

TERMOCHÉMIA VO VYUČOVANÍ NA ZÁKLADNEJ ŠKOLE S VYUŽITÍM BÁDATEĽSKEJ METÓDY

OPEN ACCESS



Thermochemistry in Primary School Education with IBSE

ANNA DROZDÍKOVÁ, GABRIELA KLIMEŠOVÁ, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, anna.drozdikova@uniba.sk

Abstract

In our article, we discuss problems connected with teaching methods at Slovak elementary schools in the area of teaching the topic “Termochémia”. The main aim of our research was to find out if the pupils are able to understand the basics of exothermic and endothermic reactions, when the Inquiry-Based Science Education (IBSE) method is used in chemistry lessons. IBSE is based on the active involvement of the pupil in the teaching process. When choosing this method, we also proceed from the Model of Educational Reconstruction, based on the preconceptions, and the primary experience of a pupil with a concept. In accordance with the IBSE method, we designed worksheets for pupils on the topic Exothermic and Endothermic Reactions. The obtained results were evaluated by both qualitative and quantitative methods. With hindsight, we tested the pupils’ obtained knowledge by a didactic test. The results indicate the pupils are able to derive knowledge from their own experience; they can create hypotheses, evaluate observed processes and conclude. The pupils were active in this type of class, asking their own questions, observing and exploring. The teachers who were observers rated the activity positively also. According to the results of the didactic test the obtained knowledge is also of a long-term character to some degree.

Klíčová slova

bádateľská metóda, termochémia, základná škola, didaktická rekonštrukcia

Keywords

IBSE, Thermochemistry, primary schools, Model of Educational Reconstruction

ÚVOD

Prírodovedná gramotnosť je u žiakov základných škôl na Slovensku nízka, o čom svedčia aj výsledky testovania OECD PISA z roku 2015. Podľa týchto výsledkov sa Slovenská republika umiestnila v meraní prírodovednej gramotnosti žiakov na 42. mieste zo všetkých sedemdesiatich zúčastnených krajín. Celková úspešnosť žiakov bola pod priemerným výkonom OECD (PISA 2015). Tento výkon je podľa meraní slabý a to aj napriek tomu, že sa zmenil obsahový a výkonový štandard, ktorý by mal žiak po absolvovaní určitého ročníka dosiahnuť.

Problémom však podľa nás nie je množstvo obsahu, ale skôr spôsob výučby. Napriek informovanosti učiteľov, ako aj vzdelávaní budúcich učiteľov v oblasti konštruktivistických metód vyučovania, sú stále pri sprístupňovaní učiva najfrekvencovanejšími transmisívnymi metódami. (Petlák; 2018) Podľa výrokov učiteľov tento spôsob výučby šetrí čas a energiu učiteľa. Avšak s týmto spôsobom sú spojené mnohé nepochopenia učiva zo strany žiakov. Môže dochádzať k chybnému či nesprávnemu pochopeniu učiva. Následne na toto mylne pochopené učivo žiak nadväzuje ďalšie, ktoré mu môže pripadať nelogické a ako sa žiaci vyjadrujú – ťažké na pochopenie. Preto je dôležité zvoliť iný spôsob vyučovania, ktorý zabezpečí lepšie pochopenie učiva žiakmi. Voľbu vhodného spôsobu nám pomáha objaviť didaktická rekonštrukcia, ktorá retrospektívne dokáže odhaliť príčinu vzniku predstáv žiakov a spojiť ju s predstavami odborného obsahu konkrétneho učiva.

Didaktická rekonštrukcia vychádza z konštruktivistickej teórie poznávania, ktorá tvrdí, že vedomosti sa konštruujú v mysli toho, kto sa učí novým poznatkom (Tóthová; 2014). Samotný názov modelu didaktická rekonštrukcia vychádza

zo zámeru rekonštruovať po didaktickej stránke obsahy vedeckého poznávania žiakov (Jelemenská, Sander a Kattmann; 2003). Základné komponenty tohto modelu teda tvorí spätné objasnenie predstáv odborníkov a zároveň skúmanie predstáv samotného žiaka, ktorý má určité skúsenosti z každodenného života (Kuhnová; 2007). Základným východiskom spomínaného modelu je podľa Jelemenská, Sander a Kattmann (2003) chápanie vedeckých predstáv, ako aj predstáv žiakov, ako rovnocenných zdrojov pre rekonštrukciu obsahovej štruktúry konkrétnej témy. Z toho vyplýva, že nie je vopred stanovená žiadna „platná“ obsahová štruktúra vyučovania. Ani samotné predstavy žiakov nie sú teda vnímané ako mylné, ktoré odborné nazývame miskoncepcie, ale skôr ako prvotné predstavy žiakov o nejakom pojme – prekoncepcie. V rámci modelu sú tieto žiacke predstavy o vedeckom poznaní chápané ako rovnocenné zdroje pri konštrukcii vyučovania.

Pri didaktickej rekonštrukcii sa teda snažíme o spätnú analýzu toho, akým spôsobom si žiak vytvoril spomínané prekoncepcie o konkrétnom pojme a na základe akej skúsenosti k vytvoreniu tohto pojmu došlo. Úlohou didaktickej rekonštrukcie teda je rozanalyzovať a objasniť predstavy odborníkov a predstavy žiakov a navrhnúť tak vhodné prostredie a spôsob pre správne pochopenie konkrétneho učiva.

V opačnom prípade by mohlo dochádzať k vzniku tzv. miskoncepcií, teda chybným, resp. nesprávne pochopeným myšlienkam žiakov, ktoré sa líšia od myšlienok odborníkov o tom istom pojme (Schmidt; 1995). Podľa Tabera (2001) ku vzniku miskoncepcií zvyčajne nedochádza pri priamej skúsenosti s konkrétnym pojmom či procesom. Vzniká na základe nesprávneho pochopenia učiva v priebehu vyučovania.

Keďže konštruktivistické spôsoby vyučovania sú založené na skúsenosti, z ktorej sa následne budujú a obohacujú poznatky o nové pojmy, domnievali sme sa, že práve takéto metódy výučby by boli vhodné pre žiakov. Objavnými metódami má žiak možnosť sám konštruovať svoje poznatky, upravovať svoje prekonceptie a zároveň pomocou učiteľovho dovysvetľovania niektorých faktov zamedzujeme vzniku prípadných miskonceptí. Zároveň si však žiaci na základe osobnej skúsenosti s konkrétnymi pojmami dokážu tieto poznatky lepšie zapamätať, čo vyplýva z Daleho trojuholníka. E. Dale (1969) v ňom poukazuje na aktivity, pri ktorých si žiak dokáže najlepšie zapamätať nové poznatky. Podľa Daleho počúvanie prednášky či čítanie textu je najmenej efektívny spôsob vyučovania. Naopak vyučovanie spojené s priamou skúsenosťou žiaka s učivom či konkrétnym pojmom je najefektívnejší spôsob osvojenia si vedomostí.

Preto sme si pre uskutočnenie nášho výskumu zvolili jednu z mnohých konštruktivistických metód, ktorou je IBSE. Skratka IBSE pochádza z anglického Inquiry Based Science Education a do slovenčiny sa prekladá ako Výskumne ladená koncepcia alebo Bádateľsky orientované vyučovanie. Definície tejto vyučovacej metódy sa odlišujú v závislosti od jednotlivých autorov. Inak definuje bádateľsky orientovanú metódu Trna (2011), inak Čtrnáctová a kol. (2012) a inak mnohí ďalší autori. Avšak podstata všetkých definícií a základná charakteristika IBSE zostáva u všetkých autorov rovnaká a túto podstatu by sme vedeli zhrnúť do troch základných bodov:

- Kladenie dôrazu na aktivitu žiaka.
- Hlavnou náplňou hodiny je učenie prostredníctvom bádania, ktorého výsledkom sú závery (žiaci na ne sami prichádzajú počas svojho „výskumu“).
- Rola učiteľa = sprostredkovateľ pomôcok, poradca, nie zdroj informácií a výsledkov.

Podľa Bell et al. (2005) a tiež Banchi and Bell (2008) môžeme bádanie rozdeliť do štyroch základných úrovní:

1. Potvrdzujúce bádanie
2. Štruktúrované bádanie
3. Sprevádzajúce bádanie
4. Otvorené bádanie

Voľbu úrovne bádania, ktoré použijeme na vyučovacej hodine závisí od skúseností žiaka s postupmi práce v chemickom laboratóriu ako aj od veku a mnohých iných okolností. V našom výskume sme použili dva typy a to štruktúrované a sprevádzajúce bádanie. Štruktúrované bádanie je typ bádateľsky orientovaného vyučovania, kde žiaci samostatne pracujú na vyvedení záverov zo zozbieraných dát. Hoci závery formulujú samostatne, bez poznania správnej odpovede, základnú otázku a postup, akým odpoveď získajú, predloží učiteľ (1. a 3. pracovný list). Sprevádzajúce bádanie je typ bádateľsky orientovaného vyučovania, kde jedinú, čo je žiakom zadané je samotný problém na vyriešenie. Pomôcky, materiál i postup si žiak musí vytvoriť sám (4. pracovný list). Kládne sa tu dôraz na žiakovu kreativitu a nápaditosť (Kapucu, 2016).

CIEĽ VÝSKUMU

Hlavným cieľom nášho výskumu bolo zistiť, či sú žiaci schopní pochopiť podstatu exo a endotermických reakcií, ak je sprístupňovanie nových poznatkov realizované s použitím metódy IBSE. Snažili sme sa o objasnenie pojmov exotermická a endotermická reakcia pomocou osobnej skúsenosti žiaka s takýmto typom reakcií. Rovnako na základe osobnej skúsenosti by mal žiak vedieť vysvetliť svoje rozhodnutie pri určovaní výsledného tepelného efektu konkrétnej reakcie alebo fyzikálneho deja.

Zároveň sme sa snažili rozvíjať žiakove schopnosti a zručnosti pri práci v chemickom laboratóriu. Ďalším našim cieľom bolo, aby žiak, ktorý má takto nadobudnuté poznatky poznačené osobnou skúsenosťou, ich vedel následne v praxi využiť.

REALIZÁCIA

Výskum bol realizovaný v druhom polroku školského roku 2017/2018, na štyroch rôznych školách. Výskumu sa zúčastnilo 75 žiakov siedmich ročníkov ZŠ a 16 žiakov kvarty na osemročnom gymnáziu. Pre žiakov boli pripravené 4 rôzne vyučovacie hodiny vo forme pracovných listov. Jednotlivé hodiny na seba nadväzovali a postupne rozvíjali tému Termochémie. Tri pracovné listy boli vytvorené ako hodina, počas ktorej žiaci získavajú nové poznatky, jeden pracovný list ako opakovacia hodina.

Prvá hodina bola venovaná rozpúšťaniu rôznych chemických látok vo vode a jeho tepelnému efektu. Na druhej hodine žiaci skúmali tepelný efekt reakcie kyseliny so zásadou, na tretej hodine sme sa zamerali na možnosti ovplyvnenia výsledného tepelného efektu pri danej chemickej reakcii

vonkajšími podmienkami. Na poslednej hodine mali žiaci využiť získané vedomosti na overenie učiteľom danej hypotézy z oblasti Termochémie.

Každý pracovný list sa odlišoval v látkach, ktoré žiaci mali použiť pri splnení jednotlivých úloh. Ako ukážku sme zvolili pracovný list č. 1. Jeho plné znenie aj s metodickým materiálom pre učiteľa bolo odpublikované. (Held a kol, 2019)

Rozpúšťanie látok a jeho tepelný efekt

PRACOVNÝ LIST	
Pomôcky: 3x kadička obalená alobalom, teplomer, vreckovky	
Chemikálie: (dopíšte tie, ktoré ste dostali od vyučujúceho)	
+ voda	
Skôr ako začneme...	
✓ Pozorujte vlastnosti látok, ktoré ste dostali a svoje pozorovania si zapíšte do nasledujúcich riadkov.	
Látka č. 1 (dopíš jej názov): _____	
a) Skupenstvo: _____	
b) Farba: _____	
c) Zápach: _____	
Látka č. 2 (dopíš jej názov): _____	
a) Skupenstvo: _____	
b) Farba: _____	
c) Zápach: _____	
Látka č. 3 (dopíš jej názov): _____	
a) Skupenstvo: _____	
b) Farba: _____	
c) Zápach: _____	
Problém	
Pri rozpúšťaní látok vo vode môže dochádzať k zmene teploty roztoku. Odhadni, ako sa bude meniť teplota roztoku pri rozpúšťaní pripravených látok. Svoj predpoklad zapíš do tabuľky.	
Predpokladám, že...	
✓ Napíšte, čo budete očakávať, že sa stane s teplotou (bude klesať alebo stúpať, prípadne sa nestane nič) po rozpustení látok vo vode – do prázdnych riadkov napíšte názov látky a svoje očakávanie:	
Po pridaní látky _____ do vody očakávam, že teplota _____ . Svoje tvrdenie odôvodňujem tým, že (pokús sa vysvetliť svoje rozhodnutie)	
_____ .	
Po pridaní látky _____ do vody očakávam, že teplota _____ .	
_____ .	

List 2

Svoje tvrdenie odôvodňujem tým, že (pokús sa vysvetliť svoje rozhodnutie)

Po pridaní látky _____ do vody očakávam, že teplota _____ . Svoje tvrdenie odôvodňujem tým, že (pokús sa vysvetliť svoje rozhodnutie)

Postup práce: 1. Máte 3 kadičky s vodou. Zmerajte teplotu vody (vložením teplomera) vo všetkých troch kadičkách a túto teplotu si zaznačte do tabuľky nižšie (stĺpec **TEPLOTA VODY PRED PRIDANÍM LÁTKY T₁**)

2. Do prvej kadičky nalejte/nasypte jednu z látok, ktorú ste dostali (len jednu z látok POZOR: **NEPRIDÁVAJTE 2 LÁTKY DO 1 KADIČKY S VODOU!!!!!! – jedna kadička = JEDNA LÁTKA!!!!!!**) a teplomerom látku opatrne zamiešajte.

3. Zmerajte teplotu roztoku (látko + voda) a zaznačte ju do tabuľky (stĺpec **TEPLOTA ROZTOKU PO PRIDANÍ LÁTKY T₂**).

4. Vytiahnite teplomer a otrite ho do vreckovky. Vypočítajte rozdiel medzi dvomi teplotami podľa vzorca $T_1 - T_2$ a zaznačte výsledok (stĺpec **ROZDIEL TEPLÔT T₁ - T₂**)

5. To isté zopakujte so zvyšnými dvoma látkami. Hodnoty si vždy zaznačte do tabuľky č.1.

Tabuľka č.1:

Názov látky	TEPLOTA VODY PRED PRIDANÍM LÁTKY T ₁	TEPLOTA ROZTOKU PO PRIDANÍ LÁTKY T ₂	ROZDIEL TEPLÔT T ₁ - T ₂

List 4

Tabuľka č. 2:

Skupina	Názov látky	Vzorec látky	Teplota sa uvoľnilo, spotrebovalo alebo sa nemenilo
kyseliny	kyselina sírová	H ₂ SO ₄	
	kyselina chlorovodíková	HCl	
alkoholy	etanol	C ₂ H ₆ O	
peroxydy	peroxid vodíka	H ₂ O ₂	
soli kyselín	síran meďnatý (bezvodý)	CuSO ₄	
	uhlíčitán sodný (bezvodý)	Na ₂ CO ₃	
látky používané v domácnosti	coca-cola	-	
	červené farbivo	-	
	zelené farbivo	-	
	cukor (sacharóza)	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	
hydrogén-uhlíčitany	hydrogénuhlíčitán sodný	NaHCO ₃	
	hydrogénuhlíčitán draselný	KHCO ₃	
kryštalohydráty	Pentahydrát tiosíranu sodného	Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O	
	Modrá skalica – pentahydrát síranu meďnatého	CuSO ₄ · 5H ₂ O	
	Glauberova soľ – dekahydrát síranu sodného	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	

List 3

Diskusia v skupine:

- Zhodnotte, do akej miery sa splnilo to, čo ste predpokladali.
- Ak vám nevyšli také výsledky, ako ste predpovedali, pokúste sa vysvetliť prečo?
- Od čoho podľa vás závisí zvyšovanie alebo znižovanie teploty pri rozpúšťaní látok? Čo sa deje pri rozpúšťaní látok?

- Rozhodnite, pri ktorých reakciách sa teplo uvoľňovalo, pri ktorých spotrebovalo a pri ktorých sa teplota nemenila.

- Poradte sa v skupine a pokúste sa sformulovať svoj vlastný záver ako skupina.

Zhrnutie výsledkov:

Zapište svoje výsledky do spoločnej tabuľky a hodnoty ostatných skupín si prepíšte do spoločnej tabuľky (Tabuľka č.2)

List 5

Otázky a úlohy:

- Po rozpustení ktorých látok sa teplota vody nezmenila?
- Boli látky, pri ktorých sa teplota nemenila rovnakého skupenstva?
- Ak vyšiel rozdiel teplôt kladný, bol tento roztok v kadičke na dotyk chladnejší?
- Ak vyšiel rozdiel teplôt záporný, bol tento roztok v kadičke na dotyk chladnejší?
- Ktoré látky po rozpustení zohriali vodu?
- Ktoré látky po rozpustení ochladili vodu?
- Čo, podľa vás, spôsobuje zvýšenie teploty roztoku?
- Čo, podľa vás, spôsobuje zníženie teploty roztoku?

Záver:

Pokúste sa sformulovať vlastný záver z tohto cvičenia. Ktoré typy látok spôsobujú pri rozpúšťaní zvýšenie teploty vody? Pri ktorých naopak teplota klesne? Čo pri nich vzniká alebo sa spotrebúva? Od čoho to závisí?

Priestor na poznámky:

Všetky hodiny mali podobný priebeh. Počas realizácie žiaci pracovali v trojčlenných skupinách. Najskôr žiaci skúmali látky a to z hľadiska ich fyzikálnych vlastností ako napr. farba, skupenstvo, zápach a pod. Žiaci si látky volili samostatne, pod dohľadom učiteľa alebo im boli pridelené. Následne si žiaci vytvárali vlastné hypotézy, napr. o výslednom tepelnom efekte rozpúšťania látky vo vode alebo reakcii vybraných látok (napr. zásady s kyselinou), podľa toho, ktoré cvičenie práve realizovali. Platnosť týchto hypotéz neskôr testovali pomocou vlastných pracovných postupov. Svoje výsledky zaznamenávali v tabuľkách a následne sa v triednej diskusii podelili so spolužiakmi o namerané výsledky. Učiteľ fungoval vo forme poradcu, usmerňovateľa a poskytovateľa pomôcok a potrebných chemikálií a tiež dohliadal na bezpečnosť pri práci. Na záver vyučovacej hodiny sa žiaci v už spomenutej triednej diskusii, dohodli na spoločnom výsledku a závere z vyučovacej hodiny.

Po uskutočnení vyučovacích hodín s podporou metódy IBSE sme vytvorili test pre žiakov, ktorí sa zúčastnili na výskume. Tento test im bol podaný s odstupom pol roka. Vzhľadom však na to, že išlo o malú vzorku respondentov, nebolo našim cieľom vyvodit' nejaké všeobecné platné závery. Didaktický test sme využili s cieľom vyhodnotiť použiteľnosť zvolenej metódy výučby v oblasti Termochémie. Zaujímalo nás teda, nakoľko si žiaci osvojili poznatky, ktoré sa touto metódou naučili. Boli sme si vedomí, že všetky poznatky podliehajú procesu zabúdania. Časový odstup vyplnenia testu žiakmi sme stanovili na pol roka. Poznatky, ktoré sa po takomto časovom odstupe uložili žiakovi do dlhodober pamäte a teda správne odpovie na jednotlivé úlohy, môžeme považovať za poznatky dlhodobého charakteru. Z pohľadu metódy kvantitatívnej analýzy sme sa zamerali na štatistické spracovanie a vyhodnocovanie testu. Každú dopĺňanú infor-

máciu sme hodnotili 1 bodom a vyhodnocovali samostatne. Preto bolo možné v teste získať 15 bodov. Na obrázku 1 uvádzame test v plnom znení.

TC: Termochémia

Meno a priezvisko: _____ Dátum: _____ Trieda: _____

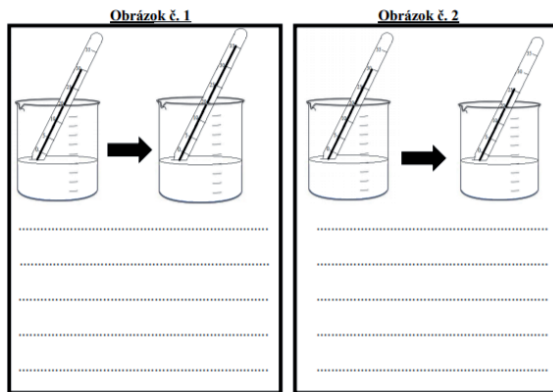
1. Doplňte vety: (7b)

Exotermické reakcie sú také reakcie, pri ktorých sa teplo Túto zmenu môžeme vidieť počas reakcie, kedy teplomer bude ukazovať hodnotu ako pred začiatkom reakcie. Endotermické reakcie sú také reakcie, pri ktorých sa teplo Túto zmenu môžeme pozorovať použitím, kedy počas reakcie bude ukazovať hodnotu ako pred začiatkom reakcie. Reakcie, pri ktorých sa teplo nemení nazývame

2. Aký je rozdiel medzi teplom a teplotou? (2b)

3. Na obrázkoch máte znázornené 2 rôzne reakcie, prebiehajúce v kadičke. Vašou úlohou je: (spolu: 6b)

- určiť aký je to typ reakcie z hľadiska uvoľňovania/spotrebúvania tepla (1b)
- svoj výber zdôvodniť na základe informácií z obrázka (1b)
- uviesť (stačí slovné) príklad, čo by mohlo byť v kadičke, aby bola reakcia práve takáto (1b)



Obr.1 Ukážka testu.

Výsledky

Vypracované pracovné listy zo všetkých realizovaných hodín, celkom 129 pracovných listov sme vyhodnocovali podľa jednotlivých častí:

- Zaznamenanie východiskového stavu – Pozorovanie fyzikálnych vlastností (skupenstvo, farba, vôňa)
- Tvorba hypotéz

3. Zápis pozorovania
4. Vysvetlenie
5. Zhodnotenie predpokladov a tvorba záverov

Z výsledkov vyplýva, že pozorovanie vlastností látok bolo pre žiakov pomerne jednoduché (tab. 1) Pozorovanie vlastností látok zahŕňalo úlohy na určovanie farby, skupenstva a zápachu látok, s ktorými žiaci ďalej pracovali. Celková percentuálna

úspešnosť správne určených všetkých fyzikálnych vlastností pozorovaných látok bola takmer 91 %. Čo sa týka pozorovania, žiaci nemali ohľadom pozorovania žiadne otázky. Problémy mali žiaci len pri identifikácii zápachu. Ako čiastočne správne sme brali aj odpovede, ktoré neboli terminologicky presné, napr. pri skupenstve označenie „tekuté“ alebo „ako voda“.

ÚLOHA NA URČENIE	Správne odpovede [%]	Čiastočne správne odpovede [%]	Nesprávne odpovede [%]	Neuvedené odpovede [%]
Farba	95,7	0	0	4,3
Skupenstvo	90,2	4,7	0	5,1
Vôňa (zápach)	87	1	6,7	5,3

Tab. 1 Vyhodnotenie odpovedí úloh pozorovania vlastností látok.

Ďalšou časťou bola tvorba predpokladov. Neočakávali sme, že žiaci budú poznať výsledné tepelné efekty všetkých použitých reakcií alebo fyzikálnych dejov. Nazdávali sme sa však, že budú vedieť vytvoriť svoj vlastný predpoklad, vychádzajúci z ich predchádzajúcich skúseností a svoje tvrdenie budú vedieť zdôvodniť. Napriek tomu, že všetci žiaci uviedli pri každej látke, s ktorou pracovali, nejaký predpoklad o výslednom tepelnom efekte (nehľadiac na to, či bol správny alebo nie), mnohí žiaci svoje tvrdenie nevedeli zdôvodniť. Ak aj žiaci napísali zdôvodnenie, znelo asi takto: „Neviem.“ „Myslím si to.“ „Mám také tušenie.“ a pod. Takýchto zdôvodnení, ktoré sme si označili za nelogické (teda nepodložené nejakým hlbším myšlienkovým procesom), bolo 34,7 %. Boli aj také tvrdenia, ktoré žiaci neuviedli. Počet týchto neuvedených tvrdení bolo celkovo 33,7 %. Dokopy bolo nelogických alebo chýbajúcich zdôvodnení k predpokladom až 68,4 %. Zdôvodnení tvrdení, ktoré sme uznali ako zmysluplné (teda také, ktoré boli vytvorené na základe žiakových hlb-

ších úvah) bolo len 31,6 %. Domnievame sa preto, že väčšine žiakov sa nechcelo popremýšľať nad tým, čo spôsobilo, že si myslím práve toto a jednoduchšie bolo napísať vyššie uvedené odpovede. Druhou možnosťou je, že žiak si nie je svojou odpoveďou istý a nechce si „tipnúť“ nesprávne. Najpravdepodobnejšou možnosťou je, že sa žiaci jednoducho nestretli s podobným typom úloh a napísať zmysluplné zdôvodnenie bola pre nich nová situácia, ktorú by lepšie zvládli, ak by sa s daným typom úloh stretli aj v minulosti.

Pri tvorbe pracovného postupu sme rozlišovali dve skupiny žiakov: Prvú skupinu tvorili žiaci základnej školy, ktorí sa s hodinou realizovanou pomocou metódy IBSE už stretli. Úspešnosť takýchto žiakov pri tvorbe pracovného postupu bola 58,8 %. Žiaci základnej školy, ktorí sa s takýmto typom vyučovacej hodiny ešte nestretli mali úspešnosť pri tvorbe pracovného postupu 41,7 %. Môžeme teda vidieť, že tvorba pracovného postupu, ako aj násled-

né vyplňanie tabuľky, do určitej nízkej miery môže závisieť od skúseností žiaka pri práci v chemickom laboratóriu, ale aj od ďalších faktorov.

Na poslednej hodine žiaci overovali stanovenú hypotézu, ktorá sa týkala tepelného efektu rozpúšťania látok obsahujúcich sodný kation formou sprevádzajúceho bádania. Ich úlohou bolo navrhnúť jednoduchý pracovný postup, tabuľku, zapísať do nej získané údaje a zostrojiť graf závislosti zmeny teploty od času počas rozpúšťania látok. Celkovo sme úspešnosť žiakov zhrnuli do nasledujúcej tabuľky (tab. 2), z ktorej vyplýva, že približne polovica žiakov zvládla správne navrhnúť pracovný postup na testovanie správnosti hypotézy a veľká časť žiakov mala tento postup čiastočne správne, čo znamená, že v pracovnom postupe chýbali len drobné údaje, napr. o hmotnosti použitej látky, prípadne presne

popísané jednotlivé kroky postupnosti. Dokonca ani vytvorenie a vyplnenie tabuľky s nameranými údajmi žiakom problémy nerobilo. Vcelku je návrh tabuľky logický a vyplýva z pracovného postupu, preto je prirodzené pre žiaka, že si namerané údaje niekam potrebuje zaznamenávať. Navyše žiaci majú dostatočnú skúsenosť so zaznamenávaním výsledkov do tabuliek aj z iných vyučovacích hodín, napr. z fyziky. Oveľa väčšie problémy však robila žiakom úloha nakresliť graf priebehu jednotlivých reakcií. S návrhom grafov nemajú až takú skúsenosť, preto sme aj očakávali nižšie percento úspešnosti v tejto úlohe, ako sa to aj potvrdilo. Len 36,75 % žiakov správne navrhlo a popísalo graf, avšak u žiadneho žiaka návrh grafu nechýbal, čo môžeme vyhodnotiť ako motivujúcu výzvu pre všetkých žiakov vyriešiť túto úlohu.

ÚLOHA	Správne splnená úloha [%]	Čiastočne správne splnená úloha [%]	Nesprávne splnená úloha [%]	Chýbajúca odpoveď [%]
Návrh pracovného postupu	50,3	35,0	3,0	11,7
Návrh a vyplnenie tabuľky	65,7	28,3	3,0	3,0
Načrtnutie grafu	36,8	46,0	17,2	0

Tab. 2 Úspešnosť riešenia jednotlivých úloh pracovného listu.

Po skončení experimentovania a zapísaní výsledkov prebiehala v jednotlivých triedach záverečná diskusia o nameraných výsledkoch a záveroch z pozorovaní. Nakoľko jednotlivé skupiny žiakov pracovali s rôznymi látkami, úlohou diskusie bolo zovšeobecniť zistenia získané jednotlivými skupinami. Žiaci sa celkom ochotne podelili o výsledky so svojimi spolužiakmi a na všetkých vyučovacích hodinách sa nám podarilo prísť na správne znenie záverov. Napriek tomu konštrukciu záverov zo všetkých zozbieraných pracovných listov malo správne len 27,9 % žiakov. Závery boli rozsiahlejšie, preto

pre krátkosť článku, neuvádzame celé znenie, ale vybrali sme tri ukážky záverov z pracovných listov, ktoré sme uznali za správne.

„Na týchto hodinách som zistil, že pri exotermických reakciách sa teplota zvyšuje. My sme rozpúšťali kyselinu vo vode, ale spolužiaci mali nejakú soľ vo vode a tiež to bolo také.“

„Dozvedela som so, čo sú to exotermické a endotermické reakcie. Zistila som, že hydrogénuhličitan sodný znižuje teplotu vodu pri rozpúšťaní, zatiaľ čo uhličitan sodný ju zvyšuje. Tieto dve látky

sa líšia len jedným vodíkom v zlúčenine, ale aj ten dokáže ovplyvniť zmenu teploty.“

„Robili sme pokus, pri ktorom sme mali zistiť, či všetky látky obsahujúce sodík budú dávať rovnakú exotermickú reakciu ako samotný sodík vo vode. Zistil som, že nie. Myslel som si to. Dôkazom toho bol hydrogénuhličitan sodný, aj hydrát síranu sodného. Obidve látky dávali endotermickú reakciu.“

Rovnaké percento žiakov (27,9%) malo záver nesprávne skonštruovaný. Domnievame sa, že vzhľadom na fakt, že väčšina žiakov sa s podobnou prácou stretla po prvýkrát príčinou, mohla byť aj nedostatočná identifikácia požiadaviek, ktoré sa

od obsahu záveru očakávali. Väčšina žiakov teda mala čiastočne správny záver.

S vyššie spomenutým časovým odstupom bol 46 respondentom predložený didaktický test. Boli to žiaci z troch základných škôl, na ktorých sa výskum uskutočnil. Nižší počet žiakov oproti pôvodnému počtu získaných pracovných listov je spôsobený nízkou účasťou žiakov na testovaní. Napriek tomu, že sa jednalo o pomerne malú vzorku zúčastnených respondentov, hodnoty, ktoré sme dosiahli boli veľmi dobré. Základné štatistické charakteristiky pre daný test sme zosumarizovali do nasledujúcej tabuľky (tabuľka 3):

ZÁKLADNÉ ŠTATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY V DIDAKTICKOM TESTE	VÝSLEDKY TESTU
Počet žiakov	46
Maximálny možný počet bodov	15
Aritmetický priemer (skóre)	13,87
Relatívna úspešnosť [%]	53,3
Medián	14
Modus	14
Smerodajná odchýlka	5,12
Variačný koeficient [%]	26,25
Štandardná šikmosť	-0,00098
Štandardná špicatosť	0,0933

Tab. 3 Základné opisné charakteristiky kvantitatívnej analýzy didaktického testu.

Ďalšími vlastnosťami didaktického testu je validita a reliabilita. Náš výskumný nástroj bol predložený pedagógom vyučujúcim chémiu na školách. Ich názory sme nezaznamenali písomne, ale pred podaním testu ich každý vyučujúci zhodnotil. Využili sme metódu pološtruktúrovaných rozhovorov. Podľa názorov vyučujúcich bol test jednoduchý a zadania úloh boli zrozumiteľné. Na základe hodnotenia uč-

teľov, sme skonštatovali, že testy ako aj úlohy v ňom, boli obsahovo validné a teda úlohy v teste boli v súlade s normami ISCED 2, ktoré by mal vedieť žiak 7. ročníka základnej školy v oblasti Termochémie.

Na analýzu reliability sme použili Cronbachovu alfu. Ak sú hodnoty Cronbachovej alfy väčšie alebo rovné ako 0,7, sú akceptovateľné, ak sú nižšie ako spomínaná hodnota, ide o test so slabými koreláciami medzi testovými položkami (Chráska, 2016). Hodnota Cronbachovej alfy vzhľadom na náš test bola 0,699274. Táto hodnota je po zaokrúhlení, požadovaných 0,7. Test bol teda reliabilný aj napriek malému počtu testovaných respondentov.

Pomocou koeficientu ULI sme vypočítali citlivosť vzhľadom na všetky úlohy v teste. Citlivé úlohy sú také, ktoré dokážu dostatočne rozlíšiť dobrých žiakov od tých horších.

Číslo úlohy	Citlivosť	Náročnosť [%]
1.	0,23	28,3
2.	0,45	50,0
3.	0,18	35,9
4.	0,42	47,8
5.	0,28	80,4
6.	0,43	51,1
7.	0,44	47,8
8.	0,39	28,2
9.	0,10	69,6
10.	0,41	45,7
11.	0,39	26,1
12.	0,18	82,6

Tab. 4 Citlivosť a náročnosť úloh didaktického testu.

Z tabuľky vyplýva, že nižšiu citlivosť mali úlohy č. 3, 9 a č. 12. Ostatné hodnoty boli nad požadovanou minimálnou normou 0,2. Najvyššou citlivosťou sa vyznačovala úloha č. 2, ale zároveň aj úlohy č. 4, č. 6, č. 7 a č. 10 sa blížili k najvyššiemu číslu. Môžeme teda tvrdiť, že úlohy boli dostatočne citlivé. Z hľadiska náročnosti boli najťažšie pre žiakov úlohy č. 12 a č. 5 a napokon aj úloha č. 9. Na základe týchto

hodnôt vieme zhrnúť, že najťažšou úlohou pre dobrých aj horších žiakov bolo uvedenie konkrétneho príkladu exotermickej alebo endotermickej reakcie.

DISKUSIA A ZÁVER

Vyučovacie hodiny realizované pomocou metódy IBSE boli podľa našich očakávaní, takže pôvodné ciele boli vo väčšej miere splnené. Žiaci sa aktívne zapájali do vyučovacej hodiny a tento spôsob výučby ich skutočne bavil. Konkrétne ich najviac bavila manipulácia s látkami a práca v chemickom laboratóriu.

Nízka úspešnosť vo vytvorených záveroch bola spôsobená buď nechotou žiakov niečo napísať alebo nedostatočnou identifikáciou požiadaviek, čo sa od žiakov v závere očakáva. Ako možné zlepšenie, prípadnú úpravu pracovných listov, by sme mohli uviesť do záverov podotázky, ktoré by nabádali žiaka zamyslieť sa nad nimi a dopovedať na ne.

Didaktické testy nepotvrdili dlhodobosť nadobudnutých poznatkov do takej miery ako sme očakávali, keďže žiaci mali problém uviesť príklady endotermických reakcií a niektorí aj exotermických reakcií.

Celková úspešnosť na úrovni 53 % však svedčí o tom, že žiaci sú schopní získať základné poznatky z termochémie pomocou vlastnej skúsenosti a tieto vedomosti sú pomerne trvácne. To by mohlo znamenať, že vhodne zvolená metóda IBSE je úspešná pri sprístupňovaní učiva žiakom na základnej škole a prináša väčšiu mieru samostatnosti pri získavaní poznatkov a tiež trvácnosť poznatkov. Či to tak však naozaj je, by bolo potrebné potvrdiť prostredníctvom nového výskumu s väčšou vzorkou respondentov.

Literatúra

- BANCHI, H. & BELL, R. (2008). *The Many Levels of Inquiry. Science and Children*. 46 (2), 26–29.
- BELL, R., SMETANA, L. & BINNS, I. (2005). *Simplifying inquiry instruction*. *The Science Teacher*, 30–34.
- ČTRNÁCTOVÁ, H., ČÍŽKOVÁ, V., HLAVOVÁ, L., ŘEZNÍČKOVÁ, D. (2012). *Dovednosti žáků v badatelsky orientované výuce chemie*. In. *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity. 31–36.
- DALE, E. (1969). *Audiovisual methods in teaching*. New York: Dryden Press. 534.
- HELD, L. a kol. (2019). *Koncepcia prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020*. Trnava : Typi Universitatis Tyrnaviensis, spoločné pracovisko Trnavskej univerzity v Trnave a Vedy, vydavateľstva Slovenskej akadémie vied. ISBN 978-80-568-0197-0.
- CHRÁSKA, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu - Základy kvantitatívneho výzkumu*. 2. vydanie, Praha : Grada publishing, a. s., 256.
- JELEMENSKÁ, P., SANDER, E., KATTMANN, U. (2003). *Model didaktickej rekonštrukcie -impulz pre výskum v odborových didaktikách*. *Pedagogika*. 53 (2), 191–192.
- KAPUCU, S. (2016). *Guided Inquiry-Based Electricity Experiments: Pre-service Elementary Science Teachers' Difficulties*. *Journal of Education and Future*. 5 (2), 71–93 s.
- KUHNOVÁ, M (2007). *Úvod do modelu didaktickej rekonštrukcie pojmu energia*. Inovačné trendy v prírodovednom vzdelávaní. Prírodovedecká fakulta TU: Trnava. ISBN 978-80-8082-131-9
- PETLÁK, E. (2018) *Paradigmy súčasnej didaktiky. Inovatívne trendy v odborových didaktikách v kontexte požiadaviek praxe*. Pedagogická fakulta UKF: Nitra. ISBN 978-80-558-1277-9
- PISA 2015 Results in focus. Dostupné na internete: < <http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf> > (16.3.2019)
- SCHMIDT, H. J. (1995). Students' Misconceptions - Looking for a Pattern. *Science education*. 81 (2), 123 – 135. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199704\)81:2<123::AID-SCE1>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199704)81:2<123::AID-SCE1>3.0.CO;2-H)
- TABER, K. S. (2001). The mismatch between assumed prior knowledge and the learners' conceptions: A typology of learning impediments. *Educational Studies*. 27 (2), 159-171. <https://doi.org/10.1080/03055690120050392>
- TÓTHOVÁ, R. (2014). *Konstruktivistický prístup vo výučbe ako možnosť rozvoja myslenia žiakov*. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum.
- TRNA, J. (2011). *Využití IBSE ve výuce fyziky*. In.: *Veletrh nápadů učitelů fyziky*. Olomouc: Univerzita Palackého. 237–245.