SUBLIMACE	16
2.4 DESTILACE	16
2.5 EXTRAKCE.....	17
2.6 KRYSTALIZACE.....	19
2.7 CHROMATOGR AFIE	20
3 VYBRANÉ PUBLIKOVANÉ BOV NÁMĚTY NA TÉMA ODDĚLOVÁNÍ SLOŽEK SMĚSI.....	21
3.1 PAN VAJÍČKO A PAN ŠKROBÍK	21
3.2 SEPARAČNÍ TECHNIKY PŘI ČIŠTĚNÍ VODY.....	22
3.3 EXPERIMENT S NASMĚROVANÝM BĀDÁNÍM: SEPARACE PĚTISLOŽKOVÉ SMĚSI EXTRAKCÍ KAPALINA-KAPALINA A KOLONOVOU CHROMATOGR AFÍ	24
3.4 THE CASE OF LEGENDS OF ALKHMIA	25
PRAKTICKÁ ČÁST	28
4 NĀVRH BADATELSKY ORIENTO VANÝCH ŪLOH NA TÉMA ODDĚLOVÁNÍ SLOŽEK SMĚSI PRO ZŠ	28
4.1 NEŠIKA V KUCHYNI	28
4.2 PRŮBĚH PRÁCE PŘI BOV AKTIVITÁCH	28
4.3 SAMOTNÉ ZPRACOVÁNÍ	30
4.3.1 Proč se čočka zachytává, ale rýže propadává?	31

4.3.2	<i>Jak docílíme toho, že od sebe oddělíme vodu a mák?</i>	31
4.3.3	<i>Proč se nám podařilo zfiltrovat sůl, která je rozpustná ve vodě?</i>	31
4.3.4	<i>Diskuse</i>	31
4.4	PRAKTICKÁ OVĚŘENÍ ÚLOH	32
4.4.1	<i>Úloha 1: Proč se čočka zachytává, ale rýže propadává?</i>	32
4.4.2	<i>Úloha 2: Jak docílíme toho, že od sebe oddělíme vodu a mák?</i>	33
4.4.3	<i>Úloha 3: Proč se nám podařilo zfiltrovat sůl, která je rozpustná ve vodě?</i>	34
4.5	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	35
4.5.1	<i>Hodnocení navrhovaných úloh učiteli</i>	35
	ZÁVĚR	38
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	39
	SEZNAM PŘÍLOH	42

Úvod

Cílem této bakalářské práce je vytvořit badatelské úlohy pro tematiku oddělování složek směsi látek, které mohou být využity ve výuce chemie na základních školách. Badatelské úlohy jsou prostředkem badatelsky orientované výuky, při které se žáci učí takzvanému badání, jež by mělo rozvinout jejich schopnost řešit chemickou problematiku více samostatně, tak jejich větší chuť se o obor zajímat, i proto jsem si zvolil téma se kterým se žáci setkají, jako jedno z prvních.

Hlavním záměrem při navrhování úloh bylo vytvořit takové pokusy, které si budou moci žáci vyzkoušet kdekoli, a to i s malým počtem pomůcek, a které slouží pro získání první zkušenosti s průběhem pokusu. Díky tomuto nastavení může vyučující zasvětit žáky do fenoménu badání prostřednictvím bezpečných jednoduchých úloh. Témata pokusů jsou vytvořena na základě témat doporučených v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV).

V teoretické části se začátku věnuje vymezení pojmu BOV, jeho zařazení do obecného vzdělávání, definicí jejich jednotlivých úrovní a způsoby, jak zařadit BOV jakožto aktivní složku ve škole. Další kapitola se skládá z popisu jednotlivých chemických metod pro oddělování směsí vymezených v RVP ZV a řešící publikovaných úloh na toto téma, a to převážně zahraničním námětům.

V praktické části práce jsem vytvořil tři na sebe navazující úlohy na téma filtrace spojené se strukturovaným badáním s názvem „Nešika v kuchyni“. Pojmenování vychází ze samotných pomůcek, které se všechny dají nalézt v kuchyňských prostorách. Pomůcky mají samozřejmě mnoho alternativ, které se každý učitel, nebo žák může upravit po svém. Navržené úlohy byly ověřeny v praxi a zhodnoceny dotazníkovou formou učiteli chemie na základních školách.

V závěru je shrnutí poznatků a posouzení získaných dat a odpověď na základní otázky, zda je úlohy možné provést ve výuce na základní škole. Dále lze v závěru najít doporučení pro další zpracování v praxi.

Teoretická část

1 Badatelsky orientovaná výuka (BOV)

Žákovské bádání má vždy jasný směr a vztah ke vzdělávací oblasti, ve které je bádání prováděno. Cíle základního vzdělávání jsou vymezeny v rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělání (RVP ZV). Bádání se však neobjevuje jako jeden z prostředků naplňování očekávaných výstupů RVP, ale spadá i do roviny neformálního a informálního vzdělávání, které se podílí na rozvoji žáka. Obrázek 1 znázorňuje skutečnost, že se v každém typu vzdělávání můžeme setkat s badatelskými aktivitami, ale pouze ve formálním vzdělávání můžeme mluvit o badatelsky orientované výuce, zkráceně BOV. (Dostál, 2015)



Obrázek 1: Znázornění badatelských aktivit v edukační realitě (Dostál, 2015, s.17)

V literatuře se můžeme setkat s mnoha názvy, které souvisí s BOV. V anglické literatuře se setkáme s IBE (inquiry-based education), IBI (inquiry-based instruction), IBL (inquiry-based learning) a IBT (inquiry-based teaching). Všechny tyto názvy jsou pak v češtině přeloženy jako badatelsky orientovaná výuka (BOV). V případě přírodních věd se bavíme o IBSE (inquiry-based science education). BOV můžeme definovat jako činnost, jak učitele, tak žáka, jenž se zaměřuje na rozvoj dovednosti a znalostí samostatného poznávání (bádání) žáka. (Dostál, 2015; Papáček, 2010)

BOV se snaží rozvíjet v žákovi chuť ptát se a samostatně přemýšlet nad prezentovanou problematikou. Zároveň dává prostor pro osvojování a učení nových dovedností. Důležitou součástí výuky je také podpora k vyhledávání informací v odborných textech, a hlavně schopnost zpracování myšlenek textu do smysluplných bodů, které pomůžou při řešení práce. Samozřejmě nesmí chybět ani prvky spolupráce a sběr dat, které společně s porovnáním s ostatními poslouží k vyvození závěru. (Zámečnicková, 2013)

BOV je analogií vědeckého postupu (viz obrázek 2), zahrnuje stanovení hypotézy, její ověření a vyvození závěru. Rolí samotného učitele je být průvodce. Tedy se nejedná o přednášení jednotlivých faktů, ale o vedení žáků tak, aby dosáhli vzdělávacího cíle svým vlastním bádáním. Učitel dětem neposkytuje přímé odpovědi, ale v případě potřeby jim může pomoci, například při vyhledávání samotných informací. Žák má díky tomu možnost si vyzkoušet základní postupy vědecké práce.



Obrázek 2: Vědecký postup (Zámečnicková, 2013, str.57)

Papáček (2010, s. 146) říká, že BOV vychází z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání: „Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu).“ Série otázek, kterými tak můžeme učinit, jsou například: „Jak to zjistit?“, „Co jsme pozorovali (změřili)?“, „Co může být jinak?“ Umožňujeme tak žákům prostor pro kooperaci s ostatními, navrhování metody pro řešení problému, vyhledávání informací a díky tomu získávat specifické kompetence, znalosti, dovednosti a komunikační schopnosti. (Papáček, 2010)

BOV se zaměřuje především na samotnou cestu k výsledku, tedy na žákovské bádání a hledání souvislostí, vysvětlení jevů apod. Podle rozsahu poskytnuté pomoci žákům, učitel koriguje, do jaké úrovně bádání žáky pustí, zpravidla v návaznosti na zkušenosti žáků s BOV. Nejjednodušší úrovní je potvrzující bádání, kde je výsledek předem známý, a proto slouží především k osvojení procesu bádání žáky tak, aby učitel mohl postupně zařazovat další úrovně bádání, a to až do poslední úrovně tzv. otevřeného bádání, kde žáci řeší problém samy (Dostál, 2015):

- **Potvrzující bádání** (*confirmation inquiry*) – je ze všech nejvíce řízeno učitelem. Žáci mají jak otázky, tak postup přesně vymezené učitelem, který přímo dohlíží na jejich plnění. Předpokládaný výsledek je také předem známý, tudíž v tomto postupu jde o to, aby žáci dostali prostor osvojit si výzkumné metody, sestavy aparatury, přípravu materiálu apod. v praxi.
- **Strukturované bádání** (*structured inquiry*) – i zde má učitel významnou roli v řízení práce. Snaží se návodnými otázkami a stanovením postupu navést žáky k výsledku. Rozdíl od potvrzujícího bádání je ten, že žáci neznají výsledek, který se pokouší vybádat. Je to velmi podstatný krok pro přechod na vyšší úroveň bádání.
- **Nasměřované bádání** (*guided inquiry*) – v této úrovni učitel pouze stanovuje výzkumné otázky. Samotný postup si řídí žáci, kterým slouží vyučující pouze jako průvodce. Tzn. učitel poskytuje pomocné otázky, aby žáky navedl na správnou cestu, ale přímo neřídí jejich postup. Jelikož se zvyšuje míra samostatnosti je potřeba, aby žáci byli již zběhlí v základech bádání, tzn. mají zkušenosti s předešlými úrovněmi.
- **Otevřené bádání** (*open inquiry*) – tato nejvyšší úroveň je specifická tím, že nevyžaduje žádné řízení ze strany učitele. Žáci si určují sami výzkumné otázky

postup i závěr. Blížíme se tak nejvíce k samotnému vědeckému bádání. Od žáku to ale vyžaduje, aby již byli velmi dobře obeznámeni se všemi předchozími úrovněmi.

Metody výuky není ale jediná oblast, kde se v celkovém pojetí odráží BOV. Další ovlivněnou částí, kterou je třeba modifikovat jsou složky výuky. Dostál (2015) proto definoval, jak by jednotlivé složky měly být koncipovány.

Souhrn jednotlivých složek výuky při realizaci BOV je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1: Složky výuky a jejich charakter při realizaci badatelsky orientované výuky (Dostál, 2015, str. 31)

Složka výuky	Charakter při badatelsky orientované výuce
Cíl	Osvojení znalostí souvisejících s předmětem poznávání, badatelských metod a postoj, rozvoj vnímání a myšlení.
Učitel	Vyučování s využitím badatelských aktivit, příprava vhodných situací pro bádání.
Žák	Učení prostřednictvím badatelských aktivit, objevování.
Obsah vzdělávání	Poznatky získané prostřednictvím badatelských aktivit a osvojované badatelské metody – experimentování, měření, pozorování aj.
Metodické podmínky	Metoda problémového výkladu, heuristické metody, metoda vysvětlování, instruktáž, metoda předvádění, metoda diskuzní, projektová metoda, dramatizace, inscenační metody aj.
Organizační podmínky	Skupinová výuka, exkurze, frontální výuka aj.
Materiální podmínky	Laboratorní pomůcky, experimentální soupravy aj.

1.1 Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (IBSE)

Yang a Liu (2016) popisují proces samotného bádání jako možnost pro rozvoj schopnosti a pochopení vědeckého bádání. Pod vědeckým bádáním si můžeme představit standartní procesy, jakož je dotazování, předpovídání, pozorování, analýza dat, vyvozování a interpretace. Tyto procesy se dále kombinují s vědeckými poznatky, vědeckým uvažování a kritickým myšlením k rozvoji vědeckého poznání. Celkově lze IBSE shrnout jako rozvoj dovednosti vědeckého bádání u žáků, tj. jejich rozvoj v dovednosti bádání a porozumění

vědeckým konceptům vlastní činností, která zahrnuje přímé zkoumání, prozkoumávání, představu, argumentaci, kritické a logické uvažování ohledně důkazů, které žáci shromáždili.

Yang a Liu (2016) zároveň definovali jaké jsou nutné funkce, které by měly splňovat úlohy v přírodovědných učebnicích pro rozvoj vědeckého bádání:

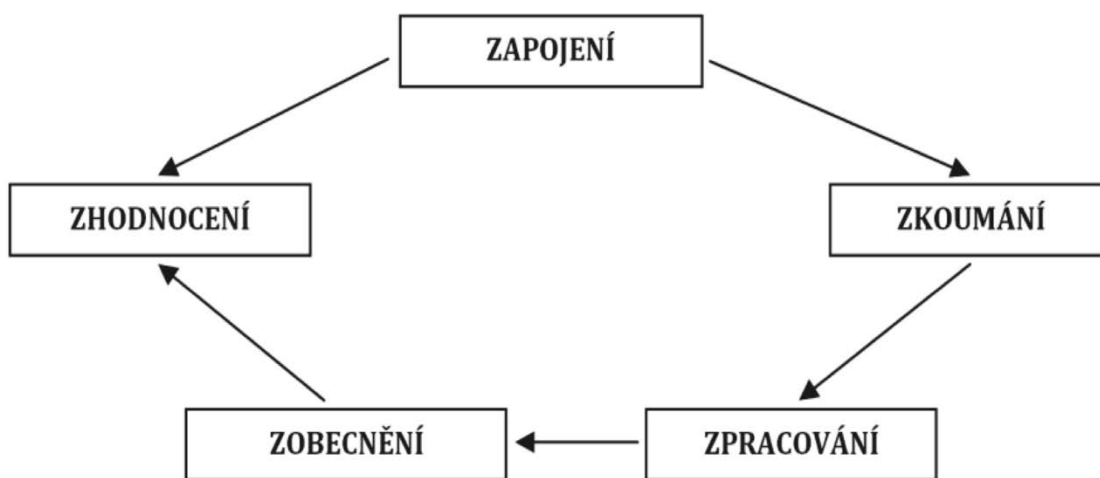
1. Pomoc při vytváření porozumění vědeckým konceptům
2. Poskytnutí žákům možnost využít schopností souvisejících s bádáním
3. Přispět k vytvoření porozumění vědeckému bádání
4. Poskytnout žákům příležitost k rozvoji integrovaného modelu myšlení HOTS (tj. higher order thinking skills)

Pro správné zapojení žáka při rozvoji schopnosti bádání hraje klíčovou roli učitel. Gillies (2020) poukazuje na výzkumy, které ukazují, že většinová výuka je vedena stylem otázky a odpovědi. Učitel položí otázku, žák odpoví, a tím končí celá konverzace bez žádného navázání na další zpracování tématu. Pokud však učitel žáky více zpovídá a snaží se je pochopit, žáci se začnou více zapojovat a používají sofistikovanou řeč k popisování probíraných jevů. Přesný opak od tříd, kde se učitel nezaměřuje na tyto činnosti. I přes benefity tohoto fenoménu hodně učitelů stále preferuje výuku, kde je komunikace minimální a žáci pouze přijímají předložené informace.

K úspěšné výuce vědeckého bádání je potřebné, aby žáci byli vedeni k používání kritického přemýšlení a učení, v této souvislosti je často využíván model 5E (Gillies, 2020). Pětifázový cyklus 5E, v překladu do češtiny 5Z (viz obrázek 3), posují například Čtrnáctová et al. (2012):

- **Zapojení** – v této první fázi je třeba vzbudit v žákovi zájem a zvědavost k probíranému tématu. Tento krok dává učiteli možnost povzbudit žáky k učení a zároveň kontroly již probrané látky. Pro žáky to také znamená, že mají šanci zapojit své už nabyté znalosti.
- **Zkoumání** – tato fáze primárně slouží k zapojení žáků do bádání, kde sami vytváří otázky a přemýšlí o způsobu zpracování bez přímého zásahu vyučujícího. Také začínají se zjišťováním dat a informací k tématu, a především plánují a realizují experimenty.

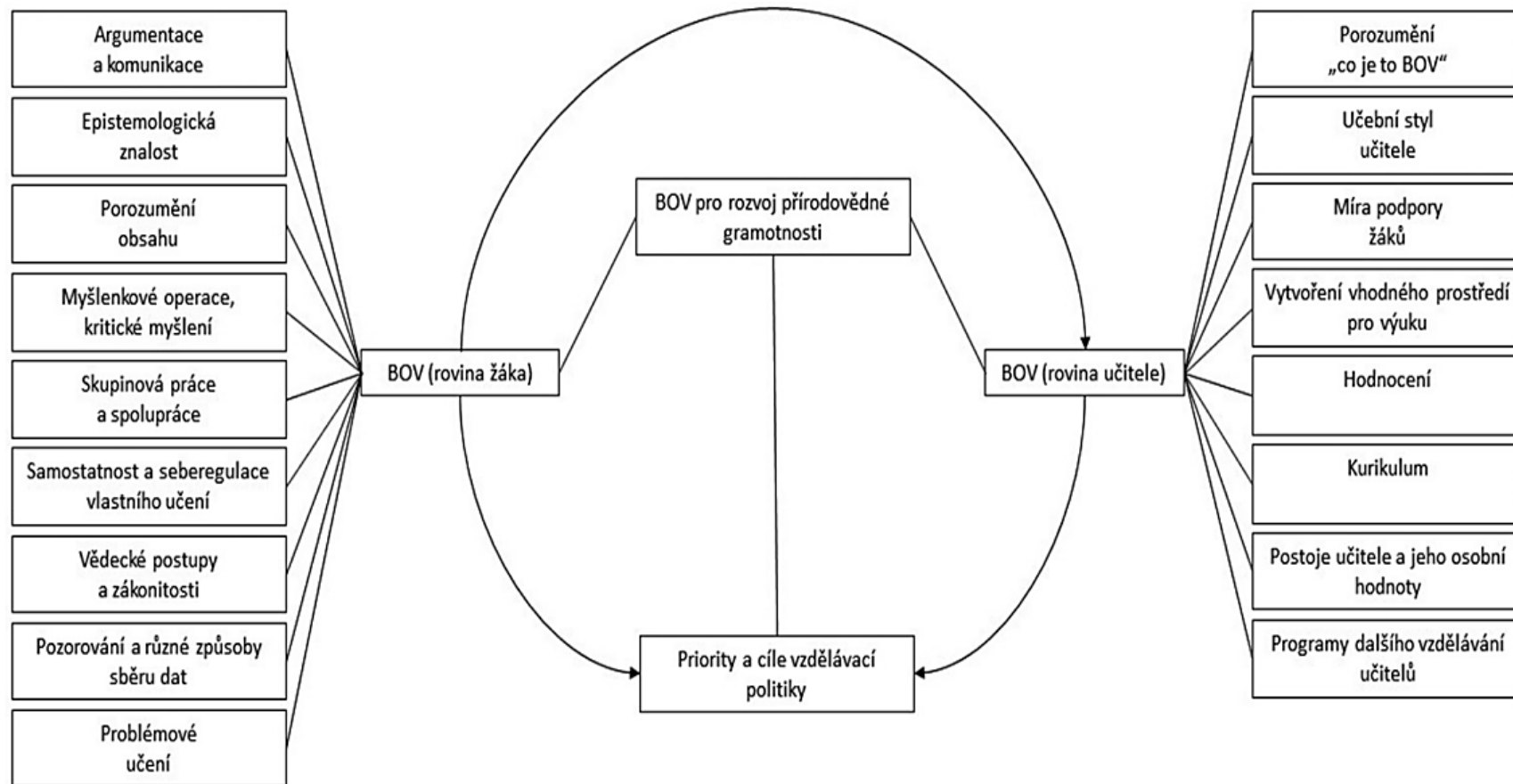
- **Zpracování** – třída, či rozdělené skupiny uplatňují postupy za účelem získání výsledků a dat. Vedené jsou také diskuze a vysvětlování nových vědeckých pojmů výkladem pro celou třídu.
- **Zobecnění** – vyučující se zaměřuje na to, aby žáci uměli problematiku využít i v jiných situacích, a tím prohloubit jejich chápání látky.
- **Zhodnocení** – učitel se snaží dodatečnými otázkami pomoci žákům při hodnocení jejich práce.



Obrázek 3: Pětifázový cyklus učení (Čtrnáctová et al., 2012, str.32)

Trna et al. (2012) naráží na problematiku výběru tématu, který je při ISBE velmi důležitý pro udržení zájmu žáků. Špatný výběr tématu je totiž častým problémem, proč žáci dávají ruce pryč od vědy. Okruhy, kde se pohybujeme, by měly být relevantní, smysluplné, sporné. Žáci tak nejlépe reagují na vědu, která je spojena s problémy každodenního života, což by se dalo označit i za nejdůležitější komponent ISBE, tedy využívat zkušenosti z každodenního života jako pomoc při vytváření vědeckých experimentů a úloh.

BOV je často vnímána jenom v souvislosti s přírodovědnými předměty, Samková et al. (2021) však poukazují na fakt, že při správném využití BOV můžeme dosahovat stejných výsledků i u jiných předmětů, například u matematiky. Na obrázku 4 jsou vidět hlavní aspekty BOV právě v přírodovědných předmětech a pokud dodržíme uvedené náležitosti můžeme stejné schéma využít na výuku matematiky. Pro úplné zpřesnění v tomto případě by šlo zaměnit přírodovědnou gramotnost na obrázku za matematickou gramotnost a zbytek ponechat stejně a dosahovali bychom stejných úrovní bádání.



Obrázek 4: Hlavní aspekty BOV v přírodovědných předmětech (Samková et al., 2021, str. 32)

2 Metody oddělování složek směsi

Separční (dělicí) metody slouží k oddělování vícesložkových směsí. V nejlepším případě by separace měla rozdělit složky na jednotlivé části. Existují různé metody, které můžeme využít. Některé rozdělují pouze dvousložkové směsi (např. extrakce) a některé dokáží separovat vzorky o dvacítkách složek (např. plynová chromatografie). Separční metody lze dále rozdělit na základě distribuce látek mezi fázemi (destilace, chromatografie) a na metody oddělující směsi na základě rychlosti migrace přes polopropustnou membránu (dialýza, reverzní osmóza), nebo rychlosti pohybu v elektrickém poli (elektroforéza, ultracentrifugace). (Záruba, 2016)

Metody zde uvedené se shodují s rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání (MŠMT, 2023) a jsou doplněny o dvě další, a to o chromatografii a extrakci, pro zahrnutí všech základních metod oddělování složek směsi, které lze využít v pokusech i na základní škole (např. chromatografie na křídě, extrakce barviv).

2.1 Filtrace

Filtrace je založena na oddělování dvou fází: kapalná a pevná, pomocí filtračního materiálu (filtru). Kapalná fáze prochází filtrem, kde se od ní oddělují větší částice pevné fáze. Musíme proto vždy volit filtr, které splňuje náležitosti směsi pro její záchyt, tedy umožňuje menším částicím průchod a větším jej zabraňuje. Materiály používané pro záchyt jsou například: papír, křemičitý písek, koks, bavlněné tkaniny apod. Rychlost filtrace lze ovlivnit několika faktory, např. tlakem a teplotou. V praxi se v laboratoři nejčastěji setkáme s filtračním papírem jako filtračním materiálem. (Lichtenberg a Schmidtmayerová, 2003)

V případě, že našim hlavním produktem je pevná fáze používá se ve většině případů filtrace přes Büchnerovu nálevku s filtračním papírem, nebo na fritě. Je tak jistější lepší výtěžek a také tím dosáhneme k prvotnímu vysušení. Pro práci s nálevku musíme její dno vystlat filtračním papírem, tak aby byly překryty všechny otvory, které by při nezakrytí snižovaly množství tlaku a filtrace by nebyla dokonalá. Pro práci tedy nasadíme Büchnerovu nálevku na odsávací baňku, a tu připojíme ke zdroji tlaku a necháme vzorek odsát do té doby, dokud nám v nálevce nezbude pouze pevný produkt. (Kotek, 2007)

2.2 Dekantace

Dekantace (příp. usazování) patří k nejjednodušším způsobu separace. Oddělování probíhá na základě sedimentace pevné fáze na dně kádinky. Tedy necháme pevnou látku maximálně usednout na dno a poté odlejeme čistou kapalinu. Dále ke sraženině přidáme promývací kapalinu a proces opakujeme vícekrát. (Lichtenberg a Schmidtmayerová, 2003)

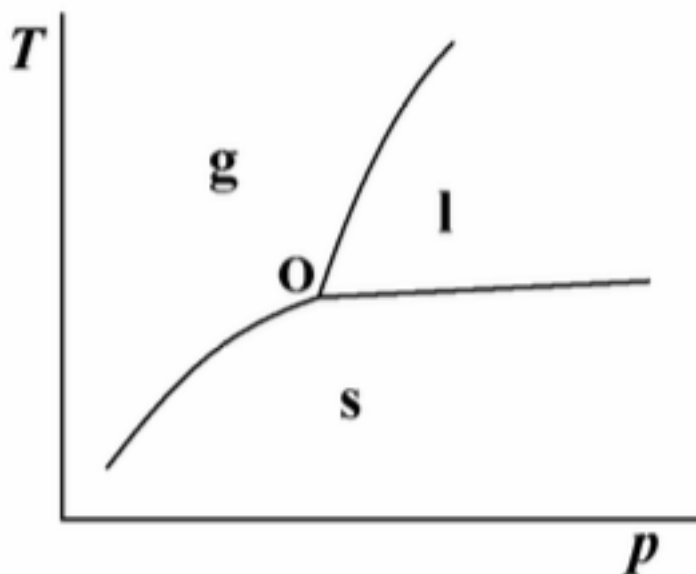
2.3 Sublimace

Sublimace nazýváme proces, při kterém přechází látka ze skupenství pevného do skupenství plynného. K tomuto fenoménu dochází, pokud se tenze par nad pevnou látkou vyrovná tlaku okolnímu, ovšem za podmínky, že teplota nepřesáhne teplotu tání látky. V laboratoři stačí k vytvoření jednoduché aparatury dvě hodinová skla. Do spodního skla vložíme látku, kterou chceme sublimovat a na ni filtrační papír, který finálně přikryjeme druhým hodinovým sklem. Filtrační papír slouží k zachytávání čistého produktu po zahřátí a následnému zchlazení sublimované látky. (Kotek, 2007)

2.4 Destilace

Při destilaci oddělujeme směs o dvou a více kapalinách na základě rozdílné teploty varu. Kapalná směs je zahřívána a jednotlivé kapaliny jsou převáděny do plynné fáze. Plyn v koloně, nebo chladiči zkondenzuje, a tak dostáváme čistý jednosložkový destilát látky, která měla ten nejmenší bod varu. (Churáček, 1990)

Jinými slovy nám jde hlavně o tlak páry nad kapalinou, který se musí rovnat tlaku okolnímu, aby se kapaliny mohly odpařit. Je tedy jasné, že snížením okolního tlaku se nám teplota varu sníží, a naopak při zvýšení tlaku v prostředí se nám zvýší i teplota varu jednotlivých kapalin. Nejlépe to můžeme vidět na fázovém diagramu (obrázek 5).



Obrázek 5: Schéma stavového diagramu: O: trojný bod, s: pevná fáze, l: kapalná fáze, g: plynná fáze (Kotek, 2007, str.46)

Křivky na diagramu určují, při jakých podmínkách je látka v rovnováze ve dvou různých fázích. „O“ reprezentuje tzv. trojný bod, tj. bod, ve kterém jsou v rovnováze všechny tři fáze.

Pro vícesložkovou destilaci se používá proces rektifikace neboli frakční destilace. Při tomto postupu jsou jednotlivé destilační kroky v současné rovnováze, které se dosahuje v zařízení zvaném rektifikační kolona. Jedná se o tepelně izolované zařízení z trubice, kde je nad sebou velké množství vrstev, které spojují trubice, ze kterých na jedné straně stoupá pára a na druhé stéká kondenzát. Stoupající pára zároveň ohřívá kondenzát na vyšší úrovni a odpařuje jeho těkavější složku, která pokračuje ve své cestě vzhůru. Naopak při nižších úrovních je zkondenzovaná kapalná fáze obohacena o složku s vyšší teplotou varu. Nad sloupem je umístěna hlava sloupu. Skládá se z chladiče, kde páry zcela kondenzují. K chladiči je připojen kohout, pomocí kterého je určitá část kondenzátu vedena do vzorku a zbytek zpět do kolony. (Kotek, 2007)

2.5 Extrakce

Separční metoda založená rozložením složky mezi dvě fáze, buď pevnou a kapalnou, nebo dvě kapaliny. Schopnost dělení vychází z jejich rozpustnosti v rozpouštědlech. Převod částic pevné fáze do rozpouštědla, nebo z jedné kapalné do jiné, je způsobena interakcí

molekul rozpouštědla s molekulami rozpouštěné látky. Rozhodnutí, které rozpouštědlo použít vychází právě z těchto interakcí. Interakce vyskytující se u rozpouštění látek (Churáček, 1990):

- **Disperzní interakce:** využíváme při rozpouštění nepolárních látek v nepolárních roztocích. Jsou velmi slabé a vznikají při rychlé změně krátce existujících dipólů, které jsou vyvolané pohybující se elektronem v molekule.
- **Dipól-dipól:** interakce polárního rozpouštědla s polární látkou.
- **Indukční interakce:** vzniká v tu chvíli, kdy se k nepolární molekule s π elektrony dostane polární molekula. Následkem toho je proces známý jako solvatace.
- **Tvorba vodíkových můstků:** Atom vodíku vázající se na atom fluoru, dusíku, nebo kyslíku a ve výjimečné situaci na atom uhlíku. Jedná se o velmi silnou interakci.

Extrakce kapalina-kapalina je jednou z běžně používaných separačních a koncentračních metod v analytické chemii. V tomto procesu je určitá složka sdílena mezi dvěma téměř nemísitelnými kapalnými fázemi. Jedním z nich je vodný roztok a druhým organické rozpouštědlo, které je nemísitelné, nebo má omezenou mísitelnost s vodou, nebo roztokem sloučeniny v tomto rozpouštědle. Pro hodnocení extrakčních postupů se často používá rozdělovací poměr D_c , nebo rozdělovací výtěžek R , příp. procentuální extrakční výtěžek E . U většiny organických sloučenin lze pomocí vhodných rozpouštědel dosáhnout vysokých výtěžků extrakce. Pokud však organická sloučenina podléhá reakci rozkladu protonů ve vodě, je ve vodě rozpustná a rychlost extrakce je nízká. (Křížek a Šíma, 2015)

Extrakce pevná látka-kapalina je založena na vázání kapalně fáze na pevný sorbent. Většinou je tomu tak prováděno z vodného prostředí na porézní sorbent, který může být buď polární pro izolaci polárních látek, nebo naopak nepolární pro izolaci nepolárních látek. Mezi standarty polárních sorbentů patří silikagel (hydratovaný SiO_2), alumina (Al_2O_3), florisil ($\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$). K nepolárním pak patří například aktivní uhlí. Sorbenty se dají většinou využít pouze jednou. Obecný postup SPE (solid-phase extraction) zahrnuje přizpůsobení sorbentu, nanesení vzorku, retenci analytu, promytí a eluci zachycených analytů jiným rozpouštědlem. (Záruba, 2016)

2.6 Krystalizace

Krystalizace je v laboratoři hlavně využívána k separaci nečistot z pevných látek. Provádí se rozpuštěním znečištěné pevné látky v příslušném rozpouštědle. U takto rozpuštěné látky se zmenší její rozpustnost a dostaneme tak látku o vyšší čistotě, kde nečistoty zůstanou ve zbylém roztoku tzv. matečním louhu. Pokud je látka znečištěná o nerozpustné nečistoty, využívá se pro jejich oddělení filtrace a následná krystalizace čisté látky. Pro zahájení krystalizace, tj. snížení rozpustnosti látky v rozpouštědle můžeme použít tři různé metody: srážení, změnu teploty, odpaření rozpouštědla. (Kotek, 2007; Lichtenberg a Schmidt Mayerová, 2003)

Krystalizace srážením: Pokud k roztoku rozpouštědla a určité látky přidáme další rozpouštědlo, které je mísitelné s původním rozpouštědlem, ale zároveň se naše látka v něm nerozpouští, dochází poté ke snížení rozpustnosti látky a její vyloučení v pevném skupenství. V laboratoři se většinou využívá směs vody (ve které je velké množství látek rozpustných) a příslušného organického rozpouštědla jako je ethanol či aceton. (Kotek, 2007)

Krystalizace odpařením rozpouštědla: Další způsob je odpaření rozpouštědla (zahuštění). Pokud je rozpouštědlo voda může odpařování probíhat jednoduchým způsobem například na odpařovací misce, nebo nad vodní lázní. V případě, že je však rozpouštědlo organická sloučenina je potřeba využít různých uzavřených aparatur, a to destilační aparatury, nebo rotační odparky. Jak si lze povšimnout tímto postupem zůstává čištěná látka ve styku s matečním louhem, přibývá tak risk rozkladu produktu. (Kotek, 2007)

Krystalizace změnou teploty: Ke krystalizaci využíváme korelace teploty s rozpustností, která se u většiny látek se zvyšující teplotu zvyšuje také. Samotná krystalizace probíhá v kádince, nebo Erlenmeyerově baňce, do které přidáme vzorek a varný kamínek, nebo míchadlo a pomalých částech přidáváme rozpouštědlo do vytvoření téměř nasyceného roztoku při teplotě varu. Následně horký roztoku přefiltrujeme a necháme roztok buď stát, nebo ho vložíme do chladicí lázně. Podle postupu, který zde zvolíme rozdělujeme krystalizace na volno nebo rušenou. Při volné krystalizace necháme tedy roztok stát a vytváří se nám velké krystaly, které však mohou mít dutiny se zbytkem matečního louhu s nečistotami. U rušené krystalizaci dojde naopak k rychlému ochlazení a vytvoření menších

krystalku, které však na své povrchu mohou adsorbovat mateční louh, a tak je třeba krystaly důkladně promývat. (Kotek, 2007)

2.7 Chromatografie

Chromatografie patří k jedné z nejvýznamnějších separačních metod. Slouží k identifikaci velkého množství, jak organických, tak anorganických vzorků. Využívá se k tomu dělení mezi dvěma fázemi, a to mezi pohyblivou (mobilní) a nepohyblivou (stacionární). Forma mobilní fáze většinou bývá kapalná, nebo plynná, kdežto u stacionární fáze může být použit kapalinový základ, či tuhý. V praxi se pak následně pro popsaní stacionární fáze používá slovo sorbent. Samotný proces spočívá v tom, že mobilní fáze postupně prochází fází stacionární určitou rychlostí a při jejich styku dochází k separaci na základě vzájemné interakce fází. Podle toho se pak dělí chromatografie na určité typy (viz obrázek 6). (Křížek a Šíma, 2015)

Fáze mobilní	Fáze stacionární	Technika	Symbol
plyn	kapalina	plynová rozdělovací chromatografie	GLC
plyn	tuhá látka	plynová adsorpční chromatografie	GSC
kapalina	kapalina	kapalinová rozdělovací chromatografie	LLC
kapalina	kapalina	gelová permeační chromatografie	GPC
kapalina	tuhá látka	kapalinová adsorpční	LSC
kapalina	tuhá látka	iontově výměnná chromatografie	IEC

Obrázek 6: Rozdělení významnějších chromatografických technik (Křížek a Šíma, 2015, str. 179)

V praxi se nejčastěji setkáme s těmito formami stacionární fáze: silikagel (SiO_2), alumina (Al_2O_3) a florisil ($\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$). Velikost částic ve zmíněných materiálech se pohybuje v řádu jednotek až desítek mikrometrů. Podle toho, jakou vložíme stacionární fázi se dále chromatografie rozděluje na tenkovrstvou (planární) a kolonovou. (Záruba, 2016)

3 Vybrané publikované BOV náměty na téma oddělování složek směsi

Rešerše byla zaměřena na vyhledávání odborných textů a akademických prací, které v minulosti zpracovávaly stejné, nebo podobné téma, se záměrem zahrnout rešerše více forem experimentů a zároveň zkombinovat české i zahraniční BOV náměty.

3.1 Pan Vajíčko a pan Škrobík

Námět BOV aktivity (Bónová, 2017), v krátkosti se jedná o jednoduché oddělování bílku a škrobu z vody, začíná motivačním příběhem o panu Vajíčko a pan Škrobíkovi. Žáci mají od učitele připraveny odborné publikace na téma oddělování směsí, žáci se rozdělí se do skupin 4–5 dětí, a každý z nich má jinou funkci. Zvěd, který chodí k ostatním skupinám a vyměňuje cenné informace o tématu, jež mají možnost žáci dohledávat v publikaci, nebo na internetu. Myslitel, který informace sdělené zvědem předává písaři, a ten postřehy zapisuje do badatelského deníku. Zbytek skupiny jsou pomocníci.

První aktivní práce žáku je obodovat informace podle důvěryhodnosti od 1–5, kde 1 je nejnižší a 5 nejvyšší. Také v této části přikládáme váhu tomu, aby žáci ze svých nově nabytých znalostí vytvářeli otázky a aby je s ostatními skupinami diskutovali za účelem dobrání se hlavní výzkumné otázky.

Dalším krokem je dobrání se k finální hypotéze na výzkumnou otázku, které by měla být jednoznačná, ověřitelná a podložená teorií z poskytnutých textů, nebo může být formulována z vlastní zkušenosti žáků.

Třetí fáze je pro děti vymyslet, jak svoji myšlenku převést do reality, provést samotný pokus a vyhodnotit získaná data. V této části je možná dopomoc učitel poukázáním na pomůcky, které leží před nimi, ale pouze pokud jsou děti úplně ztraceni.

V poslední fázi je úkolem dětí zformulovat výsledek, který by měl navazovat na jimi vytvořenou hypotézu. Zároveň je čeká prezentace před ostatními skupinami s potvrzením, zda se jim úkol povedl a hledání dalších souvislostí. Je důležité, aby učitel kladl důraz na to, že děti pochopili, proč daný pokus vykonávaly.

Tento pokus byl testován přímo v praxi žáky Vyšší odborné školy a Střední zdravotnické školy v Trutnově. Z příložených dotazníku, které děti při práci vyplňovaly je vidět, že

experiment naplnil účel BOV, a to hlavně z toho, jaké otázky si děti pokládaly. Je to krásný příklad nasměrovaného bádání. Celkově je úloha velmi dobře zpracována. Jediná věc, která chyběla byla část zobecnění. Autorka dala málo prostoru pro možnost zjistit, kde jinde by tato metoda šla využít, nebo jak a kde by ji mohli v praxi využít sami. I když se může zdát, že samotné oddělování vejce od vody je přímo ze života, velké množství dětí se k této myšlence nemusí dostat.

V práci se samozřejmě vyskytuje více zajímavých námětů, které jsou však pominuty z důvodu, že tato úloha se nejvíce shoduje s praktickou částí, které se objevuje v této bakalářské práci.

3.2 Separační techniky při čištění vody

Tento pokus (Harris a kol., 2019) byl vytvořen pro Australský matematický a přírodovědný program, který se zabýval větším využitím praktických výzkumů na druhém stupni základních škol. Účelem bylo, aby se žáci naučili význam čištění vody, a přitom se seznámili s IBSE.

Nejprve jsou s žáky probrány vlastnosti vody a vyjasnění termínů, jakou jsou rozpuštěná látka, rozpouštědlo, výsledná směs a roztok. Dále je vysvětlen proces rozpouštění látek ve vodě, které často vede k vodnímu znečištění, to je přírodně čištěno protékáním vody pískem, nebo kamínky, což je proces zvaný filtrace. K bezpečné lidské konzumaci je však třeba vodu mechanicky a chemicky vyčistit. Žákům je tedy představeno schéma, ve kterém je proces zvaný koagulace a flokulace, tedy proces mixování čistící látky s vodou a proces samotného působení. Schéma je dále probíráno s žáky formou diskuse.

Žáci byly rozděleni do skupin po 4 a každý měl přiřazenou roli mluvčího, reportéra, direktora a manažera, který měl na starosti shánění pomůcek. Rozdělení rolí je primární dobré pro řízení zmatku v laboratoři, protože pohyb po ní zajišťuje akorát manažer. Skupiny pro samotnou práci mohly, ale nemusely využít pomocné listy s literaturou. Zároveň celou práci měl pod kontrolou vyučující, jenž sloužil jako průvodce danou problematikou.

Práce byla rozdělena do čtyř výzkumných částí, které se stupňovaly na základě náročnosti laboratorního zpracování, a zároveň úrovně bádání, je tedy jen na učitel, jaké úrovně si pro své žáky zvolil. Úlohy 2–4 proto vyžadovaly předešlou skupinovou přípravu žáků.

Jak funguje flokulant při čištění vody?

Zde byly žákům poskytnut plastový kelímeček s vodou z přehrady. Jejich úkol byl jednoduchý, pozorovat po 3 min vlastnosti vzorku pomocí čichu, doteku a zraku. Po uběhlém časovém úseku žáci přidali síran hlinitý, který promíchali s vodou a pozorovali, co se v kelímku s vodou děje. Na závěr napsali krátké shrnutí, jak si myslí, že flokulant čistí vodu.

Flokulant – ověření, zda funguje

Druhý experiment je již založený na vlastním bádání, zahrnující zhodnocení, zda míchaní pomáhá efektu flokulantu a porovnání účinnosti dalších flokulantů. Tato práce vyžaduje po žácích, aby vytvořili jejich vlastní pokus, tedy včetně postupu, který směřuje k ověření jejich hypotézy. Jako pomůcky jim posloužily opět voda z přehrady, míchadlo, 10 ml síranu hlinitého a 10 ml polymerního flokulantu.

Využití přírodního flokulantu vyrobeného ze semen Moringa oleifera, stromu, který čistí vodu z přehrad

Žákům jsou poskytnuty informace o semenech stromu Moringa oleifera (Moringa oleodárná), jakožto přírodního flokulantu, které využijí k vlastní diskusi a vytvoření experimentu na čištění bahnitě vody z přehrady. Každá skupina dostane tři semena a přístup k laboratorním pomůckám, které si myslí, že potřebují. Výsledkem této úlohy je zhotovit plakát, který popisuje postup práce a je doplněn o výsledky a ideálně fotky z práce. Tento výtvar pak prezentují před ostatními skupinami.

Využití různých separačních technik k vyčištění vzorku bahnitě vody z přehrady

V tomto finálním úkolu žáci využívají nabyté informace z předešlých úrovní bádání směřujících k vyčištění vzorku špinavé bahnitě vody. Postup se odvíjí z původního schématu, jež popisoval průmyslové čištění vody, tedy žáci promýšlí postup podle kroků ze schématu, které mohou vyžadovat zařazení i sedimentace a dekantace do procesu práce. Po každém kroku si žáci musí důkladně zapisovat výsledky jejich čistícího procesu a identifikovat každou látku, která mohla vodu kontaminovat. Pokud budou skupiny mít pocit, že voda byla kontaminována mikroorganismy, mají přístup i k agaru, kde si mohou nechat vzorky kultivovat.

V tomto námětu se prolínají dvě úrovně bádání: strukturovaná, kterou můžeme vidět v úloze 1 (Jak funguje flokulant při čištění vody) a bádání nasměrované, které se ukazuje v úloze 2 (Flokulant – ověření, zda funguje), úloze 3 (Využití přírodního flokulantu ze semen Moringa oleifera, stromu, který čistí vodu z přehrad) a úloze 4 (Využití různých separačních technik k vyčištění vzorku bahnitě vody z přehrad). Praxe byla provedena ve workshopu s jedenácti žáky ve věku mezi 13 a 15 lety a šesti přírodovědnými učiteli, kteří si žáky vybrali ze svých tříd, jež měli už předešlé zkušenosti s BOV/IBSE. Druhý workshopu se účastnila skupina šesti studentů z univerzity, kde studovali učitelství přírodovědných předmětů. Workshop s žáky měl výstup zhodnocen dotazníkovou formou s 5bodovou Likertovou škálou (velmi špatné, špatné, průměrné, dobré, vynikající) pro čtyři základní položky: „Celkově pro mě bylo toto bádání cennou zkušeností“, „Vnímám souvislost bádání pro mé přírodovědné vzdělání“, „Shledával/a jsem bádání zajímavé“, „Převzala/a jsem odpovědnost za vlastní učení při tomto bádání“. Odpovědi žáků se vztahovaly pouze na prvních dvě úlohy a zpravidla převládala volba „vynikající“ a „dobré“, což nasvědčuje tomu, že žáci byli s úlohami spokojeni. Studenti v druhém workshopu poskytovali volnou zpětnou vazbu na vypracované aktivity. Jejich hodnocení bylo také pozitivní a konstatovali, že by tento námět využili i ve své výuce.

3.3 Experiment s nasměrovaným bádáním: Separace pětisložkové směsi extrakcí kapalina-kapalina a kolonovou chromatografií

Tento experiment byl proveden katedrou chemie, fyziky a astronomie na Georgia College & State University v Milledgeville, USA. Účelem tohoto nasměrovaného bádání bylo vytvořit funkčním protokolem, který popisoval, jak separaci pětisložkové směsi, tak využití metod, jako je spektroskopie k přesnému pojmenování složek. Úloha počítá s tím, že studenti již mají znalosti pro vypracování metod z předešlých přednášek. (Okoth et al., 2019)

Samotná práce je rozdělena do třech laboratorních cvičení, jež se odehrávají jednou týdně. Na první laboratorních cvičení se studenti buď rozdělí do dvojic, nebo pracují samostatně. Následně jsou studentům přiřazeny pětisložkové směsi společně s roztoky a rozpouštědly, která budou potřebovat k dopracování se k výsledku. Se všemi potřebnými látkami studenti sestavují diagram, ve kterém nastiňují, jak budou postupně složky od sebe separovat. Pro práci však studenti potřebují postup mít schválený učitelem. Na konci první laboratorní

výuky by každý měl mít separované první tři složky pomocí extrakce. Během druhé laboratorní výuky studenti separují zbylé dvě složky pomocí kolonové chromatografie a během poslední hodiny identifikují, o jaké látky se jedná.

Na konci třech týdnů, ve kterých studenti prováděli zmíněné pokusy 70 % z nich umělo úspěšně oddělit všech pět složek. Nejčastější chyby, který se studenti dopouštěli byly: nesprávné pořadí přidávání činidel, špatně využití laboratorní sklo a špatně používání chemické terminologie. U studentů se však prokázalo, že extrakci kapalina-kapalina zvládají, a dokonce že dokážou zapojit i separaci pevné látky od kapaliny pomocí metod, jako je například filtrace. Všechny tyto údaje byly vyzorovány učitelem při laboratorní výuce.

Kromě zmíněného experimentu v dalších týdnech výuky probíhají další pokusy vedené nasměřovaným bádáním. Učitel vždy před uskutečněním dané laboratoře určuje obecné podmínky vykonávaného experimentu a je na každém studentovi, aby si vytvořil vlastní postup.

V tomto publikovaném námětu je vidět perfektní využití nasměřovaného bádání, kde učitel pokládá výzkumné otázky, ale nechává studenty, aby postup vytvořili vlastní, pouze poskytuje rady a potvrzuje, že postup je správně. Jelikož se jedná o vysokoškolské studenty, tak můžeme i předpokládat, že s bádáním mají bohatou zkušenost z předešlých studií. Také experiment ukazuje, že bádání má své přirozené využití při vyšším než jenom základním vzdělání.

3.4 The Case of Legends of Alkhimia

Dalším publikovaným námětem je výukový program Legends of Alkhimia, jehož učení skrz bádání je podloženo hrou. Přes lokální síť jsou do virtuální laboratoře připojeni čtyři žáci, jež mají za úkol řešit různé chemické úkoly, které mají základ v reálných situacích. Postupně úrovně provedou žáka popsáním příběhem, díky čemuž si žáci mohou užít i plnohodnotný herní zážitek. (Chee, Tan, 2012)

Žáci prošli osmi schůzkami, ve kterých postupně prošli šest levelů hry, s tím, že první a poslední schůzka byla administrativní a přípravná pro zacházení s hrou. Jako jeden

z příkladu toho, jak hra funguje můžeme využít level pět, který se věnuje separaci mísitelných a nemísitelných kapalin. Žáci se ve hře nacházejí uvězněni v podzemní laboratoři, jakožto učni chemika Auruse. Každý hráč má zbraň, s municí ve formě chemické látky, se kterou se může bránit a slouží jim ke střílení na železné dveře, jež jim brání v úniku. Aby toho nebylo málo do virtuální místnosti začne proudit smrtelný jed a spustí se časovač. Žáci mají možnost vyzkoušet, zda střílení směsí, která leží před nimi (ve hře) na dveře, má, nebo nemá vliv, a pokud ne tak musí, jako v předchozích levelech, zkusit oddělit směr od sebe, aby našli tu nejčistší formu látky, která dveře prorazí. Směsi se od sebe oddělují tak, že žáci mají možnost ve hře vstoupit k virtuálnímu laboratornímu stolu, ve kterém je několik možností, jak postupovat. Autoři dbali na to, aby se žáci učili hledat vždy více odpovědí a zároveň uměli vybrat tu, která je pro danou situaci vhodnější. V levelu pět jsou specificky tři odlišné směsi. Poté tedy, co žáci provedou své separační metody vrací se hra zpět do místnosti se železnými dveřmi a žáci dostanou znovu možnost vystřelit na dveře, a tím otestovat efektivitu jejich separovaných látek. Správná látka vystřelená na dveře je benzín, které společně s ohnivým prvkem zbraně rozpustí dveře. Žáci v této části však nevědí, jaká látka to mohla být, které vzplanula, a tak se dostávají do společné diskuse, ve které zároveň reflektují všechny ostatní zkušenosti, které při levelu získali.

Hlavním výstupem experimentů bylo zjistit, zda mají vyšší efektivitu než tradiční výuka. K výsledkům se výzkumníci dostávali sumarizací testů, které ověřoval celkovou schopnost žáků plnit komplexní separační úkoly, jak před kurzem, tak po něm. Úkoly v testu byly navrženy tak, aby efektivně ukazovaly, jak studenti chápou základní vlastnosti látek, směsí a jejich separaci, což jsou témata, jež jsou součástí základního sylabu.

Žáci byly rozděleny do dvou tříd obojí ve věku 13-14 let. Jedna z nich obsahovala 38 žáků, a to 20 dívek a 18 chlapců. Tato třída se účastnila tradiční výuky pomocí Powerpointu, přednášek a laboratorní práce, a to vypracováváním témat v kurikulu. Druhá třída o 40 žacích byla složena z 22 chlapců a z 18 dívek. Ta trávila čas hraním Legends of Alkhimia, kde postupně prošli všemi šesti úrovněmi. Každý ze šesti levelů se soustředil na jinou část výzkumního cyklu, ke kterým byly přidány aktivizační listy, jež pomáhali strukturu učení. Úroveň první byla ku příkladu spojena s dotazováním. Žákům tedy byl poskytnut list aktivit, který vypadal, jako velký plakát a nabádal žáky ptát se na otázky, na které chtěli obdržet

odpověď po odehraní. Naopak žáci ve skupině s tradiční výukou si pouze psali poznámky při přednášce ze stejného předmětu.

Výsledkem tohoto experimentu bylo zjištění, že herně založené bádání změnilo pohled, jakým se žáci sami vnímaly a obecně to změnilo kulturu skupiny oproti třídě, které se učila tradičním způsobem. Žáci vidí sami sebe, více jako badatele, a více vědecky zaměřeně. Také vykazují větší schopnost kritického myšlení a projevují zvýšený zájem o vědu. Dalším významným bodem, který žáci projevují je otevřenost k více možnostem a řešením k jednotlivým úlohám.

Výzkum popisuje všechny specifické cykly bádání a samotné úrovně se v něm prolínají dvě. Ze začátku se pohybujeme v strukturovaném bádání, kde učitelé pomáhají žákům projít prvními levely hry. Jak se levely, ale stupňují roste i míra samostatnosti žáku tudíž se blížíme k nasměrovanému bádání. Tento výzkum se dá považovat za velmi úspěšný, protože dosahuje výsledků, kterých se snažíme docílit v BOV. Je zde také propojení bádání s novým herně založeným fenoménem, který může být do budoucna velmi významný dopad na výuku obecně.

Praktická část

Cílem praktické části bakalářské práce je:

- Vytvořit badatelsky orientované úlohy pro žáky základních škol na téma oddělování složek směsi
- Prakticky ověřit vytvořené BOV úlohy.

4 Návrh badatelsky orientovaných úloh na téma oddělování složek směsi pro ZŠ

Náměty badatelsky orientovaných úloh vznikly na základě již známých laboratorních prvků, obohacené o úroveň bádání. Vytváření úloh bylo v souladu s faktem, že v (MŠMT, 2023) je oddělování směsí jedno ze začátečních témat, se kterým se žáci setkají při studiu chemie. Důraz byl tedy dán na to, aby experimenty byly prováděny s jednoduše sehnatelnými pomůckami a materiály, se kterými se žáci mohou v životě běžně setkat. Jako zdroj pro tuto úlohu byla rešerše badatelsky orientovaných úloh. Jak v úloze „pan Vajíčko a pan Škrobík“, tak v úlohách separačních technik při čištění vody byl uveden koncept rozdělení rolí ve skupině žáku, což je velmi skvělý námět, díky kterému se výborně dají naplňovat funkce BOV. Právě i proto je při mém zpracování zahrnuto vlastní rozdělení rolí mezi žáky.

4.1 Nešika v kuchyni

V této části se bude věnovat separační metodě zvané filtrace za zaměřením na strukturované bádání, počítaje přitom s tím, že je to první zkušenost žáků s jakýmkoli typem výzkumné práce. Školy, které mají přístup například na dvůr, nebo kamkoli na venkovní prostory mohou tento námět zpracovávat i tam. Žáci by měli pracovat s pomůckami, které mají možnost sehnat doma, pokud by sami chtěli pokračovat a zkoušet tento jednoduchý koncept i v domácím prostředí.

4.2 Průběh práce při BOV aktivitách

- V první řadě rozdělíme žáky do skupin. Každá skupina si sama podle dovednosti rozdělí následující role: direktora, který bude řídit, že každý dělá svou práci, zapisovatele, mluvčího, stavitele, který bude mít na starost nošení a sestavování jednoduché aparatury a pomůcek a v poslední řadě zvěda, jehož úkol je chodit

k ostatním skupinkám pro cenné informace ne přímo o výsledku, ale pro rozvíjení diskuse o postupu. Pokud by měli skupiny problém v rozdělení rolí může jim vyučující dopomoc. Skupiny samozřejmě mohou být i po menších počtech (záleží na počtu žáku ve třídě a na rozhodnutí učitele), ale je poté třeba, aby jeden žák zaujmul více rolí, které jsou navrženy tak, že mohou být libovolně kombinovatelné. Jediná funkce, která může být propojena pouze s direktorem a mluvčím je zapisovatel.

- V druhé části je třeba uvést žákům problematiku filtrace (případně dalších separačních metod), a hlavně její využití v praxi (snažíme se vybrat takové možnosti využití, aby jim to neprozradilo výsledek jejich práce, ale zároveň, aby to byly příklady jim blízké – snažíme se vzbudit zájem o téma), zároveň připomene, co znamenají slova jako roztok, směs, nasycený roztok. Následně necháme žákům, prostor pro dotazy a možnost diskuse. V této fázi je důležité, aby žáci byli již rozdělení, aby mohl zapisovatel s dopomocí své skupina vypsát relevantní informace k práci a metodě. Nakonec této fáze představíme úlohy a úkoly, které se k aktivitám vážou. Důležité je žákům poukázat na základní pravidla při výzkumu a práci s pokusem (například, že vzorek nikdy neochutnáváme). I přesto, že pracujeme s běžně dostupnými věcmi a materiály, snažíme se práci simulovat základní proces výzkumného bádání a obecnou práci při experimentu.
- Třetí část bude již věnována samotné práci s úlohou. Práce bude mít několik úrovní a je důležité, aby žáci důkladně zapisovali své pozorování. Pro kontrolu, že všichni zvládají práci, tak můžeme využít například metodu semaforu. Každé skupince dáme zelený, oranžový a červený kelímeček (či jiné takto zbarvené pomůcky), a pokud bude nějaká skupinka tápat, položí si k sobě červený kelímeček, čímž naznačí, že je v nesnázích. Samozřejmě pokud skupina práci zvládá, nechává si u sebe zelený kelímeček. V případě, že se jedna ze skupinek, i přes dopomoc zvěděů zasekne, může vyučující přispět návodnými otázkami k postupu. Snažíme se jako vyučující za žádnou cenu nesdělovat přesnou odpověď.
- Nakonec necháme žákům prostor, aby zformulovali svoje pozorování do jednotné teorie, kterou pak prezentuje mluvčí před ostatními skupinami. Mluvčí má také za úkol poreferovat o tom, jak probíhala práce ve skupině, položit alespoň jednu otázku, kterou skupina vymyslela k dané tématice a položit návrh, kde jinde by mohli tuto

metodu využít. To může vést k diskusi mezi skupinkami, kterou nepřerušujeme naopak ji necháme volně plynout.

4.3 Samotné zpracování

Práce je rozdělena do tří částí, které se postupně zvyšují v náročnosti. Pro množství činností by bylo lepší rozdělit práci do dvou hodin ideálně navazujících, pokud to však nebude možné, tak vyhradit první hodinu, jako přípravu. Tedy rozdělit žáky do skupin, uvedení do problematiky a zadání úkolu přinesení pomůcek. Při nenaplnění aktivit ani během dvou hodin je možné přesunout diskusi na hodinu třetí, ale to pouze v krajním případě, jinak je třeba apelovat na splnění všeho v hodinách dvou.

Pomůcky

Pomůcky si žáci buď mohou přinést z domova (ideální by bylo, kdyby každý ze skupiny dostal za úkol přinést pár věcí ze seznamu, tak aby všechno nepřinesl pouze jeden, či naopak, aby toho žáci neměli zbytečně moc), nebo je poskytneme přímo ve škole.

- Rýže
- Čočka
- Mák
- Voda
- Prázdná 2 l PET lahev (vyříznutím horní části s víčkem dostaneme nálevku)
- Sůl
- Kus látky (látková utěrka, ušitý kus oděvu apod.)
- Lžice
- Cedník
- Filtrační papír
- Plastové misky

Před začátkem práce žákům dáme mezi pomůcky i literaturu, která vysvětluje, jakým způsobem se skládá filtrační papír, je pak pouze na nich, zda ji využijí, či ne.

4.3.1 Proč se čočka zachytává, ale rýže propadává?

K této aktivitě mají žáci k dispozici rýži a čočku smíchané dohromady a mají za úkol je od sebe oddělit. Výběr, jaký filtr na to zvolí, necháme na nich. Tato aktivita zabere velmi málo času, i tak nesmíme zapomínat, že úkolem žáku není pouze provést samotný experiment, ale také odpovědět na výchozí otázku a popsat samotný proces.

4.3.2 Jak docílíme toho, že od sebe oddělíme vodu a mák?

V této úloze mají žáci za úkol oddělit směs vody a máku. Zde by jim mělo dojít, že cedník už stačit nebude a že musí přistoupit k jinému řešení. Již v této úloze se mohou projevit zvědi, kteří prodiskutují s ostatními skupinami, do jaké metody se pustili, a co by byl nejlepší možnost, jako filtr. Pokud nějaké skupiny využijí látku a některé filtrační papír, neopravujeme je, naopak nám to na konci poslouží k lepší diskusi kvůli rozdílnosti pozorování. Při prezentování odpovědi žáky se snažíme, aby používali chemickou terminologii.

4.3.3 Proč se nám podařilo zfiltrovat sůl, která je rozpustná ve vodě?

Žáci dostanou od vyučujícího přesycený roztok vody se solí (do 100 ml 5–6 lžiček). Jejich úkolem je stále filtrovat, v tomto případě oddělit sůl od vody a zároveň přijít sami na to, proč už se sůl ve vodě dále nerozpouští. Opět necháváme žáky pracovat samostatně a odpovědi si necháváme, až na finální diskusi mezi skupinami, kde se žáci mohou vzájemně opravit, či si pomoci. Opět se soustředíme na to, že žáci při rozebírání odpovědi používají příslušnou terminologii.

4.3.4 Diskuse

Poslední částí tedy bude již zmíněná diskuse, ve které žáci dostanou prostor pro debatu a prezentaci své práce. V ideálním případě rozvedou žáci diskusi mezi sebou a sami se dopracují k žádanému výsledku. Pokud však žádný rozhovor plynout nebude může vyučující dopomoci návodnými otázkami:

- Proč filtrem nějaké látky prochází a jiné zase ne?
- Proč nemůžeme odfiltrovat všechnu sůl z vody?
- Jaké vlastnosti má mák?
- Jakým způsobem by se nám podařilo oddělit zbytek soli z vody?

4.4 Praktická ověření úloh

V této části práce bude ukázka funkčnosti jednotlivých úloh v praxi. Pokusy byly prováděny v domácím prostředí, pro důkaz, že je možnost tuto činnost vykonat kdekoli s malým množstvím pomůcek.

4.4.1 Úloha 1: Proč se čočka zachytává, ale rýže propadává?

Na obrázku 7 jsou vidět základní pomůcky k zhotovení první úlohy, a to čočka, rýže, cedník a miska.



Obrázek 7: Pomůcky pro úlohu 1

Obrázek 8 ukazuje proces, při kterém se odděluje rýže jemným třepáním cedníku v plastové misce. Alternativou, pokud máme cedník s menšími oky, je zaměnit rýži za mák, který je také v pomůckách a v této úloze je pro účel funkčnosti snadným řešením.



Obrázek 8: Proces oddělení rýže od máku

4.4.2 Úloha 2: Jak docílíme toho, že od sebe oddělíme vodu a mák?

Na obrázku 9 jsou předloženy všechny pomůcky pro vykonání pokusu, a to mák, voda, kus látky, plastové hrdlo a druhá sklenička pro zfiltrovanou vodu. Druhá sklenička může být zaměněna za cokoli, do čeho bude zapadat plastové hrdlo(nálevka). Zároveň již v této úloze můžou žáci použít například filtrační papír místo kusu látky, či jiný filtr který je napadne.



Obrázek 9: Pomůcky pro úlohu 2

Obrázek 10 ukazuje proces filtrace máku. V pravé sklenici vidíme čistou zfiltrovanou vodu a mák zachycený ve filtru. Ve sklenici nalevo je vidět zbytek máku, jak na dně, tak na hladině, což pro žáky přináší unikátní příležitost popsat vlastnost hydrofobního chování. Ideální je doporučit žákům, aby s mákem ze začátku zamíchali, aby byl viděn proces klesání máku ke dnu.



Obrázek 10: Filtrace máku

4.4.3 Úloha 3: Proč se nám podařilo zfiltrout sůl, která je rozpustná ve vodě?

Na obrázku 11 jsou vidět pomůcky pro úlohu 3, kterými jsou sklenička, voda, sůl, plastové hrdlo lžička a látka. Alternativou může být jiný filtr (například filtrační papír), či jiné sklo.



Obrázek 11: Pomůcky pro úlohy 3

Obrázek 12 zobrazuje proces oddělení přebytečné soli od vody. V levé sklenici je přesycený roztok, čemuž nasvědčuje vrstva soli usazená na dně. Ve sklenici vpravo vidíme přefiltrovanou sůl, která se drží v látce (filtru) a nasycený roztok pod ní. Pokud bychom s žáky chtěli pokračovat v úloze a dále odpařováním oddělit všechnu sůl od vody, vyžadovalo by to použití vhodného laboratorního skla, které je schopné vydržet nápor vysoké teploty.



Obrázek 12: Filtrace nasyceného roztoku soli

4.5 Dotazníkové šetření

Pro zjištění názoru učitelů o vytvořených úlohách, bylo zvoleno dotazníkové šetření (viz příloha 1), ve kterém měli učitelé úlohy ohodnotit. Díky známým a spolužákům bylo jednoduché obdržet kontakty na učitele s různých škol. Cílem bylo zjistit nejenom zda si učitelé myslí, že úlohy v praxi fungují, ale také, že by byly schopni naplnit badatelské předpoklady, na kterých jsou pokusy postaveny, dále pro lepší pochopení, jak přesně by úlohy mohly být upraveny do budoucna, či jaké výtky v nich učitelé shledávají. Dotazníkové šetření tedy sloužilo pro sběr kvalitativních dat, která byla následně vyhodnocena metodou otevřeného kódování (Šedová a Švaříček, 2007).

4.5.1 Hodnocení navrhovaných úloh učiteli

Popis respondentů

Pět ze šesti respondentů učí na základních školách, které jsou v Praze a respondent 2 ve škole, která se nachází u města Mělník. Jednalo se převážně o začínající učitele: Respondenti

1, 4, 5 a 6 uváděli délku pedagogické praxe mezi 1 a 5 lety, respondent 3 méně než rok. Respondent 2 patří se svou pedagogickou praxí více jak 20 let mezi zkušené učitele. Kromě respondenta 4, byly ostatní respondenti ženy.

Pozitiva navrhovaných úloh

Všichni respondenti našli na úlohách určitá pozitiva. Respondenti 1, 2, 3 a 6 popisují, že za velmi přínosné využít běžně dostupných materiálů, které nijak nejsou pro žáky nebezpečné. Kromě respondenta 4, který kvituje zařazení více druhů filtrace, všichni shledávají úlohy svým přístupem zábavné a obecně chválí formu výuky: *„Pozitivem je rozhodně nenásilný přístup k učení. Forma hry ve výuce je žáky upřednostňována a pro učitele má tu výhodu, že může lépe monitorovat samostatnou práci, pokud má aktivitu k výuce podobně dobře nachystanou. Úlohy jsou gradované, tudíž ty jednodušší z nich vyřeší i žáci, kterým budou složitější typy úloh dělat problémy a je velmi důležité, aby si každý zažil úspěch alespoň v některé z nich.“* (respondent 5). Dále respondenti 1, 2 a 6 poukazují na důležitost praktické zkušenosti žáka z hodin, a to nejen pro účely školní třídy.

Negativa a výtky navrhovaných úloh

Respondent 1, 2 a 3 se shodují, že role zvěda není ideální. Respondent 5 poukazuje na obtížnost, kterou mohou role obecně přinášet pro žáky. Respondent 1 si myslí, že role zvěda nemůže fungovat na vyšším stupni základní školy, a to z důvodu, že by minimálně plnila svou funkci. Respondent 2 naopak podotýká, že role zvěda není vhodná pro žáky na nižším stupni, a to proto, že žáci mají podle respondenta tendenci napodobovat ostatní, a tak by všichni plnili jen jeden postup, a tím by strhávali celou podstatu úloh. Respondent 3 už jen doplňuje, že v případě role zvěda, by si žáci mezi sebou napovídali a opět by tato aktivita ztrácela smysl. Další výtku nastiňuje respondent 4, který říká, že by mohl vzniknout potencionální problém při přinášení pomůcek žáky a spíše se přiklání k možnosti, aby tento úkon udělal učitel.

Návrhy na úpravu či doplnění navrhovaných úloh

Případné úpravy byly vyjádřeny od respondentů 1, 2 a 3. Respondent 1 by k úlohám vytvořil motivační úvod, který by žákům lépe nastínil a vysvětlil název úlohy: *„Doplnila bych krátký motivační úvod přímo k aktivitě – proč se jmenuje zrovna „Nešika v kuchyni“?“*. Respondent

2 a 3 polemizuje nad časovou zvládnutelností úloh. Respondent 2 tvrdí, že čas by mohl být problém, pokud bychom tyto úlohy dělali v nižších ročnících a navrhuje vypracování pouze dvou úloh na skupinu. Respondent 3 naopak říká, že tato tematika žákům nevydrží dvě vyučovací hodiny v kuse.

Využití navrhovaných úloh v hodinách

V této otázce se všichni respondenti shodli, že by úlohy ve svých hodinách určitě vyzkoušely: „*Úlohy jsou dobře koncipované a snadno proveditelné, v hodinách bych je jistě využila. Myslím, že by žáky bavily.*“ (respondent 1). Respondenti dále poukazují na stručnost a zábavnost, na které jsou úlohy založeny. Respondent 5 dokonce říká, že by úlohy byly použitelné nejenom pro hodiny chemie, ale také pro výuku cizího jazyku díky stručnosti úloh a pomůcek, které jsou vybrané pro jejich vypracování: „*Úlohy bych využila jak ve výuce chemie na druhém stupni, tak i v hodinách cizího jazyka, neboť se pracuje se základními potravinami a materiály a úlohy nabízí jednoduché popisy děje, což by pro druhostupňové žáky mělo být zvládnutelné a přinese to oživení běžných hodin.*“

Doporučení navrhovaných úloh kolegům

Všichni respondenti se shodují v odpovědi, že by úlohy doporučili svým kolegům: „*Ano, doporučila. Jak jsem zmínila, jsou jednoduché na provedení. Především na ně nejsou potřeba speciální materiály, ale běžně dostupné látky.*“ (respondent 2). Respondenti 1 a 3 uvádějí, že tyto úlohy by doporučili u kolegům z nižšího ročníku, pro jejich jednoduchost a učení žáků práce ve skupině. Respondent 5 zmiňuje, že experimenty by byly možné doporučit i kolegům z jiných oborů.

Další komentáře

Respondenti 2 a 5 poukazují, že by jim více vyhovovala otázka na kraj, kterém učí, ne na školu, pro zachování větší anonymity. K samotné otázce nepřibyly ale odpovědi, které by již nebyly zmíněné z předešlých otázek.

Závěr

Bakalářská práce se zaměřovala na návrh a praktické ověření badatelsky orientovaných úloh na téma Oddělování složek směsi. Hlavním účelem bylo zjistit, zda je navržené úlohy možné využít ve výuce na základních školách. K získání potřebných informací bylo využité praktické ověření, které potvrdilo, že připravované pokusy jsou funkční, a to nejenom v teoretické hladině, a hodnocení učitelů ve formě otevřených otázek v dotazníkovém šetření pro učitele chemie na základních školách.

Dotazníkové šetření ukázalo, že učitelé shledávají na úlohách množství pozitiv, ať už kvůli jejich jednoduchosti a samostatnosti, kterou žákům přinášejí, tak díky materiálům, jež jsou bezpečné na práci a patří do věcí z běžného života. Velkou zásluhu na to má právě badatelsky orientovaná výuka, díky které se z jednoduchých úloh dá vytvořit zajímavé a zábavné vyučování.

Z dat také vyplývá, že jsou jisté úpravy, které by podle učitelů byly vhodné udělat. Jedna z nich je více specifikovat, nebo úplně vymazat roli zvěda. Další je například více specifikovat název „Nešika v kuchyni“ motivačním úvodem. Tyto návrhy mají určitě své opodstatnění, ale zároveň se dají hodnotit jako situační. Každý přístup školy a tříd k výuce je jiný a v některých případech by zvěd mohl fungovat, v některých ne.

Hlavním ukazatelem kvality návrhu úloh byly pozitivní odezvy na otázku jejich použitelnosti přímo ve výuce tázaných učitelů. Všichni učitelé se shodli na tom, že by úlohy určitě zařadili do hodiny, i je doporučili kolegům, jak v jiných ročnících, tak oborech.

Odpovědi učitelů samozřejmě byly subjektivní a jsou limitovány malou návratností dotazníků. Na tuto práci lze navázat kvalitativním výzkumem formou rozhovorů, dále zařadit testování úloh s žáky za využití pozorování výuky a hodnocení úlohy žáky.

Na konec bych ještě jednou rád poděkoval těm učitelům, kteří si udělali čas pro vyplnění dotazníku a pomohli mi tak, ke stvoření této práce.

Seznam použitých informačních zdrojů

- BÓNOVÁ, Nikola. *Badatelsky orientované experimentální činnosti ve výuce chemie na základní škole* [online]. Hradec Králové, 2017. Dostupné z: <https://theses.cz/id/0mtrry/STAG84202.pdf>
- ČTRNACTOVÁ Hana, ČÍŽKOVÁ Věra, HLAVOVÁ Lucie a ŘEZNÍČKOVÁ Dana, (2012). *Dovednosti žáku v badatelsky orientované výuce chemie*, 31-36. In REGULI Ján. *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied* [online]. Trnava, 2012, 367 s. ISBN 978-80-8082-541-6 Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Milica-Krizanova/publication/362928270_Nastroje_premeny_ucitela_z_pohladu_ucitela/links/63078c3d1ddd4470210a953b/Nastroje-premeny-ucitela-z-pohladu-ucitela.pdf#page=41
- DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Křížkovského 8, 771 47 Olomouc, 2015. ISBN 978-80-244-4515-1. Dostupné z: doi:10.5507/pdf.15.24445151
- GILLIES, R. M. (2020). *Inquiry-based science education*. CRC Press
- HARRIS, Katherine, et al. Physical separation techniques in water purification: an inquiry-based laboratory learning experience. *Chemistry Teacher International*, 2019, 3.1: 20180018.
<https://theses.cz/id/0mtrry/STAG84202.pdf>
- CHEE, Yam San; TAN, Kim Chwee Daniel. *Becoming chemists through game-based inquiry learning: The case of legends of Alkhimia*. 2012.
- CHURÁČEK, Jaroslav. *Analytická separace látek: celostátní vysokoškolská učebnice pro vysoké školy chemickotechnologické*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00569-8
- KOTEK, Jan. *Laboratorní technika*. Praha: Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1441-0
- KŘÍŽEK, Martin a Jan ŠÍMA. *Analytická chemie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2015. ISBN 978-80-7394-486-5
- LICHTENBERG, Karel a Jana SCHMIDTMAYEROVÁ. *Laboratorní technika: cvičení*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2003. ISBN 80-704-0603-8
- MŠMT, 2023. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Dostupné z:

https://www.msmt.cz/file/60264_1_1/

OKOTH, Ronald, et al. A guided-inquiry experiment: separation of a five-component mixture by liquid-liquid extraction and column chromatography. *Journal of Laboratory Chemical Education*, 2019, 7.1: 19-21.

PAPÁČEK, Miroslav, ed. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování: (DiBi 2010): sborník příspěvků semináře: 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích*. České Budějovice: Pedagogická fakulta, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6.

SAMKOVÁ, Libuše, Lukáš ROKOS, Jan PETR a Iva STUHLÍKOVÁ. Teoretický model pro formativní hodnocení při badatelsky orientované výuce matematiky a přírodopisu. *Pedagogika* [online]. 2021, 71(1) [cit. 2023-03-22]. ISSN 2336-2189. Dostupné z: doi:10.14712/23362189.2020.1836

ŠVAŘÍČEK, Roman a Klára ŠEĐOVÁ. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0.

TRNA, Josef, Eva TRNOVA a Jiri SIBOR. *Implementation of inquiry-based science education in science teacher training* [online]. 2. 2012 [cit. 2023-03-22]. ISSN 2146-7463. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Josef-Trna/publication/272786501_IMPLEMENTATION_OF_INQUIRY-BASED_SCIENCE_EDUCATION_IN_SCIENCE_TEACHER_TRAINING/links/54e6250cf2e2830863a80c/IMPLEMENTATION-OF-INQUIRY-BASED-SCIENCE-EDUCATION-IN-SCIENCE-TEACHER-TRAINING.pdf

YANG, Wenyuan a Enshan LIU. Development and validation of an instrument for evaluating inquiry-based tasks in science textbooks. *International Journal of Science Education* [online]. 2016, 38(18), 2688-2711. ISSN 0950-0693. Dostupné z: doi:10.1080/09500693.2016.1258499

ZÁMEČNÍKOVÁ Veronika. *Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na obecnou a orientovanou chemii*, 54-61. In LAUFKOVÁ, Veronika, Hana MORAOVÁ a Tereza MEDŘICKÁ, ed. *Metodologické přístupy v pedagogických a psychologických doktorských výzkumech* [online]. Praha, 2013, 223 s. ISBN 978-80-7290-698-4. Dostupné z: <https://pages.pedf.cuni.cz/konference13/files/2013/12/Sbornik-2013->

[Metodologické-př%C3%ADstupy.pdf#page=55](#)

ZÁRUBA, Kamil. *Analytická chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 9788070809518.

Seznam příloh

Příloha 1 – Dotazník pro učitele	I
Příloha 2 – Odpovědi respondentů	IV

Příloha 1 – Dotazník pro učitele

Vážené učitelky, vážení učitelé,

tento dotazník slouží k hodnocení a úpravám navrhovaných badatelsky orientovaných úloh na téma Oddělování složek směsi pro žáky ZŠ (viz příloha) v rámci zpracování mé bakalářské práce. Je zcela anonymní a dobrovolný. I přesto bych Vás rád poprosil o jeho upřímné vyplnění.

Předem děkuji za vyplnění.

Jakub

Sohar

Název školy: Klikněte nebo klepněte sem a zadejte text.

Délka Vaší pedagogické praxe:

- méně než 1 rok
- 1–5 let
- 6–10 let
- 11–20 let
- více než 20 let

Vaše pohlaví

- Muž
- Žena

Jaké shledáváte pozitiva na navrhovaných úlohách?

Klikněte nebo klepněte sem a zadejte text.

Jaké negativa a výtky máte k navrhovaným úlohám?

Klikněte nebo klepněte sem a zadejte text.

Pokud máte nějaké návrhy na úpravu či doplnění navrhovaných úloh, napište je prosím sem:

Klikněte nebo klepněte sem a zadejte text.

Využil/a byste úlohy ve svých hodinách? Proč?

Klikněte nebo klepněte sem a zadejte text.

Doporučil/a byste využití úloh i svým kolegům v oboru? Proč?

Klikněte nebo klepněte sem a zadejte text.

Pokud máte nějaké další komentáře, napište je prosím sem:

Klikněte nebo klepněte sem a zadejte text.

Příloha 2 – Odpovědi respondentů

Název školy

Respondent 1: Základní škola a mateřská škola Emy Destinové

Respondent 2: ZŠ a MŠ Ledčice

Respondent 3: Základní škola U Vršovického nádraží

Respondent 4: ZŠ Novoborská, Praha 9 - Střížkov.

Respondent 5: ZŠ Satalice

Respondent 6: ZŠ a MŠ Barrandov

Délka Vaší pedagogické praxe

Respondent 1: 1–5 let

Respondent 2: více než 20 let

Respondent 3: méně než 1 rok

Respondent 4: 1–5 let

Respondent 5: 1–5 let

Respondent 6: 1–5 let

Vaše pohlaví

Respondent 1: Žena

Respondent 2: Žena

Respondent 3: Žena

Respondent 4: Muž

Respondent 5: Žena

Respondent 6: Žena

Jaké shledáváte pozitiva na navrhovaných úlohách?

Respondent 1: Dobře rozepsaný seznam pomůcek, zábavná forma představení nového tématu, praktické využití znalostí v běžném životě.

Respondent 2: Pozitivem je, že žáci se mohou učit formou hry, experimentovat s různými materiály a látkami z běžného života a vyzkouší si prakticky spoustu věcí. Za velmi dobře koncipovanou považují úlohu s přesyceným roztokem, kdy se např. prvostupňoví žáci naučí, proč si nelze sladit čaj do nekonečna.

Respondent 3: Úlohy jsou jednoduché, a proto i lehce pochopitelné. Žáci při nich nepřichází do styku s nebezpečnými látkami, naopak při nich používají látky, které znají a běžné používají. Pomocí BOV se dopracují ke znalostem zábavnou formou.

Respondent 4: Práce předvádí různé druhy filtrace – 2 různě velké částice (čočka a rýže), pevná nerozpustná částice od kapaliny (voda a mák), rozpustná pevná částice od kapaliny (voda a sůl). Žáci se tak mohou setkat s nejčastějšími druhy filtrace.

Respondent 5: Pozitivem je rozhodně nenásilný přístup k učení. Forma hry ve výuce je žáky upřednostňována a pro učitele má tu výhodu, že může lépe monitorovat samostatnou práci, pokud má aktivitu k výuce podobně dobře nachystanou. Úlohy jsou gradované, tudíž ty jednodušší z nich vyřeší i žáci, kterým budou složitější typy úloh dělat problémy a je velmi důležité, aby si každý zažil úspěch alespoň v některé z nich.

Respondent 6: Badatelský přístup, možnost žáků si vše samostatně vyzkoušet – nikoli pouze demonstrační pokus, využití semaforu, bezpečnost

Jaké negativa a výtky máte k navrhovaným úlohám?

Respondent 1: Funkce rolí žáků ve skupince se mi zdají lehce nevyvážené – stavitel, zapisovatel a mluvčí by byla ideální skupinka, pokud by se všichni dohromady podíleli na funkci direktora. Role zvěda by mohla fungovat na nižším stupni ZŠ, na vyšším stupni už by plnila minimální funkci – skupina by na řešení přišla nejspíš dříve, než by se zvěd vrátil s informacemi od jiných skupin.

Respondent 2: Úloha zvěda u prvostupňových žáků se mi nezdá jako vhodná, neboť takto malé děti mají tendenci se příliš napodobovat. Všechny děti tedy budou následovat stejný

postup, což nepovede ke kýženému výsledku, jelikož se nebudou snažit tak, jak by mohly bez této role.

Respondent 3: Jediné negativum vidím v roli zvěda. Obávám se, že žáci si budou prozrazovat výsledky, což by pokazilo celý princip BOV.

Respondent 4: Jediné, co mě napadá je: Spoléhat se na to, že celá třída přinese všechny požadované pomůcky – pokud bude mít každý za úkol přinést něco, tak se určitě najde někdo, kdo tyto pomůcky nepřinese.

Z toho důvodu se mi líbí spíše varianta poskytnutí pomůcek ve škole.

Respondent 5: Negativa neshledávám. Je úlohou učitele, aby dohlížel na plnění jednotlivých rolí, aby každý žák byl zapojen. Někdy může však dojít k tomu, např. u malých dětí či neaktivních žáků, že si se svou rolí v družstvu nebudou vědět rady.

Respondent 6

Pokud máte nějaké návrhy na úpravu či doplnění navrhovaných úloh, napište je prosím sem.

Respondent 1: Doplnila bych krátký motivační úvod přímo k aktivitě – proč se jmenuje zrovna „Nešika v kuchyni“?

Respondent 2: Prvostupňovým žákům podobné úlohy zaberou spoustu času. Proto navrhuji omezit počet úloh na dvě do každé skupiny. Popřípadě úlohy rozdělit do více hodin.

Respondent 3: Úpravu bych udělala v časové dotaci. Myslím, že dvě a více vyučovacích jednotek nejde vyhradit jen na tak krátké téma.

Respondent 4: Filtrace kávy by mohla být také dobrá součást práce.

Jinak připomínky nemám.

Respondent 5

Respondent 6

Využil/a byste úlohy ve svých hodinách? Proč ano, proč ne?

Respondent 1: Ano, myslím si, že by mohly žáky bavit, a zároveň jim pomoci s hlubším porozuměním probírané látky.

Respondent 2: Úlohy jsou dobře koncipované a snadno proveditelné, v hodinách bych je jistě využila. Myslím, že by žáky bavily.

Respondent 3: Úlohy bych ve svých hodinách využila. Úlohy jsou stručně a jasně, takže žáci je snadno pochopí. Zároveň je skvělé spojení učiva a potravin nebo materiálů, se kterými se žáci denně setkávají.

Respondent 4: Ano, úlohy jsou dobře navrženy a žáci se dobře seznámí s filtrací.

Respondent 5: Úlohy bych využila jak ve výuce chemie na druhém stupni, tak i v hodinách cizího jazyka, neboť se pracuje se základními potravinami a materiály a úlohy nabízí jednoduché popisy děje, což by pro druhostupňové žáky mělo být zvládnutelné a přinese to oživení běžných hodin.

Respondent 6: Ráda je vyzkouším, BOV aktivity by měly mít ve výuce vždy své místo.

Doporučil/a byste využití úloh i svým kolegům v oboru? Proč ano, proč ne?

Respondent 1: Ano, doporučila bych i nižším ročníkům, případně i kolegům do MŠ, protože by se učitelé měli snažit rozvíjet v dětech zájem o řešení problémů vlastními silami, a zároveň učit děti pracovat ve skupině.

Respondent 2: Ano, doporučila. Jak jsem zmínila, jsou jednoduché na provedení. Především na ně nejsou potřeba speciální materiály, ale běžně dostupné látky.

Respondent 3: Tím, že jsou úlohy poměrně jednoduché doporučila bych je kolegům z 1. stupně, nebo i do mateřských škol.

Respondent 4: Ano, úlohy jsou navrženy pro výuku dětí, seznámení se s filtrací, a i celkově si myslím že jsou to dobré úlohy pro začínající chemiky.

Respondent 5: Ano, doporučila. Důvody jsou uvedeny výše, navíc se domnívám, že lze doporučit i kolegům v jiných oborech či předmětech.

Respondent 6: Ano, zvláště pokud mají možnost mít dvouhodinové bloky chemie.

Pokud máte nějaké další komentáře, napište je prosím sem.

Respondent 1

Respondent 2: V dotazníku bych spíše, než napsat konkrétní školu uvítala možnost zvolit pouze kraj, pro větší zajištění anonymity dotazníku.

Respondent 3

Respondent 4: Nemám

Respondent 5: V dotazníku bych uvítala více, pokud bych se nemusela uvádět název školy pro udržení větší anonymity.

Respondent 6: Potřeba hodně pomůcek – zajištění, že si žáci doopravdy něco přinesou, případně je náročné obstarat pomůcky pro všechny učitelovy třídy, také časová dotace. Není to negativum, jen záleží na lokalitě školy a složení třídy, zda je toho schopná.