

biológia ekológia chémia



časopis pre školy
ročník 17
číslo **3**
2013

biológia ekológia chémia

časopis pre školy
ročník 17
číslo 3
2013

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

Vážení čitatelia, vážení autori príspevkov,

radi by sme posunuli význam tohto časopisu do priestoru, v ktorom sa bude stretávať teória, výskum aj prax v oblasti prírodovedného vzdelávania.

Preto by sme chceli posilniť rubriku didaktiky predmetu väčším zastúpením vedeckých článkov z oblasti prírodovedného vzdelávania. Tieto články by mali spĺňať náročnejšie kritériá, budeme pri nich vyžadovať špecifickú štruktúru článku (bližšie informácie nájdete na stránkach časopisu <http://bech.truni.sk>) a obsah referujúci o výsledkoch originálneho výskumu. Vedecká stránka článkov bude garantovaná prísnejším recenzným konaním.

Tiež by sme chceli osloviť učiteľov prírodovedných predmetov a povzbudiť ich aby využili tento priestor nielen ako čitatelia časopisu, ale aby sa zapojili do tvorby jeho obsahu svojimi skúsenosťami. Radi uvítame články, ktoré sa týkajú vyučovania, rozličné námety použiteľné vo vyučovaní, pripomienky k učebniciam, možnosti používania alternatívnych učebníc, iných pomôcok, demonštrovanie pokusov a pod.

Vzhľadom na to, že sa snažíme o zapojenie časopisu do medzinárodných elektronických databáz, pri každom článku budeme vyžadovať okrem slovenskej, aj anglickú verziu názvu a krátky abstrakt v angličtine.

Tešíme sa, že ste sa začítali do tohto čísla a dúfame, že nám zachováte priazeň aj v budúcnosti.

Redakcia časopisu

Autor fotografie na titulnej strane: **Anton Kohutovič**

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.
RNDr. Jozef Tatiersky, PhD.
doc. RNDr. Ivan Varga, PhD.
PhDr. Jana Višňovská

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

ISSN 1338-1024



obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

2

*Pracovné listy vo vyučovaní biológie
s podporou digitálnych technológií*

8

*Učebné materiály a námety pre vyučovanie ekológie
vodných ekosystémov na gymnáziách*

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

13

Rastliny – nemé tvory?

OSOBNOSTI A VÝROČIA

17

*Jane Marplovú pozná asi každý.
Kto ale pozná Jane Marcetovú?*

NÁPADY A POSTREHY

32

Polyméry naše každodenné

25

Vedecké hračky v príprave učiteľov chémie

30

*Didaktické hry na hodine biológie
s konkrétnou aplikáciou*

Pracovné listy vo vyučovaní biológie s podporou digitálnych technológií

doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.

Mgr. Marianna Jackovičová

Katedra didaktiky prírodných vied,
psychológie a pedagogiky,
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Abstract

The worksheets based on implementation of digital technology and applied to education in biology.

The contribution reflects long term experience of the authors in the research and education. It shows the way how to create and use the interactive worksheets, applied in education of biology. There is given also an actual offer of the worksheets, dealing with a biology and available in the domestic book market, as well as accessible on educational portals.

Úvod

Pracovný list nie je nový pojem v našom vzdelávacom prostredí. V posledných rokoch sa stávame svedkami „renesancie“ využívania pracovných listov v rôznych fázach vyučovania ako na základných, tak aj na stredných školách. Jedným z dôvodov prečo učitelia biológie čoraz viac siahajú po pracovných listoch je aj nástup digitálnych technológií, ktoré priniesli do vyučovania vizualizáciu, interaktivitu a širšie možnosti rozvíjania kľúčových kompetencií žiakov (Flaškár a kol., 2010; Ušáková a kol., 2010).

Digitálne technológie robia vyučovanie atraktívnym a zvyšujú záujem o aktívny prístup k nemu aj zo strany žiakov. Pre žiakov predstavujú „známy“ priestor, ktorému rozumejú a ktorý akceptujú. V záujme zmysluplného využívania digitálnych technológií vo vzdelávaní s cieľom zvyšovať jeho kvalitu a funkčnosť sa musia učitelia vzdať svojej zaužívanej role sprostredkovateľa informácií žiakom a rešpektovať „zmenu role učiteľa a žiaka“ v prospech aktívnej činnosti žiakov. To v praxi moderného vzdelávania znamená siahnuť po metódach, formách a prostriedkoch, ktoré rozvíjajú samostatnosť a tvorivosť žiakov, kde učiteľ neponúka hotové poznatky, ale „vtiahne žiakov“ do ich postupného objavovania.

Nástrojom, ktorý umožňuje takýto prístup je aj pracovný list, klasický tlačенý alebo čoraz častejšie nový typ pracovného listu v podobe elektronického spracovania – interaktívny pracovný list (Karolčík-Mázorová, 2008).

Cieľom nášho príspevku je na základe vlastných skúseností z výskumu a z pedagogickej praxe poukázať na spôsoby tvorby interaktívneho pracovného listu, jeho využitie vo vyučovaní biológie, aktuálnu ponuku pracovných listov z biológie (klasických aj interaktívnych) na našom knižnom trhu a dostupných edukačných portáloch.

Pracovný list v biológii

Pracovné listy sú učebné pomôcky, ktoré majú mnohostranné didaktické využitie, a preto sú významným nástrojom zvyšovania efektívnosti vyučovania. Učiteľovi umožňujú viesť a usmerňovať samostatnú prácu žiakov a zároveň sa môžu úspešne využívať aj ako diagnostický prostriedok pri realizácii spätnej väzby.

Tematické pracovné listy obsahovo zamerané na konkrétnu tému sa spravidla zostavujú do podoby pracovných zošitov. Na rozdiel od didaktického testu, možno podľa zamerania cieľov hodiny vybrať z pracovného zošita konkrétne pracovné listy a funkčne ich využiť v príslušnej fáze vyučovacej hodiny, napr. pri evokácii, motivácii, elaborácii, fixácii učiva a pod.

Lapitka (1990) zdôrazňuje rozvíjajúcu funkciu pracovných listov, ktoré by mali podporovať samostatnosť žiakov a rozvíjať u nich dôležité kompetencie: vyjadriť vlastnými slovami, vysvetliť, inak formulovať, rozlíšiť, zobrazit' a pod. Žiaci by mali byť schopní porozumieť významu obsahu informácie podanej v slovnej alebo symbolickej podobe a zároveň by mali tento obsah spracovať do zmysluplnnej podoby.

Zmysluplnú prácu s pracovnými listami podmieňuje aj náročnosť úloh v pracovnom liste. Optimálne je zahrnúť do pracovných listov úlohy, ktorými sa nároky na myšlienkové operácie žiakov budú postupne zvyšovať od úloh zameraných na reprodukovanie dôležitých faktov až po úvahové a problémové úlohy. Motivačnú a aktivačnú funkciu pracovných listov docielime zaradovaním úloh „bežného života“ a tiež úloh, ktoré budú rozvíjať schopnosť žiakov porovnávať, triediť, hodnotiť a vyvodzovať zovšeobecňujúce závery.

Motivujúco, najmä na žiakov základných škôl pôsobia *tajničky*, *kvíz*, *prešmyčky (motanice)*, *krížovky* a pod., ktoré si učiteľ môže pripraviť využitím voľne dostupných aplikácií napr. *Hot Potatoes*.

Prednosťou interaktívnych pracovných listov – IPL je interaktivita a vizualizácia, ktorú umožňujú práve digitálne technológie. Podľa Veselského (2005) je interaktivita jednou z požiadaviek na vyučovanie, ktoré má prispieť k aktivite a zainteresovanosti žiakov na učebných činnostiach. Je to možnosť vzájomného pôsobenia a ovplyvňovania sa medzi žiakmi navzájom, ale aj vo vzťahu učiteľ – žiak.

Prednosťou využitia digitálnych technológií je, že umožňujú učivo v pracovnom liste spracovať zrozumiteľnejšie, prehľadnejšie a estetickjšie (pomocou textových, grafických a tabuľkových editorov). Faktor zrozumiteľnosti textu zohráva pri spracovaní témy do podoby pracovného listu dôležitú úlohu. Text by mal byť krátky, členený do precízne formulovaných viet a stimulujúcich dodatkov. Obsah by mal byť vecný, kognitívne štruktúrovaný, sekvenčný, so zhrnutím učiva, ale i s poznámkami, ktoré vedú k spiesteniu učiva. Po jazykovej stránke musí text spĺňať základnú požiadavku, aby mu žiak porozumel, tzn., jazyková štruktúra textu by mala zodpovedať vekovým možnostiam žiaka (Hricová, 2007).

Vizualizáciu môžeme považovať aj za vyšší stupeň názornosti, ktorý sa nedá prezentovať bez využitia digitálnych technológií. V pracovnom liste pri vyučovaní biológie sú nástrojmi vizualizácie predovšetkým animácie, videá a možnosť práce s nimi v digitálnom vzdelávacom prostredí. Možnosť vidieť animácie napr. *mitózy*, *meiózy*, *krvného obehu živočíchov a človeka* dáva žiakovi oveľa širší priestor pre pochopenie dynamických procesov a javov prebiehajúcich v organizmoch rastlín, živočíchov a človeka, ako len prezentovanie názorných obrázkov, schém či fotografií.

Samotná vizualizácia má na každého žiaka iný vplyv a rôznou mierou ovplyvňuje jeho myšlienkové operácie. Pri uplatňovaní vizualizačných prostriedkov a metód učiteľ zvažujú spôsob zaradenia týchto prvkov do vyučovacieho procesu a zohľadňujú rôzne stránky ich využitia v konkrétnej situácii (Kubiak, Haláková, 2005).

V biológii je najčastejšie pre tvorbu a prácu s interaktívnymi pracovnými listami využívané špecifické digitálne prostredie, napr. *LMS Claroline* alebo *Moodle* (Ravas, 2010). Ravas chápe interaktívny pracovný list ako skupinu dvoch typov internetových stránok. Tieto stránky sú vytvorené presne definovaným postupom:

- Informačné stránky s rozvetvením poskytujú žiakovi zdroje, vďaka ktorým by mal sám objaviť požadovanú informáciu. Najlepším zdrojom informácií sú videoukážky, následne za nimi animácie a potom obrázky. V tejto časti sa taktiež žiak môže dozvedieť informáciu, keď na ňu nedokáže prísť sám, alebo sa môže uistiť, či je získaná informácia správna.
- Stránky s otázkami sú určené na zistenie, či žiak pozorne sledoval zdroj a či dokáže správne využiť informáciu. Pokiaľ sa mu to podarí, bude schopný odpovedať na nasledujúcu otázku. Každá otázka sa hodnotí a po vyriešení celého listu sa žiak dozvie svoju celkovú úspešnosť.

Tieto typy stránok sa môžu akokoľvek obmieňať, kombinovať a na seba navzájom odkazovať. To, aké poradie bude medzi nimi, spôsob pohybu žiaka medzi časťami, či koľko času bude mať žiak na vypracovanie pracovného listu, závisí od autora interaktívneho listu. Autor taktiež určuje náročnosť listu podľa schopností žiakov. Zo začiatku, kým sa žiac ešte len učia narábať s listom, zlepšujú sa v sledovaní video ukážok a obráz-

kov, volí menšiu náročnosť, neskôr náročnosť stupňuje. Výhodou *e-learningu*, napr. v prostredí *Moodle* alebo *LMS Claroline* oproti iným možnostiam tvorby pracovných listov je funkcia okamžitej kontroly úspešnosti riešenia úloh žiakmi a komplexná „štatistika“, z ktorej je učiteľovi zrejma úspešnosť, resp. neúspešnosť riešenia jednotlivých úloh. Učiteľ na základe týchto spätných informácií môže optimalizovať náročnosť úloh pracovného listu a neustále ho „vylepšovať“ v súlade s cieľmi hodiny.

Tvorba interaktívneho pracovného listu

Na tvorbu interaktívneho pracovného listu (IPL), potrebujeme v prvom rade elektronické zdroje – najmä animácie, videá, obrázky a zvukové súbory. Tieto zdroje sa dajú pomerne ľahko nájsť, avšak mnohokrát nie sú v použiteľnej a vhodnej podobe. Treba zohľadniť aj to, že interaktívny list funguje cez špecifické digitálne prostredie alebo aplikáciu (napr. *Adobe LiveCycle Designer*). Voľba vhodnej aplikácie ovplyvňuje aj náročnosť tvorby interaktívneho pracovného listu. Tomu treba prispôbiť vhodné formáty súborov, veľkosť, rozlíšenie obrazu atď. V prípade video ukážok použitých v pracovnom liste je potrebné urobiť niektoré úpravy, napr. optimálne zvoliť časovú dĺžku a technické parametre. Neodporúčajú sa videá časovo dlhšie ako 1 minúta, optimálne časové obmedzenie je do 30 sekúnd. Taktiež je potrebné video ukážky orezať a dať ich do správneho formátu. Z obrázkov je potrebné odstrániť nepodstatné informácie a takisto, uložiť v správnom formáte (väčšinou „png“ „jpg“ alebo „gif“). Zvukové ukážky treba zbaviť šumu, skrátiť (prípadne postríhať) a nakoniec skonvertovať do vhodného formátu (najpoužívanejší je formát „mp3“).

Na tvorbu interaktívnych pracovných listov môžeme využiť už spomínané digitálne prostredie *LMS Claroline* a *Moodle*, ale aj bežne dostupný *EduPage* a ľahko ovládateľný textový editor *MS Word* alebo voľne stiahnuteľnú aplikáciu *Hot Potatoes*.

Aj keď primárna funkcia *MS Word* spočíva v tvorbe textových dokumentov, pomocou nástroja „vývojár“ môžeme vytvoriť vlastné interaktívne pracovné listy. „Vývojár“ môže bežnému učiteľovi v praxi podstatne uľahčiť tvorbu interaktívnych pracovných listov, napríklad aj tým, že umožňuje vytvoriť nasledovné typy úloh:

- **úlohy s výberom viacerých správnych odpovedí:** pri tomto type úloh sa používa „zaškrŕavacie políčko“ (*CheckBox1*), ktoré umožňuje začiar knuť alebo zrušiť jeho začiar knutie. Používa sa pri výbere odpovede v skupine možností, ktoré sa navzájom nevylučujú, čiže súčasne sa môže začiar knuť viacero políčok.
- **úlohy s výberom jednej správnej odpovede:** používa sa tu tlačidlo „Prepínač“ (*OptionButton1*). Zarádjuje sa v úlohách, v ktorých sa odpovede navzájom vylučujú.

- **úlohy s výberom odpovede z rolovacieho zoznamu:** používa sa tu tlačidlo „Pole so zoznamom alebo rolovacie pole“. Služi na zobrazenie zoznamu dostupných možností.
- **úlohy s dopĺňovaním odpovede do textového poľa:** tlačidlo „Textové pole“ je určené na vloženie jedného riadku textu.

Tvorba úloh interaktívnych pracovných listov je oproti klasickým náročnejšia hlavne v tom, že úlohy musia byť vzhľadom na „počítačové spracovanie“ jednoznačne a veľmi precízne formulované s presne vymedzenou odpoveďou alebo možnými alternatívami.

Spôsob hodnotenia pracovných listov vytvorených v MS Word je v zásade rovnaký ako pri klasických printových pracovných listoch. Učiteľ priradzuje body za každú správnu odpoveď, či už je to doplnenie textu, popis obrázka, výber správnej odpovede a pod., avšak táto aplikácia neponúka možnosť automatického vyhodnotenia

a zobrazenia úspešnosti riešenia úloh tak, ako to umožňuje prostredie LMS Claroline, EduPage alebo Moodle. Výhody editora MS Word pri tvorbe interaktívnych pracovných listov možno zhrnúť takto:

- Učiteľ nepotrebuje žiadne špeciálne licencie na vytváranie IPL, okrem zakúpenej licencie na používanie programu MS Word.
- IPL sa môže používať offline, dá sa stiahnuť a vytlačiť.
- Existuje možnosť uzamknutia formulára pomocou hesla. Tento mechanizmus umožňuje učiteľovi uzamknúť vytvorený IPL a tým zabezpečiť, aby žiaci nezasahovali do obsahu. Povolí im len vyplňanie formulárov.
- Takto vytvorený pracovný list je jednoducho použiteľný pre žiakov a študentov. Stačí ho otvoriť a žiaci ho hneď môžu začať riešiť (obr. 1).

Obr. 1 Ukážka úloh interaktívneho pracovného listu vytvoreného v programe MS Word k téme „Mikrosvet-Prvky“

Mikrosvet - Prvky

Pracovný list z biológie pre 1. ročník gymnázia - Mikrosvet Prvky

Meno a priezvisko: _____ Trieda: _____

1. Vyberte z možností alebo doplňte správny pojem.

Prvky sú organizmy, ktoré sa skladajú z jednej _____ bunky. Vydávajú sa _____, preto ich nachádzame medzi _____ jednobunkovcami. Vyskytujú sa vo vode, v pôde, v mädzu, ale aj v iných organizmoch ako paraziti. Niektoré spôsobujú živočíchom aj škodu.

2. Správne optické obrázky.

1. Macrozoidia
2. Kontraktília vakuola
3. Potravová vakuola
4. Mikrozoidia
5. Bryi
6. Pellicula
7. Pasteriz
8. Bunkový aus
9. Bunkové lata

Obr. 1

3. Najmäjšie prvky:
Z jednotlivých písmen a slabík vytvorte slová, ktoré by dávali zmysel a potom ich vysvetlite.

a) **v le ná m kí**

Názov prvku	Vysvetlenie pojmu

b) **o tv v rusce**

Názov prvku	Vysvetlenie pojmu

c) **č c a v o i i ň k k b**

Názov prvku	Vysvetlenie pojmu

4. Doplňte odpoveď, ktorá sa vzťahuje k mňarke.

A. Akým spôsobom sa pohybuje mňarka?
B. Ktorá štruktúra obsahuje DNA?
C. V nepriaznivých podmienkach, mňarka tvorí?
D. Aké ochorenie spôsobujú mňarky?
E. Do akého kmela patrí anoba?

5. Rozmiet' nachádzajúce organizmy do 2 skupín:

Na čírkach prstov neprieváža	V čírkach prstov neprieváža

6. Vyberte správne tvrdenia a chorobách, ktoré spôsobujú prvky. Doplňte tabuľku.

Názov prvku	Spôsob prenosu	Choroba/dištúdy
Tetraplaxa gonidi	Výbera políciu	Výbera políciu
Trispanocoma spavická	Výbera políciu	Výbera políciu
Meliavka červiková	Výbera políciu	Výbera políciu

Nevýhody:

- Podpora multimediálnych prvkov je obmedzená. Umožňuje len využívanie obrázkov či odkazov na stránky. Nie je možné nahráť video alebo zvukové súbory.
- Obmedzená podpora interaktivity, pretože povoľuje vytvárať iba štyri typy úloh. Napríklad vhodná by bola možnosť použitia „drag and drop“ ako na interaktívnej tabuli.
- IPL nie je možné vyplňať online.
- Oproti aplikácii Hot Potatoes sa tu nenachádza automatické opravovanie a zobrazenie výsledkov po vypracovaní IPL.
- Po uzamknutí už nie je možné spájať objekty šípками či niečo vložiť do textu. Upravovať môžeme len štyri typy ovládacích úloh z nástroja „vývojár“.

Na tvorbu úloh pracovných listov pre žiakov základných

škôl je vhodná aplikácia Hot Potatoes. Vytvorené úlohy môžeme uložiť vo formáte HTML a použiť ich priamo ako súčasť stránky alebo ako samostatnú stránku. Na ich otvorenie a riešenie žiakmi slúži ľubovoľný prehliadač web stránok, napr. všeobecne rozšírený prehliadač Mozilla Firefox alebo Google Chrome a i. Využívanie programu Hot Potatoes na vytváranie IPL si vyžaduje dôsledné oboznámenie sa s algoritmom tvorby jednotlivých súčastí aplikácie Hot Potatoes, čo zaberie veľa času, napr. ak učiteľ chce mať aj prepojené jednotlivé cvičenia a úlohy. Program umožňuje vytvoriť päť typov cvičení:

- „Quiz“ (test),
- „Cross“ (krížovka),
- „Match“ (priradovacie cvičenie),
- „Mix“ (motanica – zoraďovacie cvičenie),
- „Cloze“ (vyplňovačka).

Cvičenie typu test (Quiz) môže obsahovať štyri typy úloh:

- **výber odpovede:** úlohy s výberom jednej správnej odpovede,
- **krátka odpoveď:** úlohy na dopĺňovanie správnej odpovede,
- **hybrid:** úlohy s čiastočne správnymi odpoveďami,
- **viac správnych odpovedí:** úlohy s výberom viacerých správnych odpovedí.

Výhody aplikácie *Hot Potatoes*:

- Podpora multimediálnych prvkov je na dobrej úrovni. Program podporuje vkladanie obrázkov, animácií, videí cez odkazy.
- Nachádzajú sa tu tlačidlá na prepínanie medzi cvičeniami a tlačidlá v rámci cvičenia, ktoré slúžia napr. ako pomôcky, alebo na kontrolu odpovede.
- Program obsahuje možnosť prispôbiť si vzhľad stránky a nastaviť rôzne parametre cvičenia (farby ikoniek, pozadia, textu).
- Vyhodnocuje správne odpovede. Žiak hneď vie, kde urobil chybu.
- Ovládanie vytvoreného IPL je jednoduché.
- Vytvorený IPL je uložený vo formáte HTML a dá sa integrovať na web.
- Možnosť vyplňať IPL online.

Nevýhody:

- Tvorba úloh IPL je v porovnaní s použitím programu *MS Word*, komplikovanejšia. Aplikácia *Hot Potatoes* si vyžaduje dostatočnú skúsenosť a zručnosť tvorcu, pretože niekedy pri zanedbaní potrebných krokov nebude výsledok taký, aký očakávame a aký táto aplikácia svojimi nástrojmi umožňuje.
- Obmedzená možnosť použitia offline alebo v tlačenej (printovej) forme pre prípad, keď nie sú k dispozícii počítače a internet.

Nedostatky programu *MS Word* a *Hot Potatoes* pri tvorbe interaktívnych úloh, úspešne odstraňuje prostredie *EduPage*, ktoré sa dnes vďaka „multifunkčnosti“ využíva na väčšine základných a stredných škôl.

Prehľad interaktívnych pracovných listov

Ponuka pracovných listov na našom knižnom trhu je výrazne nižšia ako je dopyt učiteľov, ktorí vyhľadávajú najmä pracovné listy zostavené v súlade s aktuálnym Štátnym vzdelávacím programom pre biológiu ISCED2 a ISCED3 (*Štátny pedagogický ústav, 2009*) a ktoré spĺňajú aj didaktické požiadavky kladené na tvorbu a prácu s pracovným listom.

Z aktuálnej ponuky pracovných listov pre základné školy môžu učitelia využívať interaktívne pracovné listy z biológie zostavené do samostatných pracovných zošitov pre 5. až 9. roč. ZŠ s využitím digitálneho vzdelávacieho obsahu – „*Planéta vedomostí*“ (*Ružeková, Višňovská a kol., 2011*). Súbor pracovných zošitov je bohatým zdrojom informácií, námetov a praktických ukážok, ktoré pomôžu učiteľovi zorientovať sa v digitálnom vzdelávacom obsahu „*Planéta vedomostí*“ tak, aby ho mohli spolu s pracovnými listami využívať v reálnej školskej praxi čo najefektívnejšie.

Pre gymnáziá je určená elektronická publikácia CD-ROM, ktorá ponúka klasické aj interaktívne pracovné listy z biológie (*Ušáková a kol., 2011*). Obsah tvorí priezračivom 1. až 3. ročníka, zastúpené sú aj témy „biológie bežného života“, najmä tematických celkov „*Reprodukcia a vývin človeka*“ a „*Zdravý životný štýl*“ (obr. 2).

Obr. 2 Ukážka úloh pracovného listu k učivu „Zdravý životný štýl“

1. Napíšte:

a) aký je to rafinovaný cukor

b) číslo obrázku tej potraviny, ktorá obsahuje rafinovaný cukor!

Obr. 1 Obr. 2 Obr. 3

Obr. 4 Obr. 5 Obr. 6

a) Rafinovaný cukor je:

b) Rafinovaný cukor obsahuje potraviny na obrázkoch číslo:

2. Správne doplňte chýbajúce pojmy v texte!

Vlastnosti: kvasina, syhnané mlieko, nekonzervované, čerstvé, mliečnik, mlieko, kvasina, kvasina.

a) Tekutý dym obsahuje veľké množstvo baktérií škodlivých ľuďom. Niektoré majú _____, preto aj pasteurizácia je škodlivá.

b) Hladové bunky sa _____ deň.

c) Krvná plazma, iným slovom _____ je tekutá _____ kľása.

Upínajúce: deň a zabrániť tým prenosu _____ do krvi.

d) Cukrovka je _____ porucha cukru, baktérie a baktérie, vzniká v dôsledku nesprávneho alebo úplného nedostatku hormónu _____.

e) Mimoriadne závažným dedičným problémom sa stáva súčasný syndróm _____, AIDS.

3. Martinovi namerala doktorka zvýšenú hladinu krevného tlaku, preto mu odporučila, aby sa vyhýbal potravinám, ktoré obsahujú veľa soli.

Úlohy

a) Prečo by Martin, ktorý je nábytný, nevyhýbal soli? _____

b) Vyberte tri potraviny, ktorým by sa mal ušetriť výhľad.

Obr. 1 Obr. 2 Obr. 3

Obr. 4 Obr. 5 Obr. 6

c) Aká je optimálna hodnota krvného tlaku?

Podstatne širšiu paletu interaktívnych pracovných listov ponúkajú dostupné edukačné portály. My sme z hľadiska didaktického využitia v našich vzdelávacích podmienkach analyzovali 10 edukačných portálov na internete. Všetky nami analyzované portály, ponúkajú popri iných vzdelávacích materiáloch aj interaktívne pracovné listy alebo interaktívne cvičenia a aktivity pre žiakov. Keďže tieto portály sú bežne dostupné na internete, uvádzame stručný prehľad IPL a ďalších interaktívnych materiálov, ktoré môžu využiť aj učitelia biológie u nás, napr. na motiváciu alebo demonštráciu pre nás vzdialených ekosystémov, vysvetľovanie náročných biologických procesov alebo spätnú väzbu miery ich osvojenia a pod. Vzdelávacie portály ponúkajú aj učivo, ktoré môže byť vhodné pre maturantov a záujemcov o štúdium biológie. Nevýhodou je, že väčšina z nich je v anglickom jazyku, čo môže byť na druhej strane vítané napr. pre učiteľov a žiakov bilingválnych gymnázií.

Edukačný portál Arkive (<http://www.arkive.org>) ponúka špecificky zameraný IPL s názvom „Ochrana prírody na Galapágoch“. Je určený pre vekovú kategóriu žiakov od 16 do 18 rokov. Obsah IPL by sme mohli tematicky zaradiť do učiva 1. roč. gymnázia – Svet živých organizmov k téme „Špecializácia rastlín a živočíchov“ – Život v extrémnych podmienkach.

Portál Awesome Science Teacher Resources

(<http://www.nclark.net/>) obsahuje veľké množstvo odkazov na pracovné listy rôznych iných stránok umiestnených na webe. Nájdeme tu mnohé zaujímavé témy, napr. *fotosyntéza*, *DNA workshop*, *syntéza proteínov*, *DNA online*, pracovné listy k téme „*Delenie bunky – mitóza, meióza*“. Výhodou je, že mnohé z nich sú vo formáte MS Word alebo Adobe Acrobat, takže sa dajú ľahko stiahnuť a používať vo vyučovaní. Sú vhodné pre 2. ročník gymnázia, tematicky zamerané na učivo „*Bunka*“ a „*Delenie buniek*“.

S-cool (<http://www.s-cool.co.uk>) je portál, na ktorom môžeme nájsť aj interaktívny obsah, vrátane IPL. Témy sa dajú vypracovávať iba online a nedajú sa stiahnuť ani upravovať. Učivo „*Štruktúra rastlín*“ tematicky zodpovedá učivu 2. ročníka gymnázia. Môžeme ho zaradiť k témam:

- *Stavba rastlinného tela: Cievnaté rastliny – vegetatívne, reprodukčné orgány.*
- *Životné prejavy organizmov: Metabolické procesy rastlín – vodný režim.*
- *Životné prejavy organizmov: Metabolické procesy v bunke – premena látok a energie v bunke.*

Učivu 6. ročníka ZŠ zodpovedajú témy:

- *Stavba tela rastlín a húb, Stavba tela kvitnúcich rastlín.*
- *Stavba tela rastlín a húb:*
- *Koreň, prijímanie živín koreňom, význam pre život rastliny*
- *Stonka (dreviny, byliny), prúdenie látok stonkou, význam pre život rastliny.*

Najširšiu ponuku pracovných listov zo všetkých nami

analyzovaných edukačných portálov obsahuje portál *The biology corner* (<http://www.biologycorner.com>). Nájdeme tu časť špeciálne venovanú pracovným listom, ktoré sú rozdelené podľa tém: *anatómia, bunka, ekológia, evolúcia a taxonómia, genetika, živočíchy, rastliny a vedecké metódy*. Portál obsahuje veľa pracovných listov, ktoré sa môžu využívať na laboratórnych cvičeniach, prípadne virtuálnych laboratórnych cvičeniach. Niektoré ponúkajú len samostatné pojmové mapy. Pracovné listy majú spravidla dve časti - informačnú textovú (teoretické minimum k téme) a otázky. Druhý typ IPL tvoria video pracovné listy (*video worksheets*), ktoré pozostávajú tiež z dvoch častí: video alebo jeho časť a otázky k učivu z videoukážky. Videoukážky slúžia na udržanie žiakovej pozornosti a vysvetlenie učiva. Možno ich sledovať online. Väčšina PL je spracovaných v programe MS Word. Dajú sa vytlačiť a používať na hodine aj v printovej verzii. Tematicky interaktívne pracovné listy zodpovedajú učivu biológie 1. a 2. ročníka gymnázia, napr. *Bunkové dýchanie (anaeróbne, aeróbne)* alebo téma „*Byť predátorom alebo hladovať*“, ktorá zodpovedá tematickému učivu 1. ročníka gymnázia – *Životné prostredie a organizmy, Spoločenstvo a populácia a Špecializácia rastlín a živočíchov*.

Můj pracovní sešit (<http://www.mojeskola.net/pracovni-sesit-muj-dum-moje-planeta>) je edukačný portál v príbuznom českom jazyku. Takmer každá téma portálu obsahuje pracovný list. Pracovné listy sú vytvorené vo formáte MS Word a je možné ich stiahnuť a používať. Dajú sa riešiť priamo v počítači, prípadne sa dajú aj vytlačiť a použiť bez počítača. Učivo prezentované v PL náročnosťou aj pojmovým aparátom zodpovedá nášmu ŠVP. Niektoré PL obsahujú aj rozširujúce učivo, ktoré sa dá využiť napríklad pre maturitné ročníky, voliteľné semináre alebo vybrané predmety školských vzdelávacích programov. Veľkou výhodou je, že využívanie materiálov z portálu vo výučbe je bez obmedzení. Edukačné materiály možno využiť dokonca aj v rámci vlastných publikovaných prác (napr. kvalifikačné práce, rigorózne práce a pod.), kde jedinou podmienkou je korektné citovanie zdroja a príslušného portálu.

Portál ClassZone

(<http://www.classzone.com/cz/index.htm>) neobsahuje pracovné listy, ale len rôznorodé interaktívne cvičenia. Všetky cvičenia sa dajú riešiť iba online a sú v anglickom jazyku, takže sú vhodné len pre bilingválne školy.

Quia (<http://www.quia.com/web>) je portál, ktorý síce neponúka IPL, ale nachádza sa tu veľké množstvo online interaktívnych cvičení. Výhodou portálu je možnosť tvorby vlastných cvičení v ľubovoľnom jazyku, čiže aj v slovenskom. Slovenská mutácia dáva priestor tieto cvičenia obsahom prispôbiť nášmu Štátnemu vzdelávaciemu programu. Na ilustráciu obsahu portálu uvádzame vybrané interaktívne témy, napr. *Interaktívny kvíz o baktériách a vírusoch*. Tematicky zodpovedá učivu 1. ročníka gymnázia – *Svet živých organizmov a tematického celku Mikrosvet: Baktérie a vírusy*. Aktuálny aj pre

naše vzdelávacie prostredie je *Interaktívny test z anatómie človeka*, ktorý tematicky v ISCED3 patrí do učiva 3. roč. *Biológia človeka a ochrana zdravia: Orgánové sústavy človeka – Sústavy látkovej výmeny*. Pre žiakov môže byť zaujímavá a didakticky dobre využiteľná *Interaktívna hra Tráviaca ústava*, ktorá tiež zodpovedá učivu 3. ročníka gymnázia *Biológia človeka a ochrana zdravia*.

Portál Tutorvista (<http://www.tutorvista.com/biology-help>) tiež neobsahuje pracovné listy, ani interaktívne materiály. Ponúka len rôzne textové materiály doplnené o obrázky a animácie, bez možnosti interaktivity alebo kontroly vedomostí žiakov.

Bioweb (<http://bioweb.genezis.eu/>) patrí medzi obľúbené vzdelávacie portály aj našich učiteľov. Portál však neobsahuje pracovné listy. Sú tu len online interaktívne testy, ktoré tematicky, aj náročnosťou zodpovedajú nášmu ŠVP, napr. *Megatest z učiva Genetika* vhodný pre použitie v 2. roč. gymnázia.

Portál projektu Infovek (<http://www.infovek.sk/>) patrí medzi pionierske vzdelávacie portály u nás. Okrem rôznych vzdelávacích materiálov ponúka aj pracovné listy na internete. Sú v nich spracované viaceré témy: *bunka, obehová sústava, oporná a pohybová sústava*. Nájde tu aj súbor pracovných listov z prírodopisu pre 6. ročník ZŠ, ktorý zahŕňa témy: *článkonožce, pavúkovce, kôrovce, hmyz, životné prostredie hmyzu, včela medonosná a jej chov, význam hmyzu v prírode a pre človeka, triedenie článkonožcov, živočíchy a ich význam, stavba tela živočíchov, jednobunkovce, prhlivce, ploskavce, hlístovce, mäkkýše – ulitníky, lastúrníky, obrúčkavce* (Infovek, 2012).

Planéta vedomostí (<http://planetavedomosti.iedu.sk/>) je jediný komplexný vzdelávací portál s digitálnym obsahom v slovenskom jazyku, ktorý spĺňa základné výzvy školskej reformy, pre všetky stupne vzdelávania tým, že ponúka vizualizáciu, interaktivitu, nástroje rozvíjania kľúčových kompetencií a funkčné využitie digitálnych technológií. Pridanou hodnotou je, že predstavuje flexibilný, otvorený systém, využívaním ktorého si môže každý učiteľ vyskladať vlastnú hodinu zohľadňujúc ŠVP a špecifiká svojej triedy. Portál neobsahuje samostatné pracovné listy, ale ponúka veľké množstvo online interaktívnych multimediálnych prvkov (*Planéta vedomostí*, 2013).

Záver

Pracovné listy, najmä interaktívne, na hodiny biológie určite patria. Okrem svojej základnej funkcie – interaktivity, ktorú vyjadruje už názov sú pre žiakov atraktívne aj preto, že umožňujú „školu hrou“, napr. pri riešení tajničiek, krížoviek a ďalších motivačných úloh určených najmä pre žiakov ZŠ. Možnosťami vizualizácie uľahčujú „predstavu“ o osvojovanom učive a dávajú tak priestor najmä pre žiakov, ktorí preferujú vizuálno-verbálny učebný štýl a to ako na základnej, tak aj na strednej

škole. Edukačný význam pracovných listov, či už interaktívnych alebo klasických – printových je však predovšetkým v tom, že umožňujú realizáciu spätnej väzby v ktorejkoľvek fáze hodiny, napr. pri motivácii, evokácii (vybavovaní) alebo systematizácii (elaborácii) poznatkov. Učiteľ musí preto zvážiť, ktorý typ pracovného listu a s akými úlohami je vhodný na konkrétnej hodine a pre konkrétnych žiakov.

Atraktivnosť interaktívnych pracovných listov vo vyučovaní je do istej miery aj motiváciou pre učiteľov, neustále zdokonaľovať svoje „zručnosti“ v oblasti digitálnych technológií, a tak rozvíjať aj svoje didaktické kompetencie. Takýchto učiteľov od cieleného využívania pracovných listov vo vyučovaní určite neodradí ani nedostačujúce technické vybavenie škôl, ani zatiaľ nízka ponuka profesionálne zostavených a v školskej praxi overených interaktívnych pracovných listov v slovenskom jazyku.

Podakovanie

V príspevku uvádzame výsledky, ktoré sú čiastkovým výstupom riešenia grantového projektu KEGA 035UK-4/2012 „Inkubátor inovatívnych učiteľov prírodovedných predmetov na ZŠ a SŠ“.

Literatúra

- FLAŠKÁR, J. a kol. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete biológia pre základné školy*. In: *Biológia pre ZŠ – Modul 3*. Košice : Ústav informácií a prognóz školstva, elfa, s.r.o., 1. vydanie, 260 s., ISBN 978-80-8086-152-0.
- HRICOVÁ, 2007. *Využitie IKT v práci učiteľa prírodopisu* [online]. [cit. 2012-01-18]. Dostupné na [www: <http://www.cenast.sk/files/documents/2007/267/hricova.doc>](http://www.cenast.sk/files/documents/2007/267/hricova.doc)
- JACKOVIČOVÁ, M. 2012. *Tvorba interaktívnych pracovných listov a možnosti ich využitia z ponuky edukačných portálov v školskej biológii*. Diplomová práca. Školiteľ K. UŠÁKOVÁ. Bratislava : Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky Prírodovedeckej fakulty UK. 134 s. + 60 s. prílohy.
- KAROLČÍK, Š, MAZOROVÁ, H. 2008. *Interaktívne elektronické dokumenty*. In *Informatika v škole*, ISSN 1335-616X, č.35, s. 44 – 49.
- KUBIATKO, M., HALÁKOVÁ, H. 2005. *Informačné a komunikačné technológie ako prostriedok vizualizácie vo vyučovaní biológie*. In *Paidagogos* [online], roč. 6, č. 2, ISSN 1213 – 3809. [cit. 2012-02-22]. Dostupné na [www: <http://www.kubiатko.eu/clanky_pdf/ikt_ako_prostriedok_vizualizacie_vo_vyucovani_biologie.pdf>](http://www.kubiатko.eu/clanky_pdf/ikt_ako_prostriedok_vizualizacie_vo_vyucovani_biologie.pdf)
- LAPITKA, M. 1990. *Tvorba a použitie didaktických testov*. Bratislava : SPN, s. 141. ISBN 8008007826.
- RAVAS, R. 2010. *Využitie interaktívneho pracovného listu vo vyučovaní biológie* [online]. [cit. 2012-03-08]. Dostupné na [www: <http://www.cenast.sk/sk/Kniznica-prac/2010/Vyuzitie-interaktivneho-pracovneho-listu-vo-vyucovani-biologie.st>](http://www.cenast.sk/sk/Kniznica-prac/2010/Vyuzitie-interaktivneho-pracovneho-listu-vo-vyucovani-biologie.st)
- RUŽEKOVÁ, M., VIŠŇOVSKÁ, J. a kol. 2011. *Biológia 5. – 9. ročník ZŠ. Metodická príprava učiteľa pre moderné vzdelávanie s využitím Planéty vedomostí*. Bratislava : Dr. Josef Raabe Slovensko, s.r.o., 1. Vydanie. ISBN 978-80-89182-71-8.

ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. 2009. *Štátny vzdelávací program: Biológia*, (Vzdelávacia oblasť: Človek a príroda) príloha ISCED3 [online]. [cit. 2012-02-18]. Dostupné na [www: <http://www.statpedu.sk/documents/16/vzdelavacie_program_y/statny_vzdelavaci_program/prilohy/Biológia_ISCED_3A.pdf>](http://www.statpedu.sk/documents/16/vzdelavacie_program_y/statny_vzdelavaci_program/prilohy/Biológia_ISCED_3A.pdf)

UŠÁKOVÁ, K. a kol. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete biológia pre stredné školy*. In. *Biológia pre SŠ – Modul 3*. Košice : Ústav informácií

a prognóz školstva, elfa, s.r.o., 1. vydanie, 252 s., ISBN 978-80-8086-144-5.

UŠÁKOVÁ, K. a kol. 2011. *Tematické pracovné listy a RAFT - exkurzia k ŠVP z biológie pre gymnázia*. Bratislava : Univerzita Komenského, CD ROM, 1. vydanie, 223 s. + prílohy 72 s. ISBN 978-80-223-3041-1.

VESELSKÝ, M. 2005. *Pedagogická psychológia 2*. 1. vydanie Bratislava : Univerzita Komenského, 168 s. ISBN 80-223-1911-2.

DIDAKTIKA PREDMETU

BIOLOGIA

Učebné materiály a námety pre vyučovanie ekológie vodných ekosystémov na gymnáziách

Mgr. Igor Kokavec¹
RNDr. Soňa Nagyová, PhD.²
doc. RNDr. Eva Bulánková, CSc.¹

¹Katedra ekológie,
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

²Katedra didaktiky prírodných vied,
psychológie a pedagogiky,
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Abstract

The aim of this work was to develop curriculum for subject of ecology, teaching materials and lesson models focused on aquatic ecosystems for secondary school teachers. Materials offer a variety of ways, how to make education more modern and interesting. The objectives of developed materials are to teach students about relationships between biotic and abiotic factors and to highlight the importance and vulnerability of the aquatic organisms in order to increase the environmental awareness of young generation, which would lead to a better and more responsible behavior towards nature and natural resources. Teaching materials and lesson models are partial outputs of the project "Water and Life – model applications and ideas to teach biology at the secondary schools" (Aqua).

Úvod

V dôsledku kurikulárnych reforiem na Slovensku (Zákon č. 245/2008 Z.z.) došlo v rámci Štátnych vzdelávacích programov (ďalej ŠVP) najmä k obsahovým zmenám jednotlivých predmetov. Za najvýznamnejšiu zmenu v predmete biológia považujeme celkovú prestavbu obsahu vzdelania prvom ročníku na gymnáziách. Učivo sa zameriava na ekológiu a venuje sa rôznym typom ekosystémov, adaptáciám organizmov a význame organizmov v prírode a tiež pre človeka.

Vodné ekosystémy predstavujú významnú časť obsahu biológie v prvom ročníku na gymnáziách. Doteraz sa množstvo projektov na Slovensku (Bisel, AquaWis a pod.) aj v zahraničí zameriavalo práve na modernizáciu a inováciu vyučovania ekológie vodných ekosystémov. Ich cieľom bolo zabezpečiť kvalitné a kvalifikované vyučovanie ekológie predovšetkým priamo v prírode. Žiaci tak mohli pozorovať rôzne vodné organizmy, poznávať vzťahy medzi živou a neživou prírodou a učiť sa tak na základe vlastných skúseností a zážitkov.

Projekt „Život a voda – modelové aplikácie a námety k

výučbe ekológie na gymnáziách“, akronym Aqua, ktorý v súčasnosti prebieha, predstavuje príležitosť pre učiteľov biológie naučiť sa množstvo cenných informácií v rámci prednášok a osvojiť si cenné skúsenosti a zručnosti pri terénnych exkurziách zameraných na poznávanie ekológie nielen tečúcich, ale aj stojatých vôd. Navyše, každý učiteľ/ka dostane jedinečné učebné materiály, ktoré môžu významne prispieť k skvalitneniu sprístupňovania tematického celku Život a voda a tak urobiť vyučovanie a učenie atraktívnejšie, aktívnejšie a omnoho zmysluplnejšie (Bulánková, 2012).

Cieľom tejto práce je informovať učiteľov o nových učebných materiáloch a modeloch hodín vytvorených v projekte Aqua. Tieto učebné materiály a modely hodín predstavujú spojenie praktických aktivít a teórie, a slúžia nielen na vyučovanie žiakov, ale aj na prípravu a vzdelávanie učiteľov. Materiály oboznamujú učiteľov a žiakov rôznymi spôsobmi (prezentácie, interaktívne pracovné listy, videá a pod.) s poznatkami zameranými na ekologickú charakteristiku a adaptácie rôznych druhov makrozoobentosu a rýb, predstavujú kategorizáciu vodných tokov a teóriu riečneho kontinua a sú tak vhodným dopĺňujúcim podkladom pre rozšírené štúdium vodných ekosystémov či už v škole alebo v rámci exkurzií.

Exkurzia, ako organizačná forma vyučovania, kombinuje najmä metódu pozorovania a výkladu a má charakter zážitkového vyučovania. Zážitkové učenie je proces, pri ktorom sú vedomosti vytvárané na základe transformácie skúseností. Zážitkové vyučovanie je založené na vyššej schopnosti ľudskej pamäti zapamätať si informácie, ktorých vnímanie je sprevádzané so vznikom emócií (Kapšová, 2008). Exkurzie zamerané na poznávanie života a vzťahov vo vodnom toku majú relatívne málo

priestoru na realizáciu v rámci vyučovania. Pre tento cieľ boli navrhnuté učebné osnovy premetu ekológia pre gymnáziá v rámci Školských vzdelávacích programov (ďalej ŠkVP).

Materiál a metódy

Pri tvorbe digitálnych učebných materiálov je dôležitá dostupnosť veľkého množstva fotografií a obrázkov. Väčšina obrazového materiálu týkajúca sa benthických bezstavovcov, rýb a vodných tokov, používaná pri tvorbe učebných materiálov, pochádza z databázy fotografií autorov. Fotografie makrozoobentosu boli nasnímané pri hydrobiologických odberoch alebo exkurziách v rámci terénnych cvičení z ekológie alebo pri exkurziách so žiakmi gymnázia na Bilíkovej ulici v Bratislave. Odobratý biologický materiál bol po separovaní a umiestnení do väčšej bielej misky odfotografovaný a následne vrátený späť do vody. Fotografie rýb a vodného prostredia pochádzajú z vychádzok k vodným tokom predovšetkým za účelom rybolovu. Ulovené ryby boli po odfotografovaní buď vypustené späť do vody, alebo prenesené do akvária, kde bolo následne vytvorených pár snímok a videí v ich prirodzenom prostredí. Pri fotografovaní boli použité dva druhy fotoaparátov: digitálny kompaktný fotoaparát Olympus μ 5000 a digitálny zrkadlový fotoaparát NIKON D3000. Ostatné fotografie vo vytvorených materiáloch pochádzajú z internetových stránok, ktorých zdroje sú uvedené na konci prezentácií alebo zo súkromných zbierok iných autorov, prípadne z videa *Macrozoobenthos & Our Fishes* (Rovný, 2010). Všetky fotografie boli upravované v grafických editoroch Olympus Master 2 a Adobe Photoshop CS 6.

Ryby z krátkeho edukačného videa *Ryby našich vôd* boli nafilmované v súkromnom akváriu a v akváriu nachádzajúceho sa na Katedre zoológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského. Ryby z týchto akvárií pochádzajú z rieky Dunaj a z rieky Slatina. Videá boli nasnímané prostredníctvom digitálneho fotoaparátu Olympus. K videám *Ryby našich vôd* a *Macrozoobenthos & Our Fishes* bol pridaný slovenský komentár a titulky. Strih videí bol uskutočnený v editore Windows Movie Maker 2.6, v ktorom boli pridané titulky s názvami rýb. Titulky k videám boli vytvorené v programe Subtitle Workshop 2.51 a komentár bol nahratý v programe Audacity s použitím mikrofónu.

Prezentácie boli vytvorené v programe Microsoft (ďalej MS) PowerPoint 2010. Každá prezentácia je hlavnou súčasťou modelu/ov vyučovacej hodiny. V pripravených modeloch vyučovacích hodín sú zahrnuté aj ďalšie interaktívne cvičenia a pracovné listy, ktoré boli vypracované v programe MS Word alebo SMART Notebook 11 a sú zaradené vo fixačnej fáze vyučovacieho procesu. Ďalšou súčasťou modelov hodín sú hry a didaktické testy vytvorené v programoch Hot Potatoes a MS Word. Učebné osnovy z predmetu ekológia boli vytvorené na základe Metodiky tvorby Školských vzdelávacích prog-

ramov vydanou Štátnym pedagogickým ústavom (ŠPÚ, Metodika tvorby ŠkVP, 2008). Pri ich tvorbe sme vychádzali zo ŠVP pre biológiu (ŠPÚ, ŠVP, Biológia, príloha ISCED 3A, 2009), z učebných osnov pre voliteľný predmet ekológia (ŠPÚ, Učebné osnovy, Ekológia, 1999) a zo zverejnených školských vzdelávacích programov škôl s ekologickým zameraním.

Teoretické aj praktické poznatky súvisiace s prácou so žiakmi na exkurziách boli využité pri tvorbe exkurzie Riečny ekosystém a príprave učebných materiálov a modelov hodín.

Výsledky

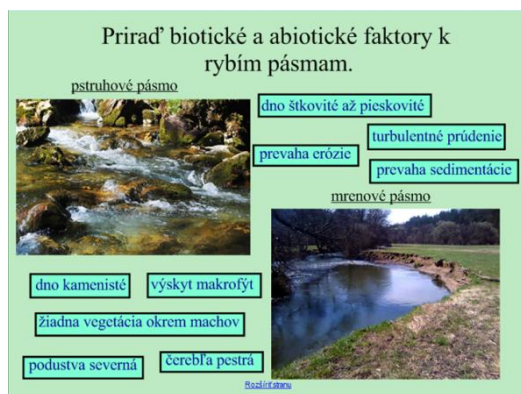
Prezentácie boli vytvorené tak, aby rešpektovali súčasné zásady a požiadavky kladené na ich tvorbu z hľadiska obsahovej a formálnej stránky, aj keď ich obsah môžeme chápať, vzhľadom na požiadavky kladené na vedomosti žiakov z biológie, ako rozširujúci. Prezentácie sú určené učiteľom a žiakom gymnázií ako doplňujúci materiál pre štúdium tematického celku „Život a voda“ v predmete biológia pre žiakov prvého ročníka gymnázií a ako učebný materiál pre štúdium tematického celku „Vodný ekosystém“ v navrhovanom predmete ekológia. Vytvorené materiály môžu byť využité tiež pre potreby iných predmetov zaoberajúcimi sa ekológiou alebo environmentálnou výchovou a v rámci kontinuálneho vzdelávania učiteľov v oblasti problematiky vodných ekosystémov. Celkovo bolo vytvorených osem prezentácií, ktoré zodpovedajú témam uvedeným v učebných osnovách predmetu ekológia a nadväzujú na poznatky a vedomosti žiakov z exkurzie Riečny ekosystém, ktorá im predchádza. Prezentácie majú podobnú štruktúru a formálnu úpravu a ich obsah bol vyberaný a formulovaný tak, aby primerane zodpovedal veku, znalostiam a učebným možnostiam žiakov. Prezentácie boli vytvorené na sprístupnenie nasledovných tém: Ekologické charakteristiky makrozoobentosu, Ekologické charakteristiky rýb, Makrozoobentos tečúcich a stojatých vôd, Adaptácie benthických bezstavovcov, Ryby Slovenska, Adaptácie rýb našich riek, Ekologická a ichtyologická klasifikácia vodných tokov a Teória riečneho kontinua.

Pracovné listy využívajú ovládacie prvky programu MS Word, ktoré sú využívané najmä pri tvorbe rôznych digitálnych formulárov a dotazníkov. Žiaci pri práci s nimi používajú počítač a po ukončení uložené pracovné listy zašlú na učiteľovu e-mailovú adresu. Sú vhodným prostriedkom nielen sprístupnenia nových poznatkov, ale aj opakovania a zhrnutia učiva a rozvíjajú najmä učebné a digitálne kompetencie žiakov. V práci boli vytvorené nasledovné pracovné listy: Interaktívny pracovný list exkurzie Riečny ekosystém, Interaktívny pracovný list k videu Makrozoobentos a Interaktívny pracovný list k videu Ryby našich vôd.

Obr. 1 Ukážka z prezentácie *Adaptácie bentických bezstavovcov*



Obr. 2 Ukážka z interaktívneho cvičenia v aplikácii *Smart Notebook 11*



Obr. 3 Ukážka z edukačného filmu *Ryby našich vôd*



Každý prezentácii (s výnimkou ekologických charakteristík, ktoré slúžia ako zdroje nových pojmov) zodpovedá interaktívne cvičenie zaradené do fázy opakovania a upevňovania prebratého učiva v rámci modelov vyučovacích hodín. Cvičenia však môžu byť modifikované a využité aj v ostatných fázach vyučovacieho procesu ako motivácia alebo aktualizácia učiva, popri expozícii učiva ako prostriedok bezprostredného získania spätnej väzby, a tiež v diagnostickej fáze ako predloha písomného testu. Každé zo šiestich vytvorených interaktívnych cvičení obsahuje osem pracovných listov so správnymi odpoveďami a riešením. Dominujú úlohy priradovacieho

typu, no využité boli aj doplňovacie úlohy a polytomické úlohy s výberom viacerých možností.

Videa vytvorené v rámci diplomovej práce môžeme zaradiť do kategórie interaktívnych. Video sa stáva interaktívnym nástrojom, pokiaľ má žiak možnosť používať funkcie videa (pretáčanie, pozastavenie a pod.) (Schwan a Riemp, 2004). Navyše, ich pozeranie je spojené s vypracovaním interaktívneho pracovného listu v priebehu sledovania individuálne každým žiakom. Video Makrozoobentos, vytvorené z pôvodného videa *Macrozoobenthos & Our Fishes* (Rovný, 2010) bolo obohatené o text, titulky a komentár k časti o bentických bezstavovcoch. Video Ryby našich vôd predstavuje 22 druhov rýb žijúcich v našich vodách, pričom sa zameriava na ich ekologické a morfológické charakteristiky s uvedením dôležitých ekologických pojmov. Video je dlhé približne 20 minút, obsahuje slovenský komentár a titulky v slovenskom jazyku.

Všetky vytvorené modely vyučovacích hodín (prípravy na vyučovanie) sú kompletne vypracované a dôkladne premyslené. Z obsahovej stránky je jadrom každej prípravy opis príslušnej prezentácie. Dlhšie prezentácie sú opísané vo dvoch pripravách, ktoré na seba nadväzujú. Z formálnej stránky sú vypracované podľa súčasných požiadaviek kladených na ich obsah a štruktúru. Z didaktickej stránky sú návodom ako správne interpretovať poznatky uvedené v prezentáciách a obsahujú aj metodické poznámky dôležité pre učiteľov. Celkovo osem priprav na vyučovanie opisuje šesť prezentácií zaradených v expozičnej fáze vyučovacieho procesu. Podobne ako prezentácie, aj prípravy na seba logicky nadväzujú. Obsah jednotlivých priprav je zámerne vytvorený nad rámec vyučovacej hodiny a preto neurčujú približnú časovú dotáciu pre jednotlivé fázy. Ponúkajú každému učiteľovi výber z viacerých možností pri motivácii a zhrnutí poznatkov a možnosť výberu informácií a jednotlivých snímkov v prezentáciách pre prispôbenie obsahu prípravy podmienkam konkrétnej vyučovacej hodiny z biológie alebo ekológie.

Exkurzia Riečny ekosystém môžeme považovať za úvod do problematiky vodných ekosystémov. Zaoberá sa aplikáciou poznatkov zo všeobecnej ekológie na modeli vodného ekosystému a sprístupňuje pre žiakov nové informácie o ekológii vodných tokov, organizmoch v nich žijúcich, hodnotení ekologickej kvality a ochrane. Je podrobne naplánovaná po obsahovej stránke aj z hľadiska jej realizácie v prírode. Exkurzia Riečny ekosystém môže byť využitá v rámci predmetu biológia v prvom ročníku na gymnáziu a tiež v rámci navrhovaného predmetu ekológia, či iných mimoškolských a záujmových aktivitách žiakov. Exkurzie patria medzi organizačné formy vyučovania, preto jej výchovno-vzdelávacie ciele, kľúčové kompetencie, vyučovacie metódy a prostriedky sú uvedené vo forme šablóny modelu vyučovacej hodiny. Samotnej exkurzii predchádza úvodná hodina, na ktorej si žiaci samostatnou prácou s interaktívnym pracovným listom ozrejmi svoje vedomosti zo

všeobecnej ekológie. Úvodnej hodine je venovaná samostatná príprava na vyučovanie, ktorá obsahuje odpovede k interaktívnemu pracovnému listu. Úlohou žiakov je skúmanie a pozorovanie života vo vodnom toku, od rastlín po bentické bezstavovce, ktoré sú kľúčovým predmetom celej exkurzie. Hlavná úloha spočíva v určení ich ekologických charakteristík: mikrohabitatovej preferencie a potravného typu. Pri práci žiaci vypracúvajú protokol, v ktorom sa na záver nachádzajú problémové úlohy a úloha súvisiaca s poslednou fázou exkurzie – vyhodnotením. Žiaci majú vytvoriť prezentáciu jedného živočicha, ktorú musia pred triedou aj obhájiť. Model exkurzie obsahuje aj námet na začlenenie tém

všeobecnej ekológie do problematiky vodných ekosystémov.

Učebné osnovy predmetu ekológia obsahujú opis všetkých potrebných častí a sú dokumentom, z ktorého môžu vychádzať učitelia biológie so záujmom o vyučovanie ekológie. Učivo ekológie bolo rozdelené do ročníkov nasledovne: v prvom ročníku sa žiaci venujú všeobecnej ekológii v počte 1 hodina týždenne. V druhom ročníku sa preberajú ekosystémy Slovenska (vodný, lesný, lúčny, poľný a mestský) pri dotácii 2 hodiny týždenne a v treťom ročníku sa venujú biómom Zeme a práci na projektoch. Vytvorené didaktické materiály patria do tematického celku Vodný ekosystém.

Obr. 4 Žiaci Gymnázia Bilíkova v Bratislave na exkurzii pri potoku Vydrica a determinácii makrozoobentosu



Diskusia

Porovnaním obsahu učiva ekológie v rámci predmetu biológia pred (ŠPÚ, Učebné osnovy, Biológia, 2004) a po (ŠPÚ, ŠVP, Biológia, príloha ISCED 3A, 2009) reforme školstva v roku 2008 môžeme poukázať na niekoľko zásadných rozdielov:

1. ekológia po reforme sa stala predmetom biológie v prvom ročníku na gymnáziách, kým pred reformou bola na konci druhého a tretieho ročníka súčasťou záveru tematických okruhov biológie rastlín a živočíchov,
2. počet odporúčaných hodín vzrástol viac ako 5 násobne,
3. obsahom súčasnej ekológie sú vzťahy medzi živou a neživou prírodou, význam organizmov a štúdium rozmanitých spoločenstiev, predtým sa ekológia zameriavala prevažne na poznatky zo všeobecnej ekológie,
4. obsah učiva ekológie v prvom ročníku je zhrnutý samostatne v odporúčanej učebnici Biológia pre 1. ročník gymnázií s podtitulom Svet živých organizmov (Višňovská et al., 2008).

Ušáková a Višňovská (2009) uvádzajú, že učebnicu Svet živých organizmov treba chápať ako nástroj, ktorý možno používať rôznym spôsobom podľa individuálnych podmienok, pričom záväzný pre všetkých učiteľov by mal byť obsahový a výkonový štandard uvedený v ŠVP.

V tomto prípade má teda každý učiteľ zodpovednosť za zvolenie nielen didaktických foriem, metód a prostried-

kov vyučovania, ale aj obsahu vzdelania s rešpektovaním minimálnych požiadaviek. Vzniká tak priestor na exkurzie, projektové vyučovanie alebo iné moderné koncepcie vzdelávacieho procesu, ktoré zvyšujú aktivitu žiakov a umožňujú tak získavanie poznatkov a zručností vlastnými skúsenosťami a zážitkami, čím sa zvyšuje efektívnosť a kvalita vyučovania. Práve priestor, ktorý poskytuje ŠVP školám tým, že ponecháva možnosť vybrať časť obsahu vzdelávania vo forme ŠKVP, umožňuje využitie všetkých vytvorených učebných materiálov v rozsahu, ktorý si učiteľ môže prispôsobiť podľa svojich predstáv.

Na Slovensku boli prvý raz vytvorené didaktické materiály pre stredné školy, ktoré na príklade tečúcich vôd objasňujú ekologické pojmy a význam ochrany vôd v rámci nemecko-slovenského projektu AquaWis (www.aquawis.eu). Vytvorené učebné prostriedky dopĺňajú materiály vytvorené v tejto práci a dopĺňajú ich o množstvo nových poznatkov. Zároveň poskytujú žiakom aj učiteľom moderný vzdelávací materiál, ktorý rozširuje stredoškolské učivo zamerané na vodný ekosystém za účelom skvalitnenia výučby ekológie, biológie a environmentálnej výchovy. Spájajú v sebe teoretickú prípravu a praktické činnosti. Poskytujú školám, ktoré sa chcú hlbšie zamerať na vodné ekosystémy, zdroj poznatkov a námety na vyučovanie.

Pri sprístupňovaní poznatkov z ekológie dnes mnohí učitelia využívajú prezentácie vytvorené v aplikácii MS PowerPoint premietané prostredníctvom dataprojektoru alebo interaktívnej tabule, čím naplňujú očakávanie moderného a inovatívneho prístupu k vzdelávaniu na

školách. Prezentácie, interaktívne pracovné listy a videá sú vhodnou pomôckou pre všetkých učiteľov biológie, nakoľko je ich používanie na niektorých školách už dnes každodennou samozrejmosťou. Využitie prezentácií a interaktívnych učebných pomôcok pri vyučovaní je však stále obmedzené malým počtom učební a tried s potrebným didaktickým vybavením.

Najväčším problémom spojeným s realizáciou exkurzií je čas, čiže zaradenie exkurzie do rozvrhu hodín tak, aby žiaci neboli ukrátení o vyučovanie iných predmetov, a zároveň, aby exkurzia bola súčasťou vyučovacieho procesu a nebola uskutočnená v rámci voľného času žiakov alebo učiteľa. Gnoth a Pupala (2003) preto odporúčajú zaradiť exkurziu do tematických plánov predmetu, čím je možné ju zakomponovať do rozvrhu. Lock (1998) odporúča, z hľadiska časovej náročnosti exkurzií, vytvoriť na škole a v jej bezprostrednom okolí také podmienky, v ktorých by sa dalo realizovať vyučovanie mimo triedy. Na školskom dvore sa dá vybudovať jazierko z rôznych starých nádrží alebo vaní, kde sa dajú pestovať vodné a močiarne rastliny, ale aj chovať bezstavovce alebo ryby a pod.

Ďalším veľmi dôležitým aspektom je kontinuálne vzdelávanie učiteľov, čo je jeden z hlavných cieľov školskej reformy. Práve projekty ako AquaWis alebo v súčasnosti prebiehajúci projekt Aqua, poskytujú učiteľom biológie možnosť spoznať nové trendy v oblasti ekológie sladkovodných ekosystémov, získať skúsenosti a zručnosti prácou v teréne s vedeckými pracovníkmi a bohaté učebné materiály, ktoré môžu následne zúročiť pri vyučovaní.

Podmienky pre aktívne osvojovanie poznatkov a zmysluplné učenie žiakov je v dnešnom školstve umožnené viacerými spôsobmi. Vedieť využiť všetky možnosti, ktoré sú učiteľom ponúkané na to, aby skvalitnili výučbu biológie môžu byť veľkým prínosom nielen pre žiakov, ale aj pre učiteľov, ktorí tak získajú profesionálnejší prístup a orientáciu v danej problematike. Navyše, učitelia svojim prístupom, vedomosťami, názormi a správaním môžu pozitívne ovplyvniť názory a povedomie svojich žiakov a viesť ich k zodpovednejšiemu správaniu sa v prírode.

Uvádzané učebné materiály a námety na vyučovanie sú súčasťou diplomovej práce Igora Kokavca s názvom *Námety výučby ekológie pre gymnáziá*.

Záver

Ekológia a environmentálna výchova sa dostávajú do popredia na celom svete za účelom zvyšovania environmentálneho povedomia žiakov, čo má viesť k lepšiemu a zodpovednejšiemu správaniu sa k prírode. Inak tomu nie je ani na Slovensku.

Vytvorením uvedených materiálov zameraných na vodný ekosystém prispievame k rozvoju vedomostí žiakov a učiteľov o živote a vzťahoch organizmov žijúcich vo vode. Modely vyučovacích hodín a učebné materiály

využívajú také metódy a formy vyučovania, ktoré posilňujú najmä vnútornú motiváciu a aktivizáciu žiakov, vyznačujú sa názornosťou, dynamikou a komplexnejším prístupom. Umožňujú žiakom aktívne osvojovanie poznatkov, pričom prostredníctvom rôznych činností a pozorovaní dokážu sami dospieť k dôležitým informáciám a záverom, ktoré umožňujú žiakom vytvárať dlhodobejšie vedomosti. Zároveň prinášajú do vyučovania rôzne inovatívne prvky.

Prezentácie a učebné materiály sú využiteľné v rámci tematického celku „Život a voda“ na hodinách biológie alebo pri predmete zameranom na ekológiu. Sú vhodné aj pri prípravách gymnazistov na domáce aj zahraničné súťaže. Vytvorené učebné osnovy z ekológie zaradené do učebného plánu ŠkVP gymnázia umožňujú učiteľom realizovať vzdelávanie v oblasti ekológie priamo v prírode v rámci vyučovania, a tým zabezpečujú spostenie a inováciu vzdelávania a výchovy.

Na základe skúseností z exkurzií absolvovaných so žiakmi gymnázií môžeme konštatovať, že vyučovanie v prírode vytvára u žiakov vnútornú motiváciu a upriamuje pozornosť aj zdanlivo nezainteresovaných žiakov. Vďaka zážitkovému spôsobu vyučovania vytvára u žiakov dlhodobé vedomosti a prispieva k vyššiemu záujmu o prírodovedné predmety ako biológia alebo ekológia. Svojim obsahom zvyšuje environmentálne povedomie žiakov a prispieva tak nielen k ochrane vodných biotopov, ale aj ostatných ekosystémov.

Učebné materiály a modely vyučovacích hodín budú doplnené o ďalšie užitočné námety, pracovné listy a interaktívne cvičenia a poskytnuté učiteľom biológie v dvoch pripravovaných publikáciách s názvom *Ekológia vodných ekosystémov pre gymnáziá 1 a 2*, ktoré budú ako DVD po skončení projektu KEGA dostupné na školskom portáli a distribuované tým učiteľom, ktorí sa zúčastnili školení.

Podakovanie

V tomto príspevku uvádzané výsledky sú čiastkovým výstupom riešenia grantového projektu KEGA č. 073UK-4/2012 „Život a voda – modelové aplikácie a námety k výučbe biológie na gymnáziách“.

Literatúra

- AquaWis – projekt Voda, prameň života a poznania. [online projekt]. [cit. 2013-10-22]. Dostupné na: <http://www.aquawis.eu>
- BULÁNKOVÁ, E. 2012. *Aqua – nový projekt pre učiteľa biológie*. In: Biológia, ekológia, chémia. [online] Trnava : Trnavská univerzita, roč. 16, č. 2, s. 5 – 8 [cit. 2013-10-20]. ISSN 1338-1024. Dostupné na: http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_2_2012.pdf
- GNOTH, M., PUPALA, B. 2003. *Vybrané kapitoly z pedagogiky I. (Učiteľ a vyučovací proces)*. Druhé vydanie, Bratislava : Univerzita Komenského. ISBN 80-223-1803-5
- KAPŠOVÁ, 2008. *Zážitková pedagogika*. In Zoom-M. [online]. č. 3/2008, s. 4 – 6 [cit. 2013-10-20]. ISSN 1336-4340. Dostupné na: http://www.mladez.sk/zoom/wp-content/uploads/2008/12/2008_3.pdf
- KOKAVEC, I. 2013. *Námety výučby ekológie na modeli vodných ekosystémov*. Diplomová práca. Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave. 104 s.

LOCK, Roger. 1998. *Fieldwork in the life sciences*. International Journal of Science Education, 20 (6), 633 – 642. Taylor & Francis, Ltd.

ROVNÝ, R.. *Macrozoobenthos & Our Fishes*. [film], [cit. 2013-01-02].

SCHWAN, S. a RIEMPP, R. 2004. *The cognitive benefits of interactive videos: learning to tie nautical knots*. Learning and Instruction, 14 (3), 293 – 305

ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. 1999. *Učebné osnovy gymnázia, štvorročné štúdium, Ekológia, voliteľný predmet*. Bratislava. ©2011-2013 [cit. 2013-10-21] Dostupné na: http://www2.statpedu.sk/buxus/docs/Pedagogicke_dokumenty/Gymnazia/4roc/Osnovy/UO_ekol_4r_gym.pdf

ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. 2004. *Učebné osnovy gymnázia, štvorročné štúdium, Biológia, povinný učebný predmet*. Bratislava. ©2011-2013 [cit. 2013-10-21] Dostupné na: http://www.infovek.sk/predmety/biologia/dokumenty/pdf/bio_4roc_osn_gvy.pdf

ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. 2009. *Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike. Biológia, príloha ISCED 3A. Prvá upravená verzia*. Bratislava. ©2011-2013 [cit. 2013-10-21] Dostupné na:

http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/vzdelavacie_oblasti/biologia_isced3.pdf

ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. *Metodické usmernenie: Tvorba Školského vzdelávacieho programu*. [online]. [cit. 2013-10-20]. Dostupné na: http://www2.statpedu.sk/buxus/docs/kurikularna_transformacia/tvorba_svp.pdf

Zákon č. 245/2008 Z. z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

UŠÁKOVÁ, K., a VIŠŇOVSKÁ J. 2009. *Bude nová učebnica biológie funkčný nástroj pre učiteľov a žiakov?* In: *Biológia, ekológia, chémia*. [online] Trnava : Trnavská univerzita, roč. 13, č. 1 – 2, s 2 – 6 [cit. 2013-3-11]. ISSN 1338-1024. Dostupné na: http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_1_2_2009.pdf

VIŠŇOVSKÁ, Jana, et al. 2008. *Biológia pre gymnáziá 1: Svet živých organizmov*. Prvé vydanie, Bratislava : Expol Pedagogika. ISBN 978-80-8091-133-1

ZAÚJIMAVOSTI VEDY

BIOLÓGIA

Rastliny – nemé tvory?

Mgr. Dominika Neupauerová
Katedra biológie
Pedagogická fakulta
Trnavská univerzita v Trnave

Abstract

Plants are inseparable part of our planet. Apart from their ubiquitous occurrence, they don't attract our attention like animals that can move and produce sounds. Hence humans have common misconceptions regarding plant silence and inability to communicate with each other. However, increasing number of recent studies showed that plants are able to communicate by acoustic signals that are not registered by human hearing. Moreover, plants are not so defence-less than it has been expected. They possess abilities that defend against animals that are preying upon them. Although plants cannot defend themselves by escape or scream, but they have very smart and inconspicuous defence strategies.

Úvod

Komunikácia medzi jedincami jedného, či dokonca medzi jedincami viacerých druhov, je v prírode prítomná všade. Avšak vedci venovali pozornosť hlavne komunikácii medzi živočíchmi. Nové štúdie však poukazujú na to, že medzi sebou komunikujú aj rastliny. Historické štúdiu komunikačných procesov sa zameriava hlavne na zvieratá, pravdepodobne preto, lebo zvieratá používajú výrazné hlasné prejavy a pútavé pohyby, ktorými prilákali práve ľudskú pozornosť (Gagliano, 2012), ale sú schopné komunikácie aj rastliny?

Môžu rastliny komunikovať?

Čo je vlastne komunikácia? Mnohí sa snažia o komplexné zadefinovanie tohto pojmu. Jednou z definícií je, že komunikácia je úmyselnou výmenou a tokom informácií, myšlienok, signálov z jednej osoby na druhú, kde máme odosielateľa a prijímateľa. Odosielateľ vysiela

informácie, pocity alebo nápady a prijímateľ prijíma tieto správy (US Army, 1983). Môžeme povedať, že tok informácií medzi druhmi alebo jedincami rovnakého druhu sa opiera o odosielateľa, ktorý využíva kódovacie mechanizmy a prijímateľa, ktorý používa dekódovacie mechanizmy. To ako sú informácie zabalené (kódované) a obsah preložený (dekódovaný) nám vytvára komunikačné spojenie. Uvedené spojenie nám určuje výsledok komunikácie (Wiley, 1983).

Vynára sa pred nami niekoľko otázok ako napríklad: sú takejto komunikácie schopné aj rastliny? Má komunikácia pre ne nejaký význam? Ak sa rastliny dorozumievajú, prečo na to vedci neprišli už skôr? Začneme pekne od začiatku, od okamihu, keď ľudia začali naozaj vnímať rastliny ako živú zložku prostredia.

Už Aristoteles a jeho žiaci sa snažili pochopiť rastliny v celej ich komplexnosti. Neskôr sa Charles Darwin domnieval, že rastliny sú schopné komunikovať s okolím a premeniť získané informácie, ktoré získali do pohybov svojich orgánov. Tvrdil, že rastliny vedia aktívne rozpoznať iné organizmy – baktérie, huby, hmyz, vtáky, živočchy, iné rastliny a pravdepodobne aj ľudí. Takisto pri svojom pohlavnom rozmnožovaní sa spoliehajú na komplexnú interakciu so živočíchmi (napr. vtákmi, hmyzom, mäkkýšmi atď.) (Baluška a Hlavačka, 2006). Rastlinami sa zaoberalo veľa ďalších vedcov, ale zaujímavý je hlavne objav Cleva Backstera.

Clev Backster bol expert CIA v odbore detektor lži a práve on preukázal, že rastliny dokážu vnímať podnety z prostredia. Vo svojej kancelárii mal bežnú izbovú rastlinu *Dracaena massangeana*, ktorú jedného dňa v roku

1966 pripojil k detektoru Iži a na jeho prekvapenie detektor Iži sprostredkoval reakciu, ktorá zodpovedá veľkému emočnému vzrušeniu. Tak pokračoval v experimente a zistil, že rastlina pri polievaní naznačovala krivku spokojnosti, pri odtrhnutí listu naznačovala krivka prístroja reakciu na bolesť. Dokonca sa raz len pohrával s myšlienkou, čo by rastlina robila, ak by jej spálil list a aj vtedy rastlina reagovala (Backster, 1968). Backster v roku 1968 prvýkrát zverejnil svoje výsledky v časopise *International Journal of Parapsychology*, bol však obvinený z podvodu a šarlatánstva. Až teraz, počas posledných rokov, sa potvrdilo, že rastliny naozaj spolu komunikujú, a to pomocou chemickej signalizácie, používajú kontakt alebo rôzne vlnové dĺžky pre prenos.

V našom svete je zvuk všade prítomný, rovnako ako energia, ktorá existuje vo forme vibrácií a často sa prejavuje ako vlnenie, pretože sa pohybuje v celom priestore a čase (Hewitt, 2002). Každá komunikácia závisí od vln. Pre človeka najlepším príkladom sú zvukové vlny. Človek vníma zvuk s frekvenciou v rozsahu od 20 do 20 000 Hz. Organizmy, ktoré využívajú väčšiu alebo menšiu frekvenciu, človek nevníma. Existuje aj vedný odbor, ktorý sa zaoberá zvukmi produkovanými alebo pôsobiacimi na živé organizmy, najmä ak sa týkajú komunikácie a nazýva sa bioakustika. Bioakustika vznikla v päťdesiatych rokoch. Zameriava sa hlavne na záznam a štúdium zvukov, ktoré produkujú rôzne druhy zvierat v prostredí, v ktorom žijú (Schussler a Ozlak, 2008). V skutočnosti takmer v každom prostredí existuje živá zvuková zložka, ktorá je obvykle prehliadaná, a to sú rastliny (Lopez, 2004). Rastliny vydávajú počuteľné

zvuky z listov, keď na ne dopadajú kvapky vody, pri vetre sa im kolíšu vetvy, takže rastliny chtiac či nechtiac produkujú zmes zvukov. Rastliny produkujú zvukové vlny na dolnom konci zvukového rozsahu od 10 až do 240 Hz (audio akustické emisie), rovnako ako ultrazvukové akustické emisie v rozmedzí od 20 do 300 kHz. Akustické emisie sú všeobecne interpretované ako výsledok náhleho uvoľňovania napätia vo vode v cievnych zväzkoch po kavitácii, zatiaľ čo voda je ťahaná počas transpirácie z koreňov pomocou xylému do listov. Kavitácia nastáva, keď vzduch rozpustený vo vode expanduje v cievnom zväzku – xyléme (Tyree a Sperry, 1989). Niektorí však argumentujú, že k zvukom v rastlinách nedochádza kavitátnym narušením vodného stĺpca, ale je to spôsobené systémom stabilných bublín v xyléme, ktoré prepravujú vodu počas toho, ako cestuje peristaltickou vlnou (Laschimke a kol., 2006).

Mechanizmy, ktorými rastliny produkujú zvuk, sú stále neznáme. Mohli by to byť špecializované morfológické štruktúry alebo orgány. Tiež by to mohli byť aj biofyzikálne princípy na bunkovej a molekulárnej úrovni, ktorá nie je tak odlišná ako základný mechanizmus zvuku iných eukaryotov. Musíme brať však do úvahy, že zvukové vlny sú vytvárané predmetmi, ktoré vibrujú a v bunkách eukaryotov sú to časti, ktoré vibrujú v dôsledku intracelulárnych pohybov na základe bunkových procesov, ako napríklad činnosť pohybových proteínov a cytoskeletu (Howard, 2009).

Aký význam má komunikácia pre rastliny a ako spolu dokážu komunikovať?



Ilustračná fotografia: Anton Kohutovič

Chamovitz (2012) napríklad poukázal na to, že ak dáte zrelé ovocie do tašky s nezrelými, tak nezrelé dozreje skôr, ako keby bolo umiestnené individuálne. Vysvetľuje to tým, že zrelé ovocie uvoľňuje fytohormón etylén, nezrelé to cíti a reaguje na to tým, že začne skôr zrieť. V prírode vďaka tomu synchronne zrejú plody a tým zvyšujú pravdepodobnosť, že aspoň niektoré z nich nebudú napadnuté predátorom (tzv. hypotéza zaplavenia predátora, vid' napr. Ims, 1990).

Rastliny môžu pri napadnutí bylinožravcami využívať priame a nepriame obranné mechanizmy. Do priamych obranných mechanizmov proti bylinožravcom môžeme zahrnúť rôzne látky. Väčšina týchto látok sú sekundárne produkty metabolizmu, iné sú súčasťou metabolizmu a niektoré produkty špecifických ciest, ktoré sa vyvinuli pravdepodobne kvôli obrane (Whittaker, 1975). Koncentrácia chemických obranných látok u rastlín je často rôznorodá. Závisí na podmienkach prostredia, genotypu v rámci jednej populácie, atď. Niektoré látky sú prítomné stále, iné sa môžu tvoriť až po napadnutí bylinožravcami. Chemické obranné látky, ktoré sa najčastejšie vyskytujú sú napr. triesloviny (taníny), ligníny, alkaloidy, atď. Triesloviny sa v rastlinných bunkách nachádzajú vo vakuolách alebo v bunkovej stene. Na bylinožravce pôsobia odpudivo hlavne horkou chuťou. Predpokladá sa, že sa viažu na proteíny (Feeney, 1970), a tým spôsobujú zrážanie a zhoršujú trávenie (Robbins a kol., 1978). Iná teória hovorí, že skôr inaktivujú enzým a spolu so zrážaním proteínov obmedzujú využiteľnosť aminokyselín vznikajúcich pri procese trávenia (Orcutt a Nilsen, 2000). Každopádne všetky tieto procesy obmedzujú rast bylinožravcov.

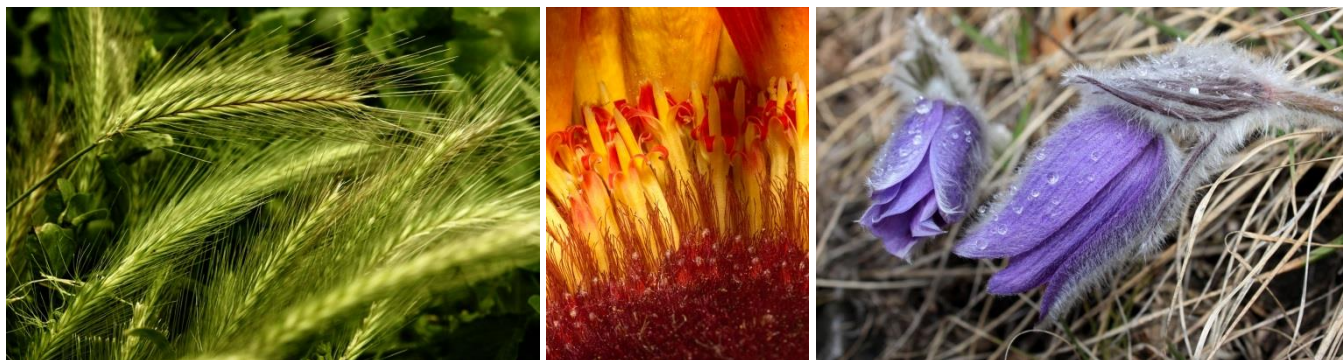
Medzi nepriame mechanizmy zahrňujeme predovšetkým pôsobenie predátorov, parazitov a patogénov na bylinožravce. Najlepším príkladom je indukcia tvorby N(17-hydroxylinolenoyl)-l-glutamínu (volicitínu), ktorý zapríčiňuje uvoľňovanie látky, ktorá láka parazitoidy (Alborn a kol., 1997). Rastliny ako tabak, bavlna a kukurica produkujú ako odpoveď práve túto látku pri poškodení bylinožravcami. Rastliny sa tiež informujú o napadnutí bylinožravcami napr. metyljasmonátom. Napadnutá rastlina začne vylučovať metyljasmonát do ovzdušia, a tým informuje susedné rastliny o prítomnosti bylinožravca. Prítomnosť metyljasmonátu vedie k zvýšenej produkcii obranných látok (trieslovina, ligníny,

alkaloidy) ešte predtým, než je rastlina napadnutá. Schopnosť metyljasmonátu slúžiť ako prenášač signálu vzduchom objavili v roku 1990 E. F. Farmer a C. A. Ryan.

Ďalšou ukážkou dorozumievania sa je hrach siaty (*Pisum sativum*). Rastliny, ktoré prežívajú suchu chemicky signalizujú ostatným rastlinám informácie o blížiacich sa podmienkach, tým vyvolávajú u nich reakciu na stres – zmenšenie štrbín na prieduchoch. Za sucha je znížená dostupnosť vody, a to spôsobuje znížený príjem živín potrebných pre rast. To má za následok menšie listy, predlžovanie stonky, rozširovanie koreňa. Poslané informácie o hroziacom suchu majú také výhody, že minimalizujú priamy účinok nedostatku vody na rast (Falik a kol., 2011).

Ako sa rastliny môžu dorozumievať?

Mladé hlodavce (potkany) reagovali na extrémny chlad spomalením srdcového rytmu (bradykardiálne), prebudením sa a produkciou ultrazvuku (Blumberg a kol., 1999). Vyzerá to tak, že ultrazvuková emisia mladých hlodavcov pravdepodobne nie je riadená žiadnou motíváciou komunikovať akusticky alebo vydávať zvuky, ale je to skôr výsledok reflexívne fyziologického, resp. biochemického procesu (abdominálna kompresia), ktorý vydáva zvuk ako vedľajší produkt (Blumberg a kol., 2000). Je zaujímavé tvrdiť, že abdominálna kompresia je proces, pri ktorom za chladného počasia mláďatá samovoľne vysielajú ultrazvuk, ktorý je podobný kavitácii opísanej vo vyčerpaných rastlinách počas sucha. V oboch prípadoch sa zdá byť akustická emisia jednoduchá a obyčajná ako produkt fyziologického a biochemického napätia. Ultrazvukové signály vydávané mláďatami vyvolávajú reakciu matky. Preto môžeme tvrdiť, že tento signál prenáša informácie k prijímateľovi. Matka zmení následne svoje správanie tak, aby zlepšila zdravie v systéme mláďa – matka. Tento systém má výhody pre odosielateľa aj príjemcu, to je základom komunikačného systému. Vďaka tomu si môžeme položiť otázky o komunikácii rastlín, testovať potenciálne roly a adaptívne výhody akustických emisií (Gagliano, 2012).



Ilustračná fotografia: Anton Kohutovič

Zvieratá v prítomnosti predátora vykazujú širokú škálu signálov, ktoré zvyčajne zahŕňajú kombinované využitie vizuálnych, čuchových, sluchových signálov (Caro, 2005). Výstražná signalizácia sa vyvinula ako kľúčová antipredátorská stratégia u viacerých druhov, pretože zvuková signalizácia je veľmi efektívny spôsob ako komunikovať rýchlo s veľkým množstvom informácií. Akustické signály nevyžadujú žiadny vizuálny kontakt alebo bezprostrednú blízkosť medzi odosielateľom a prijímateľom. Rovnako ako zvieratá, aj rastliny majú svoj arzenál signálov ak sa stretnú s nepriateľom. Rastliny sa dokážu vzájomne varovať pred blížiacim sa útokom hmyzu, alebo bylinožravcami, a využívajú pri tom chemické molekuly, ktoré sa šíria vzduchom. Rastliny vďaka tomu môžu reagovať na podnety produkované poškodenými susedmi a to im umožňuje preventívnu obrannú reakciu (Paré a Tumlinson, 1999). Napriek tomu sa predpokladá, že obrana rastlín je obmedzená hlavne na chemickú sféru. Je to prekvapivé, hlavne ak uvážime, že akustickými signálmi môže rastlina podať ostatným omnoho viac informácií a nie je natoľko viazaná na vonkajšie podmienky (ako napr. smer vetra). Akustická signalizácia dokáže podať viac informácií s presnejšou lokalizáciou, takisto by mala byť menej nákladná z hľadiska straty energie (Gagliano, 2012). Dalo by sa napríklad očakávať, že rastliny, ktoré dostanú akustický signál o blížiacom sa nebezpečenstve môžu produkovať toxické látky, a tak sa uchrániť pred poškodením zo strany bylinožravcov (Guo a kol., 2013). Práve preto sa začína s výskumom, či práve akustické emisie rastlín môžu slúžiť na varovanie rastlín pred predátormi.

Záver

Komunikáciou rastlín sa práve teraz začínajú vedci zaoberať intenzívnejšie, dokonca vzniká nová vedná disciplína – rastlinná neurobiológia. Aj keď samotný názov je trocha zavádzajúci, pretože rastlina nemá nervové bunky, vedci zaoberajúci sa danou problematikou si stoja za týmto názvom, a to z toho dôvodu, že rastliny sú schopné prijať a spracovať informácie a využívajú pri tom neurálne akčné potenciály aj medzibunkovú komunikáciu pomocou synaptických spojení. Preto považujú tento názov za správny (Baluška a Hlavačka, 2006). Až ďalšie výskumy nám môžu odhaliť, aké rafinované rastliny sú a nakoľko ovplyvňujú človeka.

Literatúra

- ALBORN, T.; TURLINGS, T. J. C.; JONES, T. H.; STENHAGEN, G.; LOUGHRIN, J. H.; TURLINSON, J. H. An elicitor of plant volatiles from beet armyworm oral secretion. In: *Science*. 276, 1997, pp. 945 – 949.
- BACKSTER, C. Evidence of a primary perception in plant life. In: *International Journal of Parapsychology*. 10, 1968, pp. 329 – 348.
- BALUŠKA, F.; HLAVAČKA, A. *Rastlinná neurobiológia*. In: *Vesmír*. 85, 2006, pp. 410 – 414.
- BLUMBERG, M.S.; SOKOLOFF, G.; KENT, K.J. Cardiovascular concomitants of ultrasound production during cold exposure in infant rats. In: *Behavioral Neuroscience*. 113, 6, 1999, pp. 1274 – 1282.
- BLUMBERG, M. S.; SOKOLOFF, G.; KIRBY, R. F.; KENT, K. J. Distress vocalizations in infant rats: What's all the fuss about? In: *Psychological Science*. 11, 2000, pp. 78 – 81.
- CARO, T. M. *Antipredator defenses in birds and mammals*. Chicago: Chicago University Press, 2005. ISBN 0-226-09436-7
- FALIK, O.; MORDOCH, Y.; QUANSAH, L.; FAIT, A.; NOVOPLANSKY, A. Rumor has it...: relay communication of stress cues in plants. In: *PLOS ONE*. 6, 2011, pp. 3 – 6.
- FARMER, E.F., RYAN, C.A. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 87, 19, 1990, pp. 7713 – 7716.
- FEENEY, P. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. In: *Ecology*. 51, 1970, pp. 561 – 581.
- GAGLIANO, M. Green symphonies: a call for studies on acoustic communication in plants. In: *Behavioral Ecology*. 24, 5, 2012, pp. 789 – 796.
- GUO, H. J.; WIELSCH, N.; HAFKE, J. B.; SVATOS, A.; MITHOFER, A.; BOLAND, W. A porin-like protein from oral secretions of *Spodoptera littoralis* larvae induces defense-related early events in plant leaves. In: *Insect biochemistry and molecular biology*. 43, 9, 2013, pp. 849 – 858.
- HEWITT, P.G. *Conceptual physics*. San Francisco (CA): Addison Wesley, s. 790, 2002. ISBN 0321052021
- HOWARD, J. Mechanical signaling in network of motor and cytoskeleton proteins. In: *Annual Review of Biophysics*. 38, 2009, 217 – 234.
- CHAMOVITZ, D. *What a Plant Knows: A Field Guide to the Senses*. United Kingdom: Oneworld publications, s. 224, 2012. ISBN 978-1-85168-910-1
- IMS, R. A. 1990. On the adaptive value of reproductive synchrony as a predator-swamping strategy. In: *American Naturalist*. 136, 4, 1990, pp. 485 – 498.
- LASCHIMKE, R.; BURGER, M.; VALLEN, H. Acoustic emission analysis and experiments with physical model systems reveal a peculiar nature of the xylem tension. In: *Journal of Plant Physiology*. 163, 10, 2006, pp. 996 – 1007.
- LOPEZ, F. Profound listening and environmental sound matter. In: Cox C, Warner D, editors. *Audio culture: readings of modern music*. New York (NY): Continuum International Publishing Group. 2004, pp. 82 – 87. ISBN 0-8264-1615-2
- ORCUTT, D. M.; NILSEN, E. T. Herbivory and Plant Stress. In: Orcutt, D. M., Nilsen, E. T., *The Physiology of Plants Under Stress*. New York: John Wiley & Sons. 2000, pp. 264 – 327. ISBN 0-471-17008-9
- SCHUSSLER, E. E.; OLZAK, L. It's not easy being green: student recall of plant and animal images. In: *Journal of Biological Education*. 42, 2008, pp. 112 – 118.
- PARÉ, P.W.; TURLINSON, J. H. Plant volatiles as a defense against insect herbivores. In: *Plant Physiology*. 121, 2, 1999, pp. 325 – 331.
- ROBBINS, C. T.; HANLEY, T. A.; HAGERMAN, A. E.; HELJORD, O.; BAKER, D. L.; SCHWARTZ, C. C.; MAUTZ, W. W. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. In: *Ecology*. 68, 1987, pp. 98 – 107.
- TYREE, M.T.; SPERRY, J.S. Vulnerability of xylem to cavitation and embolism. In: *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 40, 1989, pp. 19 – 38.
- US ARMY. *Military Leadership*. FM 22-100. Washington, DC: US Government Printing Office, 1983.
- WILEY, R.H. *The evolution of communication: information and manipulation*. In: *Animal behaviour*, 2, communication Oxford (UK) Blackwell Scientific publications. 1983, pp. 156 – 189.
- WHITTAKER, R. H. 1975. *Communities and Ecosystems*. New York: Macmillan Publishing Company, s. 158, 1975. ISBN 0-02-427390-2

Jane Marplovú pozná asi každý. Kto ale pozná Jane Marcetovú?

doc. Ing. Ján Reguli, CSc.

Katedra chémie
Pedagogická fakulta
Trnavská univerzita v Trnave

Abstract

Mrs Jane Marcet (1769 – 1858) was the 19th century's foremost communicator in science (chemistry, physics, botanics), but also in economy, history, geography, religion, and even grammar. Mrs Marcet was a prolific author and wrote dozens of books, but remained famous especially for her first book *Conversations on Chemistry* (1806). Inspired by the famous lectures of Humphry Davy, Mrs Marcet decided to explain chemistry in a straightforward and clear way accessible to young ladies. *Conversations on Chemistry* became one of the most important books in chemistry and ran to 16 editions in the UK. It is estimated that 160,000 copies were sold in the USA alone. This paper provides a short biography of Mrs Jane Marcet.

Najprirodzenejšia reakcia by bola protiotázka: Prečo by som ju mal poznať? Odpoveď znie: Možno preto, že jej kniha je asi najvydávanejšou učebnicou chémie v histórii. Iste nevyšla celkovo v najväčšom náklade, ale jej šesťnásť britských a podobný počet amerických vydání asi nebude prekonalých nikdy. Bola mimoriadne plodnou autorkou, popularizátorkou mnohých vedných disciplín, ale najviac ju preslávilo jej prvé dielo *Konverzácie o chémii*. Preto si tu povieme niečo o živote a diele tejto Angličanky.

Narodila sa v roku 1769 ako Jane Haldimandová, najstaršie dieťa bohatého londýnskeho obchodníka, finančníka a realitného makléra švajčiarskeho pôvodu a jeho anglickej manželky. V súlade so švajčiarskou tradíciou otec doprial svojim synom i dcéram rovnaké vzdelanie, poskytované najlepšimi dostupnými súkromnými učiteľmi. Jane sa učila prírodovedné predmety (fyziku, chémiu, biológiu), históriu, latinčinu, ako aj obvyklejšie predmety pre dievčatá ako kreslenie, hudba a tanec. Keď mala 15 rokov, jej 39-ročná matka zomrela pri pôrode. Starostlivosť o rodinu a svojich mladších súrodencov náhle prešla na najstaršiu sestru – Jane. U Haldimandovcov to neznamenal len zabezpečenie domácnosti, ale aj rola hostiteľky na pravidelných (viackrát do týždňa) obedoch a následných večierkoch jej otca, na ktorých sa zúčastňovala intelektuálna špička vtedajšieho Londýna – vedci, spisovatelia, umelci, politici, významné zahraničné návštevy. Počet účastníkov na obedoch bol okolo štyridsať, následne prichádzali ešte ďalší hostia na zákusky, víno a brandy. Jane otca sprevádzala aj na cestách, pobyt v Taliansku prebudil jej záujem o umenie, najmä maliarstvo. Po celý život udržiavali úzke kontakty aj s príbuznými vo Švajčiarsku.

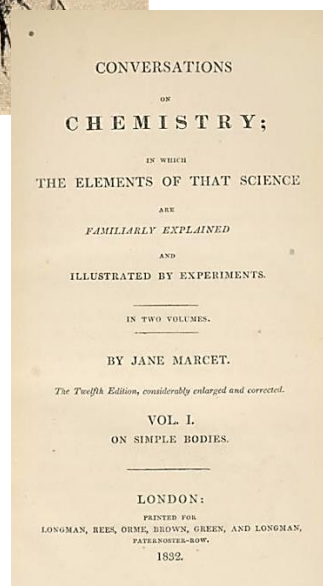
Jedným z návštevníkov Haldimandových obedov koncom deväťdesiatych rokov bol aj mladý lekár Alexander Marcet. Jeho minulosť je tiež zaujímavá. Narodil sa

v roku 1770 v Ženeve v starej rodine potomkov hugenotov (rovnaký pôvod mal aj bankár Haldimand). Na želanie umierajúceho otca Alexander začal študovať obchod, čo ho skoro prestalo baviť a prestúpil na štúdium práva. Ešte pred jeho ukončením však musel v roku 1794 svoju vlasť opustiť, keďže Veľká francúzska revolúcia sa rozšírila aj do Švajčiarska a Marcet bol uväznený a neskôr vypovedaný. Odcestoval do Edinburgu, kde vyštudoval medicínu a v roku 1797 sa stal lekárom (a neskôr aj vysokoškolským učiteľom) v Londýne. Už počas štúdia bola chémia jeho najobľúbenejším predmetom, v diplomovej práci o cukrovke chválil chémiu ako najužitočnejšiu experimentálnu vedu, ktorá oveľa viac prispela k pokroku v medicíne než sterilné filozofické dišputy.

Obr. 1 *Portrét Jane Marcetovej* [8]



Obr. 2 *Titulná strana z vydania Konverzácie o chémii z roku 1832* [8]



Jane Haldimandová sa stala pani Marcetovou v roku 1799, teda ako 30-ročná. Keďže manželia ostali bývať v sídle otca Haldimanda, okruh návštevníkov večierkov sa rozšíril o vedcov z okruhu známych Dr. Marceta. Z chemikov išlo napr. o Jönsa Jacoba Berzelia, Humphry Davyho, z ekonómov T. Malthusa. Alexander Marcet bol lekárom, ktorý si uvedomoval význam chémie v medicíne a chémiu (aj s využitím demonštračných pokusov) budúcim lekárom aj prednášal. (O dôležitosti experimentov na vyučovaní presvedčil aj mladého Berzelia.) Súbor prednášok a experimentov pripravil aj pre členov svojej rodiny.

V roku 1801 sa Jane rozhodla pretransformovať prednášky z chémie, ktoré dostala od svojho manžela napísané na malých kartičkách, do novej formy, prístupnejšej laickému čitateľom a najmä dievčatám. A rozhodla sa ich urobiť vo forme rozhovorov učiteľky s dvoma žiakmi. Nebol to jej prvý pokus – prvý vzdelávací text zo základov fyziky, tiež vo forme dialógov, napísala už skôr pre svoju sestru Sarah.

V priebehu práce na knihe sa v Kráľovskej spoločnosti začali konať Davyho popularizačné prednášky, ktoré Jane zaujali, ale súčasne si uvedomila, že bez hlbších vedomostí sú pre obyčajných divákov skôr máťúce. Boli teda ďalším popudom k tvorbe jej knihy.

Základnou výchovnou funkciou Royal Institution bolo robiť osvetu popularizačnými prednáškami. Veda bola vtedy v móde a chémia najviac. Prednášky síce mali osnovu, ale neboli zamýšľané ako ucelený kurz vedúci k zvýšeniu kvalifikácie alebo systematickým vedomostiam. Tieto demonštračné prírodovedné prednášky boli v tom čase skutočnými divadelnými predstaveniami a prilákali vždy široké publikum. Pod Davyho vedením sa Royal Institution stala jednoducho elegantným a módnym centrom racionálnej zábavy. Humphry Davy bol šoumen, ktorý pritiahol veľa divákov, vrátane šľachty (okolo roku 1810 mal aj 1000 ľudí na jedno predstavenie).

V úvode ku knižke, ktorej celý názov znie **Konverzácie o chémii**, v ktorých sú prvky tejto vedy prístupne vysvetlené a ilustrované experimentmi (*Conversations on chemistry, in which the elements of that science are familiarly explained and illustrated by experiments*) autorka uvádza, že ju píše žena pre návštevníčky populárno-náučných prednášok, ktoré nemajú také šťastie, že majú priateľa, ktorý by im pomohol pochopiť ich podstatu. Text je ilustrovaný drevorytnými vytvorenými podľa kresieb autorky. Pokusy sú podrobne opísané. Ide pokusy malých rozmerov, uskutočniteľné na stole s použitím liehových kahanov.

Kniha bola zadaná do tlače o štyri roky (medzitým stihla Jane porodiť dvoch synov) a vyšla začiatkom roku 1806. Vydavateľstvo Longman súhlasilo s vydaním knihy tak, že riziko preberie na seba a s výnosmi sa podelia s autorkou. Kniha sa však predávala veľmi dobre – tisíc výtlačkov prvého vydania sa do roka vypredalo. Kniha sa teda vydávala stále znovu až do roku 1853,

predalo sa 19 000 výtlačkov so ziskom v hodnote 4 600,30 £. Celkový počet predaných kópií môže byť aj 100 000. Do roku 1850 bolo vytlačených a predaných v USA 35 vydaní, vrátane 12 neautorizovaných vydaní „Nových konverzácií o chémii“ populárneho prednášateľa Thomasa B. Jonesa, ktorý zachoval obsah, čo sa týka prezentovaných údajov, ale z originálu odstránil humor a osobné komentáre, keďže bol presvedčený, že do takéhoto diela nepatria. Jane Marcetová nemala žiaden dosah na americké vydania (a úpravy robené v nich vydavateľmi) a nezískala z nich žiadny príjem. Autorské práva zahraničných autorov boli totiž v USA chránené až od roku 1890. Kniha vyšla aj v Európe – vo Švajčiarsku, Nemecku, Taliansku a po porážke Napoleona aj vo Francúzsku.

Samotný nápad komunikácie vedeckých poznatkov vo forme dialógov nie je nový. Okrem Platóna a iných starovekých Grékov použil dialógy aj Galileo Galilei alebo Robert Boyle. Konverzácie (v ktorých muži vzdelávali mladé ženy), už boli na začiatku 19. storočia uznávanou formou vzdelávania. Popularita kníh Jane Marcetovej spočíva v jej literárnych schopnostiach skombinovaných s dobrou znalosťou prezentovaného obsahu. Postavy jej konverzácií sú živé a presvedčivé, s charakteristickými vlastnosťami. Pani B. je prísnu, ale ľudskou učiteľkou, systematické vyučovanie má pod kontrolou, jej vysvetlenia sú jasné a stručné. Povoľuje mnohé odbočenia, relevantné k chémii, ale niektoré aj podľa záujmu svojich žiakov. Od nevinných Emiliných otázok sa dostáva k neformálnemu vysvetľovaniu zložitejších pojmov z viacerých uhlov pohľadu a s využitím príkladov z každodenného života. Karolína do dialógov vnáša námietky, čím oživuje a nadľahčuje diskusiu. Neakceptuje autoritu a hľadá vlastné vysvetlenia. Pani B. však znáša aj niekedy drzé a výsmešné správanie malej Karolíny.

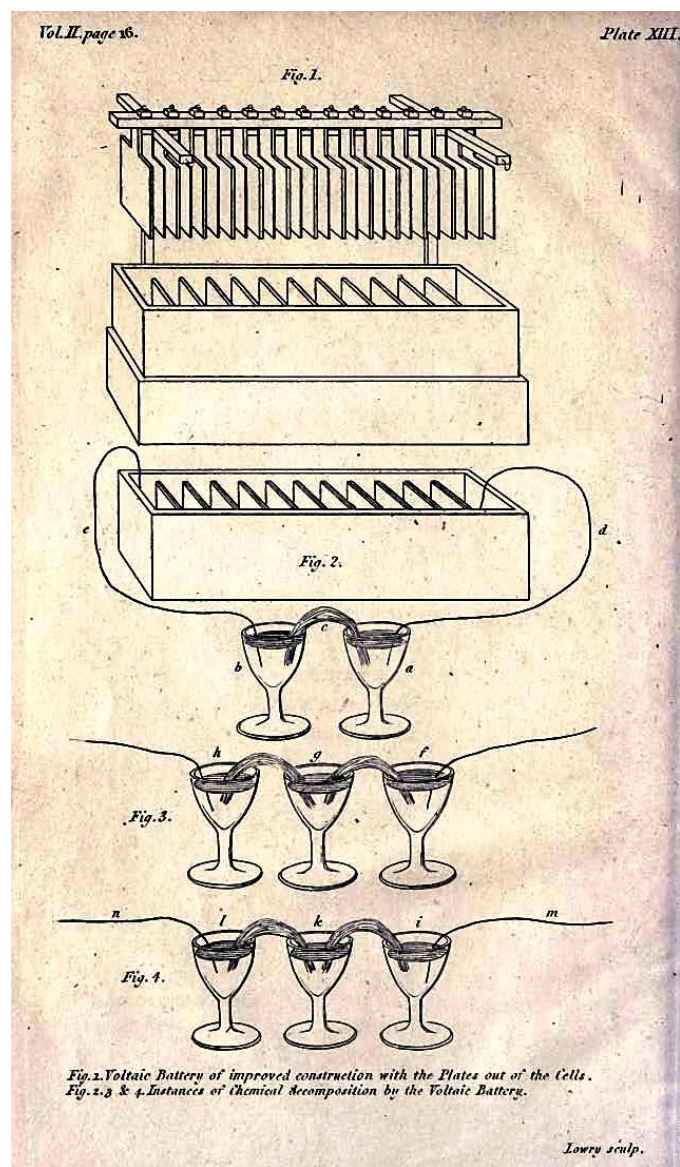
Emily, dobre vychovaná staršia sestra je približne trinásťročná a podľa jej učiteľky je pripravená prijímať vedomosti o zákonoch, ktorými sa riadi príroda. Karolína má asi desať rokov, je odvážnejšia a kladie ťažšie otázky. Podľa slov jej sestry je „zvedavé malá potvorka“ a jej otázky spolu s odpoveďami pani B. alebo Emily často posúvajú prednášku ďalej. Cez rôzne diskusie sa čitateľ zoznamuje aj s problematikou aplikovanej chémie a rýchlymi spoločensko-ekonomickými zmenami súvisiacimi s rozvíjajúcim sa chemickým priemyslom.

Vo Veľkej Británii sa kniha skutočne používala tak ako bola zamýšľaná – ako príručka k populárnym prednáškam z chémie. Naopak, v Amerike sa stala najpoužívanejšou základnou učebnicou chémie prvej polovice 19. storočia (s vyše 160 tisíc predanými kusmi). Kniha bola úvodom do najvýznamnejších chemických teórií a používala sa najmä v nových dievčenských seminároch. Nepredstavovala suchý zoznam chemických faktov alebo predpisov, ale skôr schému, ktorá spájala chemické reakcie s tepelnými a optickými javmi.

Mnoho mladých ľudí (chlapcov i dievčat) zažili svoje prvé stretnutie s chémiou vo forme živých dialógov pl-

ných otázok medzi pani B. a Emily a Karolínou. Asi najvýznamnejším z nich bol kníhviazačský učeň Michael Faraday. Neskôr rozprával, že práve v knihách, ktoré cez deň viazal a po večeroch čítal, našiel začiatky svojej filozofie. Dve z nich mu zvlášť pomohli – z *Encyklopédie Britanica* získal prvé predstavy o elektrine a Marcetovej *Konverzácie o chémii* mu poskytli základy tejto vedy. Michael Faraday po odchode z kníhviazačskej dielne sa stal najprv asistentom H. Davyho a neskôr profesorom chémie, aj keď ho dnes viac ľudí považuje za fyzika. Po smrti Jane Marcetovej Faraday napísal: „Veľmi som sa potešil, keď som mohol spoznať pani Marcetovú osobne. Často, keď som jej s vďakou posielal nejaký článok, myslel som na ňu ako na moju prvú učiteľku.“ Faraday nebol jedinou osobnosťou, ktorá Marcetovú obdivovala. Keď sa jeden americký študent pýtal Thomasa Jeffersona, ako má začať so štúdiom chémie, povedal mu: „Prečítajte si knihu pani Marcetovej“.

Obr. 3 Ilustrácia z publikácie Jane Marcetovej: *Konverzácie o chémii* [8]



Jane Marcetová napísala aj dva ďalšie bestsellery, tiež vo forme konverzácií. Prvým boli *Konverzácie o politickej ekonómii* (1816) venované popularizácii diela najvýznamnejších vtedajších ekonómov ako Thomasa Malthusa, Adama Smitha, Davida Ricarda, Jeana-Baptista Saya a Jeana-Charlesa de Sismondiho. Tu vystupuje len pani B. a Karolína. Emily sa k nim opäť pripojila v *Konverzáciách o prírodnej filozofii* (t. j. o fyzike) (1820), ktoré boli novou verziou pôvodného textu, pripraveného pre mladšiu sestru. Táto kniha zahŕňala mechaniku, astronómiu, hydrostatiku a optiku. Neobsahovala náuku o teple, ktorá podľa autorky patrila do chémie.

V predhovore ku konverzáciám o politickej ekonómii Marcetová vysvetľuje, že formu dialógu zachovala aj v tomto novom diele, pretože otázky poskytujú autorovi príležitosť uvádzať námietky a klásť otázky z rôznych uhlov pohľadu a dávať na ne odpovede, ktoré sa práve objavili v jej mysli.

Konverzácie o chémii vyšli bez uvedenia autora, v predhovore sa však uvádza, že autorkou je žena. Ďalšie konverzácie (o politickej ekonómii a fyzike) boli napísané „autorkou *Konverzácií o chémii*“. Politická ekonómia vyšla v siedmich vydaniach (a prekladoch do flámsktiny, francúzštiny a španielčiny) a fyzika v trinástich vydaniach.

V roku 1817 bankár Haldimand umrel a jeho dcéra Jane zdedila veľký majetok. Jej manžel sa od roku 1819 vzdal lekárskej praxe a venoval sa len vedeckému výskumu, vyučovaniu a poľovačkám. O tri roky však náhle zomrel. Ostali po ňom denníky vo forme zápiskov na kartičkách, z ktorých sa dá určiť podiel oboch manželov na tvorbe konverzácií o chémii.

Obsahovým základom konverzácií boli manželove prednášky (vrátane demonštrácií), forma konverzácií bola vkladom Jane. Tvorba prebiehala formou vzájomných diskusií, mnohokrát i hádok, ale aj čítania iným vedcom, ktorí boli okúzlení formou a autorku povzbudili do ďalšieho písania. Manžel bol aj recenzentom hotového diela, pričom okresal mnoho častí, ktoré považoval za príliš neformálne.

Prvý diel konverzácií sa zaoberá známymi „elementárnymi telesami“, ktoré stále zahŕňajú aj keď váhavo alkálie a alkalické zeminy, spolu s teplom a svetlom. Kyseliny spolu s rastlinnou a živočíšnou fyziológiou sú pod zložitými telesami uvedené v druhom dieli.

Humphry Davy v rokoch 1807 – 1808 pomocou elektrolyzy objavil dva nové chemické prvky – draslík a sodík. Tieto objavy sa hneď v nasledujúcom roku dostali do tretieho vydania *Konverzácií*. V stručnom úvode k tomuto vydaniu Jane Marcetová písala: „Keďže v posledných dvoch rokoch došlo k niekoľkým zásadným zmenám princípov chémie vďaka brilantným objavom v oblasti elektrochémie, bolo potrebné urobiť v práci značné zmeny.“

Meno autorky sa v knihe objavilo až v trinástom vydaní, pätnásť rokov po smrti Dr. Marceta. Manželia sa asi chceli vyhnúť možným pochybnostiam o vzájomnom

podiele na výslednom diele, prípadne aj zaznávaní vedca, píšeceho popularizačnú knihu.

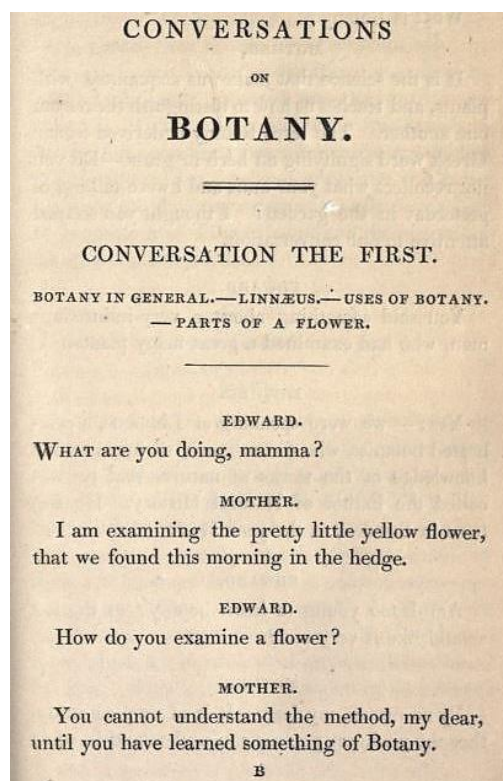
Jane Marcetová bola veľmi plodná autorka, napísala mnoho ďalších kníh (príbehov i konverzácií), napr. *Konverzácie o rastlinnej fyziológii* (1820, dnes by sme ju nazvali botanikou), *Konverzácie o dôkaze kresťanstva* (1826), *Konverzácie o chronológii*, *Bertina návšteva strýka v Anglicku* (1830), *Dejiny Afriky* (1830), *Eseje* (1831), *Názory Johna Hopkinsa na politickú ekonómiu* (1833) pre robotníkov, *Sprievodca dámy kvetinovou záhradou* (1841), *Konverzácie o dejinách Anglicka* (1842), *Konverzácie o jazyku pre deti* (1844), *Konverzácie o krajine a vode*) venovaných najmä deťom rôznych vekových kategórií. Asi pre vnučku napísala aj gramatiku *Mary's Grammar* (1835, naposledy vyšla v roku 2011). Venovala sa aj revidovaniu nových vydání svojich starších diel (a v úvode k chémii napr. odporúčala najprv prečítať si knižku o fyzike). Poslednú knihu *Bohatý a chudobný* napísala ako 82-ročná v roku 1851. Jane Marcetová v *Konverzáciách o chémii* sledovala aktuálny stav poznania a do nových vydání zapracovávala nové poznatky. Od začiatku prijala Lavoisierovu schému klasifikácie elementárnych látok a považovala svetlo, elektrinu a teplo za „nemerateľné činidlá“. Používala Newtonovu časticovú teóriu hmoty a chemické reakcie vysvetľovala prostredníctvom afinity, agregácie a odpudzovania. V neformálnych dialógoch opisovala objavy Galvaniho, Voltu, Franklina, Rumforda, Priestleyho, Cavendisha, Davyho, a ďalších. Až do vydania v roku 1828 však nespomenula Daltonovu atómovú teóriu a aj vtedy vyslovila pochybnosti o jej platnosti (v tom čase ale nebola jediná, nedôveroval jej ani Davy). V roku 1845, ako 76-ročná, písala Faradayovi a pre svoje najbližšie vydanie ho žiadala ho o informáciu o jeho najnovšom objave.

Jane Marcetová do svojich *Konverzácií o chémii* zahrnula aj experimentálne laboratórne cvičenia, čo bolo začiatkom 19. storočia v učebniciach chémie pre začiatčníkov tiež novinkou. Pripomínam, že aj keď knižka nemala takéto určenie, stala sa v USA najpoužívanejšou učebnicou chémie v dievčenských školách. Vybrali si ju, pretože obsahovala prehľad najnovších európskych chemických teórií, ilustrovaných experimentmi, používala novú chemickú terminológiu a zdôrazňovala praktické návody s laboratórnym vybavením a chemikáliami pre začiatčníkov. Popularita tejto knižky počas prvej polovice 19. storočia ukazuje, že Američania akceptovali potrebu zahrnúť základy teoretickej a experimentálnej prírodovedy do vzdelávania mladých žien, čo prispelo neskôr k väčšiemu zastúpeniu žien vo vede a tiež k tomu, že v druhej polovici storočia mnohé dosiahli v prírodných vedách významné postavenie.

Dá sa povedať, že Jane Marcetová bola mimoriadne úspešnou predstaviteľkou komunikácie a popularizácie vedy. Z množstva vedných disciplín, ktorých základy predstavila svojim čitateľom zostáva na prvom mieste (aj zásluhou jej manžela) chémia. *Konverzácie o chémii*

boli jej prvým publikovaným dielom a vďaka svojmu úspechu a stále novým upravovaným vydaniám aj posledným (16. britské vydanie vyšlo v roku 1853, t. j. keď mala 84 rokov a posledných 30 rokov už nové vydania revidovala sama). O kvalite jej prác svedčí aj to, že jej gramatika (*Mary's Grammar*) vyšla naposledy v roku 2011. Pani Marcetová je príkladom, že komunikácia a popularizácia vedy „je tiež veda“ a že treba mať na ňu talent. Alebo aj príkladom nato, nie je pravda, že „kto to umí, ten to robí, kto ne, ten to učí“. Aj dobre učiť treba vedieť. A z celospoločenského hľadiska môže byť dobrý popularizátor a učiteľ užitočnejší, pretože dokáže nadchnúť masu. Pani Marcetovej sa to bezpochyby podarilo.

Obr. 4 Ukážka z diela *Konverzácie o botanike* [9]



Literatúra

1. <http://www.rsc.org/Library/Collections/Historical/Conversations/>
2. DREIFUSS, J. J., TIKHONOV SIGRIST, N. (2012) The Making of a Bestseller: Alexander and Jane Marcet's *Conversations on Chemistry*. In A. Lykknes et al. (eds.) *For Better or For Worse? Collaborative Couples in the Sciences*, (Science Networks. Historical Studies 44), ISBN 978-3-0348-0285-7.
3. ROSENFELD, L. (2001) The Chemical Work of Alexander and Jane Marcet. *Clinical Chemistry* 47 (4), 784 – 792.
4. ROSSOTTI, H. The woman that inspired Faraday. *Chemistry World*, June 2007. www.chemistryworld.org
5. WILKINSON, J. (2010) Jane Haldimand Marcet, 1769 –1858 <http://www.yorkshiregirl.org.uk/janemarcel.html>.
6. FYFE, A. 2004 http://www.nuigalway.ie/history/fyfe/documents/marcet_proofs.pdf.
7. Pôvodná a nová verzia *Konverzácií o chémii*: <http://www.stockton.edu/~rosnerl/marcet.htm>.
8. Wikipedia: Jane Marcet http://en.wikipedia.org/wiki/Jane_Marcet
9. FITTON, E., FITTON, S. M. MARCET, J. H. *Conversations on Botany*. 9th edition. London :Longman, Orme, Brown, Green, and Longmans, 1840. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.24732>

Polyméry naše každodenné

PaedDr. Zita Jenisová, PhD.

Mgr. Jana Braniša, PhD.

Katedra chémie

Fakulta prírodných vied

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

zjenisova@ukf.sk, jbranis@ukf.sk

Mgr. Zuzana Pucherová, PhD.

Katedra ekológie a environmentalistiky

Fakulta prírodných vied

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

zpucherova@ukf.sk

Abstrakt

Polyméry sú moderné materiály budúcnosti, ktoré boli objavené človekom s cieľom nájsť náhradu prírodných zdrojov a materiálov. Príspevok sa zameriava na podporu experimentálnej činnosti žiaka s využitím bežne dostupných syntetických polymérnych látok. Konkrétne predstavujeme motivačné školské pokusy, zamerané na poznanie niektorých charakteristických vlastností vybraných absorpčných a super-absorpčných polymérnych materiálov. Produkty potrebné na realizáciu pokusov sú bežne dostupné na trhu a ich základnou charakteristikou je schopnosť absorbovať a viazať značný objem kvapaliny v porovnaní s ich vlastným objemom.

Úvod

Prírodné vedy vrátane chémie zaznamenali od prelomu 19. a 20. storočia obrovský rozvoj. Neustále sa získavalo množstvo nových chemických vedeckých poznatkov, ktoré sa postupne zaraďovali a zaraďujú do vyučovania. Aj toto je dôvodom, že chémia sa stáva predimenzovanou teoretickými a faktografickými poznatkami, čo znamená často odklon od praxe a každodenného života. S rešpektom na modernizáciu vzdelávacieho procesu a zavádzanie nových inovatívnych vyučovacích metód, ktoré sa využívajú na rozvoj kľúčových kompetencií žiaka, implementáciu digitálnych technológií do vyučovania, experiment zostáva najdôležitejším poznávacím a vyučovacím prostriedkom učiteľa chémie.

Školský chemický pokus je teda neoddeliteľnou súčasťou a súčasne jedným z najvýznamnejších prostriedkov jej vyučovania na základných a stredných školách. Pre žiaka je zdrojom nových poznatkov, rozvíja chemické myslenie a základné laboratórne zručnosti.

V príspevku predstavujeme školské pokusy, zamerané na poznanie niektorých charakteristických vlastností vybraných superabsorpčných, polymérnych materiálov. Pomôcky potrebné na realizáciu pokusov sú bežne dostupné na trhu.

Polyméry naše každodenné...

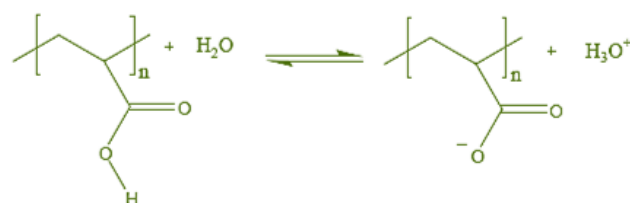
Moderná chémia v priebehu 20. storočia zabezpečila prienik syntetických polymérov do každodenného života väčšiny obyvateľov našej planéty. Sme generáciou, ktorá masívne využíva polymérne materiály a biopoly-

méry v mnohých oblastiach ľudskej činnosti. Polymérne materiály v konkurencii s klasickými materiálmi – predovšetkým kovmi, drevom, bavlnou a kožou sa presadili svojou jednoduchou spracovateľnosťou, nízkou hustotou a výhodným pomerom medzi úžitkovými vlastnosťami a výrobnou cenou (Kicková a Herditzky, 2008).

Zamysleli ste sa niekedy, čo majú spoločné mäkké kontaktné šošovky s jednorazovými plienkami alebo gélom na vlasy? Odpoveď je hydrogél (aquagel).

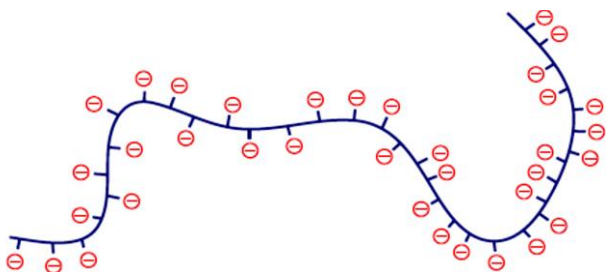
Čo je hydrogél? Presná definícia pojmu hydrogél neexistuje, ale najčastejšie sa hydrogély charakterizujú ako zosieťované polymérne zlúčeniny, ktoré sú vo vode nerozpustné a sú schopné zadržať-dispergovať tekutinu (vodu) vo svojej poréznej štruktúre (Gibas and Janik, 2010). Schopnosť hydrogélů absorbovať vodu je vďaka prítomnosti hydrofilnej funkčnej skupiny (napr. amino, karboxylovej alebo hydroxylovej skupiny) v polymérnom reťazci. Na obrázku 1 je základná polymérna jednotka super-absorpčného polyméru (hydrogélů) tvorená karboxylovou kyselinou (Kabiri *et al.*, 2003).

Obr. 1 Polymérna jednotka hydrogélů (Wong, 2007)

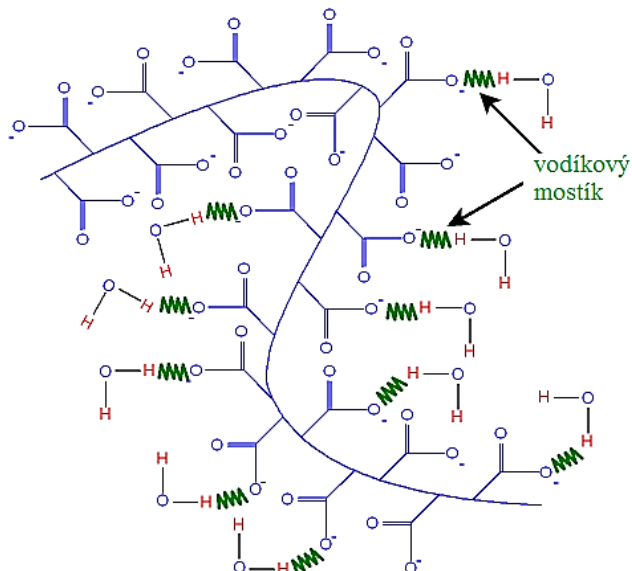


Ak sa voda dostane do kontaktu s polymérom, odštiepi sa z funkčnej skupiny (v tomto prípade karboxylovej skupiny) protón, ktorý reaguje s vodou za vzniku oxóniového kationu (obr. 1). V hydrogéle sa pozdĺž celej dĺžky reťazca vytvoria po reakcii s vodou oblasti so záporným nábojom, ktoré sa navzájom odpudzujú a polymérny reťazec, ktorý bol pôvodne v tvare kľbka, sa rozvinie. (obr. 2). Rozvinutie polyméru ovplyvňuje okrem iných faktorov konformačná entropia procesu. Záporne nabitý zvyšky funkčných skupín polymérneho reťazca priťahujú molekuly vody, čím sa medzi nimi vytvoria väzby typu vodíkového mostíka (obr. 3) (Wong, 2007).

Obr. 2 **Negatívne nabité koncové skupiny v polymérnom reťazci** (Wong, 2007)



Obr. 3 **Molekuly vody naviazané na polymérny reťazec** (Zdroj: <http://www.gcscience.com/o70.htm>) (Pozn. Pre ilustráciu a kvôli jednoduchosti v štruktúre polyméru znázorňujeme výlučne karboxylové funkčné skupiny).



Celková savosť a kapacita napučievania hydrogélu závisí nielen od základnej jednotky tvoriacej polymér, ale i stupňa krížového zosieťovania. Superabsorpčné polyméry s nízkou hustotou zasieťovania majú všeobecne

vyššiu absorpčnú kapacitu a napučievajú vo väčšej miere. Tieto hydrogély sú mäkkšie a lepivé. Polyméry s vysokou hustotou zosieťovania majú nižšiu absorpčnú kapacitu, gél je pevnejší a dokáže udržiavať tvar i pod miernym tlakom, napr. kontaktné šošovky.

Skutočnosť, že výskyt týchto syntetických látok je v našom živote bežný, nás viedla k spracovaniu súboru nenáročných školských chemických pokusov, zameraných na super-absorpčné vlastnosti hydrogélů. Vybrali sme si rôzne produkty (jednorázové plienky, polyakrylátové guľôčky, a iné), pri ktorých sa využíva spomínaná vlastnosť polymérnych hydrogélů (Nenasýtné guľôčky, Krotitelia vody, Môže polymér pozitívne vplývať na životné prostredie?).

Pokus 1: Nenasýtné guľôčky

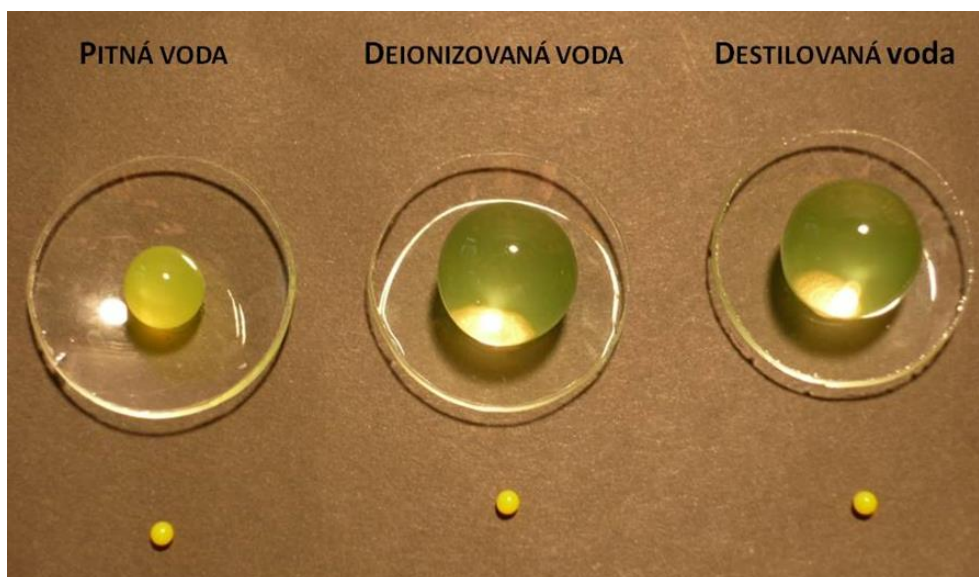
V tomto pokuse sme použili ako polymérnu látku – hydrogél v bežne dostupnej forme ako sú polyakrylátové guľôčky, ktoré sa využívajú do váz a kvetináčov, tak pre ich dekoratívne ako aj úžitkové vlastnosti.

Materiál a pomôcky: kadičky, polyakrylátové guľôčky (označenie majú i gélové guľôčky a bežne ich kúpite v kvetinárstve), destilovaná voda, deionizovaná voda, voda z vodovodu

Ako realizovať pokus:

1. Do každej kadičky vložte po jednej guľôčke.
2. Guľôčku v kadičke zalejte dostatočným množstvom tekutiny a nechajte stáť aspoň jednu hodinu. Pokus zopakujte s rôznymi druhmi vôd – destilovaná, minerálna deionizovaná, a pod. (obr. 4).
3. Urobte si jednoduchú tabuľku a zaznamenajte zmenu veľkosti guľôčok (pred a po pokuse).
4. Na základe výsledkov určte, ktorý druh vody hydrogél najviac absorboval.

Obr. 4 **Zobrazenie výsledkov pred a po pokuse: Nenasýtné guľôčky**



Návrh aktivačných zadaní pre žiaka k realizovanému pokusu:

Na základe pozorovania a porovnávania veľkostí guľôčok zodpovedajte nasledujúce otázky.

1. V ktorej vode /v mäkkej alebo tvrdej/ mal hydrogél najväčšiu absorpčnú schopnosť. V čom je rozdiel? Vedeli by ste to vysvetliť?
2. Čo sa stane s hydrogélom ak ho necháte vyschnúť? Môžete ho znova použiť?
3. Istá talianska spoločnosť testuje hydrogélové tablety na chudnutie. Jedna tableta, ktorá má priemer menší ako 1 cm, napučiava v žalúdku pacienta až na stonásobok pôvodnej veľkosti. To spôsobuje, že pacient nemá pocit hladu a cíti sa nasýtený. Avšak, niektorí lekári varujú, že tableta nie je náhradou pre zníženie príjem kalórií. Vedeli by ste ich tvrdenie zdôvodniť?

Pokus 2: Krotitelia vody

Videli ste už ako sa prebaľujú malé deti a zamýšľali ste sa niekedy nad tým, na akom princípe jednorazové plienky fungujú? Z čoho sú vyrobené? Prečo sú schopné zadržať toľko tekutiny vo svojom vnútri? Pozrite sa dovnútra plienky a preskúmajte túto tajnú prísadu!

Materiál a pomôcky: veľké kadičky (500 ml), lyžička, váhy, trecia miska s tľčíkom, polyakrylát sodný (jednorazová – detská plienka, suchý sneh), potravinárske farbivá, voda

Ako zrealizovať pokus:

1. Odstráňte vonkajší obal plienky, vyberte jej výplň.
2. Výplň vložte do mikroténového vrečka a pretriasajte, aby sa začali uvoľňovať malé
3. čiastočky polyakrylátu (veľkosti morskej soli).
4. Obsah vrečka vsypte do lievika, polyakrylát vypadne do kadičky a tak sa oddelí od celulózy, ktorá je ďalšou zložkou výplne plienok.
5. Odvážte čistú suchú kadičku a zaznamenajte si

jej hmotnosť do vami pripravenej tabuľky.

6. Do kadičky nasypťe zarovnanú čajovú lyžičku získaného polyakrylátu a opäť odvážte a zaznamenajte si údaj do tabuľky.
7. Postupne pridávajte vodu dovtedy, pokiaľ ju bude polyakrylát absorbovať a prebytočnú tekutinu zlejte. Kadičku so saturovaným (nasiaknutým) hydrogélom (polyakrylátom) opäť odvážte a zaznamenajte si experimentálne získaný výsledok (obr. 5).
8. Z vašich meraní vypočítajte, koľko vody absorbuje 1 g získaného polyakrylátu (hydrogél).
9. Postup zopakujte aj s polyakrylátom (hydrogélom), ktorý má mechanicky poškodenú štruktúru – bol rozdrvený v trecej miske.
10. Z urobených meraní vypočítajte, koľko vody absorbuje 1 g polyakrylátu (hydrogél), ktorý má poškodenú štruktúru.

Spracovanie výsledkov a výpočty

1. Vypočítajte absorpčnú schopnosť 1 g nepoškodeného aj poškodeného polyakrylátu (získaného z plienky) na základe zaznamenaných údajov a využitím nasledovného postupu (1ml vody ~1g vody):

Hmotnosť prázdnej kadičky = g (A)

Hmotnosť kadičky s polyakrylátom = g (B)

Hmotnosť suchého polyakrylátu v kadičke = g (B – A)

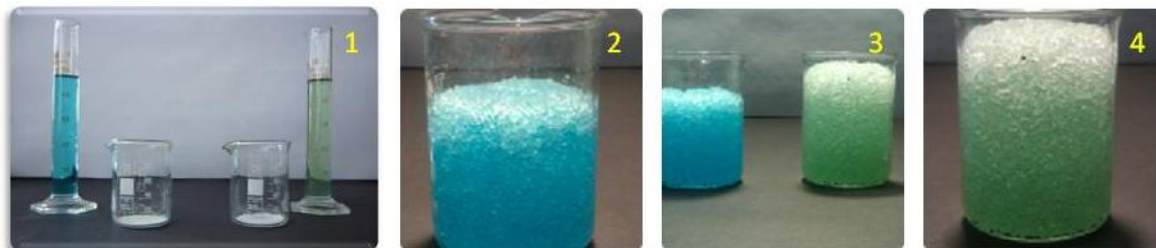
Hmotnosť kadičky so saturovaným polyakrylátom = g (C)

Hmotnosť absorbovanej vody = g (C – B)

Hmotnosť absorbovanej vody na 1 g polyakrylátu = $\frac{(C-B)}{(B-A)}$

2. Ktorý z hydrogélů absorboval väčšie množstvo tekutiny a prečo?
3. Porovnajte absorpciu hydrogélů s inými sajúcimi materiálmi. Napr. bavlnenými plienkami, papierovými utierkami, špongiami. Nezabudnite, že absorpciu materiálu musíte vyjadriť na jednotku hmotnosti.

Obr. 5 1 – Pripravené pomôcky na realizáciu pokusu; 2 – Polyakrylát s poškodenou štruktúrou nasiaknutý vodou; 3 – Porovnanie polyakrylátu s poškodenou a nepoškodenou štruktúrou; 4 – Polyakrylát s nepoškodenou štruktúrou nasiaknutý vodou.



Pokus 3: Môže polymér pozitívne vplývať na životné prostredie?

Vodu absorbujúce polyméry – hydrogély sa používajú dnes v lešnictve i záhradníctve ako prostriedky, ktoré dokážu zadržiavať vodu v pôde počas daždivého poča-

sia a uvoľňujú ju vtedy, keď ju rastliny potrebujú. Táto pozitívna technológia sa využíva hlavne v oblastiach sveta, ktoré sú sužované dlhodobým nedostatkom zrážok.

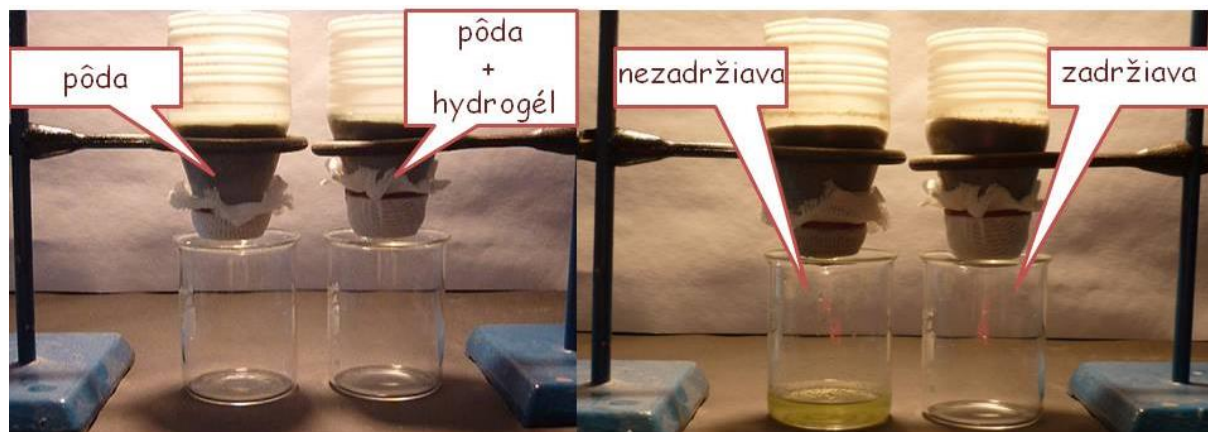
Materiál a pomôcky: 2 priehľadné plastové fľaše, pôda (suchá), gáza, gumičky, odmerný valec, kadička, stojan,

držiaky, svorky, hydrogélový prášok (dostupný v záhradkárstve), potravinárske farbivá, voda

Ako zrealizovať pokus:

1. Plastové fľaše uzatvorte na jednom konci gázou, ktorú upevníte pomocou gumičky.
2. Do jednej vzorky pôdy /experimentálna vzorka/ primiešajte lyžičku hydrogélového prášku.
3. Priehľadné plastové fľaše naplňte pôdami s rovnakým objemom.
4. Do stojanov upevnite fľaše naplnené vzorkami pôd. Pod fľaše umiestnite kadičky, do ktorých budete zachytávať prekvapkanú tekutinu.
5. Každú vzorku rovnomerne polejte 100 ml vody (môžeme ju zafarbiť i potravinárskym farbivom) a nechajte vodu prekvapkať vzorkou pôdy (obr. 6). Zapište do tabuľky objem vody, ktorý zostal v kadičke

Obr. 6 Ukážka z realizovaného pokusu



Návrh aktivačných zadaní pre žiaka k realizovanému pokusu:

Na základe pozorovania a merania objemu pretečenej kvapaliny odpovedajte na nasledujúce otázky:

1. Zmenila sa farba pretečenej kvapaliny pôdnymi vzorkami?
2. Ktorou pôdou pretieklo väčšie množstvo vody?
3. Má pridanie hydrogélového absorpčného polyméru vplyv na priepustnosť vody pôdou? Ak áno, ako?
4. Ak červená farba roztoku predstavuje vo vode rozpustné hnojivo alebo chemický pesticíd, aké závery môžete vyvodiť o kontaminácii podzemných vôd týmito látkami.
5. Ak viac vody zostáva v pôde, aký bude výsledný efekt na rast rastlín?
6. Diskutujte o tom, ako môžu hydrogély v pôde ovplyvniť poľnohospodárstvo v rozvojových krajinách sveta, ktoré sa snažia pestovať plodiny v suchom podnebí?

Záver

V príspevku sme priblížili len malú časť pokusov, ktoré predstavujú svet polymérov, konkrétne – hydrogél. Tento svet je však veľmi bohatý a rozmanitý. Využívaný polymérny materiál, je fascinujúci práve vďaka svojim vlastnostiam, ako je aj spomínané zadržiavanie veľkého množstva tekutiny. Dnes vidíme jeho široké uplatnenie nielen v kozmetike, záhradkárstve, ale najmä v biome-

dicínskych odboroch, kde sa v súčasnosti výskum ubera smerom k vývoju nových perspektívnych aplikácií hydrogél.

Naším zámerom bolo touto formou predstaviť nenáročné pokusy, ktorými by sa dali jednoducho demonštrovať vlastnosti niektorých typov polymérov, konkrétne absorpčné vlastnosti hydrogél. V pripravovanom pokračovaní príspevku predstavíme pokusy zamerané na degradovateľnosť syntetických polymérov a súčasne oboznámime s postupmi prípravy biopolymérov v laboratórnych podmienkach na každom type škôl.

Literatúra

- GIBAS I., JANIK H. Synthetic Polymer Hydrogels for Biomedical Applications. In: *Chemistry and Chemical Technology*. Vol. 4, No. 4, 2010, pp. 551 – 568.
- KABIRI, K.; OMIDIAN H.; HASHEMI S.A.; ZOHURIAAN-MEHR M.J. Synthesis of fast-swelling superabsorbent hydrogels: effect of crosslinker type and concentration on porosity and absorption rate. In: *European Polymer Journal*. Vol. 39, No. 7, 2003, pp. 1341 – 1348.
- KICKOVÁ M.; HERDITZKY, A. História a vývoj výroby plastov. 2008, [Online]. [cit 2013-06-11] Dostupné na internete: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/11-2008/pdf/144-146.pdf>
- WONG V. Hydrogels water-absorbing polymers. 2007, [Online]. [cit 2013-05-31] Dostupné na internete: http://www.nationalstemcentre.org.uk/dl/63afc1f2bb600850efb495b6919a2d4cc3457ba4/8567-catalyst_18_1_335.pdf

Vedecké hračky v príprave učiteľov chémie

doc. Ing. Ján Reguli, CSc.

Katedra chémie,
Pedagogická fakulta
Trnavská univerzita v Trnave
jreguli@truni.sk

Abstract

Interactive exhibits and science toys are the basic means of hands-on science education. They can readily be applied at science lessons at primary and secondary schools and this way they make the lessons attractive and enjoyable for children. Therefore we use science toys in various subjects in chemistry teachers' education. Presented paper shows some of the interactive teaching tools used at lessons of Physics for Chemists, Physical Chemistry and Science Communication. In a playful way the toys introduce properties of liquids (density, viscosity, and surface tension), optical properties (refraction, absorption and polarization of light), and chemical equilibrium.

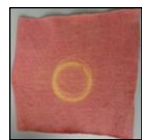
Úvod

Vyučovanie prírodovedných predmetov, najmä fyziky a chémie, bez využívania demonštrácií, školských pokusov a laboratórnych cvičení je pre žiakov nezábavné, nudné a nemotivujúce, čo tiež prispieva k ich slabým výsledkom v týchto predmetoch. Na druhej strane mnoho učiteľov sa vyhýba pokusom a demonštráciám kvôli náročnosti ich prípravy a v chémii aj následnému odpratávaniu odpadu (reakčných produktov).

Jedným z možných riešení je využívanie osvedčeného postupu známeho z centier vedy – učenia sa hrou. K tomu je potrebné pripraviť si jednoduché učebné pomôcky v podobe interaktívnych exponátov, aké poznáme z centier vedy, resp. v podobe vedeckých hračiek. Takéto hračky dokážu výrazne oživiť vyučovaciu hodinu, keďže často predstavujú rôzne fyzikálne paradoxy.

Čo sú to vedecké hračky?

Všeobecne by sme mohli vedecké hračky definovať ako hračky a hry, pri hre s ktorými je treba zapojiť logické uvažovanie. Takýmito hračkami sú rôzne skladačky a hlavolamy. Medzi vedecké hračky spĺňajúce túto všeobecnú definíciu patria aj rôzne hry, nútiace hráčov k premýšľaniu, kombinovaniu a robeniu rozhodnutí vrátane diskusných hier DeMOCs projektu PlayDecide.



V užšom zmysle slova sú vedeckými hračkami predmety (určené na hranie, resp. s ktorými sa dá hrať), pri manipulácii s ktorými sa prejavujú rôzne fyzikálne zákonitosti, resp. ktoré využívajú rôzne fyzikálne alebo chemické vlastnosti materiálov, z ktorých sú vyrobené. Patria sem napr. mechanické hračky využívajúce rovnováhu pri nezvyčajnej polohe ťažiska, hračky využívajúce nemiešateľné kvapaliny, hračky obsahujúce látky nezvyčajných vlastností (napr. viskózne kvapaliny, „magnetické kvapaliny“) alebo aj predmety, meniace farbu so zmenou teploty (ako táto handrička). Typickou vedeckou hračkou je sklenená kačička, zdanlivo donekonečna sa napájajúca z pohára s vodou alebo aj karteziánsky potápačik.

Spoločným znakom vedeckých hračiek je motivácia k poznávaniu – podnecovanie zvedavosti, kladená si otázok a hľadania odpovedí na otázky typu: Prečo to tak funguje? Aké vlastnosti danej hračky určujú jej typické správanie? Pri využití hračky vo vyučovaní sa núkajú otázky: Ktoré fyzikálne zákonitosti sa pri hre uplatňujú? Aké fyzikálne vlastnosti sú pre danú hračku určujúce? Manipulovanie (hranie sa) s hračkou vedie k ďalším otázkam: Správa sa hračka vždy rovnako? Ako ovplyvňujú vonkajšie podmienky toto správanie? Dá sa predvídať, ako sa bude hračka správať inokedy? [1]

Vedecké hračky na fyzike

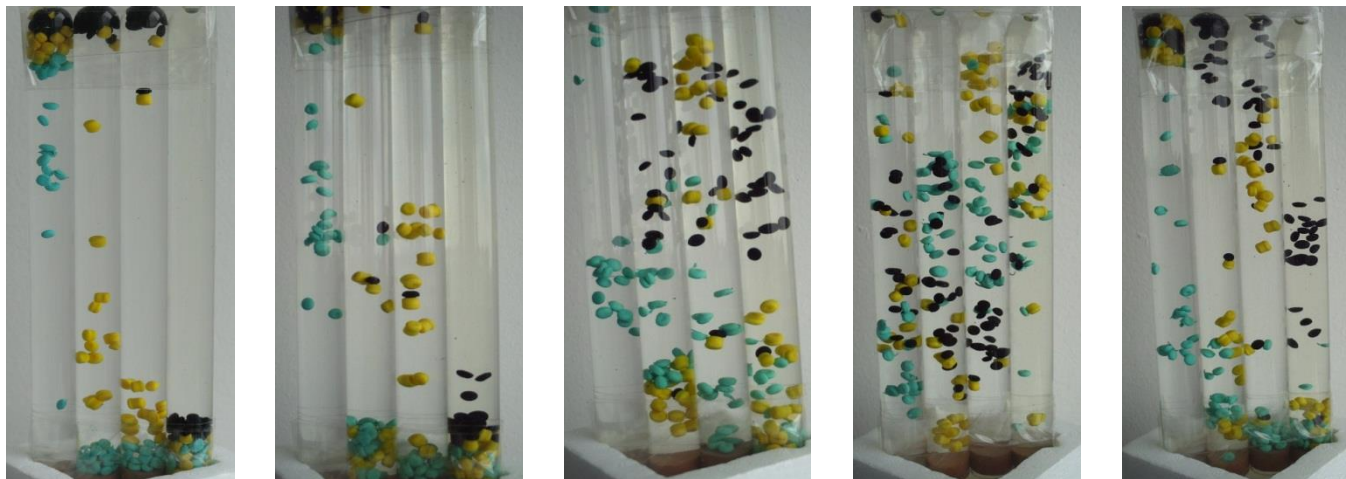
Prvým predmetom v príprave budúcich učiteľov chémie, v rámci ktorého sa dá využiť pomerne veľa vedeckých hračiek, je *Fyzika pre chemikov*. Cieľom tohto predmetu je „poskytnúť študentom prehľad základných fyzikálnych veličín a zákonov, ktoré využijú pri svojom ďalšom štúdiu chemických predmetov a neskôr vo svojej pedagogickej praxi“. Preto (popri stručnom zopakovaní základných pojmov a zákonov z oblasti mechaniky a elektriny) sa sústreďujeme na vybrané oblasti fyziky, týkajúce sa najmä vlastností kvapalín, a optických vlastností látok (a atómové jadro).

Hydrostatika, vztlaková sila

Prvou témou, kde využívame vedecké hračky je vztlaková sila a preto prvou hračkou, ktorú na hodinách fyziky používame je karteziánsky potápač v rôznom „prevedení“ od rôznych predmetov vo veľkých plastových fľašiach po malé kapilárky v skúmavkách (kde sa tlak reguluje tlakom na zátku).

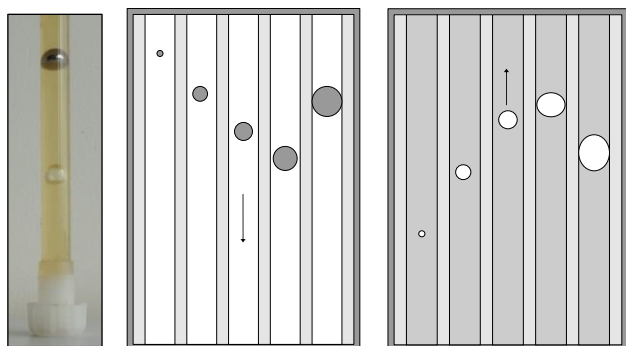
Druhou hračkou sú štyri skúmavky, v ktorých je priehľadná bezfarebná kvapalina a malé granuly polyetylénu troch farieb. Kvapalinou sú roztoky etanolu a vody v pomere približne 2 : 1. PE granuly rôznych farieb sa navzájom líšia v hustote o veľmi malé hodnoty okolo hodnoty asi $0,94 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Jednotlivé kvapaliny majú tiež trochu rozdielnu hustotu (rozdiely sú rádovo v percentách), čo sa dosiahlo malým prídavkom jednej zložky roztoku – vody alebo etylalkoholu. Aj táto hračka predstavuje „súboj“ tiažovej a vztlakovej sily. Ukazuje ako sa dajú deliť látky na základe ich rozdielnej hustoty: PE granuly sa po pretočení rámečka do opačnej zvislej polohy v jednotlivých skúmavkách pohybujú rôznym smerom – v prvej všetky klesajú ku dnu, v druhej stúpajú len granuly jednej farby, v tretej dvoch farieb a v poslednej skúmavke sú už všetky granuly ľahšie ako kvapalina (a preto všetky vystúpia hore).





Keďže dnes sa už s klasickými ponornými hustomeri žiaci takmer nemajú možnosť stretnúť, aj s nimi sa dá na hodine fyziky pohrať. Otázka na úvod „Akým smerom stúpa stupnica na hustomere?“ dokáže dobre preveriť chápanie študentov. Pokiaľ náhodou vlastnime Galileiho teplomer, tiež sa veľmi dobre uplatní v tejto téme. Popri tiažovej a vztlačovej sile sa v ňom prejavuje teplotná objemová rozťažnosť kvapalín.

Povrchové napätie



Povrchové napätie je ďalšou zaujímavou vlastnosťou kvapalín. Vysoké povrchové napätie vody spôsobuje napr. to, že voda sa dá do pohára naliať „kopcom“. Je dobre známe, že voda v sklenenej kapiláre stúpa (kapilárna elevácia), stúpa však aj medzi dvoma sklenenými platničkami dostatočne priblíženými k sebe (a je to dobre viditeľné aj z dialky). Keďže sa pri vysvetľovaní povrchového napätia vždy hovorí, že vzniká v dôsledku nevyváženosti síl v povrchu kvapaliny, študenti väčšinou tvrdia, že povrchové napätie smeruje dovnútra kvapaliny. Povrchové napätie však pô-

sobí v povrchu, ktorý „sťahuje“. Voda má vysoké povrchové napätie, čo sa dá veľmi pekne demonštrovať pomocou tenzidov (napr. do stredu taniera s vodou posypanou škoricou sa kvapne saponát).

Vnútrotné trenie, viskozita

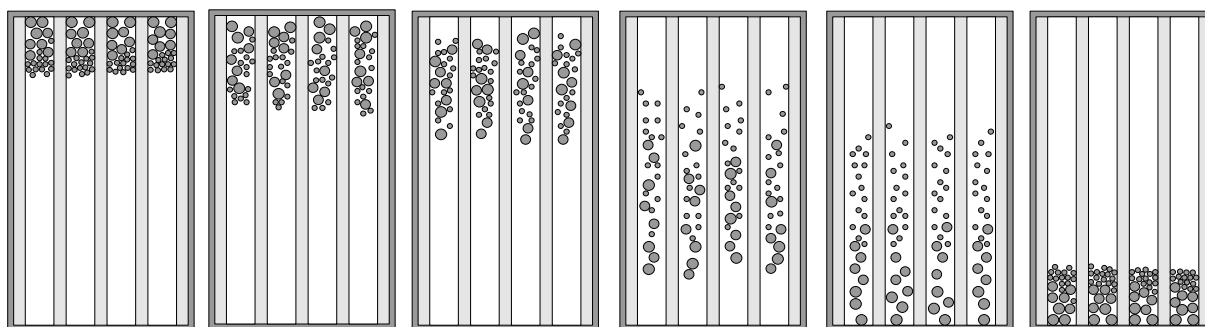
Povrchové napätie tiež spôsobuje, že bublinky v kvapaline sú guľaté. Vo viskóznom oleji sa bublinky pohybujú rovnomerne (s konštantnou rýchlosťou). Takýto „bublinostroj“, ktorého vytvorenie je veľmi jednoduché, je jednou z najkrajších vedeckých hračiek.

Pri pohybe guľôčok i bublínok vo viskóznej kvapaline skoro po štarte súčet tiažovej, vztlačovej a odporovej (Stokesovej) sily dáva nulu. Preto sa pohybujú rovnomerne – s konštantnou rýchlosťou. Z tejto rovnice vychádza, že ich rýchlosť je úmerná ich veľkosti:

$$v = \text{const } r^2$$

Ak si vyrobíme hračky zo štyroch trubíc s viskóznym olejom, do ktorých vložíme štyri rôzne veľké oceľové guľôčky, resp. necháme v nich štyri rôzne veľké bublinky vzduchu, v trubiciach sa nepohybujú najrýchlejšie ani najväčšie guľky, ani najväčšie bublinky. Ich pohyb je brzdený stenami trubice – pohybujú sa cez vrstvy kvapaliny, ktoré sa už takmer nehýbu.

Štyri trubice s guľôčkami (oceľovými alebo sklenenými) rôznych veľkostí veľmi názorne ukazujú, že v kvapaline rýchlejšie padajú väčšie guľôčky.



Usadzovanie sa rôzne veľkých oceľových guľôčok v oleji

S uvedenými závermi súhlasí aj priebeh sedimentácie – usadzovania sa rozličných materiálov v kvapalinách – aj keď pohyb veľkého množstva malých teliesok v kvapaline je zdanlivo chaotický a nie je možné ho presne opísať. Pri usadzovaní sa zrníček piesku a štrku (aj keď nejde o laminárne, ale o turbulentné prúdenie) sa najrýchlejšie usadzujú najväčšie zrnká a rýchlosť usadzovania závisí od viskozity kvapaliny.

Hydrodynamika

Po hydrostatike je nasledujúcou kapitolou hydrodynamika, ktorá končí Bernoulliho rovnicou – zákonom zachovania energie pre ustálené prúdenie ideálnej kvapaliny. Jej aplikáciou je bežné zariadenie chemického laboratória – vodná výveva. Inú predstavuje rozprašovač. V centrách vedy sú jedným z najčastejších exponátov je kompresor vyfukujúci prúd vzduchu, ktorý vďaka nižšiemu tlaku v miestach kde vzduch prúdi najrýchlejšie udrží vo vzduchu ľahké predmety (nafukovacie lopty alebo polystyrénové guľky).

Tepelná kapacita, tepelná vodivosť

Tepelná kapacita látky závisí od veľkosti jej molekuly. Kovy majú nízku tepelnú kapacitu, lebo ide väčšinou o čisté prvky. Veľká tepelná kapacita dreva alebo plastov vyplýva z toho, že ich tvoria veľké molekuly. Súčasne majú kovy veľmi dobrý prechod svetla. Preto, keď sa naraz rukami chytíme dreveného a kovového valca, kovový sa nám zdá chladnejší.

Fázové rovnováhy, var kvapaliny

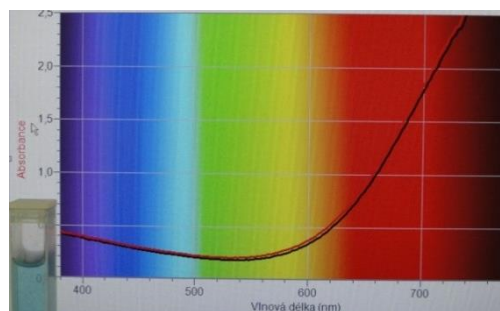
Po vlastnostiach kvapalín sú nasledujúcou témou fázové rovnováhy. Študentom často robí ťažkosť pojem nasýtenej pary (t. j. pary, ktorá je v rovnováhe s kvapalinou) a najmä to, že jej tlak pre danú látku závisí len od teploty. Užitočnou pomôckou tu môže byť, ak si pripravíme varnú banku s vriacou vodou. Banku odstavíme z ohrevu, uzavrieme a vložíme pod tečúcu studenú vodu v umývadle. Voda v banke pritom znovu zovrie (keďže ochladením pary klesne jej tlak pod rovnovážnu hodnotu tlaku nasýtenej pary).

Optika

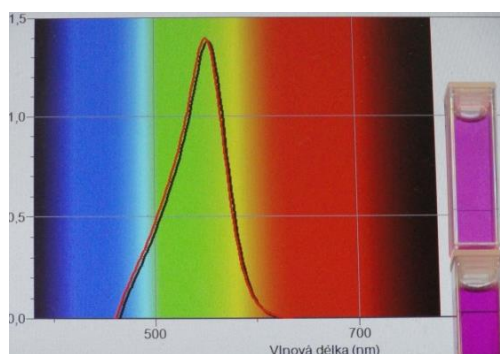
Druhou dôležitou oblasťou preberanou vo fyzike je elektromagnetické vlnenie a najmä jeho viditeľná oblasť. Prvá dôležitá vlastnosť elektromagnetického vlnenia sa preberá už skôr a to, že elektromagnetické vlnenie sa nemôže dostať do elektrického vodiča a len sa od neho odráža. Pre viditeľné svetlo z toho vyplýva, že vodiče nemôžu byť priehľadné.

Viditeľné svetlo je malým „výrezom“ (približne od 400 do 700 nm) celého spektra elektromagnetického vlnenia, ktoré siaha od nebezpečného vysokoenergetického kozmického žiarenia (ktoré sa k nám našťastie nedostane) až po kilometrové vlny, s ktorými sme sa mohli stretnúť v starých rádioprijímačoch (na rozsahu „dlhé vlny“) a ďalej až donekonečna. Na všetkých úrovniach od základnej školy až po vysokoškolské prednášky a semináre z fyziky svetla a farieb odporúčam využívať výborne spracované animácie výrobcu mikroskopov (a fotoaparátov) Olympus <http://www.olympusmicro.com/primer/java/>.

Predmety vidíme preto, že sa svetlo od nich odráža alebo že svetlo prepúšťajú. Ak neabsorbujú svetlo vo viditeľnej oblasti, aby sme ich videli, musí sa na nich svetlo aspoň lámať. Ak je predmet farebný, vidíme farbu, ktorá sa od neho odráža alebo cez neho prešla. Táto farba je „doplnkovou“ k farbe žiarenia, ktoré daná látka pohltí. Toto vysvetlenie je pre žiakov veľmi abstraktné. Veľkým prínosom pre nás je preto malý prenosný počítačom ovládaný spektrometer, ktorý hneď po vložení vzorky zobrazí jej spektrum. Ak študentividia, že roztok modrej skalice silne absorbuje len v oblasti väčších vlnových dĺžok (široký pás s maximom až v infračervenej oblasti), pochopia, prečo ho vidíme modrý. Podobne názorné je spektrum fenolftaleínu s úzkym intenzívnym pásom v oblasti zeleného svetla. Prechádzajúce svetlo menších i väčších vlnových dĺžok vytvorí výslednú ružovú farbu fenolftaleínu v zásaditom roztoku. Rastliny sú zelené, lebo absorbujú v červenej oblasti svetla. V červenom skleníku by sa im teda dalo určite lepšie ako v zelenom, len by sme ich v ňom videli skoro čierne.

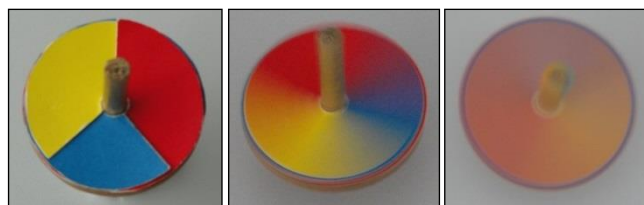


Vzorka a spektrum modrej skalice



Vzorka a spektrum fenolftaleínu.

Skladanie farieb



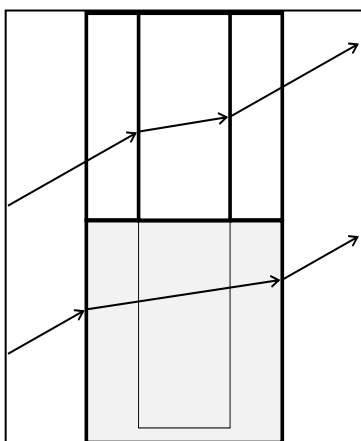
Biele svetlo sa vytvorí nielen „súčtom“ všetkých farieb viditeľnej oblasti, ale aj troch základných farieb – červenej, žltej a modrej. Toto sa využíva vo všetkých farebných obrazovkách (displejoch) a v škole sa dá ľahko demonštrovať troma baterkami s farebnými filtermi. Žiakom je bližšie tzv. odčítavacie skladanie farieb, lebo si od malička pamätajú, že keď modrú farbičku prekreslia žltou, výsledok je zelený. Ako odčítavacie (subtraktívne) skladanie sa nazýva asi

preto, že pri natretí danej farby na biely podklad vidíme farbu, ktorá vznikla odčítaním svetla, čo sa pohltilo, od bielej farby. Jednoduchou vedeckou hračkou pre skladanie farieb je malý zotrvačník, na ktorý sa priložia tri farebné papieriky v rôznom pomere farebných plôch.

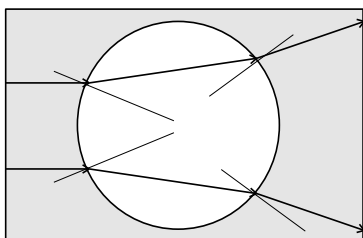
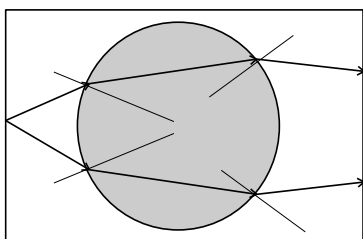
Prekvapenia v optike

Na fyzike pre chemikov sa nezaobráme geometrickou optikou, napriek tomu ale nevynechávame možnosť poukázať na niektoré nezvyklé javy alebo paradoxy.

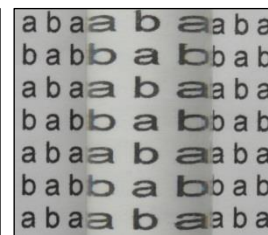
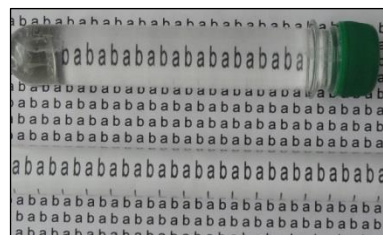
V prvom rade si ukazujeme, že ak sa na bezfarebnom predmete neláme svetlo, nemôžeme ho vidieť. Takéto pokusy sú dostupné aj na internete, najčastejšie tak, že sa do banky vloží menšia sklenená fľaštička a zalieva sa glycerínom. Kvapalina, ktorá má rovnaký index lomu ako sklo (a nie je taká viskózna ako glycerín) sa dá vytvoriť zo zmesi toluénu a etanolu.



Žiakom sú z optiky v základnej škole zrejme pojmy spojka a rozptylka. Preto je zaujímavé ukázať im, že jedna šošovka sa môže správať oboma spôsobmi. Ak do malej destilačnej banky nalejeme vodu, funguje ako sme zvyknutí – ako zväčšujúca spojka. Ak však prázdnu banku vložíme do akvária s vodou, stane sa z nej rozptylka.



Bežne používané lupy sú okrúhle a preto zväčšujú predmety vo všetkých smeroch. Ak však naplníme vodou sklenenú skúmavku, dostaneme „jednorozmernú“ lupu – zväčšujúcu iba v jednom smere (ak ju položíme na papier s vytlačeným textom vodorovne, vidíme vysoké písmenká, ak kolmo, písmenká zostanú rovnako vysoké ako na papieri, len budú širšie (tlstšie)).



Ešte zaujímavejšie je takúto skúmavku pohybovať vo väčšej vzdialenosti pred obrazom. Ak otáčame skúmavku doprava, obraz v nej sa točí doprava dvojnásobnou rýchlosťou. Ak by sme mali upevnenú skúmavku a otáčali by sme papier, obraz v skúmavke by sa točil opačným smerom.



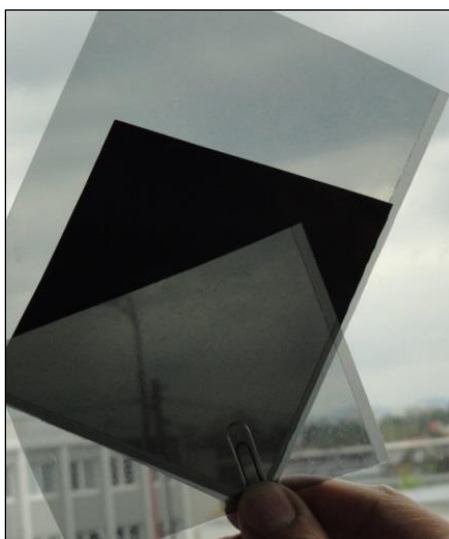
Polarizácia svetla

Elektromagnetické vlnenie (a teda aj svetlo) je priečne vlnenie, šíriace sa od zdroja všetkými smermi. Svetelný lúč kmitá vo všetkých rovinách, kolmých na smer jeho šírenia. Ak z neho odfiltrujeme svetlo kmitajúce vo všetkých rovinách okrem jednej, dostávame polarizované svetlo. Polarizované svetlo je teda svetlo, ktorého lúč už kmitá len v jednej rovine. Polarizovať svetlo sa kedysi dalo len pomocou polarizačných hranolov – „nikolov“, vytvorených z islandského vápenca. Dnes sa polarizované svetlo vytvára aj pomocou plastových fólií. To umožnilo vyrábať aj okuliare s polarizačným filtrom. Užitočnosť takýchto okuliarov vyplýva z toho, že svetlo sa polarizuje aj odrazom (do-

konca pod špeciálnym „Brewsterovým uhlom“ je odrazené svetlo polarizované úplne).

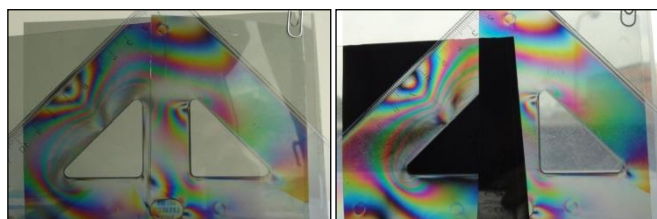
Ak za polarizované svetlo položíme ďalšiu polarizačnú fóliu, svetlo cez ňu prechádza len ak je rovnako orientovaná. Ak ju otáčame, svetlo postupne slabne a pri kolmej orientácii dvoch fólií neprechádza vôbec. Okuliare s polarizačným filtrom ho majú orientovaný tak, aby neprepúšťal svetlo odrazené od vodorovných plôch. Najužitočnejšie teda sú na zasnežených svahoch alebo pri mori. Keď idete cez deň v meste po ulici, svetlo sa odráža od skiel z výkladov a často nevidíte dovnútra. Ak máte nasadené okuliare s polarizačným filtrom, tu vám pomôže nakloniť hlavu o 90°.

K zaujímavému (a v rámci klasickej fyziky ťažko vysvetliteľnému) javu dochádza, ak máte až tri polarizačné fólie. Cez dve fólie, orientované kolmo navzájom neprechádza žiadne svetlo. Ak však medzi ne vložíme tretiu fóliu orientovanú pod uhlom 45° voči prvým dvom, časť svetla opäť vidíme.



Polarizované svetlo sa využíva v polarimetrii, v ktorej sa stanovuje uhol otočenia roviny polarizovaného svetla po prechode „opticky aktívnou látkou“, t. j. látkou, ktorá dokáže túto rovinu otáčať. Takýmito látkami sú napríklad roztoky organických látok, obsahujúcich uhlík, na ktorom sú naviazané štyri rôzne funkčné skupiny (poznáme ho pod označením chirálny alebo asymetrický).

Keďže veľkosť uhla otočenia roviny polarizovaného svetla závisí aj od jeho vlnovej dĺžky, polarizované svetlo sa po prechode opticky aktívnou látkou rozkladá na jeho zložky. Toto umožňuje sledovať vnútornú štruktúru priehľadných materiálov a nachádzať v nich poruchy (metóda sa volá fotoelasticimetria). Ak v škole vložíme medzi dve polarizačné fólie nezaujímavý plastový trojuholník, prekvapí nás farbami dúhy.



Rozptyl svetla

Svetlo sa na rozhraní látok odráža, láme sa alebo sa ohýba na prekážkach, ktorých veľkosť je porovnateľná s jeho vlnovou dĺžkou.

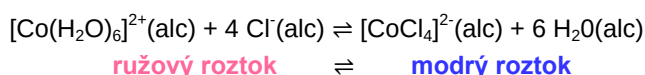
Ohybom sa svetlo rozptyľuje. Podobne ako lom, aj rozptyl svetla závisí od jeho vlnovej dĺžky. Aj tu platí, že svetlo s kratšou vlnovou dĺžkou sa ohýba a teda rozptyľuje viac. Svetlo sa rozptyľuje napr. v koloidných roztokoch, kde je veľkosť rozptýlených častíc rádovo v stovkách nanometrov. Svetlo sa rozptyľuje aj na časticách zemskej atmosféry. Rozptyl svetla vysvetľuje, prečo je obloha belasá a vychádzajúce a zapadajúce slnko červené.

Chemická rovnováha

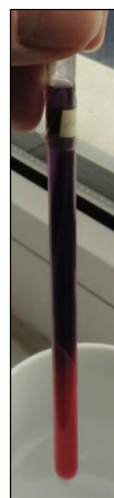
V chémii je použitie vedeckých hračiek obmedzené na reakcie, v ktorých sa ušľachťuje rovnováha (v zmysle, že v rovnovážnom stave nie sú v sústave už prítomné len produkty). Teda kde rovnovážna sústava nám predstavuje dynamickú rovnováhu, v ktorej prebiehajú reakcie oboma smermi. S takýmito sústavami sa môžeme stretnúť aj v hračkách, ktoré menia farbu v závislosti od teploty (alebo aj v okuliaroch tmavnúcich na slnku).

Názornú sústavu na prezentáciu chemickej rovnováhy a vplyvu zmeny teploty na posun zloženia rovnovážnej sústavy predstavujú roztoky chloridu kobaltnatého v zmesi etanolu a vody.

Chlorid kobaltnatý v tuhom stave tvorí kryštalický hexahydrát $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Po rozpustení vo vode vytvára ružový roztok. Po rozpustení v etanole je však roztok chloridu kobaltnatého modrý. Po pridaní druhého rozpúšťadla sa farba roztoku zmení z ružovej na modrú a naopak. Túto zmenu môžeme opísať rovnicou:



$$\Delta H = +50 \text{ kJ/mol}$$



Reakcia v smere zľava doprava je endotermická, teda zohriatím sa ružový roztok zmení na modrý.

Táto sústava sa často používa na demonštráciu LeChatelierovho princípu pohyblivej rovnováhy. Dá sa však realizovať aj takým spôsobom, aby nebolo potrebné vždy zarábať novú reakčnú zmes. Do tenkých skúmaviek si pripravíme roztoky CoCl_2 s rôznym obsahom vody a etanolu. Dosta-

neme tak sústavy, v ktorých dochádza k zmene farby pri rôznych teplotách. Ak takúto skúmavku s ružovým roztokom vložíme do kúpeľa s teplou vodou, roztok bude v teplej časti skúmavky modrý a vo vrchnej studenej časti červený. Opačnú verziu dostaneme, ak roztok, ktorý mení farbu pri 20 °C (a preto je pri izbovej teplote modrý) ponoríme do ľadovej vody (tento farebný prechod je výraznejší, lebo pri prvej verzii teplý modrý roztok stúpa nahor).

Komunikácia vedy

Osobitným predmetom prípravy budúcich učiteľov chémie na PdF TU je Komunikácia vedy. Venujeme sa v ňom predstaveniu vedy, vzťahu vedy a spoločnosti, významu vedecko-technickej gramotnosti obyvateľstva a dôležitosti vzájomnej komunikácie vedcov s verejnosťou. Miestom, kde sa verejnosť môže aktívne zoznamovať s prácou vedcov, ale aj spoznať krásu prírodných a technických vied (a prírodovedných predmetov), sú centrá vedy. Preto sú centrá vedy a interaktívne predstavovanie zákonitostí, ktoré opisujú fungovanie prírody a sveta okolo nás aj náplňou tohto predmetu. Zoznamujeme sa tiež so zásadami tvorby

interaktívnych prírodovedných a technických exponátov a vedeckých hračiek. Záverečnou úlohou študentov je pripraviť a predviesť svoju vedeckú hračku. V posledných rokoch študenti v rámci tohto predmetu i v rámci riešenia diplomových prác pripravili viacero zaujímavých hračiek, vrátane kaleidoskopu, periskopu, spektroskopu, elektromotoru na ručný pohon (kľukou), alebo naklonenej roviny, na ktorej pretekajú telesá šmykajúce sa na rôzne drsných povrchoch.

PodĎakovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia projektu KEGA 004TTU-4/2013 Tvorba vzdelávacích materiálov pre pregraduálne a celoživotné vzdelávanie učiteľov chémie a pre riešiteľov úloh chemickej olympiády.

Literatúra

REGULI, J. *Neformálne vzdelávanie v oblasti chémie*. Bratislava : Vydavateľstvo STU, 2001, 109 str. ISBN 80-227-1553-0.

NÁPADY A POSTREHY

BIOLÓGIA

Didaktické hry na hodine biológie s konkrétnou aplikáciou

Monika Holodňáková¹
Vladimír Fandel²
doc. PaedDr. Zuzana Haláková, PhD.¹

¹Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského v Bratislave

²Základná škola s materskou školou Višňuk č. 44, Pezinok

Abstract

Game is a natural part of child life. With pedagogical aspect it is an interesting teaching method which takes an important place in teaching process. Pupils do not think that it is an instrument of purposeful learning and that is why it is not necessary to get them especially to do it. In this contribution we focus on several games in teaching biology and we present some experience with implementation one of them (domino) into teaching process.

Úvod

Problematika aktívneho učenia žiakov momentálne rezonuje v prostredí pedagogickej a didaktickej verejnosti celkom opodstatnene. Hľadajú sa spôsoby, postupy a návody, prostredníctvom ktorých by si žiaci dlhodobo osvojili nové poznatky, obohatili sa o nové skúsenosti, boli pri získavaní informácií aktívni, zapojili sa do vyučovacieho procesu.

Jednou z takých vyučovacích metód je aj didaktická hra, ktorá patrila k obľúbeným už v antickom Grécku, za čias Platóna a Aristotela (Medynskij, 1953, Zormanová, 2012). V stredoveku sa vďaka dogmatizmu a scholastickému prístupu do popredia dostali celkom iné metódy, podporujúce predovšetkým pamäťové učenie. Tie boli v období renesancie značne kritizované. V 16. sto-

ročí J. A. Komenský navrhoval využitie takých postupov vo vyučovaní, ktoré by robili z učenia zábavu, hru a odmietal drinu. Táto myšlienka tiež niesla v sebe odkaz pre budúce generácie. Americký predstaviteľ pragmatizmu J. Dewey bol zástancom učenia sa žiakov cez skúsenosti (Hanuš, Chytilová, 2009, Zormanová, 2012), v 40-tych rokoch minulého storočia predstavil model učenia prostredníctvom zážitku v USA. V Jenskom pláne Petra Petersena má didaktická hra svoje nezastupiteľné miesto (Zormanová, 2012). Ďalšie známe modely učenia, v ktorých má didaktická hra dôležité zastúpenie sú: Lewinov, Kolbov a Priestov model skúsenostného učenia, Piagetov model učenia a kognitívneho rozvoja, Bannonov model problem-solvingu (Hanuš, Chytilová, 2009).

Vymedzenie pojmu didaktická hra

Didaktická hra predstavuje seberealizačnú aktivitu jedincov alebo skupín s pedagogickým cieľom (Jankovcová a kol., 1988, Maňák, 2003). Je analógiou spontánnej činnosti detí (Průcha, Walterová a Mareš, 1998), ktorá má svoje pravidlá, vyžaduje priebežné riadenie a záverečné vyhodnotenie. Jej prednosťou je stimulačný ná-

boj, lebo prebúdza záujem, zvyšuje angažovanosť žiakov na vykonávaných činnostiach, podnecuje ich tvorivosť, spontánnosť, spoluprácu aj súťaživosť, núti ich využívať rôzne poznatky a schopnosti, zapájať životné skúsenosti. Niektoré didaktické hry sa približujú modelovým situáciám z reálneho života. V podstate každé riešenie problémov je možné pri dodržaní určitých podmienok (pravidiel) usporiadať ako súťaž či hru, pričom sa učiteľ môže spoľahnúť na mimoriadne vysokú motiváciu žiakov (Jankovcová a kol., 1988), ktorí v jej priebehu prežívajú neopakovateľné chvíle zábavy, učenia, spolupráce. Didaktické hry rozvíjajú tvorivosť žiakov a intenzívne ich zapájajú do vyučovacieho procesu. Ich pedagogické možnosti spočívajú v spojení hry a učenia, plnia úlohu vzdelávacie i výchovnú (Petlák, 1997), sú informatívne účinné, pomáhajú rozvíjať vedomosti, schopnosti a poznávacie procesy (Mojžíšek, 1988). Sú chápané aj ako prostriedok zážitkovej pedagogiky (Hanuš, Chytilová, 2009). Patria medzi skupinové metódy, dobrovoľne volené aktivity, ktorých produktom je osvojenie, či upevnenie t.j. fixácia učiva (Zormanová, 2012). Z interaktívneho aspektu Maňák (2001) zaraďuje didaktickú hru medzi aktivizujúce metódy. Pecina a Zormanová (2009) do metód aktívnej práce žiakov (aktivizujúcich, problémových). Mojžíšek (1988) ju zaraďoval medzi expozičné metódy.

Didaktickou hrou navodzujeme situácie, príbehy, deje, roly, v ktorých jednotlivci a skupina rastú vedomostne, skúsenostne i zručnosťami. Je to prostriedok, ktorým overujeme svoje teoretické poznatky, úroveň schopností, životnú skúsenosť. Preverujeme v nej svoje názory, postoje, hodnoty, získavame poznatky o sebe, druhých o okolitom svete (Hanuš, Chytilová, 2009), ovplyvňujeme oblasť záujmov, postojov a potrieb. Dôležitá je aj kvalita zážitku, ktorý žiak pri hre nadobúda, pretože ovplyvňuje jeho bezprostrednosť, hĺbku jeho prežitia a neskoršie skúsenosti (Hanuš, Chytilová, 2009). Žiadny zážitok neexistuje samostatne – rozvíja a obohacuje osobné skúsenosti jedinca.

Pri didaktickej hre sa mení aj postavenie učiteľa. Skôr dohliada na dodržiavanie pravidiel, usmerňuje poznávaciu činnosť žiakov, manažuje priebeh hry. Stanovuje pravidlá hry a dohliada na ich dodržanie. Zároveň vytvára priateľskú a pokojnú atmosféru.

Podľa Maňáka (2003), Hanuša, Chytilovej (2009) a Vankúša (2010) je pred samotným zavedením didaktickej hry do vyučovacieho procesu potrebné zvážiť niekoľko aspektov: prostredie hry, výchovno-vzdelávacie ciele, pripravenosť žiakov, pravidlá hry, vymedzenie roly učiteľa v hre, príprava pomôcok, časovú náročnosť, možné modifikácie, spôsob hodnotenia, činnosť pri hre, vyhodnotenie priebehu hry. Kalhous a kol. (2002) upozorňujú na náročnosť prípravy vyučovania, počas ktorého sa má didaktická hra ako vyučovacia metóda využívať. Súčasťou prípravy by malo byť funkčné premyslenie obsahovej i organizačnej náplne hry, materiálneho zabezpečenia, výber a rozdelenie skupín i postupná príprava žiakov. Didaktické hry je možné klasifikovať podľa rôznych kritérií (Tab. 1).

Tab. 1 **Druhy didaktických hier**

(Jankovcová a kol., 1988, Petty, 2002, Hricová a kol., 2003)

kritérium	druh didaktickej hry	
doba trvania	krátkodobé dlhodobé	
miesto realizácie	trieda mimo triedy	interiérové (verbálne, písomné) exteriérové
prevládajúca činnosť	osvojovanie vedomostí rozvoj intelektuálnych schopností rozvoj pohybových zručností	
správnosť odpovedí	kvalita kvantita čas	
hodnotiteľ	učiteľ žiaci	
pripravovateľ	učiteľ žiaci	
univerzálna použiteľnosť	rozhodovacie hry kvíz súťaž problémové úlohy	
sociálne zručnosti	zoznamovacie hry hranie rolí a simulačné hry príprava a uplatňovanie scenárov divadlo	

Príklady didaktických hier z biológie

Uvedené didaktické hry môže učiteľ použiť v rôznych častiach vyučovacej hodiny. Niektoré slúžia na motivovanie žiakov pred sprístupňovaním nového učiva, ako rozcvička na začiatku hodiny, pomocou iných je možné vyučovanie nových pojmov, opakovanie či upevnenie učiva.

Živé pexeso

Tematické zaradenie hry: Huby (5. roč. ZŠ, oblasť Život v lese)

Časový odhad hry: 35 – 40 minút

Edukačný cieľ hry: upevnenie učiva

Materiál potrebný ku hre: súprava kartičiek pexesa

Pravidlá hry: Žiakov triedy je potrebné rozdeliť do štyroch družstiev. Členovia prvého a druhého družstva sa postaví do pozície pripomínajúcej pexeso. Učiteľ rozdá každému žiakovi prvého a druhého družstva kartičku, ktorá obsahuje rodový alebo druhový názov huby. Zostávajúce dva tímy si vyberú zástupcu, ktorý bude za nich hrať, resp. „otáčať pexeso“ (pričom celá skupina spoločne naviguje svojho zástupcu). Priebeh hry je totožný s priebehom klasického pexesa. Žiak, ktorého sa zástupca dotkne, povie pojem napísaný na svojej kartičke. K nemu je potrebné nájsť žiaka s pojmom, ktorý celý názov huby skompletizuje. Ak mal prvý rodový názov huby, tak sa hľadá žiak s druhovým názvom huby a naopak. Po každom nájdenom páre kladie učiteľ doplňujúce otázky o nájdenej hube, resp. otázku súvisiacu s touto témou. Ak družstvo odpovie správne, môže si za nájdený pár pripísať dva body. Ak nie, hodnota nájdeného páru je jeden bod. Otázku môže zodpovedať druhé družstvo, ktoré si tak môže pripočítat jeden bod. Vyhráva družstvo, ktoré získa počas hry viac bodov.

Návrh súpravy pexesa: Huby: kuriatko jedlé, plávka zelená, hrib dubový, kozák brezový, bedľa vysoká, masliak obyčajný, rýdzik pravý, suchohrib hnedý, kozák osikový, muchotrávka červená, rýdzik kravský, hodvábnica veľká, hrib satanský.

Čo je na obrázku?

Tematické zaradenie hry: Život v lese (Lesné dreviny, Lesné mikroorganizmy a nekvitnúce byliny, Lesné kvitnúce byliny, Lesné huby a lišajníky, Lesné bezstavovce, Drobné lesné živočchy, Lesné stavovce, Lesné obojživelníky a plazy, Lesné vtáky, Lesné cicavce (5. roč. ZŠ).
Časový odhad hry: 15 – 20 minút

Edukačný cieľ hry: Globálne zopakovanie učiva biológie na konci polroka

Materiál potrebný ku hre: kartičky obsahujúce obrázky zvierat, rastlín a základné otázky o danom objekte

Pravidlá hry: Učiteľ si pripraví na kartičkách obrázky zvierat, rastlín, ktoré sú uložené na prednej lavici. Žiaci sú rozdelení do skupín podľa radov, ako v triede sedia. Žiak prvej skupiny pristúpi ku kartičkám a jednu z nich si vyberie, obracia kartičku a ukáže ju ostatným. Celá skupina sa musí zhodnúť na názve živočícha, resp. rastliny, ktorá je znázornená na kartičke a odpovedať na otázky napísané na kartičke. Skupina dostáva toľko bodov, na koľko otázok zodpovedala správne. Vyhráva rad, ktorý nazbiera najväčší počet bodov.

Piškvorky

Tematické zaradenie hry: Kvetné vzorce (6. roč., oblasť: Vnútná stavba tela rastlín a húb)

Časový odhad hry: 20 – 25 minút

Edukačný cieľ hry: Precvičovanie tvorby kvetných vzorcov

Materiál potrebný ku hre: zadania kvetných vzorcov

Pravidlá hry: Po vysvetlení princípu tvorby kvetných vzorcov a vysvetlení významu znakov potrebných k ich tvorbe, učiteľ zakreslí na tabuľu hracie pole veľkosti 3 x 3 políčka. Triedu rozdelí na dve skupiny, každej skupine priradí znak (krížik alebo krúžok). Skupiny sa striedajú vo výbere políčok a tvoria kvetný vzorec podľa zadania, ktoré prislúcha danému políčku. Po výbere políčka žiaci dostávajú zadanie od učiteľa. Za správny vzorec získajú políčko. Úlohou žiakov je získať tri políčka vodorovne, zvislo alebo diagonálne. V prípade, že sa skupine nepodarí vytvoriť správny vzorec, šancu tvorby dostáva druhá skupina. Ak ani jedna skupina nevytvorí vzorec správne, vzorec vytvorí učiteľ, dané políčko nezíska nikto a učiteľ ho zamaľuje. V prípade remízy vyhráva skupina s väčším počtom polí.

Domino

Tematické zaradenie hry: Základné typy plodov (6. roč. ZŠ, oblasť: Vnútná stavba tela rastlín a húb)

Časový odhad hry: 15 – 20 minút

Edukačný cieľ hry: Zopakovať a precvičiť nové poznatky z témy Základné typy plodov.

Materiál potrebný ku hre: súprava 21 dominových kartičiek pre každú dvojicu žiakov.

Pravidlá hry: Dvojica žiakov má k dispozícii súbor domi-

nových kartičiek. Dominová kartička sa skladá z dvoch častí (v prílohe oddelené prerušovanou čiarou), pričom každá jej časť môže obsahovať obrázok rastliny, slovné zadanie typu plodu alebo prázdne políčko. Na začiatku hry sa kartičky premiešajú. Prvá sa položí zobrazenou časťou na hracu plochu náhodne. Následne si žiak vytiahne kartičku zo súpravy tak, aby sused nevidel, čo je na nej napísané, príp. znázornené. Pozrie si ju a ak je možné priložiť ju k už vyloženej, urobí tak. Ak sa to nedá, resp. pravidlá to nepovoľujú, nechá si ju a na ťahu je druhý žiak z dvojice. Kartičku je možné priložiť, ak obsahuje obrázok rastliny s rovnakým typom plodu, ako je na vyloženej kartičke, resp. slovný názov typu plodu k obrázku rastliny, ktorá tento typ plodu má. Kartičku s prázdny políčkami možno priložiť len ku kartičke, ktorá obsahuje taktiež prázdne políčko. Nie je možné prikladať k sebe dva slovné názvy plodov. Každý ťah začína potiahnutím kartičky zo súpravy a počas jedného ťahu môže žiak priložiť len jednu kartičku, ale nemusí to byť tá, ktorú vytiahol naposledy. Vyhráva ten, ktorý má na konci hry menej nepriložených kartičiek, resp. žiak, ktorému neostane ani jedna kartička.

Obr. 1 Súbor dominových kartičiek k téme Základné typy plodov

		tobolka	
			
		oriešok	
	kôstkovica		kôstkovica
	bobuľa		
	plodstvo	kôstkovica	bobuľa
malvica			plodstvo
malvica	kôstkovica	bobuľa	

Priebeh a zhodnotenie hry DOMINO

Didaktická hra **Domino** – Základné typy plodov bola zostavená na základe obsahu témy Plod a semeno z aktuálnej učebnice biológie pre 6. ročník základných škôl (Uhreková a kol., 2009). Pridaný bol len súbor

plodov plodstvo a to z dôvodu, aby hra neslúžila len ako prostriedok opakovania už osvojených poznatkov, ale aj ako prostriedok obohatenia vedomostí súvisiacich s touto témou a tiež kvôli rozšíreniu súpravy kartičiek. Uvedenú hru je možné zakomponovať do vyučovania pre žiakov od šiesteho ročníka. My sme si jej použitie overili na hodine biológie v triede ôsmakov na základnej škole.

Na začiatku sme im vysvetlili pravidlá hry Domino. Rozdeľovanie do dvojíc nebolo potrebné, tie tvorili žiaci sediaci v jednej lavici. Spolu hralo šesť dvojíc. Keďže hru Domino poznali, nedopúšťali sa chýb súvisiacich s nedodržaním pravidiel. Najčastejšie sa mýlili z dôvodu nepoznania základných znakov jednotlivých typov plodov. Najjednoduchšia bola identifikácia rastlín, ktoré majú plod malvicu a kôstkovicu, t.j. typy plodov, s ktorými sa bežne stretávajú. Tie určili správne vždy. Problém, ktorý sa vyskytoval pomerne často, bola identifikácia plodu tobolka. Nepoznali pojem tobolka a k obrázku maku hľadali pojem „makovica“. Medzi problémové rastliny patrili taktiež jahoda, malina, ktoré sú plodstvami a nemajú jednoduchý typ plodu. Tento problém súvisí s pridaním plodstva do hry z dôvodu rozšírenia súpravy kartičiek.

Žiaci si vyskúšali hru domino a zahráli si ju dvakrát. Druhýkrát trvala hra kratšie. Príčinou nebolo mechanické prikladanie kartičiek, ale fakt, že možností, ako prikladať jednotlivé kartičky, je vždy viac. Preto má zmysel hrať túto hru aj viackrát. Rozdelenie žiakov do dvojíc bolo vhodné, pretože v prípade, ak by v tíme bolo žiakov viac, mohlo by to spôsobiť zníženie pozornosti počas čakania, kým sa žiak dostane na rad.

Na hodine panovala príjemná pracovná atmosféra. Žiaci pracovali samostatne, pomoc učiteľa vyhľadávali najmä v situáciách, keď si potrebovali overiť nejakú časť pravidiel, alebo ak sa celá skupina nevedela zjednotiť v tom, či bola kartička priložená korektne.

Uvádzané didaktické hry z biológie a ich pravidlá sa dajú aplikovať na ďalšie témy v danom učebnom predmete, ako aj v iných (chémia, matematika, geografia). Napríklad chemické domino bolo navrhnuté v rámci precvičovania názvoslovia chemických zlúčenín a ich vzorcov (Arpášová, 1998).

Záver

Na konci hodiny je potrebné zosumarizovať to, čo si mohli žiaci prostredníctvom hier precvičiť. Prostredníctvom otázok je vhodné vrátiť sa k problémovým častiam učiva. Žiakov treba povzbudiť, pochváliť za disciplinovanosť počas hier.

Pri návrhoch hier je nevyhnutné plne rešpektovať v súčasnosti platné a používané učebnice s ohľadom na spracovávaný obsah (Uhereková a kol., 2008, 2009, Nagyová, 2008 a ďalšie).

Príprava učiteľa na vyučovanie s využitím didaktickej hry je náročnejšia v porovnaní s tradičným prístupom k vyučovacej hodine, no je vynikajúcim prostriedkom ako aktivizovať žiaka v priebehu vyučovania, keďže túto metódu pozná od útleho detstva. Spôsob, akým učiteľ sprostredkuje žiakom učivo nesmie byť náhodný, ale vopred dôkladne premyslený a naplánovaný. Mnohokrát až niekoľkoročná prax potvrdí (alebo naopak poprie) vhodnosť použitia konkrétnej vyučovacej metódy v reálnych podmienkach.

Podakovanie

Príspevok vznikol za podpory grantu VEGA č. 1/0417/12.

Literatúra

- ARPÁŠOVÁ, N. Hry s laboratórnymi pomôckami. In: *Biológia, Ekológia, Chémia*, roč. 3, č. 2, s. 27 – 30, 1998. ISSN 1335-8960.
- HANUŠ, R., CHYTILOVÁ, L. *Zážitkové pedagogické učení*. Praha : Grada, 2009. 192 s., ISBN 978-80-247-2816-2.
- HOLODŇÁKOVÁ, M. *Analýza didaktickej hry z pohľadu aktivizujúcich vyučovacích metód*. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, 44 strán, 2012.
- HRICOVÁ, I., JAKUBÍKOVÁ, J., TULENKOVÁ, M. *Hry a kolatívne úlohy v prírodopise*. Prešov : Metodicko-pedagogické centrum, 52 s., 2003. ISBN 80-8045-294-6 (brož.)
- JANKOVCOVÁ, M., PRŮCHA, J., KOUDELA, J. *Aktivizujúci metódy v pedagogickej praxi stredných škôl*. Praha : SPN, n. p., 1988. ISBN 80-04-23209-4.
- PECINA, P., Zormanová, L. *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a praxi*. Brno: Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, 146 s., 2009. ISBN 978-80-210-4834.
- KALHOUS, Z. a kol. *Školní didaktika*. Praha : Portál, 448 s., 2002. ISBN 80-7178-253-X.
- MAŇÁK, J. *Stručný nástin metodiky tvořivé práce ve škole*. Brno : Paido, 46 s., 2001. ISBN 80-7315-002-6.
- MAŇÁK, J. *Výukové metody*. Brno : Paido, 219 s., 2003. ISBN 80-7315-039-5.
- MANNIOVÁ, J. *Kapitoly z pedagogiky 1*. Bratislava : Luskpress s. r. o., 169 s., 2004. ISBN 80-968956-2-1.
- MEDYNSKIJ, J. M. *Dějiny pedagogiky*. Praha : SPN, 576s., 1953.
- MOJŽÍŠEK, L. *Vyučovací metody*. Praha : SPN, 344 s., 1988.
- NAGYOVÁ, S. *Prírodopis pre 6.ročník základných škôl: Pracovný zošit*. Bratislava : Príroda. 51 s., 2008. ISBN 978-80-07-01660-6.
- PETTY, G. *Moderní vyučování*. Praha : Portál, s.r.o., 380 s., 2002. ISBN 80-7178-681-0.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha : Portál, s. r. o., 328 s., 1998. ISBN 80-7178-252-1.
- UHEREKOVÁ, M., HANTABÁLOVÁ, I., TRÉVAIOVÁ, I., MARGALOVÁ, E., ONDREJČKOVÁ, Z. *Biológia pre 5. ročník základných škôl*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, s. r. o., 108 s., 2008. ISBN 978-80-8091-130-0.
- UHEREKOVÁ, M., HANTABÁLOVÁ, I., TRÉVAIOVÁ, I., MATLÁKOVÁ, A., ONDREJČKOVÁ, Z., SITÁR, A. *Biológia pre 6. ročník základných škôl*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, s. r. o., 96 s., 2009. ISBN 978-80-8091-180-5.

ISSN 1338-1024