

biológia
ekológia
chémia



PLASTY

časopis pre školy
ročník 23
číslo 4
2019

biológia ekológia chémia

časopis pre školy
ročník 23
číslo 4
2019

ISSN 1338-1024

rubriky

DIDAKTIKA PREDMETU

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

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

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

NOVÉ UČEBNICE

nové učebnice z biológie, ekológie,
chémie

INFORMUJEME A PREDSTAVUJEME

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

NAPÍSAĽI STE NÁM

námety, otázky čitateľov

OLYMPIÁDY A MIMOŠKOLSKÉ AKTIVITY

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

RECENZIE

posúdenie nových publikácií z odborov

OSOBNOSTI A VÝROČIA

profil osobností z chemických
a biologických vied, jubileá

NÁZORY A POLEMIKY

diskusie z korešpondencie čitateľov

NÁPADY A POSTREHY

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

PREČÍTALI SME ZA VÁS

upozornenie na zaujímavé články,
knihy, weby

vydavateľ

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



redakcia

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Katedra chémie

editor čísla

PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

redakčná rada

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

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

ISSN 1338-1024



obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

4

Plasty a ich štruktúra v kontexte výskumne ladených aktivít
Jana Bronerská, Michaela Žemlová

10

Prepájanie bádateľsky orientovaného vyučovania a terénneho vyučovania v geografii

Anna Hricková, Dagmar Popjaková, Petra Karvánková

14

Riadenie a hodnotenie poznávacieho procesu študenta v chemickom experimente s pridanou hodnotou digitálnych technológií

Beáta Brestenská, Ivana Fadoš, Katarína Szarka

NÁPADY A POSTREHY

20

Námety výskumne ladených aktivít (IBSE) z organickej chémie pre ISECD 2 (III. časť – výroba octu)

Katarína Kotuláková, Ľubomír Held, Simona Stanková

28

Námety výskumne ladených aktivít (IBSE) z organickej chémie pre ISECD 2 (IV. časť – deriváty uhlíkovodíkov)

Katarína Kotuláková, Ľubomír Held, Simona Stanková

recenzenti

prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.
prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
PaedDr. Mária Orolínová, PhD.
RNDr. Martina Škodová, PhD.

Plasty a ich štruktúra v kontexte výskumne ladených aktivít

Jana Bronerská¹
Michaela Žemlová²

^{1,2}Pedagogická fakulta
Trnavská univerzita v Trnave
Priemyselná 4, 918 43 Trnava
Slovenská republika

¹jana.bronerska@truni.com

Plastics and its structure in Inquiry-based science education

Abstract

A understanding of science concept can be achieved by the didactic reconstruction of curriculum and inductive approach in education. By the analysis of Slovak curriculum and textbook on lower secondary education for topic Plastics were found these results: there is only information about using plastics in our life and there is defined the polymerisation – the chemical reaction important for production of plastics. There is not mentioned the connection between the properties of plastics and the structure of polymers in the present curriculum. The aim of this study is to introduce the sequence of activities from properties of plastics to the structure of plastics and evaluate the effectiveness of activities. The research had a quasi-experimental design. Activities were implemented to real school conditions and the result of experimental group (22 pupils) (by comparing with control group (22 pupils)) confirmed our hypothesis that the inductive approach in education is more effective than deductive approach. Another important result was finding out, that it is not difficult to think about relation between a structure and properties of plastics. Another aim of this study is to specify problems from implementation and to identify some pupil's misconceptions about plastics.

Key words

inquiry-based science education, didactic reconstruction, plastics, curriculum, inductive approach

Úvod

Súčasnú sprostredkovanie problematiky plastov na úrovni ISCED 2 sa zameriava na vlastnosti a použitie polymérov a proces polymerizácie na úrovni symbolickej reprezentácie. Vlastnosti plastov sú pre dané plasty len vymenované, rovnako aj ich použitie. Polymerizácia ako chemická reakcia je žiakom prezentovaná prostredníctvom chemickej rovnice. Pojem plastov je súčasťou obsahu vzdelávania v 9. ročníku základnej školy v závere kapitoly riešajúcej problematiku zlúčenín uhlíka. Ak sa pozrieme do obsahu vzdelávania na témy, s ktorými sa žiaci stretávajú v predchádzajúcich ročníkoch, je možné si všimnúť, že z hľadiska abstraktnosti daných pojmov sú v nižších ročníkoch zahrnuté zložitejšie koncepty ako vo vyšších ročníkoch. Kým v 8. ročníku vyžadujeme od žiakov vysokú úroveň abstraktného myslenia napríklad pri sprostredkovaní pojmu atóm, tak v 9. ročníku, kde sa žiaci oboznámia so stavbou organických látok dochádza len k priradeniu charakteristických vlastností a použitiu pre dané plasty (ŠPÚ, 2014). Z hľadiska náročnosti daných pojmov, ak žiak pozná štruktúru organických látok a možnosti reťazenia uhlíka v látkach, je možné na tieto prerekvizity nadviazať a problematiku polymérov, resp. plastov riešiť aj s prepo-

jením so štruktúrou plastov. Vlastným skúmaním a bádaním by žiaci prišli k záverom, prečo majú rôzne druhy plastov rôzne vlastnosti a od čoho ich vlastnosti závisia. Po preskúmaní vlastností rôznych vzoriek plastov je možné uvažovať aj o ich použiteľnosti v bežnom živote. Realizujúci myšlienku výskumne ladených aktivít bolo cieľom pripravenej sekvencie aktivít vyhnúť sa „zbytočnému“ memorovaniu faktov a objaviť vzťahy, ktoré existujú medzi vlastnosťami plastov a ich štruktúrou.

Teoretické východiská

Hlavným z východísk pri realizácii výskumu je model didaktickej rekonštrukcie, ktorý zohľadňuje viaceré aspekty, ovplyvňujúce učenie sa žiakov. V rámci tohto modelu dochádza k súbežnej akceptácii predstáv žiakov a odborných predstáv dotýkajúcich sa daného konceptu. V neposlednom rade je dôležitým aspektom didaktickej rekonštrukcie konceptu samotná štruktúra obsahu vzdelávania. Všetky tieto aspekty sa navzájom podporujú a dopĺňajú a prinášajú možné riešenie pri probléme „neefektívneho“ transmisívneho učenia. Aby mohli byť žiacke predstavy prirodzene rekonštruované, model didaktickej rekonštrukcie kladie dôraz na aktivitu učiaceho sa (Jelemenská, Sander, Kattmann, 2003). Kým v zmysle behavioristického transmisívneho prístupu sú žiakom poznatky predkladané vo forme faktov a kognitivistický transmisívny prístup zastáva vysvetľovanie princípov ako dané javy fungujú, konštruktivistický prístup vedie žiakov k vlastnému skúmaniu javov a zisťovaniu ako dané javy fungujú (Sokolová, 2015). Didaktická rekonštrukcia rôznych konceptov má za cieľ pripraviť pre žiakov postupy v duchu konštruktivismu, ktorými vo svojej podstate „kopírujú“ prácu vedcov a tým konštruujú vlastné poznanie. Cieľom teda nie je žiakov učiť fakty a posúvať im množstvo informácií, ktoré sú v dnešnej dobe ľahko prístupné, ale učiť žiakov nad vecami premýšľať, prepájať súvislosti medzi nimi a naučiť ich s informáciami pracovať (Held, 2011, Held, 2014). Prirodzeným východiskom pre rekonštrukciu daného konceptu je poznanie relevantných miskonceptov, ktorými žiaci v tejto oblasti manipulujú. Väčšina výskumov orientovaných na zisťovanie miskonceptov žiakov na

úrovni ISCED 2 je orientovaná na oblasť anorganickej a všeobecnej chémie, keďže napr. v západných krajinách sa začína výučba organickej chémie až na stredných a vysokých školách. V priebehu realizácie výskumu sme identifikovali niekoľko opakujúcich sa mylných predstáv žiakov už na úrovni ISCED 2, ktoré sa týkali najmä fyzikálnych vlastností, názvov a označovania plastov. Identifikácia mylných predstáv žiakov aj v priebehu implementácie vyučovacieho materiálu je prínosom práve z toho dôvodu, že na základe týchto informácií je možné realizovať ďalšiu modifikáciu vyučovacieho materiálu. Predstavy, ktoré boli v priebehu realizácie výskumu identifikované u žiakov 9. ročníka experimentálnej skupiny, sú nasledovné:

- „Všetky plasty plávajú na vode, resp. majú menšiu hustotu v porovnaní s vodou.“
- „Plast je dobrý tepelný vodič.“
- „Plasty nehoria.“
- „PVC je všeobecné označenie pre plasty.“
- „Polymerizačné reakcie prebiehajú iba na alkénach, ktoré majú 6 alebo viac atómov uhlíka.“
- „Slovo organické znamená prírodné.“
- „Všetky polyméry sú syntetické.“

Pripravené aktivity obsahujú úlohy, ktorých cieľom je práve zabrániť vzniku takýchto miskoncepcií a vlastností plastov sprostredkovať iným ako zaužívaným transmisívnym spôsobom. Vlastnosti plastov sú dané nielen vlastnosťami samotných polymérov, ale aj pridávanými aditívami. Ak si odmyslíme aditíva pridávané do plastov už v prípade polyetylénu je možné skúmať ako vplyva štruktúra (usporiadanie reťazcov) na vlastnosti polyméru. Je možné so žiakmi priamo pozorovať vlastnosti polyetylénu s vysokou hustotou (HDPE), nízko-hustotného polyetylénu (LDPE) a materiálu známeho pod názvom Tyvek (vyrobený z vlákien HDPE za vysokého tlaku a teploty) a navzájom ich porovnávať.

Metodologický rámec a realizácia výskumu

Realizácia výskumu v oblasti didaktiky si prirodzene vyžaduje prelínanie pedagogickej teórie a vzdelávacej praxe. Tieto podmienky splňa výskum realizovaný prostredníctvom vývoja daného artefaktu (v našom prípade vzdelávacieho materiálu), ktorý nazývame design-based research a v našich podmienkach ako výskum vývojom. Pre realizáciu tohto typu výskumu sa vyžaduje spolupráca výskumníka s učiteľmi z praxe, ktorí priamo do tvorby produktu výskumu môžu zasahovať a prispievať k jeho modifikácii na základe vlastnej skúsenosti z implementácie daného produktu do praxe. Design-based research tak poskytuje dokonalý model pre realizáciu výskumu v oblasti didaktiky, pričom dochádza k podpore praxe na základe zavádzania inovácií do vyučovania

a k obohateniu teórie na základe reflexie prichádzajúcej z praxe. Proces implementácie pripraveného artefaktu je možné niekoľkokrát opakovať, čím dochádza k zdokonaľovaniu výsledného produktu, ktorý by čo najviac vyhovoval potrebám učiteľov aj žiakov (Ellederová, 2017, Juuti, Lavonen, 2006, Stará, Dvořáková, Dvořák, 2010, Trna, 2011). V našom prípade bolo možné z časových dôvodov realizovať jeden cyklus overovania pripraveného vyučovacieho materiálu, ktorý priniesol niekoľko významných podnetov pre jeho úpravu.

Výskum vývojom svojim charakterom umožňuje využitie rôznych metód na získavanie dát a ich kvantitatívne aj kvalitatívne vyhodnocovanie. V našom výskume boli dáta získavané prostredníctvom pozorovania jednotlivých vyučovacích jednotiek, rozhovoru s učiteľom, analýzy vypracovaných žiackych pracovných listov a v neposlednom rade aj prostredníctvom vedomostných testov.

Výskumnú vzorku tvoril i žiaci 9. ročníka základnej školy. Experimentálnu skupinu tvorilo 22 žiakov 9. B triedy a kontrolnú skupinu 22 žiakov 9. A triedy jednej základnej školy. Žiaci experimentálnej skupiny boli vyučovaní tému plasty prostredníctvom nami navrhnutého vyučovacieho materiálu a žiaci kontrolnej skupiny prostredníctvom tradičnej výučby s využitím metód výkladu a rozhovoru.

Prostredníctvom pozorovania vyučovacích jednotiek a rozhovoru s učiteľkou sme získavali priamu spätnú väzbu o problémových častiach pripraveného vyučovacieho materiálu. Analýzou pracovných listov sme identifikovali tie časti, ktoré robili problém žiakom, napríklad pri zápi-se pozorovaní, konštrukcii grafu, vyvodzovaní záverov z pozorovania, ktoré pri samotnom pozorovaní práce žiakov nie je možné identifikovať.

Efektívnosť takto pripraveného vyučovacieho materiálu v reálnych školských podmienkach vzhľadom na získané vedomosti žiakov bolo možné posúdiť prostredníctvom vedomostného testu zadaného v experimentálnej aj kontrolnej skupine.

Výskumné aktivity žiakov

Pri tvorbe aktivít objasňujúcich problematiku plastov bolo cieľom pripraviť sekvenciu krokov, ktoré by jednoznačne zohľadňovali tri úrovne reprezentácie poznatkov. Zabezpečením plynulého prechodu z úrovne makroskopickej do submikroskopickej je možné dosiahnuť prepojenie vlastností plastov s ich štruktúrou a vnímať, akým spôsobom vplyva štruktúra plastov na ich vlastnosti a ako to následne ovplyvní ich použitie v bežnom živote. Obsah navrhnutej didaktickej sekvencie je nasledovný:

- 1 Každý materiál je špecifický svojimi vlastnosťami, ktoré zároveň určujú jeho vhodné použitie. Porovnanie vlastností rôznych materiálov (elektrická vodi-

vosť, hustota v porovnaní s vodou, tepelná vodivosť).

- 2 Rôzne plasty sa vyznačujú rôznymi vlastnosťami (tvrdosť, rozpustnosť v acetóne a etanole, horľavosť).
- 3 Rôzne typy polyetylénu majú odlišné vlastnosti spôsobené ich rozdielnou štruktúrou.
- 4 Plasty vznikajú polymerizáciou. Štúdium polymérnych reťazcov v rôznych druhoch polyetylénu.

K jednotlivým ktorom didaktickej sekvencie sme pripravili aktivity, ktoré by svojou realizáciou umožnili naplniť ciele pre porozumenie problematiky plastov a ich štruktúry. Dizajn navrhnutých aktivít je nasledovný:

Keďže od čias prípravy prvých syntetických polymérov dochádza k nahradzovaniu rôznych materiálov práve plastmi je významné porovnávať vlastnosti plastov s inými materiálmi. V rámci prvej aktivity žiaci skúmajú elektrickú vodivosť rôznych materiálov, zisťujú hustotu materiálov v porovnaní s vodou a porovnávajú tepelnú vodivosť plastov a kovov. Ide o významné vlastnosti plastov, ktoré im umožňujú ich bohaté využitie.

V druhej aktivite sa prechádza ku skúmaniu vlastností rôznych vzoriek plastov. Ide o pozorovanie mechanickej odolnosti, tvrdosti plastov, ich rozpustnosti v etanole a acetóne a horľavosti. Na základe zistených vlastností plastov žiaci uvažujú o vhodnosti použitia týchto materiálov v bežnom živote.

V tretej aktivite sa prechádza už k vybranému plasty, polyetylénu. Na niekoľkých formách polyetylénu je možné demonštrovať ako štruktúra plastov vplyva na ich celkové vlastnosti. Skúmajú sa vlastnosti LDPE (nízko-

hustotného polyetylénu), HDPE (polyetylén s vysokou hustotou), a materiálu známeho pod reklamným názvom Tyvek, ktorý je vyrábaný za špeciálnych podmienok z vlákien polyetylénu s vysokou hustotou, ale vyznačuje sa významne odlišnými vlastnosťami ako HDPE a LDPE. Prostredníctvom 70 % izopropylalkoholu a vody žiaci zisťujú správanie vzoriek v kvapalinách a určujú približnú hustotu plastov v porovnaní s izopropylalkoholom. Následne testujú odolnosť týchto plastov, keď budú na vzorky pôsobiť ťahom vo zvislom a vodorovnom smere a skúmajú ako sa bude správať vrečko z HDPE a LDPE naplnené vodou po prepichnutí ceruzkou.

Cieľom pripravených aktivít je zisťovanie súvislostí medzi štruktúrou a vlastnosťami plastov na príklade polyetylénu a významu reťazenia pri príprave plastov.

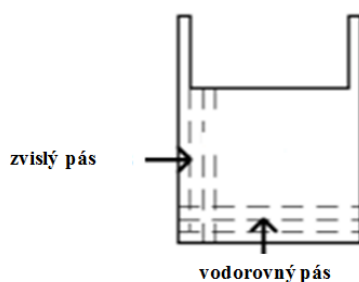
V štvrtej aktivite sa prechádza do štruktúry plastov prostredníctvom modelovania procesu polymerizácie a „skladania“ polyetylénu z monomérnych jednotiek eténu. Následne dochádza k prepájaniu makroúrovne, symbolickej úrovne a mikroúrovne, kedy žiaci hľadajú súvislosť medzi štruktúrou jednotlivých vzoriek PE a ich vlastnosťami, ktoré pozorovali pri skúmaní mechanickej odolnosti jednotlivých vzoriek PE.

Realizovaním opísaných aktivít žiak postupne nachádza súvislosti medzi štruktúrou plastov a ich vlastnosťami. Od pozorovateľných vlastností plastov prechádza do ich štruktúry a na príklade konkrétneho polyméru – polyetylénu zisťujú, ako ovplyvňuje usporiadanie polymérnych reťazcov vlastnosti plasty. Zároveň zisťujú, aký je význam reťazenia pri príprave plastov.

Ukážka časti pracovného listu pre zisťovanie rozdielných vlastností HDPE, LDPE a Tyveku

Postup:

1. Vezmi si mikroténovú tašku (vzorka HDPE) a podľa obrázka si z nej vystrihni zvislý a vodorovný pás. Vezmi si odpadkové vreco (vzorka LDPE) a vystrihni z neho zvislý a vodorovný pás. Zo vzorky Tyveku si vystrihni dva na seba kolmé pásy podobne ako pri HDPE a LDPE.



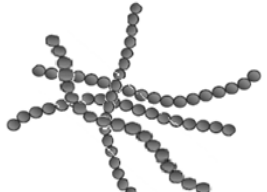
2. Vezmi si zvislý pás HDPE a uchop jednou rukou za jeden koniec a druhou rukou za druhý koniec. Pokús sa tento pásik roztrhnúť a pritom si všimaj, akú námahu je potrebné vynaložiť na roztrhnutie danej vzorky. Podarilo sa ti zvislý pás roztrhnúť? Bolo jednoduché pásik roztrhnúť alebo nie? Pozorovania zapíš do tabuľky.
3. Vezmi si vodorovný pás HDPE a opakuj postup ako v prípade zvislého pásu. Podarilo sa ti vodorovný pás roztrhnúť? Bolo jednoduché pásik roztrhnúť alebo nie? Bolo to jednoduchšie ako u zvislého pásika? Pozorovania zapíš do tabuľky.
4. Vezmi si pásiky ďalšej vzorky – LDPE a zopakuj podľa bodov 2 a 3. Výsledky zaznač do tabuľky a zapíš, či roztrhnutie bolo náročnejšie alebo jednoduchšie ako v prípade HDPE.
5. Vezmi si pásiky ďalšej vzorky – Tyveku a zopakuj podľa bodov 2 a 3. Výsledky zaznač do tabuľky a zapíš, či roztrhnutie bolo náročnejšie alebo jednoduchšie ako v prípade HDPE a LDPE.

Druh polyméru	Zvislý pás (Z)	Vodorovný pás (V)
HDPE (mikroténová taška)	<i>natahnutie materiálu a následne nerovnomerné roztrhnutie</i>	<i>bez natiahnutia materiálu, takmer hneď rovnomerné roztrhnutie</i>
LDPE (odpadkové vrece)	<i>dlhé natiahnutie materiálu a jeho blednutie, ktoré signalizuje miesto roztrhnutia a následné roztrhnutie</i>	<i>po silnom pôsobení na pás nebolo pozorovateľné ani blednutie materiálu, ani jeho roztrhnutie</i>
HDPE (Tyvek)	<i>častočné natiahnutie materiálu, ale neroztrhol sa</i>	<i>materiál sa takmer nenatiahol, neroztrhol sa</i>

Problém 2: Prečo môžu mať výrobky z polyetylénu rôzne vlastnosti?

Postup:

1. Všetky polymérne reťazce sú určitým spôsobom usporiadané. V tabuľke sú uvedené typy reťazcov a ich usporiadanie, v akých sa polyetylén môže nachádzať.
2. Pracuj s tabuľkou a dozvieš sa viac o jednotlivých typoch reťazcov.
3. Pomocou informácií v tabuľke a svojich zistení o jednotlivých vzorkách polyetylénu (LDPE, HDPE a HDPE – Tyvek) skús priradiť jednotlivé typy usporiadania reťazcov k pozorovaným vzorkám.
4. Urči, ktorý zo skúmaných materiálov bol najpevnejší a ktorý najmenej pevný a priradiť, ktorý z usporiadaní polymérnych reťazcov je pre daný materiál typický.

Typ polymérneho reťazca	Usporiadanie polymérnych reťazcov	Charakteristika polymérneho reťazca
Paralelne usporiadané lineárne reťazce polyméru		Väzby medzi uhlíkmi v lineárnom reťazci sú pevné. Tieto pevné lineárne reťazce sa medzi sebou navzájom spájajú slabými neväzbovými interakciami. Tieto slabé interakcie medzi reťazcami sú pri mechanickom vplyve narušené ako prvé. Preto lineárne reťazce na obrázku by boli najpevnejšie v ťahu vo vodorovnom smere a v ťahu v zvislom smere by sa rýchlo narušili.
Rozvetvené reťazce polyméru		Väzby medzi uhlíkmi v rozvetvenom reťazci sú pevné. Rozvetvené reťazce sa spájajú medzi sebou slabými neväzbovými interakciami aj cez ich rozvetvené časti. Rozvetvené časti reťazcov zvyšujú mechanickú odolnosť polyméru. Slabé interakcie medzi reťazcami sú pri mechanickom vplyve narušené ako prvé. Rozvetvené reťazce na obrázku sú tak najodolnejšie v ťahu vo vodorovnom smere a ľahšie sa narušia pri ťahu vo zvislom smere, ale pomalšie ako v prípade lineárnych reťazcov.
Preskupené lineárne reťazce polyméru		Väzby medzi uhlíkmi v tomto type polyméru sú pevné. Tento reťazec vzniká preskupením lineárnych reťazcov v rôznych smeroch. Vo zvislom i vodorovnom smere sú polymérne reťazce veľmi odolné voči mechanickému vplyvom.

5. Na základe svojich pozorovaní zo skúmania vlastností materiálov HDPE, LDPE a Tyvek uveď do nasledujúcej tabuľky typ polymérneho reťazca, ktorý sa v danom materiáli nachádza.
6. Na základe zistenej odolnosti daných vzoriek nakresli do tabuľky, ako by mali byť tieto polymérne reťazce v danom materiáli orientované (zvislo alebo vodorovne)?

Zhrnutie:

Navrhni, ako by mali byť usporiadané reťazce polyetylénu v nákupnej polyetylénovej taške?

Vysvetli, ako vplýva štruktúra plastov na ich vlastnosti?

Výsledky a diskusia

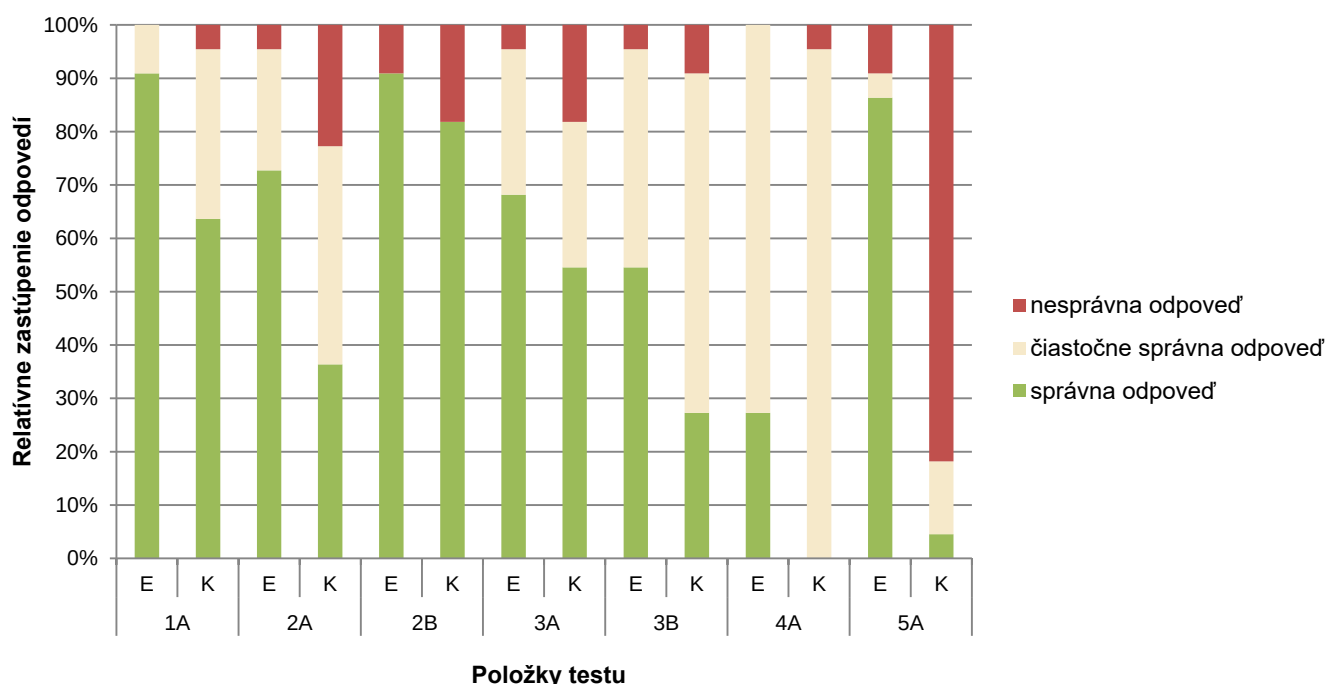
Vhodnosť použitia pripravených aktivít bola zisťovaná prostredníctvom testových úloh a boli porovnávané výsledky kontrolnej a experimentálnej skupiny, ktoré v predchádzajúcom vyučovaní chémie dosiahli porovnateľné výsledky z predmetu chémie (priemerná známka z chémie v experimentálnej skupine bola 2,27 a priemerná známka v kontrolnej skupine bola 2,36). Po implementácii pripravených aktivít do vyučovania experimentálnej skupiny boli zadane obom skupinám vedomostné testy, ktoré zistili rozdiely v úspešnosti žiakov kontrolnej a experimentálnej skupiny. Kým experimentálna skupina dosiahla priemernú úspešnosť 82,23 %, kontrolná skupina dosiahla priemer 56,00 %. Vzhľadom k veľkosti vzorky sme úspešnosť žiakov v jednotlivých položkách vyhodnotili len prostredníctvom relatívnej úspešnosti v jednotlivých položkách.

Výskumný nástroj obsahoval 5 položiek, ktoré súviseli s použitím, vlastnosťami a štruktúrou plastov. Položky testu 1A, 3A, 3B a 4A boli zamerané na použitie plastov v bežnom živote a využívanie ich vlastností (so zameraním na elektrickú a tepelnú vodivosť) v porovnaní s inými materiálmi (kovmi). Položky testu 2A a 2B boli zamerané na hustotu a rozpustnosť plastov v acetóne. Žiaci mali v položke 2A uviesť na základe údajov z tabuľky (hustoty rôznych druhov plastov a hustoty rôznych kvapalných látok), ktoré vzorky plastov v kadičke s danou kvapalinou klesnú ku dnu. V položke 2B mali určiť plast, ktorý sa rozpustí v acetóne. Položka 5A bola zameraná na štruktúru reťazcov v daných materiáloch a žiaci mali navrhnúť, akým spôsobom je vhodné oriento-

vať reťazce polyetylénu pri výrobe čo najpevnejšej polyetylénovej tašky.

Na základe informácií v grafe pre položky 1A, 3A, 3B a 4A je vidieť, že v porovnaní vlastností rôznych materiálov, vrátane plastov boli žiaci experimentálnej skupiny úspešnejší v porovnaní s kontrolnou skupinou. Zistený rozdiel je spôsobený práve tým, že žiaci experimentálnej skupiny vlastnosti materiálov reálne skúmali a pozorovali. Z grafu vidieť, že v úlohách zameraných na vlastnosti plastov (položky 2A, 2B) sa v položke 2A významne líšili výsledky experimentálnej a kontrolnej skupiny. Úloha bola zameraná na čítanie informácií a prácu s nimi. Je možné, že tieto rozdiely vo výsledkoch dvoch skupín boli zapríčinené tým, že žiaci kontrolnej skupiny neboli vedení k vyhľadávaniu relevantných informácií a k práci s nimi. V úlohe 2B mali žiaci za úlohu napísať plast, ktorý sa rozpúšťa v acetóne. Ide o informáciu, na ktorú „nezabúdajú“ ani učitelia u ktorých prevláda transmisia poznatkov a na tento fakt žiakov upozorňujú. Experimentálna skupina túto vlastnosť reálne skúmala a zisťovala, ktoré plasty sú v etanole a acetóne rozpustné. Piata položka súvisela so štruktúrou a súčasne vlastnosťami plastov. V tejto úlohe je viditeľný rozdiel medzi odpoveďami dvoch skupín, keďže kontrolná skupina neskúmala a ani nepoznala spôsoby usporiadania reťazcov v plaste. Naopak, výsledok experimentálnej skupiny (86 % úspešnosť) ukazuje, že prostredníctvom vhodného sprostredkovania konceptu plastov dokážu žiaci porozumieť vlastnostiam plastov na základe ich štruktúry a že použitím nami navrhnutých aktivít je možné tento cieľ dosiahnuť.

Graf 1 Úspešnosť žiakov experimentálnej a kontrolnej skupiny v jednotlivých položkách



Záver

Overením pripravených aktivít v praxi sme zistili, že žiaci vyučovaní prostredníctvom induktívnych aktivít dokázali lepšie uvažovať o vlastnostiach plastov, rozlišovať plasty s rôznymi vlastnosťami a hustotou väčšou aj menšou v porovnaní s vodou. V kontexte hustoty, žiaci sami zistili, prečo je LDPE polyetylén s nízkou hustotou a HDPE polyetylén s vysokou hustotou a ako ich štruktúra vplýva na ich vlastnosti. Ukázalo sa, že prejdienie do štruktúry plastov nie je pre žiakov 9. ročníka problematické a prechodom od skúmaných vlastností, cez modelovanie procesu polymerizácie dokážu žiaci uvažovať o reťazcoch v daných plastoch na symbolickej úrovni. Pozitívom pripravených aktivít je ich prepojenie s bežným životom, keďže plasty sú súčasťou každodenného života, ale nie každý plast je vhodné použiť na akýkoľvek účel. Už samotné mikroténová taška (vzorka HDPE) sa líši od odpadkového vreca (vzorka LDPE), aj napriek tomu, že oba materiály majú svoj základ v monoménej jednotke – eténe. Predstavené časti aktivít sú len časťou súboru aktivít, ktoré je možné použiť pri sprostredkovaní konceptu plastov induktívnym spôsobom.

Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu: „*Prírodovedné kurikulum pre základnú školu 2020*“ Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-14-0070.

Acknowledgements

This work was supported by Slovak Research Development Agency under the contract No. APVV-14-0070.

Literatúra

- ELLEDEROVÁ, E. Konstruktívny výzkum ve vzdělávání. In: *Pedagogická orientace*. 27, 3, 2017, 419-448.
- HELD, Ľ. a kol. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*. Trnava : TYPI UNIVERSITAS TYRNAVIENSIS, 2011. ISBN 978-80-8082-486-0
- HELD, Ľ. *Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelávania*. Trnava : TYPI UNIVERSITAS TYRNAVIENSIS, 2014. ISBN 978-80-8082-787-9
- JELEMENSKÁ, P., SANDER, E., KATTMANN, U. Model didaktickej rekonštrukcie. Impulz pre výskum v odborných didaktikách. In: *Pedagogika*. LIII, 2, 2003, 190-201.
- JUUTI, K. LAVONEN, J. Design-Based Research in Science Education: One step Towards Methodology. In: *NorDiNa*. 2, 4, 2006, 54-68.
- SOKOLOVÁ, L. *Metódy vyučovania psychológie a predmetov osobnostného a sociálneho rozvoja*. Bratislava : Univerzita Komenského, 2015. ISBN 978-80-223-3964-3
- STARÁ, J., DVOŘÁKOVÁ, M., DVOŘÁK, D. Design based research (DBR) a tři učitelé: setkání záměru inovace a reality implementace. In: *Učitel v současné škole*.
- ŠPÚ. Inovovaný Štátny vzdelávací program – CHÉMIA (Vzdelávacia oblasť: Človek a príroda), príloha ISCED2. Bratislava :

ŠPÚ, 2014. [online]. [cit. 2019-8-22]. Dostupné na internete: http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/chemia_nsv_2014.pdf

TRNA, J. Konstruktívny výzkum (design-based research) v přírodovědných didaktikách. In: *Scientia in education*. 2, 1, 2011, 3-14.

Prepájanie bádateľsky orientovaného vyučovania a terénneho vyučovania v geografii

Anna Hricková¹
Dagmar Popjaková²
Petra Karvánková³

¹Katedra geografie
Pedagogická fakulta
Masarykova univerzita
Poříčí 7, 603 00 Brno
Česká republika
anna.hrickova@umb.sk

²Katedra geografie a geológie
Fakulta prírodných vied
Univerzita Mateja Bela
Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica
Slovenská republika
dagmar.popjakova@umb.sk

³Katedra geografie
Pedagogická fakulta
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Jeronýmova 200/10, 371 15 České Budějovice
Česká republika
karvanko@pf.jcu.cz

*Linking the inquiry method and fieldwork
in the geography lesson*

Abstract

The article introduces the possibility of school geography as a tool to boost students' creativity and literacy in natural sciences in the learning process using inquiry methods and fieldwork. Advantages of discovery and field teachings are condensed in the cartographically focused case study "Draw a Plan", which was carried out on a sample of 25 fifth grade pupils in an elementary school in Banská Bystrica in the spring of 2018. The results of the research pointed to the need to include activating methods in teaching, especially on topics more challenging to understand and envision, which is undoubtedly the case with cartography for primary school pupils.

Key words

geographical fieldwork, inquiry approach, cartography, lower secondary education

Úvod

Vyvážený rozvoj osobnosti žiakov ukotvený v kurikulumných dokumentoch je založený na rozvíjaní jednak odborných zručností, vrátane informačno-komunikačno-technickej gramotnosti, jednak tiež na podnecovaní široko ponímaných sociálnych, interpersonálnych zručností (hard and soft skills). Zaostávať v tomto kontexte by nemala ani podpora praktických inštrumentálnych zručností žiakov v rámci vzdelávacieho procesu, a to cestou realizácie praktických aktivít („hands-on skills“, Fuller 2006, Abrahams a Millar 2008). Praktická výučba v teréne (TV), ktorá je imanentnou súčasťou vzdelávacích programov z geografie, umožňuje veľmi jednoducho využívať prednosti bádateľsky orientovanej výučby (BOV). Obe tieto aktivizujúce formy a metódy predstavujú zároveň spôsob, akým sa dá výučba zatraktívniť aj cestou jej priblíženia bežnému životu žiakov, v duchu „geografia pre život“ (Karvánková 2013, Karvánková et

al. 2017). Z tejto myšlienky vychádza aj predložená kartograficky zameraná prípadová štúdia „Nakresli si plán“. Jej cieľom bolo prezentovať príklad organizačne nenáročnej aktivity školskej geografie (Wilczyńska-Wołoszyn 2003), ktorá vychádza zo simulácie technického postupu tvorby máp žiakmi (Held a kol. 2011) a využíva metódu „špirály práce v teréne“ (Lambert a Balderston 2010). Výskum bol realizovaný na vzorke 25 žiakov piatej triedy v areáli Základnej školy Spojová 14 v Banskej Bystrici v spolupráci s p. uč. PaedDr. Ľ. Tomkovou na jar školského roku 2017/18.

Teoretické východiská BOV a TV

Ak chceme hovoriť o bádateľsky orientovanom vyučovaní (BOV), či o terénnom vyučovaní (TV), ide o komplexné výučbové metódy, ktoré predstavujú neformálny spôsob vyučovania (Dubcová, Kramáreková a kol. 2013) a spájajú progresívne metodické prístupy k výučbe s rôznymi organizačnými formami (Papáček a kol. 2010, Hofmann a kol. 2011).

Termín BOV – „inquiry teaching“ bol na Slovensku prvýkrát použitý v Anglicko-slovenskom pedagogickom slovníku (Gavora, Mareš 1996). V oblasti prírodovedného vzdelávania sa požiadavka bádateľského prístupu vo výučbe objavila v národných štandardoch prírodovedného vzdelávania v USA v r. 1996 (Hynek 2002, Bybee 2004). V didaktike geografie sa koncept BOV prvýkrát rozpracoval na sympóziu Komisie pre geografické vzdelávanie Medzinárodnej geografickej únie v r. 2001 (Karvánková a kol. 2017, s. 66). BOV umožňuje prácu žiakov v reálnom prostredí a za použitia vedeckých postupov simulujúcich skutočnú vedeckú prácu a pri správ-

nom výbere obsahu učiva, vedie k efektívnejšiemu pochopeniu preberanej látky. Žiaci si podobne ako vedci kladú otázky, realizujú experimenty a na základe vlastných pozorovaní podávajú vysvetlenie (Papáček a kol. 2010).

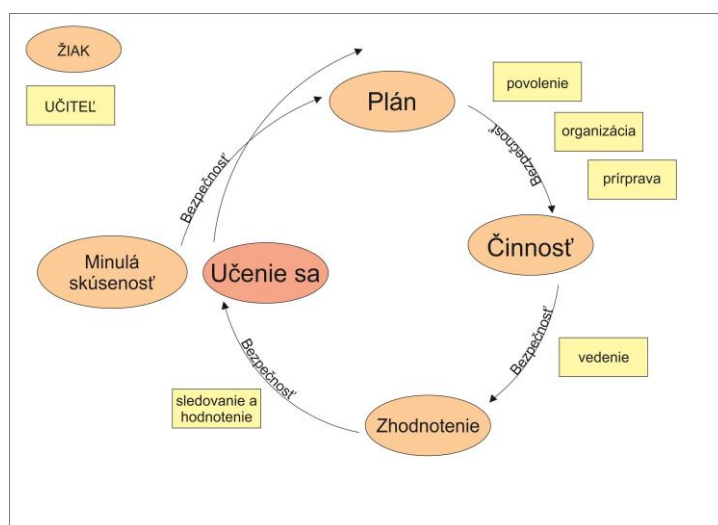
TV – je príležitosťou pre žiakov získavať poznatky o krajine priamo (Lambert a Balderstone 2010) „z prvej ruky“, čo im umožňuje vytvárať si vlastný názor a zvyšuje ich motiváciu k štúdiu geografie. Vďaka tomu si žiak neosvojuje iba odborné zručnosti, vedomosti, ale aj zručnosti sociálne, hlavne komunikovať a pracovať v kolektíve (Dubcová, Kramáreková a kol. 2013). V literatúre sa môžeme stretnúť s viacerými označeniami tejto formy vyučovania, či už je to geografická exkurzia (napr. Bizubová a Turanová 2004), vychádzka (napr. Tomčíková 2005), výučba v geolaboratóriu (napr. Wilczyńska-Wołoszyn 2003), terénne vyučovanie (napr. Hofmann 2003), prípadne zahŕňajú terénnu výučbu do regionálnej geografie (napr. Madziková 2001). Veľkú tradíciu má terénne vyučovanie v britskom prostredí (napr. Kent et al. 1997). Nezisková organizácia Field Studies Council, ktorá zastrešuje environmentálne vzdelávacie aktivity vo Veľkej Británii (FSC 2019), vyhlásila akademický rok 2015 – 2016 za britský rok práce v teréne.

Metodické poznámky

Navrhované terénne cvičenie „Nakresli si plán“ malo charakter pilotného výskumu. Aktivita bola pripravená podľa metodiky Lamberta a Balderstona (2010), pričom boli rešpektované všetky špecifiká základnej školy a tiež časová dotácia určená na vyučovanie. Metodika vychádza zo štyroch základných bodov, ktoré by mali byť zohľadnené pri plánovaní terénneho vyučovania. Prvým bodom je **1. vyučovací rámec**, v ktorom sa bude učiteľ pohybovať. Rámec by mal vychádzať z platných požia-

daviek na schopnosti žiaka daného ročníka (ŠPÚ 2015), ale mal by zohľadňovať aj rôzne špecifiká a úroveň vedomostí v danej triede. Je dôležité v rámci tohto bodu stanoviť cieľ TV a tiež nezabudnúť na predprípravu pred samotným TV a jej vyhodnotenie. Ďalej je to **2. zvolenie vhodného typu práce v teréne a výučbovej stratégie**. Existuje veľké množstvo rôznych typov práce v teréne a výučbových stratégií (medzi inými aj BOV). Na základe zvoleného výučbového rámca sa ale ich výber zužuje. Je dobré zvoliť si niekoľko rôznych typov terénnej práce aj výučbových stratégií, najmä ak vyučovanie trvá dlhší čas. Taktiež zobrať na zreteľ, že rovnako kvalitná práca v teréne sa môže uskutočniť v blízkosti školy, ale aj vo vzdialenejších priestoroch. Nasleduje fáza **3. príprava príslušných zdrojov informácií**, prípadne informácií samotných, ktoré chceme poskytnúť žiakom. Je zahájená po vyjasnení prvých dvoch krokov. Tie ovplyvňujú náročnosť pokynov pre žiakov, ale tiež mieru spracovania poskytnutých informácií. Je potrebné zároveň rešpektovať mieru autonómnosti, ktorú budú mať žiaci pri plnení jednotlivých úloh. V tejto súvislosti sa dá hovoriť o dvoch prístupoch. Pri prvom dostanú žiaci istý objem vopred pripravených informácií, s ktorými sami pracujú. V druhom prípade musia žiaci, na základe vlastnej iniciatívy, určité informácie vyhľadať a získať. Poslednou fázou prípravy terénneho vyučovania je **4. organizačná stránka TV**, pod ktorou chápeme zdravotné, bezpečnostné a legislatívne zabezpečenie TV. Najdôležitejším faktorom v tejto fáze je zabezpečenie bezpečnosti žiakov počas celého priebehu TV. Treba tiež splniť všetky legislatívne požiadavky, ktoré sú u nás platné. Pri zahŕňaní TV vo vyučovaní geografie tak často, ako je to možné, by terénne cvičenia mali na seba nadväzovať a fungovať na jednoduchom špirálovitom systéme ich zlepšovania (Obr. 1).

Obr. 1 Špirála profesionálneho zlepšovania a rozvoja vo vzťahu k práci v teréne (spracované podľa: Lambert a Balderstone, 2010)



Terénne cvičenie „Nakresli si plán“ je zamerané na prácu s mapou, na predstavivosť a priestorovú orientáciu žiakov v teréne. Prebehlo v areáli školy, v rozsahu dvoch vyučovacích hodín. Zámerne bol zvolený najjednoduchší variant práce v teréne. A to tak, aby bolo názorne demonštrované, aké široké možnosti má vyučujúci pri zapájaní týchto foriem vyučovania do edukačného procesu. Práve časové hľadisko a náročnosť prípravy totiž bývajú hlavné argumenty vyučujúcich, ktorí tieto formy vzdelávania do svojej výučby nezaradujú. Vyučovací rámec tvorilo učivo piateho ročníka základnej školy, konkrétne celok „Zobrazovanie Zeme“. Na základe tohto rámca bola zvolená hlavná téma: „Práca s mapou“, a hlavný cieľ: „Žiak vie pracovať s rôznymi druhmi máp, vie čítať vybrané mapy a vie sa orientovať v teréne podľa mapy“ (ŠPÚ 2015). Ako výučbová stratégia bola zvolená najjednoduchšia forma BOV, pri ktorej bola väčšina práce prenechaná na žiakov, rozdelených do piatich skupín A-E náhodným výberom. V rámci výskumu boli realizované, okrem uvedenej aktivity „Nakresli si plán“, ďalšie štyri aktivity zamerané na kartografiu. Žiaci sa tak v priebehu cvičenia striedali na 5 stanovištiach s rôznymi 5 aktivitami v časovom rozsahu po 10 minútach, tj. spolu 50 minút. Priebeh TV bol rozdelený do 3 častí – úvod, ktorý sa uskutočnil v triede; samotných päť aktivít na školskom dvore a záver a vyhodnotenie opäť v triede. Súčasťou vyučovania bol pracovný list, ktorý zahŕňal aj pokyny pre žiakov počas jednotlivých piatich aktivít, keďže počas ich uskutočňovania mali žiaci ponechanú pomerne veľkú autonómiu. Ako zdroje boli použité najmä kartografické výstupy z portálu ÚGKK SR (2018).

Obr. 2 Terénna aktivita „Nakresli si plán“ (archív A. Hricková)



Výsledky

Aktivita „Nakresli si plán“ (Obr. 2) je zameraná na samostatnú prácu žiakov, ich úlohou je zostrojiť vlastný plán školského areálu. Ako podklad dostali žiaci iba čistý papier, na ktorý mali nakresliť stručný plán školského ihriska (ohraničením záujmovej oblasti bude oploenie ihriska). Sami si určili mapové značky a názov plánu, súčasťou úlohy bolo tiež zostavenie legendy plánu, označenie stanovišťa úlohy do plánu a správne zaznačenie severu (zakreslením smerovej ružice). Treba brať do úvahy fakt, že žiaci veľmi podobnú úlohu absolvovali už pred tým na hodine v triede akoby „na nečisto“, pri ktorej im asistoval učiteľ. Žiaci teda dostali pri práci v areáli školy pre inšpiráciu jednoduchý náčrt zostavený na vyučovacej hodine, ktorý ale neznázorňoval areál školy.

Úlohou žiakov v teréne bolo prekresliť svoje okolie, školský areál, z pohľadu z hora a v určitej mierke. Žiaci sa museli rozhodnúť, čo z ich okolia je pre orientáciu v teréne významné, a ktoré body, objekty areálu školy sú naopak nepodstatné. Predpokladali sme, že najväčší problém budú mať žiaci so zaznačením mierky a správnou orientáciou náčrtu severným smerom. Ide o pomerne náročnú aktivitu, ktorá ale pomáha kartografickej gramotnosti, pričom sa vďaka tejto úlohe taktiež rozvíja priestorová orientácia a schopnosť vybrať dôležité orientačné body v priestore.

Všetky skupiny žiakov zvládli úlohu v časovej dotácii 10 minút veľmi dobre, hoci najväčší problém im robila generalizácia obsahu plánu. Mohli si vymyslieť vlastnú sústavu vysvetliviek, pričom neboli ničím obmedzení. V každom nakreslenom pláne sa tak odrazili osobnosti žiakov v skupine. Niektoré skupiny (s prevahou chlapcov) zaznačovali najmä ihriská a areál ohraničovali pomocou plota. Naopak iné skupiny (s prevahou dievčat) zobrazovali zväčša vegetáciu, ktorou zároveň vymedzovali hranicu školského areálu. Veľmi podobnú aktivitu často využíva aj behaviorálna geografia. Pre ďalší výskum, ktorý by mal nadväzovať na prípadovú štúdiu, bude teda zaujímavé sledovať aj vplyv zloženia skupiny na výsledný náčrt, jeho kvalitu, presnosť a hlavne zobrazované jednotky. Štúdia zatiaľ naznačila, že kým pre chlapcov (väčšina z nich navštevuje futbalový a atletický krúžok na škole) je významným orientačným bodom poloha ihrísk, pre dievčatá to je rozloženie a zastúpenie zelene (ktoré je často miesto ich trávenia času počas prestávok).

Najpresnejší plán zostavila skupina A, ktorá ako jediná tiež prišla na spôsob, ako zostaviť aspoň približnú mierku areálu, pričom si pomohli krokovaním (s predpokladom, že jeden predĺžený krok je približne jeden meter) a premerali jednotlivé vzdialenosti na školskom dvore. Následne naniesli premerané vzdialenosti v dohodnutej mierke do plánu. Ostatné skupiny si túto možnosť uvedomili až vo vyhodnocovacej fáze. Dôležité bolo tiež zistenie, že plány školského dvora, ktoré žiaci následne vyhotovovali individuálne doma, boli na oveľa lepšej úrovni ako pôvodné náčrty z prvej hodiny v triede.

Záver

Prezentovaná kartografická aktivita je príkladom, ako si žiaci môžu teoreticky preberanú látku o mapách aplikovať, ako zmenšených obrazoch výseku krajiny, prakticky preskúšať spracovať priamo na príklade pre nich známeho školského dvora. Výsledky aktivity potvrdzujú, že deti sa vedeli orientovať v teréne. To, čo robilo väčšine z nich problém, bolo stanovenie mierky plánu, tj. prenesenie obrazu areálu do plánu v presnejšie určenom pomere. V dnešnej dobe moderných technológií, ktoré sú dostupné aj bežným užívateľom (ako napr. rôzne GPS aplikácie), sa môže zdať, že precvičovanie základných „hands-on“, napríklad aj kartografických zručností, už nemá opodstatnenie. Aj nami predkladaná prípadová štúdia však poukazuje na to, že práve osvojenie si praktických aktivít predstavuje základný predpoklad pre plynulé porozumenie a ovládanie moderných technológií, ktoré koniec koncov tiež vychádzajú z predpokladu určitej užívateľskej gramotnosti. Práve bádateľsky orientované vyučovanie, či terénne vyučovanie, ponúkajú široké možnosti motivácie k nácviku týchto zručností.

Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu: KEGA 015UMB-4/2018.

Literatúra

- ABRAHAM, I., MILLAR, R. Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. In: *International Journal of Science Education*. 30, 14, 2008, 1945 – 1969.
- BIZUBOVÁ, M., TURANOVÁ, L. *Prírodovedné exkurzie po Slovensku pre zdravý životný štýl*. In: *Výchova k zdraviu a zdravému životnému štýlu*, 4, 2004, 88 – 97. Nitra: UKF. ISBN 80-8050-739-2
- BYBEE, R.W. Scientific Inquiry and Science Teaching. In: Flick, L. B. and Lederman, N.G. eds. *Scientific Inquiry and Nature of Science*. 2004, 1 – 14. Dordrecht : Springer. ISBN 978-1-4020-2671-3
- DUBCOVÁ, A., KRAMÁREKOVÁ, H., NEMČÍKOVÁ, M., a kol. *Didaktika geografie v teréne*. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, 2013. ISBN 978-80-558-0297-8
- FSC – Field Studies Council. *Year of Fieldwork* [online]. [cit. 15.6.2019]. 2019. <<http://www.field-studies-council.org/outdoorclassroom/yearoffieldwork.aspx>>
- FULLER, I.C. What is the value of fieldwork? *New Zealand Geographer*. 62, 2006, 215 – 220.
- GAVORA, P., MAREŠ, J. *Anglicko-slovenský pedagogický slovník*. Bratislava : Iris, 1996. ISBN: 80-88778-25-5
- HELD, L. a kol.: *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania. IBSE v slovenskom kontexte*. Trnava : Typi Universitatis Tyrnaviensis, 2011. ISBN 978-80-8082-486-0
- HOFMANN, E. *Integrované terénny vyučování*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-054-9
- HOFMANN, E., TRÁVNÍČEK, M., SOJÁK, P. a kol. 2011. *Integrovaná terénny výuka ako systém*. In: *Smišený design v pedagogickém výskumu: Sborník příspěvků z 19. výroční konference České asociace pedagogického výzkumu*, Brno : Masarykova Univerzita, 2011, 310 – 315.
- HYNEK, A. Výzvy helsinského sympozia IGU pro české geografické vzdělávání. In: *Geografie*. 107, 4, 2002, 396 – 406.
- KARVÁNKOVÁ, P. Vývoj didaktiky geografie a nové trendy výuky zeměpisu v Česku. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis, Studia Geographica*. 148, 4, 2013, 101 – 109.
- KARVÁNKOVÁ, P., POPJÁKOVÁ, D., VANČURA, M., MLÁDEK, J., eds. *Current Topics in Czech and Central European Geography Education*. Heidelberg : Springer, 2017. ISBN 978-3-319-43613-5
- KENT, M., GILBERTSON, D.D., HUNT, C.O. Fieldwork in geography teaching: A critical review of literature and approaches. In: *Journal of Geography in Higher Education*. 21, 3, 1997. 313 – 332.
- LAMBERT, D., BALDERSTONE, D. *Learning to teach Geography in the secondary school. A companion to school experience*. London: Routledge, 2010. 455 p. ISBN10: 0-415-49909-7
- MADZIKOVÁ, A. Zmeny v ponímaní geografie miestneho regiónu v geografickom vzdelávaní. In: *Geografické štúdie*, 8, 2001, 273 – 278.
- PAPÁČEK, M. ed. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*. Sborník příspěvků semináře, PdF Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6
- ŠPÚ – Štátny pedagogický ústav. *Inovovaný štátny vzdelávací program*. 2015 [online]. [21. 02. 2018]. <http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/geografia_nsv_2014.pdf>
- TOMČÍKOVÁ, I. Vychádzky a exkurzie do miestneho regiónu vo vyučovaní vlastivedy a geografie na základnej škole, In: *Disputationes scientificae Universitatis Catholicae in Ružomberok*. 1, 2005, 74 – 81.
- ÚGKK SR – Úrad geodézie, kartografie a katastra SR. *Mapový klient ZBGIS*. [online]. [cit. 15.6.2019]. 2019. <<https://zbgis.skgeodesy.sk/tkgis/default.aspx>>

Riadenie a hodnotenie poznávacieho procesu študenta v chemickom experimente s pridanou hodnotou digitálnych technológií

Beáta Brestenská¹
Ivana Faďoš²
Katarína Szarka³

^{1,2}Prírodovedecká fakulta
Univerzita Komenského
Ilkovičova č.6, 842 15 Bratislava
Slovensko

¹beata.brestenska@uniba.sk
²ivana.fados@tilgnerka.edu.sk

³Pedagogická fakulta
Univerzita J. Selyeho
Bratislavská cesta č.3322, 945 01 Komárno
Slovensko

³szarkak@uj.sk

Control and assessment of student's cognitive process in chemical experiment with added value of digital technologies

Abstract

The paper presents the creative implementation of digital technologies with added value in education. We created interactive worksheet in the SPARKvue software into the chemistry excercises with mobile devices and wifi PASCO sensors. The interactive worksheet is the new digital environment for teachers and student that allows to guide, control and assess cognitive process in education with digital technologies. More precisely, we are focusing on teaching using the IBSE method within the subject of: Discovering the influence of the pH of soil on the successful growth of plants using the pH sensor. The realization of the kvalitative research was done on two levels of IBSE, the guided and the structured inquiry. We realized qualitative research in high school on the 82 respondents. The research focused to the specific added value of PASCO sensors and the software environment SPARKvue. We identify some aspects of added value of technology how is: mobility, scientific accuracy and efficiency in experimental work, interactivity and the possibility of implementing formative assessment tools to inquiry based learning.

Key words

digital technologies, control and assessment, cognitive process, chemistry education, experiment

Úvod

Digitálne technológie sú fenomén, ktorý významne ovplyvňuje život spoločnosti a jedinca od 90-tych rokov 20. storočia. Za ostatných 30 rokov digitálne technológie sú stále dokonalejšie, priateľskejšie, mobilnejšie a bežnejšie vo vzdelávaní, v práci a v osobnom živote (Kewalramani, 2019, Munyengabe, 2019). V ostatných piatich rokoch začína veľký nástup umelej inteligencie a virtuálnej reality, ktorá otvára nové dimenzie pre významnú transformáciu nášho spôsobu života a práce. Aj pre vzdelávací systém je to veľká výzva transformácie vzdelávania, kde je potrebné poznať a využívať pridanú hodnotu digitálnych technológií pre rozvoj, riadenie a hodnotenie aktívneho procesu učenia sa jedinca a rozvíjania jeho mäkkých zručností (soft skills) pre život v informačnej spoločnosti (Zuzana, 2019).

1 Kreatívna digitálna gramotnosť v procese vzdelávania

Kreativita je niečo, čo nemožno naučiť ľudí, alebo roboty. Kreativita sa musí rozvíjať učením a trénovať v kognitívnych procesoch. Digitálnu gramotnosť tiež nemožno naučiť, ale ju treba rozvíjať v procese učenia sa a trénovať s meniacimi sa programovými nástrojmi a technickým rozvojom digitálnych zariadení. Transformácia vzdelávania si vyžaduje rozvíjať kreatívnu digitálnu gramotnosť učiteľa a učiaceho sa. Obr.1 prezentuje význam rozvíjania kreatívnej digitálnej gramotnosti v kognitívnom procese podľa revidovanej Bloomovej taxonómii. Za ostatných 20 rokov sa veľa investovalo do vybavenia našich škôl hardvérom a softvérom a oveľa menej sa investovalo do „humanvéru“ t.j. do užívateľa digitálnych technológií (t.j. do učiteľa a študenta) a preto dnes sme v procese vzdelávania hlavne na úrovni konzumenta digitálnych technológií (DT) a čiastočne sa dostávame na úroveň aktívneho používateľa DT. Pre poznanie a využívanie pridanej hodnoty digitálnych technológií pre rozvíjanie vyšších kognitívnych procesov vo vzdelávaní potrebujeme pripraviť kreatívneho používateľa DT. Prioritným cieľom transformácie vzdelávania pre potreby informačnej spoločnosti by malo byť investovanie do rozvoja a tréningu kreatívnych digitálnych kompetencií učiteľov a študentov a vytvorenie vzdelávacieho prostredia pre kreatívneho používateľa DT. Inak môžeme zostať v školstve na úrovni konzumenta DT kde hrozí „digitálna demencia“ (Gurstein, 2003, Spitzer, 2012, Warschauer, 2010).



2 Chemický experiment s pridanou hodnotou digitálnych technológií

Dnes už neobstojí ak mnohí učitelia hovoria, že nemôžu robiť experimenty, lebo nemajú na škole laboratórium a potrebné vybavenie. Digitálne technológie (DT) a kreatívne softvérové prostredia vytvárajú nové podmienky pre navrátenie experimentov do vyučovania prírodovedných predmetov a dávajú učiteľovi a študentovi nové nástroje pre riadenie a hodnotenie procesu učenia sa a pre metakogníciu. Prvou pridanou hodnotou dnešných digitálnych technológií pre experimenty je mobilita. Malé, ľahké digitálne zariadenia (s batériami na 6 až 10 hodín práce) a wifi meracie senzory umožňujú realizovať experimenty v škole aj mimo školy, doma, na exkurzii a i.

V Inkubátore inovatívnych učiteľov Microsoft na Prírodovedeckej fakulte UK sa venujeme výskumu zameranému na mobilné experimenty s pridanou hodnotou digitálnych technológií. Pre realizáciu experimentálnych prác používame mobilné zariadenia t.j. tablet, iPad, iPhone a meracie senzory PASCO a od roku 2019 už novú generáciu wifi senzorov PASCO

(<https://www.pasco.com/index.cfm>, 2019). Existuje viacero meracích systémov pre experimentálne merania (Coach, Vernier, ISES, CMA, Pasco), ale pre hardvér firmy PASCO sme sa rozhodli preto, lebo jedine k nemu existuje kreatívne softvérové prostredie SPARKvue. Softvérové prostredie umožňuje nielen zber a vyhodnotenie dát z experimentu, ale aj kreatívnu a interaktívnu prácu študenta(ov) a učiteľa pri riadení a hodnotení procesu učenia sa študenta s využitím interaktívnych pracovných listov (e-protokolu). V prostredí SPARKvue sa dá tvorivo realizovať výskumne ladená koncepcia vzdelávania – IBSE (Inquiry-based science education), ktorá podporuje učenie sa študenta vlastným bádáním (Held, 2011, Čipková, 2014, Kireš, 2016, BRICKMAN, 2009, Čtrnáctová, 2012). Softvérové prostredie Sparkvue predstavuje vysokú pridanú hodnotu DT pre realizáciu experimentov v prírodovedných predmetoch, lebo učiteľ aj študent sa stávajú aktívnymi a kreatívnymi používateľmi DT. V prostredí SPARKvue s aplikovaním metódy IBSE môžeme riadene podporovať u študentov rozvíjanie vyšších kognitívnych funkcií a jeho proces metakognície.

Obr. 2 **Mobilné laboratórium s tabletom a senzormi a interaktívne prostredie SPARKvue pre tvorbu iPL**



3 Pilotný výskum zameraný na riadenie a hodnotenie poznávacieho procesu študenta pri realizácii chemického experimentu s pridanou hodnotou DT

Cieľom výskumu bolo navrhnúť a experimentálne overiť chemické experimenty s využitím metódy IBSE a pridať hodnoty digitálnych technológií pre riadenie a hodnotenie kognitívneho procesu učenia sa študenta. Úlohou bolo overiť dva modely metódou *riadeného a štruktúrovaného bádania*. Mernými prostriedkami výskumu boli: vytvorený interaktívny pracovný list v prostredí SPARKvue (iPL), analýza výstupov iPL (e-protokolov) a dotazník pre študentov. Výskumnú vzorku tvorilo 82 študentov (1., 2. a 3. roč.) gymnázia v Bratislave. Použili sme DT: tablety, pH senzory PASCO, a softvérové prostredie SPARKvue. Výskum sme realizovali v rokoch 2017-2019 v 4 etapách, v ktorých sme si stanovili výskumné ciele, výskumné otázky a výskumné hypotézy. Prvá etapa bola venovaná tvorbe interaktívnych pracovných listov (iPL) v softvérovom prostredí SPARKvue. Najdôležitejšie bolo vybrať si vhodné učivo – zvolili sme si tému pH roztokov a aby nešlo len o jednoduché meranie pH rôznych roztokov, prepojili sme meranie vplyvu pH pôdy na rast rastlín. Získali sme tak medzipredmetovú tému, ktorá bola vhodná pre využitie bádateľskej metódy IBSE. V prvej etape výskumu pri prvom overovaní iPL sme zistili problémy s ukladáním vypracovaných iPL na cloude, preto sme spracovali ďalší variant iPL – fillable, ako interaktívny pdf formát pracovného listu. Na problémy s ukladáním iPL sme upozornili výhradného dodávateľa PASCO v Českej republike (<http://web.profimedia-cz.cz/komplexni-reseni/vyuka-prirodnich-ved.html>, 2019).

Po odstránení problémov v novej verzii SPARKvue už neboli žiadne problémy s ukladáním vyplnených iPL (e-

protokolov) na cloude do OneNote a ich exportom do formátov png, jpeg, pdf.

Druhá etapa výskumu bola orientovaná na otestovanie vytvorených interaktívnych pracovných listov s pridanou hodnotou DT pre riadenie a hodnotenie procesu učenia sa študenta. Najprv sme sa zamerali na charakterizovanie vedomostí, ktoré mal interaktívny pracovný list poskytnúť študentom. V iPL sme vytvorili také úlohy, ktoré spĺňajú požiadavky iŠVP (chémie, biológie a geografie) a následne sme im priradili bodové hodnotenia podľa dimenzií poznatkov a kognitívnych procesov (Anderson, et al., 2001), aby sme výsledky mohli kvantitatívne štatisticky spracovať. Zaujímala nás úspešnosť študentov v konkrétnych úlohách zameraných na zistenie vplyvu hodnoty pH pôdy na rast rastlín. Formulovali sme hypotézu H1, že úspešnosť študentov pri riešení úloh v iPL bude minimálne 70 %. Študenti pracovali vo dvojiciach. Celkovo sme počas výskumu získali 39 študentských iPL (e-protokolov), aj napriek tomu, že bádanie realizovalo 41 dvojíc – dvom dvojiciam zlyhal interaktívny pracovný list (e-protokol) v SPARKvue ešte počas práce, tak neboli uložené ich namerané dáta a riešenia úloh. Uvedené dva pracovné listy sme nevyhodnocovali. Bádateľskú prácu realizovali dve skupiny študentov na škole v chemickom laboratóriu a v triede a tretia skupina študentov pracovala v školskej záhrade (Obr.3 a 4).

V tretej etape výskumu sme zisťovali, pri ktorej úrovni bádania študenti dosiahnu lepšie výsledky. Formulovali sme hypotézu H2, že úspešnejší budú študenti, ktorí realizujú experiment pomocou riadeného bádania ako študenti, ktorí realizujú experiment pomocou štruktúrovaného bádania. Predpokladali sme, že ak budú študenti pri bádaní aktívnejší a samostatnejší, budú získavať viac informácií a hľadať viac riešení pre zadaný problém.

Obr. 3 Bádateľská práca študentov v laboratóriu (vľavo) a v triede (vpravo) s mobilnými digitálnymi technológiami



Obr. 4 **Bádateľská práca študentov v školskej záhrade s mobilnými digitálnymi technológiami**



Štvrtá etapa výskumu bola zameraná na zistenie pridanej hodnoty DT (pH senzor, iPL v prostredí SPARKvue) pre bádateľskú prácu študentov. Formulovali sme hypotézu H3, že meranie pH senzorom a použitie softvérového prostredia SPARKvue poskytuje pre bádateľa presnejšie meranie, ako meranie pH pomocou pH papierikov a prostredie SPARKvue poskytuje učiteľovi aj študentovi možnosť aktívneho riadenia a hodnotenia kognitívneho procesu študenta.

Obr. 5 **Ukážky interaktívneho pracovného listu pre bádateľskú prácu zameranú na zistenie vplyvu hodnoty pH pôdy na rast rastlín**

Meranie:

- Spustíte meranie pre vzorku č. 1.
- Zastavíte meranie.
- pH senzor prepláchnete v destilovanej vode.
- Spustíte meranie pre vzorku č. 2.
- Zastavíte meranie.
- pH senzor prepláchnete v destilovanej vode.
- Spustíte meranie pre vzorku č. 3.
- Zastavíte meranie.
- pH senzor prepláchnete v destilovanej vode.
- pH senzor nakoniec zaskrutkujete chrániacim kaptom.
- Po zmeraní nezabudnite uložiť svoje meranie pomocou ikony

Zamyslite sa:

Posuďte, ako lokalita vašej školy ovplyvňuje pH pôdy vášho školského dvora.

Uveďte, ktoré prvky zaraďujeme medzi minerálne látky pôdy.

Uveďte dôvod, prečo sa musí napraviť vyluh pôdy namiesto toho, aby sa pH pôdy meralo priamo v zemi.

Vysvetlite, ako vplyva kyslosť pôdy na rozpočet minerálnych látok a využiteľnosť rastlinami?

**** Na zodpovedanie otázok, ktoré neviete priamo zodpovedať použite internet.**

***** Po vyplnení stránky nezabudnite uložiť svoje odpovede pomocou ikony**

Pred sebou máš nasledovné pomôcky:

- 6x 50 ml kadička
- 1x 100 ml kadička
- 3x sklenená tyčinka
- 3x filtračný lievok
- Filtračný papier
- pH senzor Pasco
- Destilovaná voda
- Spark Link
- Windows tablet
- Software SparkVue
- Lyžička
- pH papieriky
- 3x rôzna vzorka pôdy (1 lyžička každej)

*** Navrhnete** vlastný pracovný postup tak, aby ste použili všetky spomenuté pomôcky a zároveň otestovali svoju hypotézu.

Ako bude rôzne pH pôdy ovplyvňovať:

- Druhové zastúpenie rastlín na konkrétnej pôde?
- Počet rôznych druhov rastlín, ktoré ju obývajú?

Prierezová téma chémia-biológia-geológia

Pracovný list

Kým čakáte na vyhlásenie pôdy, odpovedzte na nasledovné otázky

*** Po vyplnení stránky nezabudnite uložiť svoje odpovede pomocou ikony**

1) Má sledovanie hodnoty pH pôdy význam v poľnohospodárstve?

☐ áno ☐ nie

2) Zdôvodnite svoju odpoveď v otázke č.1.

Zadejte text...

3) Vedeli by ste upraviť pH pôdy podľa toho, ktorú rastlinu by ste chceli zasadiť?

☐ áno ☐ nie ☐ možno

4) Uveďte, ktorým spôsobom by ste vedeli upraviť kyslosť pôdy na základe. Svoju odpoveď vpište do políčka.

Zadejte text...

5) Zistite, prečo kvety Hortenzie menia sfarbenie svojich kvetov v rôznych pôdach. Svoju odpoveď vpište do políčka.

Zadejte text...

Analyzujte dáta, ktoré ste získali meraním.

Po vyplnení stránky nezabudnite uložiť svoje odpovede pomocou ikony

3) Najvhodnejšou pôdou pre rastliny je:

a) Veľmi zásaditá pôda
b) Zásaditá pôda
c) Neutrálna pôda
d) Kyslá pôda
e) Veľmi kyslá pôda

3) Zvoľte správnu odpoveď

☐ a ☐ b ☐ c ☐ d

4) Zdôvodnite svoju odpoveď v otázke č.3

Zadejte text...

5) Pridaním uhličitanu vápenatého sa pH kyslej pôdy:

a) znižuje
b) zvyšuje
c) nezmení sa
d) iné

5) Zvoľte správnu odpoveď

☐ a ☐ b ☐ c ☐ d

4 Výsledky výskumu zameraného na realizáciu chemického experimentu s pridanou hodnotou DT

Na základe výsledkov z výskumu zameranom na realizáciu chemického experimentu s pridanou hodnotou DT sme potvrdili hypotézy: H1 a H3.

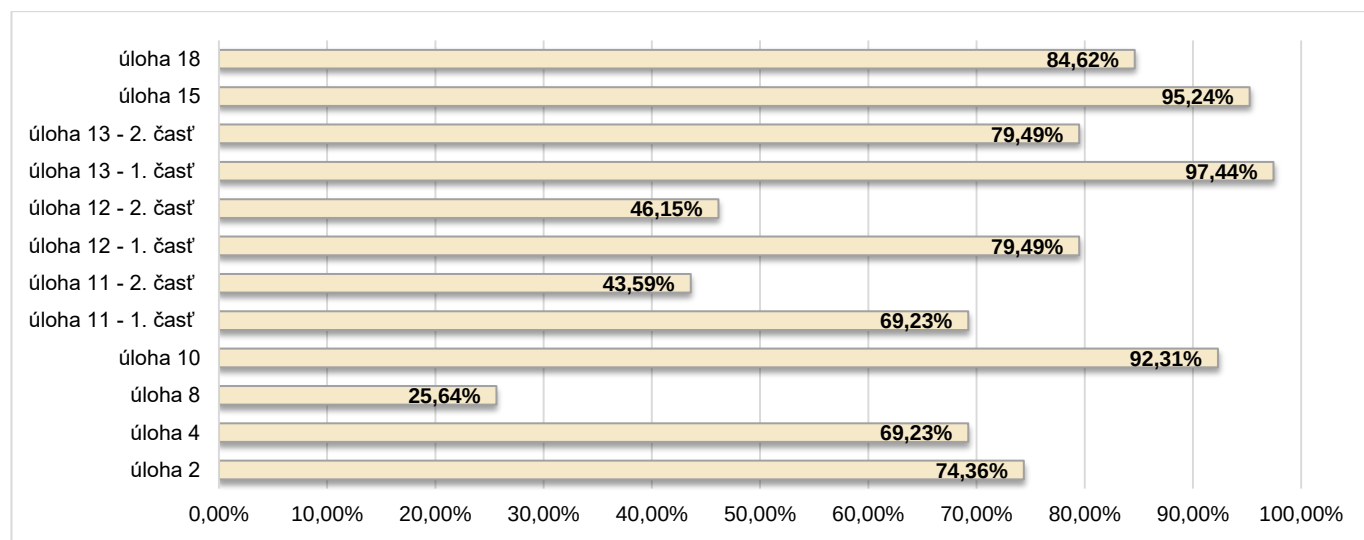
Priemerná úspešnosť študentov pri riešení úloh s vyššiu kognitívnu úroveň bola 71,13 % (H1 bol predpoklad, že bude väčšia ako 70 %) (Graf 1).

Meranie pomocou pH senzora PASCO bolo presnejšie ako meranie pH pomocou pH papierika, čo prezentovalo 95 % odpovedí študentov. Iba 5 % študentov označilo, že presnosť merania bola rovnaká. Čím sme potvrdili aj H3, že aplikácia senzorov na meranie v prírodovedných experimentoch je dôležitou pridanou hodnotou DT pre učenie sa, lebo poskytuje študentom vedecky pres-

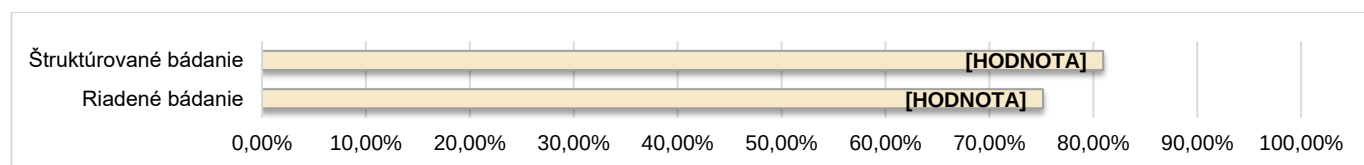
né namerané hodnoty (reálne podmienky práce vedca), na základe ktorých vie analyzovať a argumentovať výsledky svojej bádateľskej práce.

Nepodarilo sa nám potvrdiť H2. Študenti, ktorí realizovali experiment na úrovni riadeného bádania, dosiahli priemernú úspešnosť 75,16 %, čo je o 5,79 % nižšia ako študenti, ktorí realizovali experiment na úrovni štruktúrovaného bádania (Graf 2). Predpokladáme, že nižšia úspešnosť študentov bola spôsobená tým, že viac času museli venovať vytvoreniu pracovného postupu pri bádaní, čím bol experiment časovo náročný a mali menej času na riešenie experimentálneho problému. Predpokladáme, že ďalším faktorom, ktorý ovplyvnil výsledok ich práce bol ten, že pre študentov metóda IBSE bola novinkou. Nemali predchádzajúce skúsenosti a bádateľské zručnosti.

Graf 1 Index obtiažností pre konkrétne úlohy



Graf 1 Závislosť úspešnosti študentov od úrovni bádania



Záver

V kvalitatívnom výskume sme overovali inovatívne metodické prístupy realizácie chemických experimentov vo vyučovaní chémie na strednej škole s využitím pridanej hodnoty digitálnych technológií. Výsledky výskumu sme analyzovali z hľadiska pridanej hodnoty DT (senzory PASCO, softvérové prostredie SPARKvue) s využitím metódy IBSE v chemickom experimente. vzdelávania pri riadení a hodnotení procesu aktívneho učenia sa študenta.

Z analýzy výstupov z kvalitatívneho výskumu (analýza e-protokolov, dotazníkový prieskum), môžeme charakte-

rizovať konkrétne aspekty pridanej hodnoty použitých DT v chemickom experimente.

Mobilnosť, moderné DT (tablet, iPhone, bezdrôtové senzory) sú použiteľné v rôznych priestoroch na škole aj mimo školy. Škola už nemusí budovať klasické laboratória pre prírodovedné predmety, ale integrované laboratórium na škole aj v prírode. Študenti môžu realizovať experimentálnu bádateľskú prácu v teréne, doma, v rôznych výskumných a vzdelávacích inštitúciách. Mobilnosť je prirodzeným faktorom generácie Y, t.j. študentov narodených v 21. storočí, ktoré ju berú ako prirodzenú súčasť ich života, vzdelávania a práce.

Presnosť a efektívnosť merania – bezdrôtový pH senzor meria s presnosťou 0,05 % a softvérové prostredie umožňuje realizovať vedecky presné, rýchle a opakovateľné meranie a zaznamenávanie nameraných dát. V porovnaní s experimentálnou prácou bez DT, dochádza ku skráteniu času pri meraní a zapisovaní dát. Študent získava viac času na analýzu a interpretáciu dát.

Interaktivita a prepojenie podporuje aktívne učenie smerované na študenta. Sparkvue umožňuje merania dáť v reálnom čase, aktívne riešenie a záznam riešenia úlohy, problému, písanie poznámok, analýzu procesu merania, spracovanie záverov a na výstupe je iPL (e-protokol), ktorý môže spolu s učiteľom komentovať a hodnotiť. E-protokoly sú silnou stránkou pridanej hodnoty DT v experimentálnej práci vo výučbe prírodovedných predmetov.

Riadenie – priebežné a výsledné hodnotenie kognitívneho procesu a komunikácia v procese učenia sa študenta je podporovaná v softvérovom prostredí SPARKvue. Učiteľ aj študent dostávajú na používanie digitálny nástroj, ktorý umožňuje formatívne hodnotenie procesu učenia sa študenta.

Výsledky výskumu ktoré prezentujeme môžeme porovnávať aj s výskumami realizovanými v USA (Thorton, 2013), s výstupmi v projektoch EÚ (Demkanin, 2018), s dlhodobjšími výstupmi z overovania senzorov PASCO vo výučbe v Českej republike:

- <http://www.11zsmost.cz/cz/skola/novinky/experimentujeme-pasco/> (2019),
- <https://www.experimentujeme.cz/projekty> (2019),
- <https://www.digitalnivyuka.cz> (2012/10).

Na Slovensku sú zatiaľ viac používané senzory staršieho typu od iných výrobcov ako PASCO senzory, ale ich využitie vo výučbe sa orientuje na podobné trendy v pridanej hodnote digitálnych technológií vo výučbe (Kireš, 2016, Demkanin, 2018).

Podakovanie

Článok vznikol s podporou MŠVVaŠ SR v rámci riešenia výskumných úloh: VEGA 1/0265/17 2017-2020 „*Formatívne hodnotenie vo výučbe prírodných vied, matematiky a informatiky*“ a Rozvojového projektu MŠVVaŠ SR č. 002UK-2-1/2018 „*Vzdelávanie pre informačnú spoločnosť*“.

Literatúra

ANDERSON, LORIN W. AND KRATHWOHL, DAVID R. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing : a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. [ed.] AIRASIAN, P. W. et al. Abridged. New York : Pearson Longman, 2001. pp. 29 – 62. ISBN 0-8013-1903-X.

GORMALLY, C.; BRICKMAN, P.; HALLAR, B.; ARMSTRONG, N. (2009) Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. In *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*:

Vol. 3: No. 2, Article 16. Available at:

<https://doi.org/10.20429/ijstl.2009.030216>

ČÍPKOVÁ, E., KAROLČÍK, Š., ŽARNOVIČAN, H. 2014.

Bádateľsky orientované vyučovanie s využitím počítača podporovaného prírodovedného laboratória. [CD]. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave, Univerzita Komenského v Bratislave, 2014. ISBN 978-80-223-3743-4.

ČTRNÁCTOVÁ, H. a kol. 2012. *Dovednosti žáků v badatelsky orientované výuce chemie*. In AKTUÁLNÉ TRENDY VO VYUČOVANÍ PRÍRODNÝCH VIED Zborník z medzinárodnej konferencie, Smolenice 15. – 17. október 2012. ISBN 978-80-8082-541-6.

DEMKANIN, P., KIBBLE, B., LAVONEN, J., MAS, J. G., TURLO, J. 2018. *Effective use of ICT in Science Education*. University of Edinburgh, EH8, 8A2 Scotland, 2018. ISBN 978-0-9559665-0-7.

GRANSKÁ, Z. 2019. *Spojení navždy – Ako nestratiť deti v digitálnej dobe*. Vyd. eduword.sk, 2019. ISBN 9788097349714.

GURSTEIN, M. 2003. Effective use: A community informatics strategy beyond the digital divide.

<https://doi.org/10.5210/fm.v0i0.1798>. [Online] 2003.

HELD, L. a kol. 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej Univerzity v Trnave, 2011, 2011. ISBN 978-80-8082-486-0.

<http://web.profinmedia-cz.cz/komplexni-reseni/vyuka-prirodnich-ved.html>. 2019. <http://web.profinmedia-cz.cz/komplexni-reseni/vyuka-prirodnich-ved.html>. [Online] 2019.

<http://www.11zsmost.cz/cz/skola/novinky/experimentujeme-pasco/>. [Online] 12 2019.

<https://www.digitalnivyuka.cz/2012/10/konference-digitalni-technologie-ve-vyuce-prakticke-vyuziti-ve-skolach/>. 2012. *Konference-digitalni-technologie-ve-vyuce-prakticke-vyuziti-ve-skolach/*.

<https://www.digitalnivyuka.cz/2012/10/konference-digitalni-technologie-ve-vyuce-prakticke-vyuziti-ve-skolach/>. [Online] 2012.

<https://www.experimentujeme.cz/projekty>. [Online] 2. 12 2019.

<https://www.facebook.com/pasco.cz/>. [Online] 2. 12 2019.

<https://www.pasco.com/index.cfm>. [Online] 2019.

KEWALRAMANI, S., HAVU-NUUTINEN, S. 2019. Preschool Teachers' Beliefs and Pedagogical Practices in the Integration of Technology: A Case for Engaging Young Children in Scientific Inquiry. In *EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed*. 2019;15(12):em1784, 2019. [doi:

<https://doi.org/10.29333/ejmste/109949>]

KIREŠ, M. a kol. 2016. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. časť A*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2016. s. 23-52, ISBN 978-80-8118-155-9., 2016.

MUNYENGABE, S., MUKAMUSONI, D., HARINDINTWARI, J., NDEZE, J.C. 2019. Information Communication Technology as Catalyst for Pedagogical Changes to Generate a Smart Manpower Requirement in Developing Countries. In *EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed* 2019;15(10):em1753, 2019. [doi: <https://doi.org/10.29333/ejmste/109041>]

SPITZER, M. 2012. *Digitale Demenz. Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen*. Munich : Droemer Verlag., 2012.

THORTON, R. M. 2013. Research-based active-learning instruction in physics, <https://www.researchgate.net/publication/258749056>. [Online] 4 2013. doi: 10.1119/1.3678299.

WARSCHAUER, M., & MATUCHNIAK, T. 2010. New Technology and Digital Worlds: Analyzing Evidence of Equity in Access, Use, and Outcomes. In *Review of Research in Education* 34: 179 – 225. [Online] 2010. doi:10.3102/0091732X09349791.

Námety výskumne ladených aktivít (IBSE) z organickej chémie pre ISECD 2 (III. časť – výroba octu)

Katarína Kotuláková¹Ľubomír Held²Simona Stanková³^{1,2,3,4}Katedra chémie

Pedagogická fakulta

Trnavská univerzita v Trnave

Priemyselná 4, 918 43 Trnava

Slovensko

¹katarina.kotulakova@truni.sk²lheld@truni.sk

*Inquiry-based activities about organic compounds
for lower secondary students (part III – vinegar production)*

Abstract

The activity of vinegar production provides experience with biochemical process of converting sugar to acetic acid for pupils. They notice different conditions (presence and absence of oxygen) and presence of intermediate products (ethanol, acetaldehyde) are pointed out during the process. In our educational practice, the dominant symbolic and pictorial representations are replaced by the informed and engaged interaction of the pupil with the most natural hydrocarbon derivative encountered in everyday life. Illustrativeness is replaced by an activity that develops the conceptual, competence and attitude components of scientific literacy.

Key words

inquiry-based science education, vinegar, acidic acid, fermentation, sensory test

Úvod

„Vyučovaci predmet chémie má bádateľský/výskumný a činnosťový charakter, to znamená, že žiaci vlastnou činnosťou objavujú vlastnosti látok, zákonitosti ich správania a vzájomného pôsobenia. Obsah vychádza zo situácií, javov a činností, ktoré majú chemickú podstatu, sú blízke žiakovi a sú dôležité v živote každého človeka. Tvorí ho nielen chemické poznatky, ale aj činnosti, ktoré vyúsťujú do zvládnutia viacerých prvkov vedeckej činnosti...“ (iŠVP, 2016).

Charakteristika uvedená v štandardoch pre vyučovaci predmet chémie inovovaného štátneho vzdelávacieho programu pre ISCED 2 jasne poukazuje na žiaka učiaceho sa činnosťou. Táto činnosť však nemá len potvrdzujúci charakter. Jej zmyslom je rozvíjať všetky zložky prírodovednej gramotnosti, čo sa od tabule výkladom učiteľa sprostredkovať nedá. Táto činnosť má mať induktívny výskumný charakter, kedy žiak vystupuje v úlohe toho, kto formuluje závery a zovšeobecnenia. Z uvedenej charakteristiky implicitne vyplýva, že úlohou učiteľa nie je sprostredkovať finálne poznatky vedy, ktoré si má žiak osvojiť. Jeho úlohou je stimulovať, pomáhať a organizovať učebnú aktivitu a uvedomelú činnosť žiakov (uvedomelú v zmysle aktívneho využívania predchádzajúceho poznania a skúseností žiakov).

Prezentovaná aktivita predstavuje štandardom charakterizovaný činnosťový spôsob zoznamovania sa žiakov

s chemickým obsahom, konkrétne s derivátmi uhlíkovdých (iŠVP, 2015). Výroba octu, resp. kyseliny octovej, má chemickú podstatu a je, predpokladáme, najčastejším derivátom, s ktorým sa bežne v živote stretáva. Aktivita sprostredkuje rozvoj spôsobilostí vedeckej práce, dáva priestor pre analytické, syntetické a hodnotiace na argumentoch založené uvažovanie, rozvíja a posilňuje pocit kompetentnosti u žiakov, učí objektivizovať a vysvetliť subjektívne vnímanie a posudzovanie.

Niektoré princípy vedeckého poznávania a jeho ich analógie vo vyučovaní

Jedným z princípov vedeckého poznávania je porozumenie tomu, že poznanie sa mení, vyvíja, posúva a prehĺbuje vo svetle nových objavov, vysvetlení a dôkazov. Poznanie sa vytvára a formuje v spoločenskom a kultúrnom kontexte (Capps, Crawford, 2013, Lederman et al., 2002, Lederman, 2019). V stredoveku napr. ľudia liečili mor špecifickou bylinnou zmesou macerovanou v octe. Tak totiž ich skúsenosť a vtedajšie porozumenie javom založené aj na vedeckom poznávaní vtedy dostupné údaje vyhodnotilo. Liek skutočne neliečil, ale pôsobil ako prírodný repelent proti bľchám, ktoré prenášajú pôvodcu moru, *Yersinia pestis*. Toto porozumenie, výklad a použitie „liečiacich“ účinkov octu sa však postupne vo svetle nových výskumov prirodzene menilo. Pri prvom strete žiakov s organickou chémiou, a konkrétnejšie s derivátmi organických zlúčenín, chceme zachovať takéto prirodzené momentum učenia sa. Ocot, resp. kyselina octová, je najprirodzenejší derivát, s ktorým sa dnes žiak vo svojom bežnom živote stretne. Naším cieľom nie je transformovať do mysli žiakov základné informácie o karboxylových kyselinách, ale vybudovať zmysluplné, aj keď sprvu jednoduché a neucelené, chápanie biochemických procesov, ktoré však nebude rezistentné postupnému prehľbovaniu daných konceptov, príp. náhrade jednoduchšej predstavy komplexnejšou. Toto striedanie predstáv charakterizuje jednu z dôležitých vlastností vedeckého myslenia a

poznávania, a to flexibilitu a schopnosť akceptovať nové poznanie (Held a kol., 2011).

Kľúčovým cieľom vedeckého poznávania je porozumenie okolitému (materiálnemu) svetu. Snaha o porozumenie vyžaduje od jednotlivcov zapojenie ich predchádzajúcich skúseností a poznania, resp. porozumenia (súvisiacim) javom. Odkrývanie a práca so žiackymi prekonceptami, príp. miskoncepciami, je rovnako kľúčová i vo formálnom vzdelávaní. Dáva totiž učiteľovi dôležitú informáciu o podobe, úrovni či kvalite žiackeho doterajšieho porozumenia, s ktorým bude ďalej pracovať, javy vysvetľovať a na ktorom bude stavať. Ignorovanie žiackych predstáv zo strany učiteľa ústi často do obsahovo prázdnych informácií, ktoré sú možno žiakom používané v školskom prostredí, ale celkom nefunkčné v jeho bežnom živote.

Vedecké poznanie v prírodovedných vedách sa opiera o empirické dôkazy. Formulované závery sú podložené údajmi a argumentami získanými v procese skúmania. Je preto potrebné, aby sme žiakmi formulované závery (aj napr., ktorý ocot je najlepší) objektivizovali napr. tvorbou kritérií, podľa ktorých budeme jav alebo látku posudzovať. Takto formulovaný záver sa presúva zo subjektívnej do objektívnej roviny a je použiteľný v ďalšom skúmaní alebo širšom kontexte (Orolíňová, Kotuláková, 2014).

Metodické pozadie sekvencie

Kontext a charakteristika aktivity

Prezentovaná aktivita predstavuje výrobu a prítomnosť derivátov uhľovodíkov v kontexte bežného života žiaka. Ich úlohou je vyrobiť ocot z primárnych surovín. Aktivita stavia na predpoklade, že žiaci rozumejú konceptu kvasenia ako procesu premeny (organických) látok (najčastejšie sacharidov), na ktorom sa zúčastňujú mikroorganizmy (resp. enzýmy prítomné v mikroorganizmoch). Kvasením získavajú tieto mikroorganizmy energiu (obdobne ako je tomu pri dýchaní, avšak s nižšou energetickou bilanciou). Žiaci postupne zisťujú, že premena látky – cukru (kvasenie) môže prebiehať za neprístupu vzduchu, t.j. anaerobne, kedy dochádza k vzniku alkoholu (alebo kyseliny mliečnej) a za prístupu vzduchu, t.j. aerobne, kedy vzniká ocot.

Žiaci začínajú skúmať rôzne druhy octu na etiketách fliaš. Zisťujú, aké rôzne druhy octu majú doma, alebo to zistia v obchode s potravinami (možnosť si etikety odfoťiť a následne s nimi pracovať). Dôležitým krokom sú žiakmi formulované otázky, čo o octe a kvasení vedia či nevedia. Tieto informácie a následne otázky sú pre učiteľa dôležitým indikátorom toho, čomu má venovať pozornosť prv, než sa posunú ďalej a začnú vlastný ocot vyrábať.

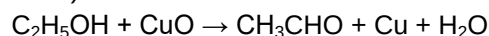
Žiaci zisťujú, že ocot môže byť vyrobený z rôznych surovín (hrozno, jablká, maliny ryža a pod.), že sa vyrába kvasným procesom, že má rôzne zloženie (%) a pod. Zisťujú, že na začiatku procesu jeho výroby je rôzne ovocie alebo suroviny, ktorých spoločným menovateľom je prítomný cukor ako zdroj energie (a kvasinky). V tomto štádiu ich pozornosť upriamime na to, ako v minulosti vyrábali ocot rôzne národy. Používali ovocie, resp. suroviny, ktoré boli v ich zemepisných šírkach dostupné.

Celá aktivita je rozdelená na štyri fázy: (I) anaerobnú (bez prístupu vzduchu) – výroba alkoholu a následne aerobnú (s prístupom vzduchu) (II) – výroba octu, (III) výrobu čiastočne syntetického octu z acetaldehydu a (IV) porovnávanie octu vyrobeného rôznym spôsobom či z rôznych surovín. Prvé dve fázy trvajú dlhšiu dobu (anaerobná fáza vzniku alkoholu 10 – 14 dní, aerobná fáza vzniku octu 2 – 3 dni). Je preto vhodné celú činnosť v dostatočnom predstihu naplánovať a koordinovať (čas i miesto).

Odporúčame dať žiakom pracovné listy týkajúce sa samotnej výroby etanolu (*Ako na to? I*) až po úvodnej fáze, kde žiaci zisťujú informácie o octe z etikiet a ujasňujú si problematiku kvasenia, a druhú časť pracovného postupu týkajúceho sa výroby samotného octu z etanolu (*Ako na to? II*) po anaerobnej fáze kvasenia (výrobe etanolu). Úlohou učiteľa je žiakov koordinovať a klásť otázky, ktoré ich upozornia na to, čo si majú počas kvasenia všimnúť, napr. Kedy začal ovocná šťava (mušt) kvasiť? Aký činiteľ spôsobil začiatok kvasenia? Čo je možné počas kvasenia (I) pozorovať (vznik plynu – bublinky)? Ako viete, že kvasenie skončilo? Tieto údaje žiaci zaznamenávajú do pozorovacieho hárku.

Alkoholové kvasenie umožňuje prítomnosť kvasiniek rodu *Saccharomyces* a *Kluyveromyces*, ako aj niektoré baktérie, napr. *Zymomonas* prítomné na povrchu ovocia, resp. povrchu bunky (alebo sa do sústavy pridávajú). Octové kvasenie prebieha za prítomnosti baktérií rodu *Acetobakter*. Prvotná technológia výroby kyseliny octovej bola pravdepodobne založená na empirickej skúsenosti založenej na poznatku o zoctovaní vína v otvorenej nádobe. Octové baktérie rástli na povrchu kvapaliny vo forme želatínovej „kožky“. Neskôr bola táto metóda modifikovaná tak, že na povrchu plávala drevená mriežka, na ktorú sa baktérie uchytili. Okrem octových baktérií sa na jej povrchu rozmnožovali aj iné baktérie, ktoré dávali octu vhodné senzorické vlastnosti. Zintenzívnenie prevzdušňovania bolo zabezpečené tak, že kvapalina stekala po nosiči, ktorým bola pemza alebo drevo rôznych druhov. Známa a najrozšírenejšia ocotnica tohto druhu bola tzv. Fringsova ocotnica z roku 1929. Bola to drevená nádoba naplnená hoblinami tvrdého dreva, po ktorých kvapalina stekala (Bourgeois, Barja, 2009, Švitel, Šturdík, 1994).

Kyselina octová sa vyrába aj chemickou syntézou. Medziproduktom pri oxidácii etanolu na kyselinu octovú je acetaldehyd (dehydrogenácia etanolu za vzniku aldehydu a následná dehydrogenácia aldehydu za vzniku kyseliny octovej). Simultánne s alkoholovým kvasením je teda v aktivite navrhované pripraviť aldehyd i synteticky, a to oxidáciou alkoholu s oxidom meďnatým, ktorý bude následne pretekať ocotnicou č. 4 (II) (fáza III) (Belitz, 2009):



V poslednej fáze (IV) žiaci porovnávajú vlastnosti pripravených druhov octu a vyhodnocujú ich. Surovinu na výrobu octu sú aj zdrojom senzorických vlastností octu. Pri senzorickej analýze, ktorú žiaci vykonávajú, sa posudzujú výrobky na základe zmyslových orgánov. Pri hodnotení organoleptických vlastností je dôležité použiť

vať presné a jednotné pojmy a termíny. Predovšetkým pri kvalitatívnych ukazovateľoch (deskriptoroch) je nutné, aby všetci posudzovatelia označovali rovnakým termínom rovnaký pocit. Pri senzorickej analýze sa nezužuje hodnotenie len na vnímanie pocitov bezprostredne analyzovaných zmyslami, ale zahrňuje aj výber vhodných senzorických metód. Pri senzorickom posudzovaní octu žiaci používajú zrak, chuť a čuch. Metódy objektivizácie hodnotenia farby potravinárskych výrobkov možno rozdeliť na: metódy využívajúce farebné štandardy (etalóny), metódy založené na používaní kritérií, ktoré majú vzťah k farbe výrobku alebo metódy, vychádzajúce z priameho merania farby. Jednoduchšou formou posudzovania vybranej vlastnosti môže byť zostavenie škály, napr. farebnej škály (Obr. 1).

Obr. 1 **Farebná škála (pre tekutý med)** (Kotuľáková, (ed)., 2016)



Chutnosť produktu sa definuje ako spoločný vnem chuti a vône, príp. i hmatu. Tu môžeme posudzovať aj textúru, ktorú produkt v ústach má alebo jeho viskozitu. Pri hodnotení vône sa v potravinárskej praxi používajú poháre v tvare tulipánu, aby sa pary koncentrovali v hornej časti pohára. Hodnotená vzorka sa naleje do pohára, uzatvorí a pri laboratórnej teplote nechá stáť, aby sa prchavé látky odparili a zvýšila sa tak citlivosť čuchového vnemu. Pri posudzovaní pripraveného octu sledujeme „obľubu“ produktu, pri ktorej volíme metódy založené na psychologických kritériách. Ďalšou možnosťou posudzovania octu je zostavenie poradia a intenzity jednotlivých ukazovateľov (Príběla a kol., 2006).

Ak chce učiteľ venovať (senzorickému) testovaniu viac pozornosti, je možné použiť modifikáciu jedného z objektívnych testov, tzv. párového testu. Pri párovom teste sa porovnávajú iba dve vzorky. Žiaci však porovnávajú 3 – 4 vzorky. Z vyrobených druhov octu je potrebné odobrať dostatočné množstvo vzoriek a označiť ich kódmi (čísлами) tak, aby žiaci nepoznali, ktorú vzorku posudzujú. Každá skupina obsahuje všetky vzorky (v párovom teste sú to páry vzoriek). Pri teste sa hodnotí (a) buď len jeden kvalitatívny ukazovateľ, napr. farba, vôňa, chuť, alebo (b) sa sleduje celková kvalita produktu. Zisťuje sa rozdielnosť alebo zhoda v posudzovanom

znaku (napr. priradzovanie bodov, zoradenie vzoriek podľa osobných preferencií jednotlivých posudzovaných znakov a pod.). Všetky výsledky jednotlivých posudzovateľov sa sčítajú a vyhodnotí sa, ktorý výrobok (ocot) je skupinou posudzovateľov najviac preferovaný (porov. Príběla a kol., 2006). Na spôsobe hodnotenia je potrebné sa so žiakmi dohodnúť dopredu a hodnotenie jednotlivcov alebo celých skupín zaznamenávať na tabuľu (aby sa mohli všetci žiaci zúčastniť vyhodnotenia).

Jednotlivé fázy aktivity a koncepty, ktoré sa v nich formujú, na seba nadväzujú. Žiaci sa zoznamujú so zlúčeninami organickej chémie cez osobnú skúsenosť a procesy ich premeny sledujú prostredníctvom vlastnej aktivity. Takáto činnosť zabezpečuje žiakom potrebné prerekvizity pre následné štúdium vnútornej štruktúry zlúčení. Žiaci okrem sledovania vplyvu neprítomnosti a následnej prítomnosti kyslíka na špecifické organické zlúčeniny v určitých štádiách kvasenia rozvíjajú aj spôsobilosť pozorovať, klasifikovať, usudzovať a formulovať na argumentoch založené závery pri senzorickom vyhodnocovaní vyrobeného octu.

V závere majú žiaci prírodný i syntetický proces výroby octu popísať a graficky znázorniť (tzv. diagram systémovej analýzy). Grafické znázornenie môže vyzeráť napr. nasledovne:

Diagram 1 **Proces prírodnej výroby octu**

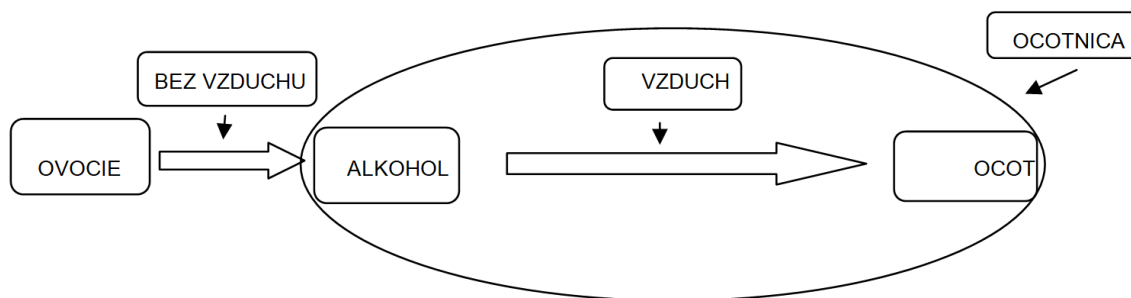
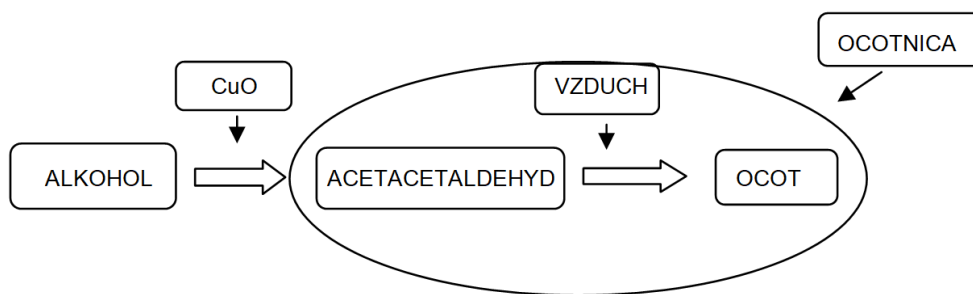


Diagram 2 **Proces syntetickej výroby octu**



Žiaci pracujú v skupinách (3 – 4 skupiny). Aktivita je navrhnutá tak, aby bola realizovateľná aj v jednoduchých, nie nevyhnutne laboratórnych, podmienkach. Časť z nej je možné robiť aj doma (fáza I). Fáza I a fáza II (proces alkoholového a octového kvasenia) sú náročnejšie na čas (približne dva týždne). Fáza III a IV (príprava acetaldehydu a hodnotenie octu) sú realizovateľné za 45 – 90 minút.

Ciele aktivít pre žiaka

- Vyrobiť a opísať výrobu alkoholu (etanol) a následne i výrobu octu (anaerobný a aerobný proces).
- Aplikovať zistené v nových situáciách.
- Pozorovať.
- Klasifikovať látky podľa stanovených kritérií (chuť, farba, vôňa a pod.) / merať.
- Usudzovať na základe (získaných) údajov.
- Formulovať na argumentoch podložené závery.

Sekvencia aktivít

1. Ktorý národ má lepší ocot?

Výroba octu je stará ako ľudstvo samé. Zmienky o octe boli nájdené už z obdobia 5000 rokov pred n. l. v Babylone či 3000 rokov pred n. l. v Egypte (dokonca zmienka o octe sa nachádza aj v starom zákone Biblie, čo predstavuje aj 10000 rokov pred n. l.). Ocot bol v minulosti známy ako „víno chudobných ľudí“. Starofrancúzsky názov pre túto surovinu znel „vinaigre“, čo znamená „kyslé víno“. Často ho mali pri sebe rímski legionári. Budeme sa teda baviť o octe.

- Aké rôzne druhy octu poznáte?
- Preštudujte si rôzne etikety z fliaš octu a formulujte, čo všetko ste o octe zistili.
- Formulujte, čomu na etiketách z fliaš octu nerozumiete.

Vaše zistenia o octe	Vaše otázky o octe

(I) Čo má ocot spoločné s vínom? Čo má ocot spoločné s ovocím?

Babylončania vyrábali ocot z datľového „medu“, Feničania z jablčného muštu, Gréci a Rimania z vína. Záujem o ocot stúpal v stredoveku, keď sa používal ako liek proti moru. Neskôr sa stal dôležitou pochutinou a nevyhnutnou súčasťou každej kuchyne.

Čo má ocot spoločné s vínom? Čo má ocot spoločné s ovocím?

Pokúste sa napodobniť prácu starovekých národov a **výrobte ocot**.

Ako na to? (I)

- Rozdeľte sa do troch skupín: Babylončania, Feničania, Gréci a Rimania. Každá skupina postupuje podľa svojho návodu na výrobu alkoholu (a následne octu).

Výroba alkoholu:

	Babylončania	Feničania	Gréci a Rimania
Pomôcky	plastová alebo sklená fľaša s dlhým hrdlom a zátkou alebo vrchnákom, plátno alebo silonka, 400 g sušených datlí, 1 liter vody, mlynček na drvenie (ponorný mixér, odšťavovač), kvasinky (droždie)	plastová alebo sklená fľaša s dlhým hrdlom a zátkou alebo vrchnákom, plátno alebo silonka, 1 kg jablák, nôž, mlynček na drvenie (ponorný mixér, odšťavovač), kvasinky (droždie) – podľa potreby (kvasinky sa nachádzajú aj na povrchu ovocia)	plastová alebo sklená fľaša s dlhým hrdlom a zátkou alebo vrchnákom, plátno alebo silonka, 1 kg hrozna, mlynček na drvenie (ponorný mixér, odšťavovač), kvasinky (droždie) – podľa potreby (kvasinky sa nachádzajú aj na povrchu ovocia)
Postup	- Odkôstkované sušené datle zmiešajte s 0,5 dcl vody, pretože datle sa vyznačujú nízkym obsahom vody. - Sušené datle v mlynčeku rozdrvte. - Vzniknutú hmotu zmiešajte s vodou a prefiltrujte cez silonku alebo plátno. - Šťavu z datlí prelejte do fľaše s dlhým hrdlom a fľašu zatvorte (nie však na tesno, bude sa tam tvoriť plyn). - Počas dvoch týždňov pozorujte a zapisujte, čo sa deje pri kvasení datľovej šťavy.	- Jablká očistite a nakrájajte na malé kúsky. - V mlynčeku rozdrvte pripravené kúsky jablák. - Vzniknutú hmotu prefiltrujte cez silonku alebo plátno. - Jablčnú šťavu prelejte do fľaše s dlhým hrdlom a fľašu zatvorte (nie však na tesno, bude sa tam tvoriť plyn). - Počas dvoch týždňov pozorujte a zapisujte, čo sa deje pri kvasení jablčnej šťavy.	- Hrozno zbavte stopiek a rozdrvte ho v mlynčeku. - Vzniknutú hmotu prefiltrujte cez silonku alebo plátno. - Hroznovú šťavu prelejte do fľaše s dlhým hrdlom a fľašu zatvorte (nie však na tesno, bude sa tam tvoriť plyn). - Počas dvoch týždňov pozorujte a zapisujte, čo sa deje pri kvasení hroznovej šťavy.

Pozorovanie: Zakreslite svoje pozorovania nižšie. Pokúste sa opísať priebeh kvasenia.

Názov skupiny: _____



Začiatok kvasenia



Priebeh kvasenia



Koniec kvasenia

Opis priebehu kvasenia

Akú surovinu by ste ešte mohli použiť na výrobu ovocnej šťavy (muštu), ktorý by následne kvasil?

Prebiehal proces kvasenia (I) za prístupu alebo neprístupu vzduchu, resp. kyslíka?

Máte vo fľaši stále ovocnú šťavu (mušt)?

Ak myslíte, že nie, čo sa tam teraz nachádza? Ako to viete?

(II) Ako by ste pokračovali pri výrobe octu? (Spomeňte si na úvodný rozhovor o octe)

Octové kvasenie je aerobné kvasenie alkoholu za vzniku kyseliny octovej.

Ako na to (II)

Potrebuje zabezpečiť produktu tzv. alkoholového kvasenia (I) dostatočný prísun vzduchu (kyslíka), keďže vznik octu je aerobný proces. To zabezpečíte v tzv. ocotnici (Obr. 2). Produkt kvasenia (I) bude pomaly pretekať z vrchnej fľaše, do ktorej spravíte maličkú dierku, cez druhú fľašu s bukovými alebo dubovými trieskami (aby ste zväčšili povrch, na ktorom môže k oxidácii dochádzať). Fľaša s drevenými trieskami bude mať tiež malé dierky.

Obr. 2 **Ocotnica**



V každej skupine budete potrebovať: 3 plastové fľaše, bukové alebo dubové triesky, nôž, ocot (ten obsahuje baktérie, ktoré celý proces octového kvasenia umožnia – drevené triesky doň len namáčate), vyrobené jablčné, hroznové, ďatľové víno

- Vyrobite ocotnicu. Pripravte tri rovnaké plastové fľaše. Do dvoch z nich urobte na hrdle fľaše dookola maličkú dierku, aby nimi mohol produkt alkoholového kvasenia pomaličky pretekať. Dno týchto fľaš odrežte. Tretej fľaši odrežte hrdlo a urobte dierky asi 5 – 10 cm od dna.
Do spodnej (tretej) fľaše umiestnite dolu hrdlom fľašu bez dna s dierkami. Fľaša je uzavretá vrchnákom. Naplňte ju suchými dubovými (bukovými) trieskami, ktoré boli vopred namočené v octe.
Do strednej fľaše umiestnite poslednú fľašu s dierkami bez dna, ktorá je tiež uzavretá vrchnákom.
- Produkt alkoholového kvasenia (I) pomaly vlejte do ocotnice (do vrchnej fľaše) a nechajte ho pomaly pretekať až do spodnej fľaše.
- Postup opakujte trikrát (v priebehu 2-3 dní).

Líši sa produkt kvasenia za prítomnosti vzduchu (aeróbne kvasenie) (II) po pretečení ocotnicou od produktu alkoholového kvasenia (anaeróbne kvasenie, t. j. bez prístupu vzduchu) (I)?

Ak sa líšia, opíšte rozdiely: _____

(III) Syntetická výroba octu

Pri oxidácii alkoholu (II) vzniká ako medziprodukt aj látka s názvom acetaldehyd. Jeho prítomnosť v podmienkach domácej výroby octu nemožno spozorovať. Rýchlo sa totiž mení v ocotnicu na ocot.

Pokúste sa vyrobiť ocot v laboratóriu synteticky. Vyrobite acetaldehyd z alkoholu a zistíte, aký ocot z neho vznikne. Budete s ním ďalej postupovať rovnako ako s jablčným, hroznovým alebo ďatľovým vínom v ocotnici (vyrobte ocotnicu č. 4) (pozrite vyššie, fáza II).

Ako na to? (III)

Budete potrebovať: medený drôtik, plynový horák, 6% alkohol (asi 70 ml), sklený pohár a ocotnicu.

- Do pohára s 6 % alkoholom vkladajte rozžeravený medený drôtik, ktorý je pokrytý vrstvou oxidu meďnatého (dôsledok oxidácie medi v plameni).
- Tento postup opakujte aspoň dvadsaťkrát. Oxid meďnatý bude reagovať s alkoholom za vzniku acetaldehydu.
- Vyrobený acetaldehyd pomaly lejte do ocotnice. Tento proces opakujte 2 – 3 krát (v priebehu 2-3 dní) (ako pri práci s ďatľovým, jablkovým alebo hroznovým octom).

Čo má ocot spoločné s ovocím?

Čo má ocot spoločné s vínom?

(IV) Ktorý ocot je najlepši?

Pripravili ste rôzne druhy octu. Zistíte a zhodnotíte ich vlastnosti. Na základe vašich zistení posúďte, ktorý ocot je najlepši.

Ako na to? (IV)

- Vytvorte opisné termíny, ktorými by ste charakterizovali farbu, ktorú môže mať ocot, napr. priehľadná ako voda, svetložltá... Farba octu môže byť:
- Vytvorte opisné termíny, ktorými by ste charakterizovali chuť, ktorú môže mať ocot, napr. sladkastá, trpká... Chuť octu môže byť:
- Vytvorte opisné termíny, ktorými by ste charakterizovali vôňu, ktorú môže mať ocot, napr. štiplavá, (jemne) ovocná... Vôňa octu môže byť:
- Opisy vlastností, ktoré ste vytvorili, môžete zoradiť do stupnice a priradiť im čísla alebo vytvoriť stupnice intenzity jednotlivých vlastností a vzorky podľa nich zoradiť.
- Na jednotnom hodnotení sa musíte dohodnúť dopredu všetky skupiny. Len tak bude vaše hodnotenie objektívne.
- Skúmajte vybrané vlastnosti jednotlivých druhov octu. Zistené zaznamenajte. Senzorické vlastnosti skúmajte všetci rovnakým spôsobom (napr. z rovnakej vzdialenosti, rovnako dlho, rovnakým spôsobom). Medzi testovaním chuti jednotlivých vzoriek sa napite čistej vody (aby ste vypláchli z úst predchádzajúcu vzorku), medzi testovaním vône sa choďte nadýchnuť čerstvého vzduchu do inej miestnosti (na chodbu, von).
- Navrhňte ďalšie vlastnosti, ktoré chcete zistiť a ktoré vám pomôžu rozhodnúť, ktorý ocot je najlepši.

	Ocot z datľovej šťavy	Ocot z jablčnej šťavy	Ocot z hroznovej šťavy	Ocot z acetaldehydu
Farba				
Chuť				
Vôňa				
pH				

Ktorá vzorka octu bola „najlepšia“?

Aké má daná vzorka vlastnosti?

Zhrnutie

Opíšte proces výroby octu starovekými národmi.

Opíšte syntetický proces výroby octu.

Aké chemické reakcie pri výrobe octu prebiehali? Uvažujte o reaktantoch a produktoch. Uvažujte o následnosti jednotlivých reakcií.

Starobylý i syntetický proces výroby octu vyjadrite graficky. Zaznamenajte jednotlivé fázy, ich nadväznosť a produkty, ktoré v nich vznikajú.

Prečo je ocot dôležitý? Na čo sa používa?

Záver

Výroba octu má za cieľ sprostredkovať žiakom skúsenosť s biochemickým procesom premeny cukrov až na kyselinu octovú. Pri realizácii jednotlivých krokov sú upozorňovaní na zmenené podmienky (prítomnosť a neprítomnosť kyslíka) a vznik medziproduktu (acetaldehydu). V našom školstve dominantná symbolická a obrazová názornosť je tak nahradená informovanou a zaangažovanou interakciou žiaka s najprirodzenejším derivátom, s ktorým sa vbežnom živote stretáva. Názornosť je tu nahradená činnosťou, ktorá rozvíja konceptuálnu, spôsobilostnú i postoiovú zložku prírodovednej gramotnosti.

Podakovanie

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

Literatúra

- BELITZ, H. – D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. (2009). *Food Chemistry*. Berlin: Springer. ISBN 978-3-540-69933-0
- BOURGEOIS, F., BARJA, F. (2009). The history of vinegar and of its acetification systems. *Archives des sciences*, 62, 147–160.
- CAPPS, D. K., CRAWFORD, A. C. (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24, 497–526.
- HELD, Ľ. A KOL. (2011). Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania, IBSE v slovenskom kontexte. Trnava: TYPI. ISBN 878-80-8082-486-0
- iŠVP. 2015. [Online] [cit. 10. 3. 2019] Dostupné z internetu: <http://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-2.stupen-zs/clovek-priroda/>
- KOTULÁKOVÁ ET AL. (Ed). (2016). *Výskumne ladený prístup v otázkach trvalej udržateľnosti, TÉMA – JEDLO*. Trnava: TYPI. ISBN 978-80-8082-986-5 Dostupné z: <http://pdf.truni.sk/katedry/kch/veda-vyskum?projekt=sustain>
- LEDERMAN, N. G. (2019). Contextualizing the Relationship Between Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry Implications for Curriculum and Classroom Practice. *Science & Education*, 28, 249–267.
- LEDERMAN, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- OROLÍNOVÁ, M., KOTULÁKOVÁ, K. (2014). Rozvoj spôsobilostí vedeckej Práce v podmienkach Kontinuálneho vzdelávania učiteľov. Trnava: TYPI. ISBN 978-80-8082-828-8
- PRÍBELA, A., KOSNÁČOVÁ, J., PRIBULOVÁ, J. 2006. Hodnotenie potravín. In Held, Ľ. A kol. *Teória a prax výchovy k zdravej výžive v školách*. Bratislava: Typi, 2006, s. 327 – 353
- ŠVITEL, J., ŠTURDÍK, E. (1994). Biotechnologická výroba kyseliny octovej. *Bulletin PV*, 33(13), 31–43.

Námety výskumne ladených aktivít (IBSE) z organickej chémie pre ISECD 2 (IV. časť – deriváty uhl'ovodíkov)

Katarína Kotuláková¹Lubomír Held²Simona Stanková³^{1,2,3,4}Katedra chémie

Pedagogická fakulta

Trnavská univerzita v Trnave

Priemyselná 4, 918 43 Trnava

Slovensko

¹katarina.kotulakova@truni.sk²lheld@truni.sk

Inquiry-based activities about organic compounds for lower secondary students (part IV – derivatives)

Abstract

The traditional process of introducing concepts and principles of organic chemistry at a lower secondary school is deductive and formal. It is based on the symbolic representation of organic compounds. Presented activities represent an inductive attempt. Pupils are introduced to synthetic derivatives of hydrocarbons by studying their properties. They work on symbolic level with various formulas only after their personal experience with the studied compounds. They verify the identity of specific arrays of atoms present in different hydrocarbon molecules. From symbolic expressions – formulas they deduce basic principles of nomenclature and look for criteria for classification of substances. Activities create a space for active construction of concepts and principles by pupils.

Key words

inquiry-based science education, derivatives of organic compounds

Úvod

Jedným z nevyhnutných cieľov základného prírodovedného vzdelávania je sprostredkovať študentov také poznanie a spôsobilosti, ktoré im umožnia zmysluplne a platne prispievať do verejnej debaty a robiť informované, uvážené a „vybalancované“ rozhodnutia o spoločensko-vedných témach. Zdá sa, že predstavovanie finálnych produktov vedy k získavaniu týchto spôsobilostí nevedie (Národná správa PISA 2018, 2019). Zaznamenaný dlhodobý klesajúci záujem o štúdium matematiky, prírodných a technických predmetov či neličotivé výsledky našich pätnásťročných žiakov v medzinárodnom testovaní OECD PISA v oblasti prírodovednej gramotnosti už dlhšiu dobu upozorňujú na zlú situáciu v (nie len) prírodovednom vzdelávaní (OECD PISA, 2018, Rocard a kol., 2007).

Predpokladom kritického a zmysluplného uvažovania je priestor, ktorý žiak má na konštruovanie vlastného porozumenia. Predstavením finálnych konceptov vedných disciplín totiž schovávame pred mladými ľuďmi schopnosť javom porozumieť (Hromkovič, 2017). Snaha zabrániť akumulovaniu pre žiakov inertných faktografických informácií vedie cez procesuálny prístup k prírodovednému vzdelávaniu. Žiaci získavajú a rozvíjajú spôsobilosti vedeckej práce, ktoré ich v konečnom dôsledku uspôsobujú objektívne poznávať aj mimo formálneho

vzdelávania a eventuálne i počas ich dospelosti. Tento spôsob uvažovania vedie žiakov k porozumeniu toho, že poznanie sa tvorí a pretvára na základe nových zistení a že sa opiera o údaje, ktoré sú získané v objektívnom skúmaní. Takto konštruované poznanie sa opiera o reálne výskumné činnosti realizované žiakmi nahrádzajúc tak modely a symboly, ktoré často v dnešnej škole predchádzajú alebo úplne nahrádzajú reálnu skúsenosť so študovanými javmi (Held a kol., 2019).

Didaktická sekvencia na seba nadväzujúcich výskumných činností

Vzájomná nadväznosť predstavených aktivít vedie žiakov k uvedomelej práci v zmysle aktívneho využívania ich prechádzajúceho poznania a skúseností. Deskriptívne výskumné otázky sú riešené predovšetkým pozorovaním. Výsledky pozorovania sú následne podkladom pre usudzovanie, t.j. dávanie zmyslu pozorovanému. Práve v tomto bode je nevyhnutné prepájanie pozorovaného s predchádzajúcou skúsenosťou či poznaním žiaka. Proces usudzovania je súčasťou nášho vnímania a vyhodnocovania okolia, napr. ak zo šálky stúpa para usúdime, že je v nej horúci nápoj (a zariadime sa tak, aby sme sa nepopálili), ak ráno vyjdeme z domu a tráva i cesta sú mokré, usúdime, že v noci pršalo alebo práve padla rosa, ak zelektrované pravítko vychýli prúd kvapaliny žiak môže usúdiť, že pravítko niektorú kvapalinu priťahuje a inú nie (bez hlbšej analýzy) alebo že molekuly kvapaliny majú (aj) polárne väzby, ktoré takto na prítomnosť elektrického poľa reagujú. Z uvedeného vyplýva, že úsudok o pozorovanom môže byť rôzny a súvisí s našou skúsenosťou a vedomosťami. Čím bohatšiu skúsenosť žiak s javmi má a čím je jeho poznanie a porozumenie hlbšie, tým bude jeho usudzovanie lepšie.

Metodické pozadie sekvencie

Kontext a charakteristika aktivít

Sekvencia nasledujúcich štyroch aktivít približuje žiakovi vlastnosti niekoľkých rôznych derivátov uhľovodíkov. Nakoľko je manipulácia s mnohými z nich v školskom laboratóriu nebezpečná a neodporúčaná, kombinujeme reálnu prácu s látkami aj s pozorovaním videa či prácou s chemicko-fyzikálnymi tabuľkami.

Žiaci skúmajú vlastnosti derivátov uhľovodíkov a porovnávajú ich s vlastnosťami uhľovodíkov, ktoré zisťovali v minulých aktivitách (niektoré vlastnosti zisťujú teraz). Žiaci vedia, že uhľovodíky menia svoje vlastnosti v závislosti od dĺžky uhlíkového reťazca (mení sa ich skupenstvo, zvyšuje sa ich hustota a teplota vzplanutia, nie sú miešateľné s polárnymi rozpúšťadlami, v nepolárnych rozpúšťadlách sa však rozpúšťajú). Teraz zisťujú, že zlúčeniny, ktoré obsahujú v svojej zlúčenine aj iný prvok ako uhlík a vodík, majú podobné, ale i rozdielne vlastnosti v porovnaní s doteraz známymi vlastnosťami uhľovodíkov. Dôležitým zistením je, že polárne väzby v derivátoch uhľovodíkov umožňujú ich miešateľnosť s polárnymi i nepolárnymi rozpúšťadlami. Väčšina týchto zlúčenín netvorí vo vodnom roztoku ióny, ktoré by umožňovali látke viesť elektrický prúd. Jedinou zlúčeninou medzi vzorkami, ktorá vedie elektrický prúd, je kyselina octová (Tab. 1) (slabá kyselina, v jej 8 % vodnom roztoku disociuje asi 0.4 % molekúl). Pred realizáciou aktivity je dôležité sa ubezpečiť, že žiaci rozumejú princípu elektrickej vodivosti, polarite chemických väzieb a metód, ktorými budú tieto vlastnosti zisťovať (napr. prikladanie zelektrozovaného pravítka k tečúcemu prúdu skúmanej vzorky, Obr. 1 a 2).

Vzorky, s ktorými žiaci pracujú, sú v uzavretých priehľadných nádobách a otvárajú ich len vtedy, keď s nimi potrebujú pracovať. Každá skupina má 2 sady vzoriek na skúmanie miešateľnosti s polárnym a potom s nepolárnym rozpúšťadlom.

Postupne sa pozornosť žiakov upriamuje na vzorce a v nich vyjadrenú štruktúru uhľovodíkov (symbolická rovina). Žiaci hľadajú spoločných menovateľov rôznych skupín uhľovodíkov. Uhľovodíky klasifikujú. Vzorce môžu aj vytrihnúť a triediť ich ako karty. Možné kritériá sú: prítomnosť / neprítomnosť heteroatómu, prítomnosť / neprítomnosť cyklu, prítomnosť / neprítomnosť násobných väzieb, prítomnosť rôznych skupín a pod. Žiakmi vytvorené kategorizácie (kritériá a názvy skupín) je vhodné zaznamenávať na tabuľu, aby sa všetci mohli zúčastniť charakteristiky rôznorodosti uhľovodíkov. Cieľom je tiež identifikovať špecifické zoskupenia atómov, tzv. funkčné skupiny organických látok ($-OH$, $-COOH$, $-COH$, $-NH_2$, $-Cl$, $-Br$, $-C=O$), alebo tiež „odvodených“ od uhľovodíkov – deriváty uhľovodíkov.

V nadväznosti na zistené sa žiaci sústredia na prítomnosť identickej skupiny prvkov v organických (kyselina octová a etanol) i anorganických látkach (hydroxid sodný a hydroxid vápenatý). Zisťujú, či rovnaké zoskupenie atómov (OH) v rôznych zlúčeninách vedie k rovnakým vlastnostiam, ktorými sa tieto látky (Tab. 2). Žiaci skúmajú ich rozpustnosť vo vode, vodivosť elektrického prúdu a pH vodných roztokov. Prichádzajú k záveru, že „OH zoskupenie“ nezabezpečuje rovnaké vlastnosti v organických a anorganických látkach.

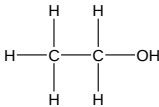
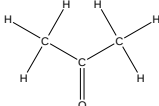
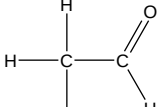
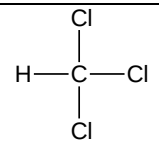
Obr. 1 Vychýlenie prúdu etanolu po priložení zelektrozovaného pravítka



Obr. 2 Nevychýlenie prúdu lekárskeho benzínu po priložení zelektrozovaného pravítka



Tab. 1 **Vlastnosti vybraných organických zlúčenín**

	vzorec zlúčeniny	polarita väzieb ¹	vedenie elektrického prúdu	horľavosť / teplota vzplanutia (°C)	rozpustné, resp. miešateľné s polárnymi / nepolárnymi rozpúšťadlami
etanol		polárna	nevedie	15	vo vode v organických rozpúšťadlách (napr. acetón, benzén, toluén a ďalšie)
acetón		polárna	nevedie	-17	vo vode v organických rozpúšťadlách (napr. benzén, éter, chloroform, etanol a ďalšie)
kyselina octová		polárna	vedie	40 (k. octová ľadová)	vo vode v organických rozpúšťadlách (napr. hexán, chloroform)
Chloroform ²		polárna	nevedie	nehorí	v organických rozpúšťadlách (napr. v benzén, dietyléter, oleje, alkoholy a ďalšie) 8,09 g l ⁻¹ vo vode pri 20 °C
benzín (lekársky)	C ₆ – C ₁₂	nepolárna	nevedie	-25	nepolárne rozpúšťadlá
nafta	C ₁₆ – vyššie	nepolárna	nevedie	> 56	nepolárne rozpúšťadlá

¹ Prejav, ktorý je pozorovateľný vychýlením alebo nevychýlením prúdu kvapaliny po priložení zelektrovaného prútka. Látky, ktoré sa vychýlia obsahujú vo svojej molekule polárne aj nepolárne väzby.

² Práca s fyzikálno-chemickými tabuľkami. Čím je väčší počet atómov vodíka nahradený atómami halového prvku, tým viac sa znižuje horľavosť zlúčeniny.

Tab. 2 **Vlastnosti hydroxidu sodného a hydroxidu vápenatého**

	Rozpustnosť	Vedenie elektrického prúdu (vo vodnom roztoku)	pH vodných roztokov	Horľavosť
NaOH	Dobré rozpustný vo vode. Menej rozpustný v polárnych rozpúšťadlách, napr. etanol, metanol. Nerozpustný v nepolárnych rozpúšťadlách. Rozpustný v glycerole.	vedie	12 – 14	nehorľavý
Ca(OH) ₂	Slabo rozpustný vo vode. Rozpustný v kyselinách. Nerozpustný v etanole. Rozpustný v glycerole.	vedie	12	nehorľavý

Poslednou skupinou derivátov uhľovodíkov, ktorým sa žiaci venujú, sú halogénderiváty. Mnohé z nich sú škodlivé a nebezpečné, mnohé z nich sa však používajú a nachádzame ich vo svojom okolí. Žiaci sa o tom presvedčia realizovaním kvalitatívneho tzv. Beilsteinovho testu, ktorý sa používa na dôkaz prítomnosti halogénderivátov. Medený drôt je najprv žiňaný v plameni, pokiaľ sa na ňom nevytvorí vrstva CuO. Následne sa naň naberie vzorka a opäť sa vloží do plameňa. Jeho sýto tyrkysová farba je dôkazom prítomnosti halogénderivátov v skúmanej vzorke. Je vhodné použiť rôzne materiály (PVC, PP, a pod.). Odporúčame, aby mali jednotlivé skupiny rôzne vzorky. Žiaci tak získajú údaje o prítom-

nosti, resp. neprítomnosti halogénderivátov vo veľkom množstve výrobkov, s ktorými sa stretávajú v bežnom živote.

Žiaci majú následne v skupinách zistiť viac informácií o konkrétnych halogénderivátoch (napr. CH₃Cl, CH₂Cl₂, CHCl₃, CCl₄, CHI₃, CF₂ = CF₂, freóny). Tieto informácie sa stávajú podkladom pre záverečnú diskusiu o potrebe, nebezpečí a náhrade halogénderivátov. Žiaci reagujú na kladené diskusné otázky využívajúc informácie, ktoré o halogénderivátoch zistili. Informáciám teda musia žiaci rozumieť. Je potrebné, aby učiteľ diskusiu moderoval, nie aby bol zdrojom informácií. Otázky do diskusie sú naznačené v žiackom pracovnom liste.

Ciele aktivít pre žiaka

- Zistiť vlastnosti (elektrická vodivosť, polarita väzby, horľavosť, rozpustnosť) a špecifiká derivátov uhľovodíkov.
- Identifikovať rôzne druhy uhľovodíkov a ich funkčné skupiny (nasýtené, nenasýtené, alifatické, cyklické, aromatické, aldehydy, ketóny, halogénderiváty, karboxylové kyseliny, aminokyseliny).
- Zistiť, že vlastnosti uhľovodíkov súvisia (aj) s ich štruktúrou.
- Identifikovať prítomnosť halogénderivátov tzv. Beilsteinovým testom.
- Diskutovať (o kladoch a záporoch) halogenderivátov v našom okolí.
- Pozorovať.
- Klasifikovať deriváty uhľovodíkov podľa zvoleného kritéria.
- Usudzovať na základe (získaných) údajov.
- Formulovať (zovšeobecnené) závery.

Sekvencia aktivít

2. „Nahradený“ vodík

Z uhľovodíkov je možné odvodiť zlúčeniny, kde je nahradený jeden alebo viac vodíkov „niečím iným“.

Aké vlastnosti majú takéto zlúčeniny?

Líšia sa vlastnosťami od uhľovodíkov, ktoré sme doteraz preskúmali? Čo ste sa zatiaľ o vlastnostiach uhľovodíkov dozvedeli?

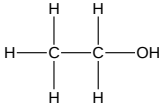
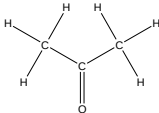
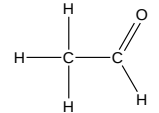
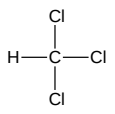
Zistite vlastnosti uhľovodíkov, ktoré majú nahradený atóm vodíka „niečím iným“ a porovnajte ich s už známymi uhľovodíkmi (benzín a nafta - zmesi uhľovodíkov, ktoré sú zložené iba z atómov C a H).

Ako na to?

Čo si myslíte, aké budú vlastnosti v tabuľke uvedených látok? Svoje predpoklady zaznamenajte do horného riadka k danej zlúčenine v tabuľke (benzín a nafta už poznáte z aktivity „Je tu nejaký systém?“) a zdôvodnite ich.

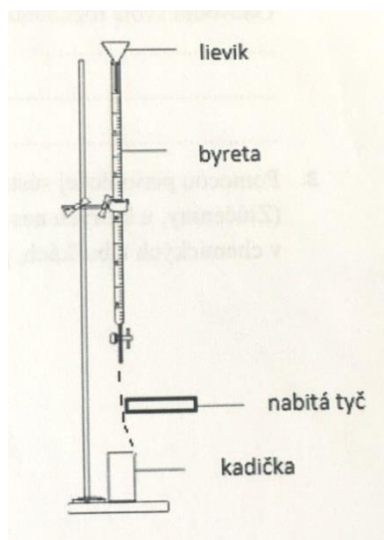
- Skúmajte vlastnosti vzoriek a svoje zistenia zaznamenajte do tabuľky.

Tab. 3 **Vlastnosti vybraných organických zlúčenín**

	vzorec zlúčeniny	polarita väzieb ¹	vedenie elektrického prúdu	horľavosť / teplota vzplanutia (°C)	rozpustné, resp. miešateľné s polárnymi / nepolárnymi rozpúšťadlami
etanol					
acetón					
kyselina octová					
Chloroform ²					
benzín (lekársky)	C ₆ – C ₁₂				
nafta	C ₁₆ – vyššie				

* Informácie o kyseline octovej konfrontujte s informáciami zistenými vo fyzikálno-chemických tabuľkách. Voda, s ktorou tvorí kyselina octová roztok (napr. 8% konzumný ocot) bude predsa ovplyvňovať pozorované vlastnosti. To vy ale zisťovať nechcete.

- Polaritu vzorky zistíte tak, že k jej tečúcemu prúdu priblížite zelektrovanú polyetylénovú tyč (pravítko) a sledujte, či sa prúd skúmanej kvapaliny vychýli smerom k zelektrovanému telesu alebo nie (Obr. 3).



- Použitím jednoduchého elektrického obvodu overte vodivosť látok.
- Horľavosť látok posúďte najprv z uvedených údajov nižšie (Tab. 4 a 5). Ktoré vzorky patria medzi horľaviny? Do porcelánovej misky nalejte malé množstvo vybraných vzoriek (etanol a acetón) a pokúste sa ich horiacou drevenou špajľou zapáliť.

Tab. 4 Teplota vzplanutia látok

	etanol	acetón	kyselina octová	chloroform	benzín	nafta
Teplota vzplanutia* (°C)	15	-17	40	-----	-43	> 56

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

Tab. 5 Rozdelenie horľavín podľa teploty vzplanutia

Bod vzplanutia do 21°C	Horľavina I. triedy
Bod vzplanutia nad 21°C do 55°C	Horľavina II. triedy
Bod vzplanutia nad 55°C do 100°C	Horľavina III. triedy
Bod vzplanutia nad 100°C do 250°C	Horľavina IV. triedy

- Skúmajte miešateľnosť (rozpustnosť) vzoriek v polárnych a nepolárnych rozpúšťadlách. K vzorkám prilejte niekoľko ml polárneho rozpúšťadla (napr. vodu).
- K vzorkám prilejte niekoľko ml nepolárneho rozpúšťadla (napr. parafinový olej).

Charakterizujte vlastnosti zlúčenín, v ktorých je „vodík nahradený niečím iným“ (tzv. deriváty uhľovodíkov).

Ktoré predpoklady sa vám potvrdili a ktoré, naopak, vyvrátili? Vysvetlite.

Porovnajte vlastnosti derivátov uhľovodíkov s uhľovodíkmi, ktoré ste skúmali už skôr (bután, benzín, nafta, parafín, asfalt), napr. ich rozpustnosť, vedenie elektrického prúdu, produkty horenia a pod.

3. Rôzne uhľovodíky

Z predchádzajúceho štúdia je nám známych už zopár uhľovodíkov. Tiež poznáme niektoré ich vlastnosti. Je preto na čase presunúť sa z makrosveta do symbolickej roviny, kde štruktúry daných uhľovodíkov znázorňujeme vzorcami.

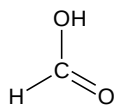
Zistite, čo majú jednotlivé štruktúry spoločné a v čom sa líšia. Pokúste sa uhľovodíky usporiadať do skupín.

Otázkou teda je:

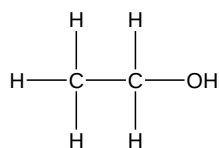
Ako roztriedite organické látky do skupín? Aké kritérium / kritériá zvolíte? Pozor, môže to byť komplikované!

Ako na to?

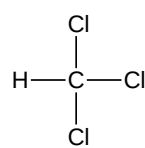
- Študujte štruktúrne vzorce rôznych uhľovodíkov.
- Usporiadajte ich do skupín, príp. podskupín, podľa zvoleného kritéria / kritérií. Zvolené kritérium musí umožniť usporiadať všetky vzorce.



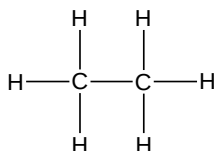
kyselina metánová



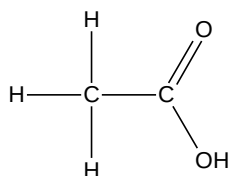
etanol



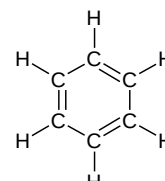
3-chlómetán



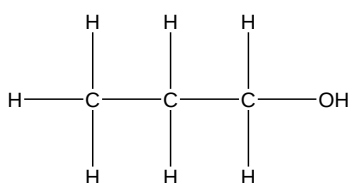
etán



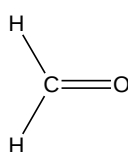
kyselina etánová



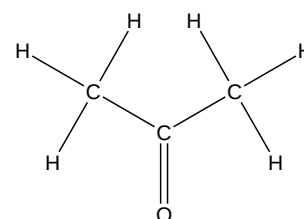
benzén



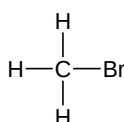
propan-1-ol



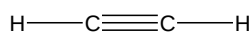
metanal



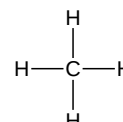
dimetylketón



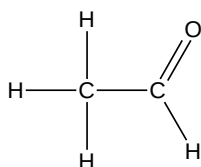
brómmetán



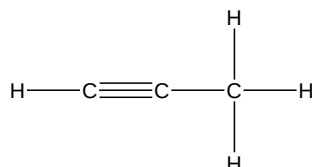
etín



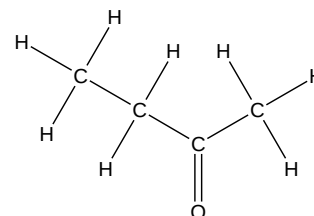
metán



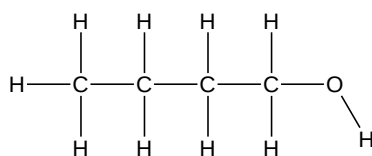
etanal



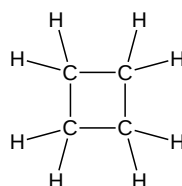
propín



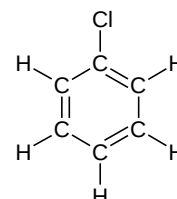
etyl-metylketón



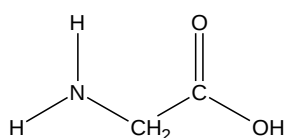
butanol



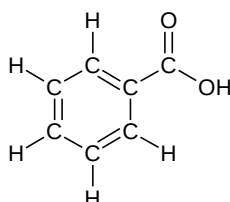
cyklobután



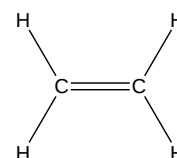
chlórbenzén



kyselina aminoetánová



kyselina benzoová



etén

Kritérium	Názvy skupín (tried)	Konkrétne uhľovodíky

Predstavte a zdôvodnite voľbu vášho kritéria / kritérií, vytvorené skupiny a príklady uhľovodíkov tvoriace dané skupiny.

V poslednom stĺpci na konkrétnych vzorcoch uhľovodíkov označte typické znaky, ktorými sa od ostatných skupín líšia.

Čo majú vyššie uvedené vzorce spoločné?

Čím sa vyššie uvedené vzorce líšia?

Niektoré vzorce sú tzv. triviálne, iné sú systematické. Vedeli by ste určiť niektoré pravidlá systematického pomenovania organických zlúčenín?

4. Znamenajú rovnaké symboly vždy rovnaké vlastnosti?

Zoskupenie prvkov „OH“ vo vzorci sa nachádza v hydroxidoch, napr. NaOH i alkoholoch, napr. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$.

Znamená jej prítomnosť v organických i anorganických zlúčeninách rovnaké vlastnosti zlúčenín?

Ako to zistiť?

Skúmajte vlastnosti organických (etanol, kyselina octová) a anorganických zlúčenín (hydroxid sodný, hydroxid vápenatý), ktoré obsahujú zoskupenie prvkov OH a porovnajte ich.

Najprv však do tabuľky zaznamenajte, aké vlastnosti u vybraných látok predpokladáte, príp., čo si o nich pamätáte.

Tab. 6 *Vlastnosti látok obsahujúcich „OH skupinu“*

Vlastnosti látok	etanol ¹ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$		kyselina (etánová) octová ¹ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$		hydroxid sodný NaOH		hydroxid vápenatý Ca(OH)_2	
	predpoklad	výskum	predpoklad	výskum	predpoklad	výskum	predpoklad	výskum
Rozpustnosť v polárnom rozpúšťadle (voda)								
Rozpustnosť v nepolárnom rozpúšťadle (parafínový olej alebo iné)								
Vodivosť elektrického prúdu								
pH vodného roztoku								
Horľavosť								

*Informácie môžete získať z predchádzajúceho skúmania „Nahradený vodík“.

- Vybrané zlúčeniny sa pokúste rozpustiť v kadičke s polárnym rozpúšťadlom, napr. s destilovanou vodou a následne v kadičke s nepolárnym rozpúšťadlom, napr. v parafínovom oleji.
- Použitím jednoduchého elektrického obvodu a zistíte vodivosť látok.
- Použite zmes destilovanej vody s hydroxidom sodným a hydroxidom vápenatým.
- Zistíte pH látok indikátorovým papierikom.
- Zistíte horľavosť látok priložením horiacej špajdle.
- Aké ďalšie vlastnosti viete alebo chcete ešte o látkach zistiť?

Čo majú tieto štyri látky podobné?

V čom sa tieto štyri látky líšia?

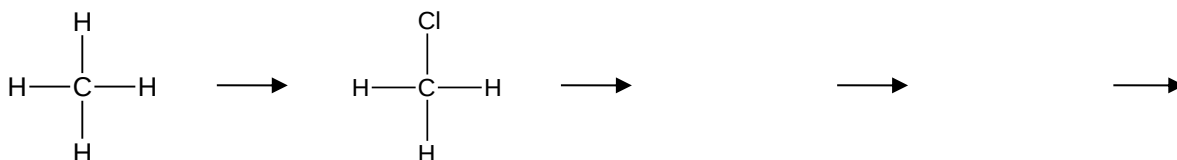
Potvrdili sa vaše predpoklady?

Majú všetky látky obsahujúce rovnaké zoskupenie prvkov vo vzorci, napr. OH, rovnaké vlastnosti?

5. Halogénderiváty: áno či nie?

Halogénderiváty sú organické zlúčeniny, ktoré sa odvodzujú nahradením jedného alebo viacerých atómov vodíka v molekule uhľovodíka atómom halogénu. Zaraďujú sa medzi hospodársky významné zlúčeniny, no mnohé z nich majú nežiaduce vedľajšie účinky, o ktorých sa v dobe ich vzniku nevedelo. Takým je napríklad insekticíd DDT – používaný kedysi v ohromných množstvách v boji proti malárii a týfusu, resp. ich prenášačom. Okrem iného sem patria rôzne zlúčeniny, ktoré sa používajú ako rozpúšťadlá. Mnohé halogénderiváty sú plasty, iné zas freóny, ktoré sa v minulosti využívali ako hnacie plyny v sprejoch alebo ako chladiace kvapaliny v chladiacich zariadeniach. Tieto látky majú negatívny vplyv na našu planétu. Mnohé z nich, ako napríklad yperit a lewisit, sa pre ich jedovatosť používali ako bojové látky. Iné sú karcinogénne a jedovaté, napríklad tetrachlórmetán. V prírode sa tieto látky nevyskytujú. Sú vyrobené umelo (synteticky) človekom.

Pokúste sa doplniť schému – postupne nahrádzajte atómy vodíka chlóróm. Novovzniknuté zlúčeniny pomenujte.



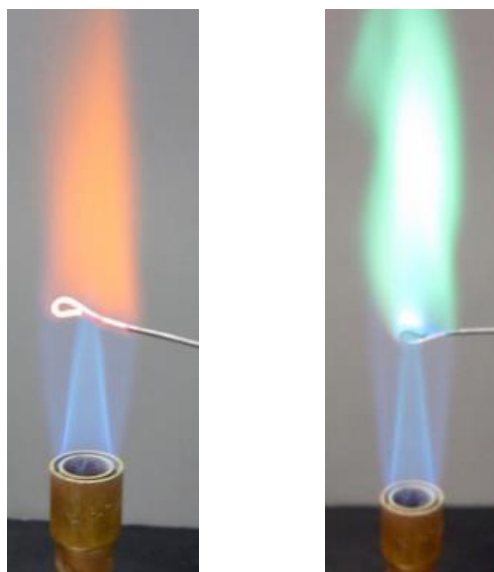
V akých produktoch sa nachádzajú halogénderiváty?

Ako to zistiť?

Tzv. Beilsteinov test slúži na dôkaz prítomnosti halogénderivátov v skúmaných vzorkách.

- Medený drôt žihajte v plameni, aby sa pokryl vrstvou CuO.
- Na vyžihaný medený drôt naberte skúmanú vzorku a opäť ju vložte do plameňa. Na prítomnosť halogénderivátov upozorňuje zelené sfarbenie plameňa (Obr. 4).
- Pracujte vo vetranej miestnosti.
- Postupujte rovnako pri všetkých vzorkách.
- Výsledky zaznamenajte do tabuľky.

Obr. 4 **Negatívny a pozitívny Beilsteinov test**



Tab. 7 **Prítomnosť halogénderivátov vo vybraných vzorkách (tzv. Beilsteinov test)**

Vzorka	Halogénderivát prítomný / neprítomný
obal z cukríka Haribo alebo Bon Pari	
PVC	
polystyrén	
plastový pohárík	

Z akej oblasti bežného života sú vaše vzorky (stavebníctvo, kuchyňa...)?

V ktorých vzorkách ste zistili prítomnosť halogénderivátov?

Čo vás najviac prekvapilo? Prečo?

Sú všetky halogénderiváty nebezpečné?

Ako na to?

V jednotlivých skupinách zistíte o konkrétnych halogénderivátoch čo najviac, napr. na čo sa používal, či sa používa aj dnes, aké má vlastnosti, či má vplyv na ľudské zdravie a životné prostredie, a pod. Použite iba informácie, ktorým rozumiete (stávate sa tak expertmi na daný halogénderivát a budete o nich informovať ostatných).

- Ktoré látky označené ako zdraviu škodlivé sa vyskytujú vo vašej domácnosti?
- Ktoré látky ohrozujúce životné prostredie sa vyskytujú vo vašej domácnosti?

Prečo tieto látky potrebujeme? Potrebujeme ich?

Záver

Tradičný postup zavedenia pojmov a princípom organickej chémie v dnešnej škole je výrazne deduktívny a formálny. Vychádza zo symbolickej reprezentácie organických zlúčenín. Uvedené aktivity sú súčasťou pokusu o induktívny postup pri zoznamovaní sa s problematikou.

V predchádzajúcich prácach žiaci najprv empiricky spoznávali známe uhľovodíky a najznámejšie prírodné látky (kyselina octová, etanol). Následne sa zoznamujú so syntetickými derivátmi (halogén deriváty). V navrhnutých aktivitách študujú vlastnosti a poznávajú organické látky aj zo symbolickej roviny, ktorá je dnes prítomná všade okolo nás prítomná, avšak až potom, čo sa s nimi reálne stretli a skúmali ich. Preverujú zhodnosť špecifického zoskupenia atómov, a to prítomných v rozličných molekulách uhľovodíkov. Zo symbolických vyjadrení, vzorcov, dedukujú základné princípy názvoslovia a hľadajú kritériá triedenia látok. Napokon empiricky identifikujú nebezpečné syntetické látky. Aktivity tak vytvárajú priestor pre aktívne koncipovanie konceptov a princípov samotnými žiakmi.

Podakovanie

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

Literatúra

- HELD, L. a kol. (2019) Koncepcia prírodovedného kurikula pre základnú školu. Trnava: VEDA. ISBN 978-80-568-0197-0
- HROMKOVIČ, J. (2017). [online] [cit. 9. 11.2019] Dostupné na internete: https://www.fiit.stuba.sk/sk/prednaska-jhromkovic.html?page_id=4847
- NÁRODNÁ SPRÁVA PISA 2018 (2019). [online] [cit. 9. 11.2019] Dostupné na internete: https://www.nucem.sk/dl/4636/Narodna_sprava_PISA_2018.pdf
- OECD PISA. 2018 [online] [cit. 9. 11.2019] Dostupné na internete: <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/39725224.pdf>
- ROCARD, M. a kol. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. Brussel: European Commission.

ISSN 1338-1024