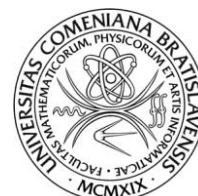




Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



Jana Útla

Autoreferát dizertačnej práce

Žiacke aktivity rozvíjajúce medzipredmetové vzťahy fyzika – biológia

na získanie akademického titulu philosophiae doctor

v odbore doktorandského štúdia: 4.1.13 Teória vyučovania fyziky

Bratislava 2016

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre teoretickej fyziky a didaktiky fyziky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.

Predkladateľ: PaedDr. Jana Útla
Oddelenie didaktiky fyziky, Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave
Mlynská dolina, 84248 Bratislava

Školiteľ: doc. RNDr. Viera Lapitková, CSc.
Oddelenie didaktiky fyziky, Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave
Mlynská dolina, 84248 Bratislava

Oponenti: prof. RNDr. Ján Pišút, DrSc.
Oddelenie didaktiky fyziky, Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave
Mlynská dolina, 84248 Bratislava

doc. RNDr. Elena Ferencová, CSc.
Ústav lekárskej fyziky, biofyziky, informatiky a telemedicíny
Lekárska fakulta, Univerzita Komenského Bratislava
Špitálska 24, 81372 Bratislava

PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.
Katedra biológie
Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave
Priemyselná 4, P. O. Box 9, 91843 Trnava

Obhajoba dizertačnej práce sa koná o h

**pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce v odbore doktorandského štúdia vymenovanou
predsedom odborovej komisie**

vo vednom odbore 4.1.13 Teória vyučovania fyziky

**na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina,
84248 Bratislava, v miestnosti**

Predseda odborovej komisie:
prof. RNDr. Anna Zuzana Dubničková, DrSc.
Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského v Bratislave
Mlynská dolina, 84248 Bratislava

Abstract

The aim of the recent school reform in our country was to change the approach to how pupils acquire new knowledge which required reviewing and possible reduction of the curriculum. By analyzing the foreign educational programs and their approaches to science education, we can see that the emphasis started to be put on science literacy.

In order to successfully manage this change, teachers need to understand the theoretical framework preferred in current programs of science education. In the dissertation we created activities and research tasks in which pupils should discover physical aspects of processes and phenomena of plant physiology in order to understand these complex processes. The activities contain a detailed methodology for teachers. By solving these tasks pupils practice the processes which simulate the work of scientists. The activities can be performed in both school and home conditions. Pupils deal with vital phenomena, for example photosynthesis, which should contribute to forming their ideas of the flow of energy in the biosphere. One of the activities we created is focused on plant growth, which we realized in conditions simulating the gravity in space. Shaping the understanding of the movement of particles, for example by diffusion and osmosis is the content of another activity. For each created activity we took into account the relations between Physics and Biology on the level of content as well as methodology or time. All activities have their main idea described in the methodological guidelines and follow a certain structure.

Activities and methodological materials are created for secondary schools, but can also be used at high schools. All tasks and worksheets have been tested in the class.

Key words: teaching physics, interdisciplinary relations, science process skills, research task

Úvod

Porozumenie prírodným javom, ako aj rozvoj schopností žiakov aplikovať vedomosti v každodennom živote patria medzi najdôležitejšie ciele vyučovania prírodovedných predmetov (Benett, 2003). Pre učenie s porozumením je potrebné rozvíjať vedecké myslenie. Prvkami vedeckého myslenia sú racionálne a logické postupy podobné tým, ktoré pri objavovaní nových poznatkov používajú skutoční vedci. Tieto vedecké postupy transformované do didaktického systému označujeme pojmom spôsobilosti vedeckej práce (ďalej len SVP) žiakov (Harlen, 1999). SVP patria do prírodovednej gramotnosti, a preto je ich rozvoj u žiakov nesmierne dôležitý.

Problémy klesajúcej úspešnosti slovenských žiakov v medzinárodných meraniach zameraných na prírodovednú gramotnosť a slabého záujmu žiakov o štúdium prírodných vied sa snažila riešiť reforma obsahu vzdelávania v roku 2008. Jedným z jej cieľov bolo dostať do popredia prístupy vo vyučovaní založené na konštruktivistickej pedagogickej teórii. Tieto prístupy aktivizujú žiaka na objavovanie pre neho nových poznatkov na základe individuálnej skúsenosti, na rozvíjanie komunikácie a schopností pre tímovú prácu v triede. Inovované prístupy vo vzdelávaní sa snažia rozvíjať prírodovednú gramotnosť komplexne. Jej súčasťou, okrem SVP, sú aj prírodovedné predstavy a prejavy vedeckého postoja k realite.

Efektivita implementácie inovovaných prístupov vyučovania prírodných vied, ako aj modernizácia vzdelávania vo všeobecnosti závisia v prvom rade od prípravy učiteľov, či už v rámci inštitucionálneho vzdelávania, alebo individuálneho štúdia danej problematiky. Prechod od pôvodných prístupov k inovovaným, pri súčasnej zníženej dotácii počtu vyučovacích hodín prírodných vied, nie je vôbec jednoduchý. Naznačuje to aj naďalej klesajúci výkon žiakov v štúdiu PISA 2012, a taktiež, výsledky prieskumu úrovne vedomostí pri vstupe na vysokoškolské štúdium zamerané na fyziku (Velmovská, 2013), v ktorých priemerná experimentálna úroveň našich študentov stagnuje. Problém môže mať rôzne príčiny. Nemusí to byť len v nedostatočnom porozumení učiteľov inovovaným prístupom, ale aj v zníženej dotácii vyučovacích hodín prírodovedných predmetov, podmienkach vyučovania, vyučovacích pomôckach a pod.

Jedným z riešení je poskytnúť učiteľom metodický materiál k učebniciam. V tomto smere je učiteľom fyziky veľmi nápomocný grant KEGA 130UK-4/2013 *Podpora kvality vyučovania tvorbou materiálov prepojených na učebnice fyziky* (KEGA 130UK-4/2013, 2013), ktorého riešiteľský kolektív tvorí metodické materiály k novým učebniciam fyziky pre ZŠ a G.

„Ani dobré učebnice nezmenia súčasný stav vyučovania, ak súčasne nepripravíme učiteľa tak, aby porozumel ich vzdelávaciemu zámeru a aby bol ochotný a schopný tento zámer realizovať“ (Koubek, Pišút, 1997, s. 38). Preto sú ďalším krokom vzdelávacie podujatia, na ktorých učelia získavajú individuálnu skúsenosť s novšími prístupmi i modernými pomôckami. Veľký úspech dosiahol národný projekt *Podpora profesijnej orientácie žiakov základnej školy na odborné vzdelávanie a prípravu prostredníctvom rozvoja polytechnickej výchovy zameranej na rozvoj pracovných zručností a prácu s talentami*, ktorý v rámci IKV kurzov v priebehu roku 2015 absolvovalo približne 500 učiteľov prírodovedných predmetov, z čoho bolo 213 v aprobácii s fyzikou (ŠIOV, 2013).

V neposlednom rade je pre učiteľov potrebná široká paleta v praxi overených aktivít, ktoré im pomôžu u žiakov rozvíjať potrebné myšlienkové operácie, spôsobilosti vedeckej práce, prírodovedné predstavy a postoje k realite. Tento spôsob pomoci učiteľom sa stal inšpiratívny pre tvorbu dizertačnej práce. V rámci rigorózneho práce sme sa zapojili do tvorby metodického materiálu pre tematický celok Svetlo (Útla, 2015) v učebniciach fyziky pre 8. ročník ZŠ, do ktorej bola už skôr čiastočne zapracovaná jedna aktivita z našej dizertačnej práce (Lapitková et al., 2012, s. 27 – 29; 30 – 31). V rámci vyššie uvedených školení IKV sme aktivity dizertačnej práce popularizovali medzi učiteľmi fyziky.

Príroda funguje ako celok, a preto je pre žiakov potrebné „namiesto izolovaných poznatkov prírodovedných predmetov osvojiť si komplexný analytický prístup k prírodným javom“ (Koubek, Lapitková, 2007, s. 10). Tento prístup sa síce čiastočne napĺňa v novom štátnom vzdelávacom programe fyziky, avšak učelia potrebujú poznať konkrétnejšiu podobu rozvíjania žiackej aktivity na hodinách fyziky. Z tohto dôvodu sa vytvorené aktivity dizertačnej práce sústreďujú na využitie medzipredmetových vzťahov prírodovedných predmetov. V aktivitách sme sa sústredili na rozvíjanie medzipredmetových vzťahov fyziky a biológie, čiastočne v nich však vystupuje aj chémia. Aktivity podobného charakteru, ktoré sú už spracované, sa zameriavajú na fyziológiu človeka a živočíchov (Onderová et al., 2013).

V dizertačnej práci sme vypracovali aktivity, v ktorých žiaci rozvíjajú fyzikálne vedomosti a predstavy na základe skúmania životne dôležitých javov z fyziológie rastlín.

Vytvorený metodický materiál uľahčuje učiteľom orientáciu v medzipredmetových vzťahoch s predmetom, ktorý učitelia fyziky nemajú zahrnutý vo svojej aprobácii, a je užitočný aj v príprave na vyučovaciu hodinu. Postupy, ktoré žiak v riešení úloh používa, sú podobné skutočným vedeckým postupom – kladieme dôraz na rozvoj prírodovedných predstáv a spôsobilostí vedeckej práce žiaka. Pracovné listy k aktivitám majú pomôcť orientovať činnosť žiaka správnym smerom. Vo výskumných úlohách žiak pracuje samostatne, no s odporúčaniami učiteľa. Metodické pokyny obsahujú vysvetlenia nosnej myšlienky aktivity, ako aj rady a odporúčania pre učiteľa pri ich realizácii. Z hľadiska medzipredmetových vzťahov sme sa vytvorené aktivity snažili skoordinať po stránke obsahovej, metodickej i časovej. Všetky aktivity majú jednotnú štruktúru. Aktivity vytvorené v rámci doktorandského štúdia a uvedené v dizertačnej práci boli publikované aj v odborných časopisoch a knižne, a tiež na konferenciách či seminároch (napr. Tvorivý učiteľ fyziky 2011, 2014, 2015; Šoltésove dni 2010, 2011, 2014, 2015; Vanovičove dni 2015 a pod.) Za najvýznamnejší kontakt s učiteľmi fyziky považujeme IKV v spolupráci s vyššie uvedeným národným projektom, zastrešovaným Štátnym inštitútom odborného vzdelávania (ŠIOV), kde bol v rámci lektorskej činnosti poskytnutý dostatočný priestor na ich praktickú realizáciu, ako aj metodické poradenstvo.

Dizertačná práca vychádza z analýzy súčasného stavu riešenia problematiky, čomu je venovaná prvá kapitola. V nej vymedzujeme základné pojmy, o ktoré sa práca opiera. Aby sme zvýraznili zmeny, ktoré priniesla obsahová reforma vzdelávania (2008), porovnali sme najvýznamnejšie prístupy, ktoré formovali pôvodnú a súčasnú koncepciu prírodovedného vzdelávania. Následne sme charakterizovali zložky prírodovednej gramotnosti, ktoré sa v dizertačnej práci snažíme rozvíjať, a medzipredmetové vzťahy, u ktorých sme opísali štruktúru a spôsoby, ako sa uplatňujú v prírodovednom vzdelávaní. Do prvej kapitoly sme zahrnuli aj najdôležitejšie aspekty, z ktorých sme pri tvorbe aktivít vychádzali.

Druhá kapitola vysvetľuje hlavný cieľ, čiastkové ciele a hypotézy dizertačnej práce.

Tretia kapitola pojednáva o konkrétnych medzipredmetových *vzťahoch*, o ktoré sa opierajú aktivity dizertačnej práce. V tejto kapitole sme bližšie uviedli aj štruktúru vytvorených aktivít a stručnú charakteristiku jednotlivých aktivít.

Samostatná kapitola je venovaná výskumným metódam, ktoré sme v dizertačnej práci použili.

V piatej kapitole sme podrobne opísali realizáciu pedagogického experimentu aj s jeho výsledkami. Kapitola pozostáva z charakteristiky vzorky žiakov, na ktorej sme realizovali prieskum, opisu realizácie aktivít a štatistického vyhodnotenia výsledkov didaktických testov. Súčasťou práce bol aj dotazník pre učiteľov fyziky, ktorého analýza je súčasťou tejto kapitoly.

Ciele a hypotézy dizertačnej práce

Hlavným cieľom dizertačnej práce bolo - *vypracovať a overiť žiacke aktivity, ktoré rozvíjajú medzipredmetové vzťahy fyziky a biológie s dôrazom na rozvoj prírodovednej gramotnosti.*

Čiastkové ciele dizertačnej práce:

1. Analyzovať štátny vzdelávací program pre fyziku a biológiu ISCED 2 a ISCED 3 z hľadiska medzipredmetových vzťahov v rovine obsahovej, metodickej a časovej.

2. Vypracovať žiacke aktivity, ktoré rozvíjajú vybrané medzipredmetové vzťahy fyziky a biológie s dôrazom na rozvoj prírodovednej gramotnosti. Každá aktivita bude pozostávať z pracovného listu pre žiaka a metodického pokynu pre učiteľa.
3. Urobiť pilotný prieskum na overenie zadaní vypracovaných žiackych aktivít.
4. Zrealizovať prieskum formou pedagogického experimentu pred – po na príklade jednej skupiny.
5. Štatistickými metódami vyhodnotiť výsledky didaktických testov.
6. Zaškoliť najmenej 30 učiteľov fyziky do metodiky práce s aktivitami a prostredníctvom dotazníka zistiť ich názor na vytvorené aktivity.

Zhodnotenie efektivity navrhnutých aktivít bolo podložené prieskumom, v rámci ktorého boli stanovené hypotézy:

Hypotéza 1 – *Súčasný štátny vzdelávací program fyziky a biológie vytvára rámec pre budovanie prírodovednej gramotnosti žiakov, čo umožňuje vytvoriť a realizovať žiacke aktivity zamerané na ich vzájomné vzťahy.*

Hypotéza 2 – *Aktivity zamerané na medzipredmetové súvislosti podporujú tvorbu predstáv žiakov o toku energie v biosfére.*

Hypotéza 3 – *Medzi vstupnými a výstupnými predstavami a vedomosťami, ktoré sú obsahom vypracovaných aktivít, bude u žiakov experimentálnych skupín štatisticky významný posun.*

Opis vytvorených aktivít

Vypracované aktivity pozostávajú z pracovného listu pre žiaka a metodického pokynu pre učiteľa. V dizertačnej práci sme sa sústredili na tie medzipredmetové vzťahy fyziky a biológie, ktoré je možné rozvíjať na úrovni ZŠ a G. Keďže niekoľko tém z tejto oblasti je už spracovaných, najmä čo sa týka fyziológie živočíchov a človeka, ktoré prehľadne uvádza Ľudmila Onderová (Onderová et al., 2013), zvolili sme si v práci témy vychádzajúce z tejto tematiky so zameraním na rastliny. Vypracované aktivity v dizertačnej práci sú zamerané na nasledujúce témy:

A. Tok energie v biosfére (Svetlo):

Aktivita 1 *Absorpcia svetla a Emisné a absorpčné spektrá* – úvodné aktivity s pracovnými listami.

Aktivita 2 *Rastliny a vlastnosti viditeľného svetla* – výskumná úloha pre ZŠ

B. Časticová stavba látok:

Aktivita 3 *Osmotické javy* – úvodná aktivita s pracovným listom pre ZŠ, upravená aj pre G

Aktivita 4 *Osmotické javy* – výskumná úloha pre ZŠ, upravené aj pre G

C. Sila a pohyb (Periodické deje):

Aktivita 5 *Rast rastlín a gravitácia* – výskumná úloha pre G

Na ukážku ponúkame stručný opis vybraných aktivít.

Aktivita 1 Absorpcia svetla

Aktivita pre ZŠ je rozdelená do troch úloh. Pomocou jednoduchého spektroskopu pozorujú žiaci najskôr spektrum denného svetla, v druhej úlohe absorpčné spektrum chlorofylu rastlín a v tretej úlohe absorpčné spektrum farbiva zo žltých listov rastlín. Analýzou výsledkov pozorovaní vysvetľujú fyzikálnu podstatu fotosyntézy. Aplikáciou týchto vedomostí si žiaci formujú predstavu o toku energie v biosfére.

Z časových vzťahov, ktoré sme v dizertačnej práci podrobnejšie rozpracovali vieme, že už zo šiesteho ročníka biológie majú žiaci základné vedomosti o fotosyntéze rastlín a jej podmienkach. Poznajú stavbu rastlinnej bunky a význam fotosynteticky aktívneho farbiva v chloroplastoch buniek. V 8. ročníku na hodinách fyziky sa žiaci dozvedia viac o absorpcii, prepúšťaní a odraze farieb spektra rôzne sfarbenými predmetmi. Ak pri tejto téme využijeme vedomosti z biológie, môžeme žiakom ukázať príklad fungovania svetelnej fázy fotosyntézy v rastlinách.

Uvedená aktivita má nasledovné ciele. Žiak:

- získa základné poznatky o spektre a nadobudne zručnosti ako rozložiť svetlo na farebné zložky,
- porozumie významu jednotlivých farebných zložiek denného svetla pre rastliny,
- opíše a interpretuje výsledky pozorovania, uplatní tzv. reflexívne pozorovanie,
- rozlíši fyzikálne a biologické procesy a ich vzájomnú súvislosť.

V metodických pokynoch pre učiteľa sme uviedli zvyšné informácie, napr. požiadavky na žiaka, časovú organizáciu vyučovacej hodiny a najmä podrobný opis aktivity s pokynmi a výsledkami úloh. Na vytvorenie predstavy o aktivite uvádzame stručnú charakteristiku a zámer jednotlivých úloh.

Úloha 1: Pozoruj spektrum slnečného svetla.

Spektroskopom žiaci sledujú spektrum denného svetla a zaznamenajú si poradie farieb. Oboznamujú sa tak so spektroskopom a dokazujú rozklad svetla.

Úloha 2: Pozoruj farby svetla prepustené zeleným farbivom rastlín (chlorofylom).

Je potrebné, aby si žiaci na začiatku druhej úlohy nacvičili držanie skúmavky pred štrbinou spektroskopu. Na základe pozorovania vytvoria farebný záznam, alebo ho zapíšu slovné. Porovnávajú ho so spektrom denného svetla a z rozdielov zapisujú farby svetla prepusteného, resp. absorbovaného chlorofylom. Z výsledkov pozorovania absorpčného spektra chlorofylu rastlín žiaci objasňujú fyzikálnu podstatu fotosyntézy a v úvahách sa zaoberajú energetickými vlastnosťami svetla. Práve tu sa buduje predstava žiakov o premenách energie a získavajú dôkazy o prijímaní energie rastlinami zo svetla. Pri tomto dôkaze môžeme vychádzať aj z jednoduchej skúsenosti, že keď rastlinu dlhodobo umiestnime do priestoru bez svetla, zdeformuje sa a časom zahynie, pretože jej vlastné zásoby sa v medzičasom minuli a chýba jej zdroj novej energie. V druhej úlohe pozorovaním navyše určia farby svetla, ktorého energiu rastliny využívajú vo fotosyntéze. Upevňujú si pojmy absorpcia, prepustenie a odraz svetla. Táto úloha je spracovaná aj v učebniciach fyziky pre 8. ročník ZŠ, na ktorej sme sa v rámci doktorandského štúdia aktívne podieľali (Lapitková et al., 2012, s. 27 – 29; 30 – 31).

Úloha 3: Pozoruj farby svetla prepustené farbivom žltých listov.

V poslednej úlohe žiaci spektrálnou analýzou zisťujú vlastnosti nefunkčného chlorofylu žltej farby a porovnávajú výsledky pozorovania s absorpčným spektrom zeleného farbiva a spektrom denného svetla. Porovnanie je pre žiakov dôkazom, že tak ako pri každej inej látke, aj vlastnosti a funkčnosť chlorofylu závisia od jeho štruktúry.

Otázkami vedieme žiakov k premýšľaniu a následne k vytváraniu predstáv o toku energie v biosfére. Praktický charakter aktivity dáva priestor na nácvik spôsobilosti vedeckej práce: žiaci pozorujú, pracujú so spektroskopom, tvoria a overujú svoje hypotézy, analyzujú výsledky pozorovania a v diskusii logicky argumentujú. Záver aktivity v metodike pre učiteľa je spoločný pre ZŠ aj G.

Aktivita 2 Rastliny a vlastnosti viditeľného svetla

Formou výskumnej úlohy žiaci overujú vplyv farby a intenzity svetla na fotosyntézu. Výskumná úloha je spracovaná v dvoch variantoch, pretože efektivitu fotosyntézy je možné skúmať viacerými spôsobmi. Vo variante A žiaci sledujú závislosť rastu rastlín od farby alebo intenzity svetla. Variant B ponúka rýchlejšiu možnosť skúmania produkcie dýchacích plynov fotosyntézy v závislosti od farby alebo intenzity svetla. Predpokladáme, že sa žiaci už oboznámili s typmi optických prostredí a so spektrom slnečného žiarenia, napr. v téme: *Rozklad svetla. Skladanie farebných svetelných lúčov*. Výskumná úloha je vhodná na realizáciu v domácom prostredí. K zadaniu úlohy pre žiakov je pripojená aj štruktúra prípravy, ktorá im má pomôcť naplánovať si experiment čo najdôkladnejšie. Po kontrole prípravy učiteľom žiak pristúpi k realizácii experimentu. Pracovný list ho sprevádza vopred navrhnutým postupom a pre učiteľa môže slúžiť ako vzor, čo by mala práca žiakov obsahovať. Pracovný list má dva varianty: A a B, no žiaci môžu realizovať experiment aj inými spôsobmi, ako je uvedené v pracovných listoch. Výskumná úloha je vhodná pre individuálnu i skupinovú prácu. Určená je pre žiakov 8. ročníka ZŠ.

Táto aktivita má nasledovné ciele. Žiak:

- objaví a vysvetlí závislosť rastu rastlín (alebo produkcie dýchacích plynov) od farby svetla v procese fotosyntézy,
- objaví a vysvetlí závislosť rastu rastlín (alebo produkcie dýchacích plynov) od intenzity svetla v procese fotosyntézy,
- určí závisle a nezávisle premennú, eliminuje vplyv nežiaducich faktorov na priebeh experimentu.

V metodických pokynoch sme uviedli potrebné informácie pre učiteľa, a to najmä podrobný opis realizácie výskumnej úlohy s pokynmi a výsledkami úloh aj s fotodokumentáciou.

Pri riešení výskumnej úlohy žiaci postupujú tak, ako by postupovali aj vedci pri riešení výskumného problému. Žiaci si tak precvičujú jednotlivé prvky vedeckého bádania. Výskumná úloha je pre variant A rozdelená do troch úloh, vo variante B do dvoch (zadania majú rovnaké, líšia sa v princípe skúmania účinnosti fotosyntézy). Ich spoločným cieľom je zistiť, ako vybrané vlastnosti svetelného žiarenia ovplyvňujú priebeh fotosyntézy v rastlinách.

Úloha 1 (len pre variant A): *Príprav si rastliny na experiment.*

Prvá úloha je prípravná. Žiakovi aj učiteľovi v nej dávame pokyny, ako pripraviť rastliny na experiment.

Úloha 2: Experimentom zisti, ktorá farba svetla je pre fotosyntézu rastlín najvhodnejšia.

Táto aktivita prináša žiakom jedinečnú možnosť sledovať priebeh jedného z najdôležitejších prírodných procesov, pomocou ktorého rastliny transformujú energiu svetla na energiu chemických väzieb. Žiaci majú možnosť pozorovať, ako sa menia parametre rastlín, prípadne ako sa na listoch vodných rastlín tvoria drobné bublinky kyslíka v závislosti od farby svetla (v ďalšej úlohe aj od intenzity svetla). V našich návrhoch realizácie experimentu v oboch variantoch žiaci prikrývajú rastliny strieškami z farebných euroobalov, pričom by mali zachovať rovnakú intenzitu svetla u každej experimentálnej rastliny (resp. mali by sa snažiť, aby všetky ostatné faktory boli pre experimentálne rastliny rovnaké). Vo variante A žiaci nechávajú rásť rastliny pod farebnými strieškami dlhší čas a na konci experimentu vyhodnotia výsledky. Vo variante B sú vodné rastliny vo vode a cez lievik žiaci zbierajú stúpajúce bubliny dýchacích plynov do upraveného odmerného valca (resp. kalibrovannej mikroskúmavky). Výsledky žiaci vyhodnocujú vzhľadom na kontrolnú vzorku. Pre variant A získavajú žiaci údaje z merania hmotnosti a ďalších parametrov rastlín (plochy listov, výšky, hrúbky stonky a pod.), kvalitatívne zmeny opisujú slovné (farba a celkový vzhľad rastliny). Pri práci s vodnými rastlinami vo variante B merajú objem dýchacích plynov v čase, keď sú rastliny vystavené slnečným lúčom, filtrovaným farebnými strieškami. Žiaci prezentujú výsledky experimentu pred celou triedou, prípadne píšú aj záverečné správy z výskumnej úlohy.

Úloha 3: Experimentom dokáž, ako vplýva intenzita svetla na fotosyntézu rastlín.

V našich návrhoch realizácie experimentu v oboch variantoch žiaci prikrývajú rastliny strieškami s rôznym počtom vrstiev dámskych silónových pančúch, pričom by mali zachovať všetky ostatné faktory pre experimentálne rastliny rovnaké. Každá experimentálna rastlina rastie pod rôznou intenzitou svetla. Princíp je podobný ako v predchádzajúcej úlohe. Vo variante A žiaci pestujú rastliny pod strieškami dlhší čas, vo variante B pracujú s vodnými rastlinami. Výsledky vyhodnocujú vzhľadom na kontrolnú vzorku rovnakým spôsobom ako v predchádzajúcej úlohe. Taktiež žiaci prezentujú výsledky experimentu pred celou triedou, prípadne, píšú aj záverečné správy z výskumnej úlohy. V rámci dizertačnej práce sme navrhli hodnotiaci hárok pre žiacke výstupy.

Výskumná úloha poskytuje priestor pre rozvoj spôsobilosti vedeckej práce, pretože žiaci celý experiment plánujú, realizujú a vyhodnocujú sami (resp. v skupinách), učiteľ vystupuje ako poradca a hodnotiteľ ich výkonov.

Aktivita 3 Osmotické javy

Úloha je zameraná na určovanie polopriepustnosti membrán ľahko dostupných materiálov, kde žiak odhaduje a vysvetľuje výsledky experimentu na základe úvah o pohybe častíc. Aktivita je spracovaná pre ZŠ, najmä pre 8. ročník, ale na výskumné účely bola upravená aj pre prvý ročník G. Pracovný list predstavuje úvodnú aktivitu, ktorej výsledky môže žiak využiť v nasledujúcej výskumnej úlohe. Rámcovým cieľom úvodného pokusu a výskumnej úlohy je rozvíjať predstavu o pohybe častíc vzhľadom na ich koncentráciu a na polopriepustnosť membrány. Prostriedkom skúmania sú osmotické javy. Riešením aplikačných úloh sa žiaci oboznámia s využitím osmotických javov v praxi.

Žiaci začínajú pracovať s východiskovými pojмами už v šiestom ročníku. Na hodinách fyziky poznávajú časticovú štruktúru látok a táto predstava sa postupne rozvíja v ďalších ročníkoch. V siedmom ročníku žiaci objavujú prenos tepelnej energie prostredníctvom pohybu častíc (potrebné pre výskumnú úlohu). V ôsmom ročníku spoznávajú rôzne formy energie, ktoré nezanikajú, ale vzájomne sa menia. Naučia sa, že častice (telesá) sú nositeľom energie a elektrárne sú miestom, kde sa určitá forma energie premieňa na elektrickú energiu. Vo výskumnej úlohe môžu žiaci využiť aj vedomosti o tlaku a hydrostatickom tlaku z 8. ročníka. Z biológie šiesteho ročníka žiaci poznajú funkciu biologickej membrány bunky a mali by vedieť zjednodušene vysvetliť aj osmotické javy v bunke. Avšak nie každý učiteľ biológie sa venuje týmto javom podrobnejšie, preto pred realizáciou aktivity odporúčame vzájomnú konverzáciu učiteľov fyziky a biológie. V deviatom ročníku žiaci tému o osmotických javoch opakujú, preto je táto aktivita odporúčená už pre 8. ročník ZŠ.

Ciele aktivity. Žiak:

- overí pokusom polopriepustné vlastnosti rôznych materiálov,
- opíše predstavu časticovej stavby látok – Brownov pohyb častíc v závislosti od ich koncentrácie,
- uskutoční a vyhodnotí jednoduchý experiment,
- vysvetlí rozdiel medzi difúziou a osmózou,
- aplikuje osmotické javy v prírode aj technike.

V metodickom pokyne podávame učiteľovi stručné informácie o osmóze, časovej organizácii vyučovacej hodiny ako aj o cieľových požiadavkách na žiaka.

Úloha: Zisti, ktorý materiál sa správa ako polopriepustná membrána.

V aktivite žiaci skúmajú polopriepustné vlastnosti vreciek z rôznych materiálov (jedným z nich je aj mikroténové vrecko). Experimentálne vrecko naplnia emulziou škrobu a ponoria ho do roztoku jódu. Ak je materiál vrecka polopriepustný pre vodu a jód, škrob sa sfarbí. Kontrolná vzorka slúži na vyhodnotenie experimentu. Žiaci tvoria a overujú svoje hypotézy, merajú objem emulzie a roztoku, pozorujú farebné zmeny, analyzujú a logicky interpretujú výsledky, formulujú závery. Vysvetľujú priebeh experimentu pomocou predstavy o pohybe častíc. Predstava o časticovej stavbe látky sa sústreďuje najmä na pohyb molekúl roztokov a ich vzájomnú veľkosť – žiaci rozlišujú veľkosť molekúl podľa toho, či dokážu prejsť cez póry membrány alebo nie – teda nevyjadrujú veľkosť molekúl číselne, ale analýzou výsledkov experimentu ju odhadujú.

Model polopriepustnej membrány (ktorý predstavuje mikroténové vrecko) môžu žiaci využiť v nasledujúcej výskumnej úlohe, v ktorej skúmajú fyzikálne faktory vplývajúce na pohyb častíc v osmóze.

Aktivita 5 Gravitácia a rast rastlín

Výskumná úloha je určená pre žiakov G. Prostredníctvom úlohy žiaci objavujú vzťahy medzi tiažou, beztiažovým stavom telesa v gravitačnom poli Zeme, dostredivou silou, princípom umelej gravitácie a fyziológiou rastu rastlín. Aktivita neobsahuje pracovný list, ale v metodických pokynoch ponúkame možnosti riešenia úlohy aj s výsledkami a fotodokumentáciou. Výskumná úloha môže mať ústnu alebo písomnú formu zadania, pričom daný problém môžeme formulovať z niekoľkých uhlov pohľadu:

- a) Bud' je naším cieľom, aby žiak zostrojil potrebnú pomôcku a rastom rastlín dokázal, že pomôcka splňa svoj účel (teda splňa princíp vytvárania umelej tiaže) – verzia A,
- b) alebo je naším cieľom, aby žiak overil svoju hypotézu experimentom, keď bežné podmienky rastliny doplní otáčavým pohybom po kružnici vo vertikálnej rovine – verzia B.

Zadanie výskumnej úlohy sme pripravili v dvoch variantoch, ktoré sa líšia náročnosťou. Konkrétna formulácia úlohy jedného zo zadaní znie: *Vytvor zariadenie, ktoré splňa princíp vytvárania umelej tiaže, a vyskúšaj ho na pestovanie rastlín. (Podľa nich zistíš, či zariadenie funguje správne.)* Zadanie obsahuje aj úvodný text a niektoré pokyny pre žiaka.

Porovnaním ŠVP fyziky a biológie pre vyšší stupeň sekundárneho vzdelávania nájdeme spoločné témy, ktoré sú východiskom výskumnej úlohy a v dizertačnej práci sú spracované podrobnejšie. Z nich vyplýva, že ak by sme žiakom chceli zadať úlohu s nižšou náročnosťou (bez výpočtov frekvencie otáčania, nastavenie zariadenia určené len odhadom a pod.), bolo by vhodné zaradiť ju do 1. ročníka k téme Dostredivá sila. Je pravdou, že s poznatkami o fyziológii rastu koreňa sa žiaci stretávajú až v prvej polovici druhého ročníka, no tieto informácie nie sú náročné na pochopenie, sú ľahko dostupné, a žiaci si ich dokážu vyhľadať sami. Na základnej škole sa s podobnou témou stretli v 7. ročníku. Pre tento prípad je vhodnejšia B verzia zadania výskumnej úlohy, uvedená vyššie. Čas od zadania po ukončenie výskumnej úlohy odhadujeme na 3-4 týždne.

Ak od žiakov očakávame viac (hlbšie uchopenie problematiky, dôkladne premyslené kroky doložené výpočtami, presnejšiu alebo nastaviteľnú funkčnosť zariadenia a pod.), odporúčame úlohu zaradiť do druhého polroka druhého ročníka. Pre žiakov je dôležité objasniť si prepojenia poznatkov z prvého ročníka o dostredivej sile a poznatkov z druhého ročníka o rovnomernom rotačnom pohybe telesa. Čas od zadania po ukončenie výskumnej úlohy odhadujeme minimálne na 5 – 8 týždňov. Úloha môže byť zadaná napr. ako polročná práca, a to podľa verzie A uvedenej vyššie.

Ciele výskumnej úlohy. Žiak:

- aplikuje poznatky zo základného kurzu fyziky o gravitačnom poli Zeme a rovnomernom rotačnom pohybe telesa na praktický problém,
- vie vysvetliť fyzikálny princíp rastu rastlín,
- aplikuje súvislosti z fyziky a biológie na reálne javy,
- vie naplánovať a zrealizovať náročnejší fyzikálny experiment,
- vie zaznamenať a vyhodnotiť údaje z experimentu,
- dokáže navrhnúť a zostrojiť potrebné zariadenie pre experiment,
- vie odhadnúť alebo vypočítať potrebné parametre zariadenia,
- určí závisle a nezávisle premennú veličinu a eliminuje vplyv nežiaducich faktorov na priebeh experimentu.

Na vyriešenie úlohy sme si zvolili možnosť rotácie rastlín vo vertikálnej rovine okolo osi otáčania. Zotrvačná sila telesa rotujúceho po kružnicovej trajektórii hrá v riešení problému podstatnú úlohu – určuje smer rastu koreňa rastlín. V metodickom pokyne podávame učiteľovi informácie z biológie a z fyziky potrebné na riešení úlohy. Taktiež sme opísali nami navrhnutú konštrukciu funkčného zariadenia a výsledky jednotlivých experimentov s analýzou a vysvetlením. Žiaci môžu mať aj iné nápady na realizáciu experimentu. Učiteľ by

mal ich prácu kontrolovať, usmerňovať a nakoniec aj ohodnotiť. V poslednej fáze riešenia úlohy žiak aplikuje získané údaje z experimentu do úvah o umelej gravitácii a spôsobe jej vytvárania, o umelej tiaži a možnostiach ovplyvnenia jej veľkosti, o návrhu tvaru vesmírnej stanice, o výhodách i nevýhodách tohto spôsobu nahradenia zemskej tiaže vo vesmíre a pod. Súčasťou kvalitného spracovania výskumnej úlohy sú aj námety žiakov na ďalšie experimenty, napr. ako bude rastlina rásť, keď sa bude zariadenie otáčať v horizontálnej rovine, šikmej rovine a pod. Výsledky výskumnej úlohy žiaci prezentujú pred triedou, podobne ako vedci na konferencii sporej s diskusiou, prípadne odovzdávajú písomnú záverečnú správu z výskumnej úlohy, ktorá môže zaujímavo obohatiť nejuden školský časopis.

Úloha je zameraná na rozvoj žiackych schopností plánovať, realizovať experiment a vyhodnotiť výsledky výskumu riešením komplexného problému, v ktorom aplikujú vedecké postupy.

V rámci dizertačnej práce sme navrhli hodnotiaci hárok pre hodnotenie pracovných listov i žiackych výstupov z výskumných úloh.

Metódy použité na overenie aktivít v školskej praxi

Obsahovou analýzou štátneho vzdelávacieho programu pre fyziku a biológiu (ISCED 2 a ISCED 3) sme identifikovali medzipredmetové vzťahy v cieľoch predmetov, ďalej v rovine obsahovej, časovej ako aj v učebných metódach, postupoch či stratégiách. Obsahovú analýzu ŠVP sme zaradili do teoretickej časti práce (kapitola 3), pretože ju považujeme za východisko prípravy medzipredmetových aktivít pre žiakov.

V **pedagogickom experimente** sme ako výskumnú vzorku mali k dispozícii dve triedy ôsmeho ročníka na cirkevnej základnej škole Narnia v Bratislave a dve triedy druhého ročníka na Bilingválnom gymnáziu C. S. Lewisa v Bratislave. Vzhľadom na určitú odlišnosť výskumnej vzorky od bežných štátnych škôl na Slovensku a taktiež miernu odlišnosť vybraných tried navzájom, sme v pedagogickom experimente zvolili techniku *jednej skupiny pred – po* (Chráska, 2007, s. 28). Experimentálnym zásahom bolo absolvovanie navrhutej aktivity so žiakmi. Celkovú dokumentáciu pedagogického experimentu tvoria didaktické testy, žiacke pracovné listy a výstupy z výskumných úloh. Didaktickými testami sme merali úroveň vedomostí a predstáv žiakov pred a po experimentálnom zásahu. Hypotézu č. 3 sme overili *párovým t-testom* (Chráska, 2007, s. 129).

Za výskumný nástroj na overenie žiackych vedomostí sme si zvolili **didaktický test**, ktorý sme žiakom zadali pred aktivitou (pretest) a po aktivite (posttest). Týmto sme sledovali či bude posun úrovne vedomostí žiakov absolvovaním danej aktivity štatisticky významný. Vstupný aj výstupný test pozostával z rovnakých otázok. Pri tomto postupe sme brali do úvahy riziko „naučenia sa testu,“ preto sme sa ho snažili oslabiť nasledovnými spôsobmi:

- žiaci sa po prvom testovaní nedozvedeli správne výsledky riešení (ich celkové výkony v oboch testoch sa dozvedeli až po napísaní druhého testu),
- žiaci nemali k testovým zadaniam prístup,
- v postteste boli úlohy podľa možnosti poprehadzované,
- žiakom sme neoznámili, že budú test opakovať,
- medzi pretestom a posttestom prebehlo dlhšie obdobie (mesiac a viac).

Ďalšou, veľmi dôležitou súčasťou riešenia dizertačnej práce bolo školenie učiteľov fyziky do vytvorených aktivít. Aby sme mohli aktivity vylepšovať a prispôbovať ich tak skutočnému praktickému využitiu vo vyučovaní fyziky, potrebovali sme od učiteľov spätnú väzbu, získanú prostredníctvom *dotazníka*.

Záver

Medzipredmetové vzťahy zohrávajú v prírodovednej gramotnosti žiakov dôležitú úlohu. Spájajú vedomosti žiakov v spoločných témach prírodovedných predmetov do ucelenej predstavy o prírodných objektoch a javoch. Úroveň prírodovednej gramotnosti môžeme u žiakov zvyšovať rozvíjaním ich prírodovedných predstáv, spôsobilostí pre vedeckú prácu a vedeckých postojov k realite.

Na dosiahnutie hlavného cieľa sme si stanovili 6 čiastkových cieľov. V rámci plnenia prvého sme analyzovali štátny vzdelávací program pre fyziku a biológiu ISCED 2 a ISCED 3 z hľadiska medzipredmetových vzťahov v rovine obsahovej, metodologickej a časovej. Analýza sa týka porovnania cieľov predmetov a určenia ich prienikov. Ďalšia rovina skúmania medzipredmetových vzťahov vychádza z obsahových zhôd jednotlivých predmetov (obsahové vzťahy – kľúčové pojmy, javy, fakty), spoločných metód a foriem práce (metódy práce zamerané predovšetkým na rozvoj spôsobilostí vedeckej práce žiaka, ako je pozorovanie, experimentovanie, meranie, spracovanie dát a zovšeobecnenie výsledkov) a z časovej nadväznosti obsahu vyučovania jednotlivých predmetov. Uvedené roviny predstavujú analytické kategórie, ktoré v zásade vyúsťujú v nadobudnutí prírodovednej gramotnosti žiaka. Podľa týchto kategórií sme postupovali pri analýze ŠVP fyziky a biológie v ISCED 2 a ISCED 3. Výsledky analýzy sú dôležité z metodického hľadiska pre začlenenie aktivít do praxe.

Druhým krokom a zároveň naplnením čiastkového cieľa bolo vypracovanie žiackych aktivít, ktoré rozvíjajú vybrané medzipredmetové vzťahy fyziky s biológiou. Ku každej aktivite je vypracovaný pracovný list pre žiaka a metodický pokyn pre učiteľa. V súvislosti s týmto cieľom sme v dizertačnej práci kompletne vypracovali 5 aktivít (uvedených v prílohách A) pozostávajúcich z úloh prispôbených pre vyučovaciu hodinu fyziky a z výskumných úloh navrhnutých na dlhodobejšie bádanie v domácom alebo školskom prostredí.

V súvislosti s tretím cieľom sme urobili pilotáž aktivity *Absorpcia svetla a Osmotické javy*. Pilotný prieskum bol vykonaný v roku 2011 v 8. ročníku na ZŠ Mudroňova v Bratislave. Obidve aktivity si žiaci vyskúšali formou skupinovej práce. Poznačili sme si pripomienky žiakov týkajúce sa formulácie niektorých otázok v pracovných listoch a na základe týchto pripomienok sme znenie otázok upravili.

Následne sme zrealizovali prieskum formou pedagogického experimentu v jednej skupine technikou pred – po. Didaktickými testami sme zaznamenali úroveň vedomostí a predstáv žiakov pred a po experimentálnom zásahu. V postteste dosiahli žiaci výrazne vyššiu úspešnosť než v preteste.

Piatym čiastkovým cieľom bolo štatistické vyhodnotenie výsledkov didaktických testov. V štatistickom vyhodnotení údajov pomocou párového t-testu sme zistili štatisticky významný rozdiel medzi vstupnými a výstupnými predstavami a vedomosťami žiakov všetkých experimentálnych skupín.

Priebežne sme osobne zaškoliť približne 50 učiteľov fyziky (oproti pôvodne plánovaným 30), ktorí si aktivity priamo odskúšali a zároveň prešli metodickým školením k nim. Prostredníctvom dotazníka sme zistili ich názor na vytvorené aktivity. Na zaškolenie učiteľov sme využili priestor, ktorý sa nám naskytl na niektorých kurzoch inovačného kontinuálneho vzdelávania (IKV) pre učiteľov organizovaných Štátnym inštitútom odborného vzdelávania v rámci riešenia národného projektu pod skratkou Dielne 1. Dotazníkom sme zisťovali názor učiteľov na využiteľnosť vytvorených aktivít. Na základe výsledkov dotazníka sme skonštatovali, že učelia sú s metodickými materiálmi veľmi spokojní, a ak im v nich niečo chýba, vedia si potrebné informácie vyhľadať. Najviac sa im páčili aktivity zamerané na fotosyntézu, o niečo menej aktivity zamerané na časticovú stavbu látok.

Splnením čiastkových cieľov sme zároveň splnili aj hlavný cieľ dizertačnej práce. Vzhľadom na skutočnosť, že veľkosť výskumnej vzorky žiakov bola malá, nemôžeme považovať výsledky pedagogického experimentu za všeobecne aplikovateľné. Napriek tomu môžeme konštatovať, že overením aktivít v praxi, hoci na malej vzorke žiakov, došlo k výraznej kvalitatívnej zmene v ich predstavách o predmetných javoch a nárastu vo vedomostiach, ktoré boli obsahom aktivít. Navyše, z vlastnej skúsenosti môžeme povedať, že žiaci o dané témy prejavovali záujem, zaujala ich práca s pomôckami, ochotne spolupracovali. Rovnako sme zaznamenali záujem učiteľov počas školení. Postupy, ktoré žiaci pri riešení aktivít použili, sú transformované z postupov, ktoré používajú vedci pri riešení odborných problémov. Zistenie miery rozvoja SVP žiakov prostredníctvom aktivít či výskumných úloh je našim odporúčaním pre ďalší výskum v oblasti teórie vyučovania fyziky či prírodovedných predmetov. Domnievame sa, že úlohy na zisťovanie rozvoja SVP musia mať skôr diagnostický charakter, a nie zaužívané konštrukčné formy testových úloh.

Prínos riešenia hlavného cieľa dizertačnej práce - tvorba aktivít zameraných na prírodovedne orientované problémy a rozvoj spôsobilosti vedeckej práce žiakov, vidíme v stratégii ktorú sme dodržali pri tvorbe aktivít a tiež vo forme ako boli aktivity vypracované a overované v školskej praxi.

Vychádzajúc z vlastných skúseností je nutné na záver skonštatovať, že pre plnohodnotné rozvíjanie prírodovednej gramotnosti žiakov metódami súčasnej koncepcie prírodovedného vzdelávania je ideálne vyučovať prírodovedné predmety, a teda aj fyziku, s menším počtom žiakov – v skupinách.

Zoznam bibliografických odkazov

Knižné publikácie a časopisy

BENNETT, J. 2003. *Teaching and learning science*. London : Continuum, 2003. ISBN 0-8264-6527-7.

DEMKANIN, P. 2008. Poznámky k cieľom fyzikálneho vzdelávania. In *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. 2008, roč. 37, č. 2, s. 54-62. ISSN 1335-4981.

DEMKANIN, P. 2011. *Vybrané úlohy v príprave učiteľov na Slovensku*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2011. ISBN 978-80-89186-89-1.

HARLEN, W. 2009a. *Teaching, learning and assessing science 5-12*. London : SAGE Publisher, 2009. ISBN 978-1-4129-0871-9.

- HARLEN, W. 2009b. *The Teaching of Science in Primary School*. 5th ed. London : David Fulton Publishers, 2009. ISBN 978-0-415-46527-4. 352 s.
- HELD, E. – PUPALA, B. 1995. *Psychogenéza žiakovho poznania vo vyučovaní*. 1. vyd. Bratislava: T&C I. aukčná spoločnosť s.r.o., 1995. ISBN 80-967362.
- HELD, E. (et al.). 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Vydavateľstvo Typi Universitatis Tyrnaviensis, 2011, ISBN 978-80-8082-486-0.
- HELD, E. 2014. *Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Vydavateľstvo Typi Universitatis Tyrnaviensis, 2014, ISBN 978-80-8082-787-8.
- HORVÁTHOVÁ, D. – RAKOVSKÁ, M. – ZELENICKÝ, E. 2008. Integrácia prírodovedných poznatkov prostredníctvom úlohových situácií. In *Acta didactica : Teória a prax vyučovania prírodovedných predmetov*. 3/2008, roč. 2, Nitra : UKF FPV v Nitre, 2008, ISSN 1337-0073, s. 45-61.
- CHRÁSKA, M. 2007. *Metody pedagogického výzkumu : Základy kvantitatívneho výzkumu*. Praha : Grada, 2007. 265 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
- JANÁS, J. 1985. *Medzipredmetové vzťahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. 1. vyd. Brno : Univerzita J. E. Purkyně, 1985. 87 s.
- JANÁS, J. 2001. Mezipředmětové vazby – šance pro školu v tomto století. In *Mezipředmětové vazby fyziky s ostatními předměty, matematikou a předmětem praktické činnosti*. Hradec Králové : MAFY, 2001, s. 5 – 9. ISBN 80-86148-50-5.
- JURČOVÁ, M. – PIŠŮT, J. a kol. 2001. *Didaktika fyziky - rozvíjanie tvorivosti žiakov a študentov*. 1. vyd. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave, 2001. 244 s. ISBN 80-223-1614-8.
- KOUBEK, V. – LAPITKOVÁ, V. 2007. Všeobecné vzdelanie – prírodovedná gramotnosť a vzdelávania učiteľov. In *Acta didactica : Teória a prax vyučovania prírodovedných predmetov*. 2/2007, roč. 1, s. 5-32. ISSN 1337-0073.
- KOUBEK, V. – PIŠŮT, J. 1997. Fyzikálne vzdelanie: V očakávaní koncepcnej zmeny. In *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. 1997, č. 50, s. 18-29.
- LAPITKA, M. 1996. *Tvorba a použitie didaktických testov*. 2. vyd. Bratislava : ŠPÚ, 1996. 134 s. ISBN 80-85756-28-5.
- LAPITKOVÁ, V. 1996. Projekt FAST na Slovensku. In *Zborník z konferencie FAST – DISCO Častá – Píla, 28 - 29. 10. 1996*. Bratislava: R&D print, 1996, s. 30-39.
- LAPITKOVÁ, V. a kol. 2005. Obsah a metódy vyučovania prírodných vied – stav a trendy -I. In *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. 2005, č.2, s. 39-49. ISSN 1335-4981.
- LAPITKOVÁ, V. (et al.). 2010. *Fyzika pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: Didaktis, s. r. o., 2010, 112 s. ISBN 978-80-89160-79-2.
- LAPITKOVÁ, V. (et al.). 2011. *Hodnotenie žiackych výkonov v reformovaných prírodovedných programoch základnej školy*. Prešov : Vydavateľstvo Michala Vaška, 2011, ISBN 978-80-7165-862-7.
- LAPITKOVÁ, V. – KOUBEK, V. – MORKOVÁ, E. 2012. *Fyzika pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vyd. Martin : Vydavateľstvo Matice slovenskej, 2012. 196 s. ISBN 978-80-8115-045-6.
- LAPITKOVÁ, V. 2015a. Tvorba testových úloh pre predmet: fyzika. [DVD]. In KUBIŠ, T. (et al.). 2015. *Metodika tvorby testových úloh : Prílohy k tvorbe testov a testových úloh pre vyučovanie fyziky*. 1. vyd. Bratislava : NÚCEM, 2015. FYZ doc. Lapitková, 150 s. ISBN 978-80-89638-28-4.
- LAPITKOVÁ, V. (et al.). 2015b. *Spôsobilosti vedeckej práce v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2015. 184 s. ISBN 978-80-8147-048-6.

ONDEROVÁ L. et. al. 2013. *Fyzika na základnej škole aktívne a interaktívne*. Košice : Equilibria, 2013. 120 s. ISBN 978-80-8143-081-7.

PETTY, G. 1996. *Moderní vyučování*. 1. vyd. Praha : Portál, 1996. 384 s. ISBN 80-7178-070-7.

PETTY, G. 2013. *Moderní vyučování*. 6. vyd. Praha : Portál, 2013. 568 s. ISBN 978-80-262-0367-4.

PLÁŠEK, V. – LAPITKOVÁ, V. 2006. *Šoltésove dni 2006: 6. – 7. december 2006: Zborník príspevkov*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2006. ISBN 978-80-89186-17-4.

POTTENGER III, F.M. 1996. Vývoj projektu FAST. In *Zborník z konferencie FAST – DISCO Častá – Píla, 28 - 29. 10. 1996*. Bratislava: R&D print, 1996, s. 5-17.

PRŮCHA, J. 2009. *Pedagogický slovník*. Praha : Portál, s.r.o., 2009. 400 s. ISBN 978-80-7367-647-6.

ROSA, V. 2007. *Metodika tvorby didaktických testov*. Bratislava : ŠPÚ, 2007. 72 s. ISBN 978-80-89225-32-3.

SITNÁ, D. 2009. *Metody aktivního vyučování : Spolupráce žáků ve skupinách*. 1. vyd. Praha : Portál, 2009. 152 s. ISBN 978-80-7367-246-1.

STRMEŇ, L. – RAISKUP, J. CH. 1998. *Výkladový slovník odborných výrazov používaných v psychológii a v jej príbuzných a zahraničných vedných odboroch*. Bratislava : IRIS, 1998. ISBN 80-88778-69-7. 322 s.

ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. 1. vyd. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2005. 211 s. ISBN 80-7044-696-X.

ŠVEC, Š. a kol. 1998. *Metodológia vied o výchove : Kvantitatívno-scientické a kvalitatívno-humanitné prístupy*. Bratislava : IRIS, 1998. 303 s. ISBN 80-88778-73-5.

TUREK, I. 2010. *Didaktika*. 2. vyd. Bratislava : Iura Edition, 2010. 598 s. ISBN 978-80-8078-322-8.

VELMOVSKÁ, K. 2013. Vstupné vedomosti študentov bakalárskeho štúdia na FMFI UK v Bratislave v úlohe zadanej formou experimentu. In *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. 2014, č. 3, s. 43-55. ISSN 1335-4981.

YOUNG, D. B. 1996. Súčasný trendy v reformných procesoch vyučovania prírodných vied. In *Zborník z konferencie FAST – DISCO Častá – Píla, 28 - 29. 10. 1996*. Bratislava: R&D print, 1996, s. 18-29.

Elektronické dokumenty

Absorpčné maximá chlorofýlov. [online]. [cit. 2010-11-26]. Dostupné na internete : <<http://www.uic.edu/classes/bios/bios100/lecturesf04am/lect10.htm>>.

Bilingválne gymnázium C. S Lewisa, 2011. *Hodnotiaca stupnica a jej charakteristiky*. [cit. 2015-01-10]. Dostupné na internete : <http://bilgym.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=550:hodnotiaca-stupnica-a-jej-charakteristiky&catid=120&Itemid=575&lang=sk>.

EC (European Commission), 2002. *Key Competencies : A developing concept in general compulsory education*. [online]. Brussels : EURIDICE, 2002. [cit. 2011-06-06]. Dostupné na internete : <http://www.mp.gov.rs/resursi/dokumenti/dok67-eng-Key_competencies.pdf>.

EPREU (Európsky parlament a Rada Európskej únie), 2006. Odporúčanie Európskeho parlamentu a Rady z 18. decembra 2006 o kľúčových kompetenciách pre celoživotné vzdelávanie. In *Úradný vestník Európskej únie 30.12.2006*. (2006/962/ES). [online]. [cit. 2011-01-12]. s. L394/10-18.

Dostupné na internete : <<http://lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SK:PDF>>.

HARLEN, W. 1999. Purposes and Procedures for Assessing Science Process Skills. [online]. In: *Assessment in Education*. Vol. 6. No. 1. 1999. Page 129–144. [cit. 2016-01-13]. Dostupné na: <<https://goo.gl/VVaG8d>>.

HARLEN, W. 2003. *Enhancing Inquiry through Formative Assessment*. [online]. San Francisco: Institute for Inquiry, The Exploratorium, 2003. [cit. 2016-01-13]. Dostupné na: <http://www.exploratorium.edu/files/ifi/resources/harlen_monograph.pdf>.

INEKO (Inštitút pre ekonomické a sociálne reformy), 2011. *Prírodovedná gramotnosť*. [online]. INEKO, 2011. [cit. 2011-12-01]. Dostupné na internete : <<http://www.ineko.sk/ostatne/priodovedna-gramotnost>>.

KEGA 130UK-4/2013, 2013. *Podpora kvality vyučovania tvorbou materiálov prepojených na učebnice fyziky : Anotácia projektu*. 2013. [online]. [cit. 2015.07.18] Dostupné na internete: <<http://e-fyzika.ddp.fmph.uniba.sk/>>.

KURAJ, J. – KURAJOVÁ, J. 2006. *TIMSS 2003 – Trendy v medzinárodnom výskume matematiky a prírodovedných predmetov : Národná správa IEA TIMSS 2003*. Bratislava : ŠPÚ, 2006. [online]. [cit. 2012-01-13]. Dostupné na : <http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/timss/publikacie/Kuraj-Stopkova_Narodna_sprava_TIMSS2003.pdf>. ISBN 80-89225-22-5.

LAPITKOVÁ, V. – PIŠÚT, J. – KOUBEK, V. – DEMKANIN, P. *Reforma prírodovedného a fyzikálneho vzdelávania*. [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na internete : <http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~koubek/UT_html/VsG/Kurikulum/PrirVzdKEGA.htm>

MŠVVaŠ SR (Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky), 2007. *Slovníček reformy*. [online]. Bratislava : MŠVVaŠ SR, 2007. [cit. 2011-06-06]. Dostupné na internete : <<http://www.minedu.sk/index.php?lang=sk&rootId=2843>>.

MŠVVaŠ SR (Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky), 2010. *Programové vyhlásenie vlády Slovenskej republiky na obdobie rokov 2010 – 2014*. [online]. Bratislava : MŠVVaŠ SR, 2010. [cit. 2011-06-06]. Dostupné na internete : <http://ads.sk/attachments/046_PVV%20SR_MSVVaSSR.pdf>.

NÚCEM (Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania), 2015. *Medzinárodné merania : Aktuálne : PISA 2015*. [online]. NÚCEM, 2015. [cit. 2015-12-01]. Dostupné na internete : <http://www.nucem.sk/sk/medzinarodne_merania/project/5>.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), 2006. *Assessing scientific, reading and mathematical literacy : A framework for PISA 2006*. [online]. OECD, 2003. [cit. 2011-12-01]. Dostupné na internete : <<http://www.oecd.org/dataoecd/63/35/37464175.pdf>>.

REHÚŠ, M. 2010. *Hlavné zistenia a zlyhania – PISA 2006*. [online]. [cit. 2012-01-13]. Dostupné na : <<http://www.ineko.sk/clanky/hlavne-zistenia-a-zlyhania-pisa-2006>>.

ŠIOV (Štátny inštitút odborného vzdelávania), 2013. *Vyhlásenie: Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ*. Bratislava: ŠIOV, 2013. [cit. 2015-07-15]. Dostupné na internete : <<http://www.siov.sk/narodny-projekt-/24512s>>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2009a. *Štátny vzdelávací program : Fyzika – príloha ISCED 2*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2009. [cit. 2011-04-05]. Dostupné na internete : <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/isced2/vzdelavacie_oblasti/fyzika_isced2.pdf>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2009b. *Štátny vzdelávací program : Fyzika – príloha ISCED 3A*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2009. [cit. 2011-04-05]. Dostupné na internete : <www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/vzdelavacie_oblasti/fyzika_isced3.pdf>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2009c. *Štátny vzdelávací program : Biológia – príloha ISCED 2*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2009. [cit. 2011-04-05]. Dostupné na internete : <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/isced2/vzdelavacie_oblasti/biologia_isced2.pdf>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2009d. *Štátny vzdelávací program : Biológia – príloha ISCED 3A*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2009. [cit. 2011-04-05]. Dostupné na internete : <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/vzdelavacie_oblasti/biologia_isced3.pdf>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2011. *Človek a príroda (ISCED 3A)*. [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2011. [cit. 2011-12-01]. Dostupné na internete : <<http://www.statpedu.sk/sk/Statny-vzdelavaci-program/Statny-vzdelavaci-program-pre-gymnaziaISCED-3a/Clovek-a-priroda.alej>>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2014a. *Štátny vzdelávací program : Fyzika – príloha ISCED 2*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2014. [cit. 2015-07-15]. Dostupné na internete : <http://www.statpedu.sk/files/documents/inovovany_statny_vzdelavaci_program/zs/2_stupen/clovek_a_%20priroda/fyzika_nsv__2014%2012%2003.pdf>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2014b. *Štátny vzdelávací program : Fyzika – príloha ISCED 3*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2014. [cit. 2015-07-15]. Dostupné na internete : <http://www.statpedu.sk/files/documents/inovovany_statny_vzdelavaci_program/gymnazia/4_rocne/clovek_a_%20priroda/fyzika_g_4_5_r.pdf>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2014c. *Štátny vzdelávací program : Biológia – príloha ISCED 2*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2014. [cit. 2015-07-15]. Dostupné na internete : <http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/biologia__nsv_2014.pdf>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2014d. *Štátny vzdelávací program : Biológia – príloha ISCED 3*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2014. [cit. 2015-07-15]. Dostupné na internete : <http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/biologia_g_8_r.pdf>.

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2015. *Štátny vzdelávací program : Človek a príroda*. [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2015. [cit. 2015-12-05]. Dostupné na internete : <<http://www.statpedu.sk/clanky/statny-vzdelavaci-program-svp-pre-gymnazia/clovek-priroda#overlay-context=clanky/statny-vzdelavaci-program/statny-vzdelavaci-program-pre-gymnazia>>.

ZŠ Narnia, 2011. *Pravidlá hodnotenia*. [cit. 2014-11-5]. Dostupné na internete : <<http://www.narnia.sk/sk/rodicia-a-ziaci/hodnotenie/pravidla-hodnotenia>>.

Zoznam bibliografických odkazov použitých v prílohách dizertačnej práce

BJÖRN, L. O. 2008. *Photobiology*. New York : Springer , 2008. ISBN: 978-0-387-72654-0.

HEWIT, P. G. 1989. *Conceptual Physics*. Scott, Foresman and Company: Glenview, Illinois, 1989. 6th ed. 672 p. ISBN 0-673-39847-1, p. 126 – 127.

CHOLVADOVÁ, B. 2007. *Praktikum z fyziológie rastlín*. Bratislava : PriF UK , 2007. 136 s. ISBN 978-80-223-2285-0.

KUNA, R. – BOLEČEK, P. 2010. *Vybrané kapitoly z fyziológie rastlín*. Nitra : UKF FPV, 2010. 136 s. ISBN 978-80-8094-802-3.

LAPITKOVÁ, V. – BRESTENSKÁ, E. 2009. *Fyzika pre 8. ročník špeciálnych základných škôl*. 3. vyd. Bratislava : EXPOL pedagogika, 2009. 100 s. ISBN 978-80-8091-155-3.

NELSON, M. R. 2010. *Experiment Central 6 Volume Set: Understanding scientific principles through projects*. UXL, 2010. ISBN 978-1-4144-7613-1.

SMITH, A. G. 2002. *Heme, Chlorophyll and Bilins*. Totowa , Humana Press , 2002. ISBN 1-58829-111-1.

PAUL, A. L. – AMALFITANO, C. E – FERL, R. J. 2012. Plant growth strategies are remodeled by spaceflight. In *BMC Plant Biology*. BioMed Central Ltd. DOI 10.1186/1471-2229-12-232. [online]. 2012 [cit. 26.02.2015]. Dostupné na internete : <<http://www.biomedcentral.com/1471-2229/12/232>>.

Osmosis – Real life applications. [online]. [cit. 2011-06-05]. Dostupné na internete : <<http://www.scienceclarified.com/everyday/Real-Life-Chemistry-Vol-2/Osmosis-Real-life-applications.html>>.

ÚTLA, J. 2015. *Tematický celok svetlo z pohľadu učiteľa fyziky*. Rigorózna práca. Bratislava: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, 2015. 67 s.

Wikipédia, 2014. *Fotosyntéza*. [obrázok]. [cit. 2014-03-10]. Dostupné na internete : <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotosynt%C3%A9za#Rychlost_fotosynt.C3.A9zy>.

Publikačná činnosť autora s uvedením ohlasov

ADF Vedecké práce v ostatných domácich časopisoch

ADF01 Útla, Jana [UKOMFKTFDFd] (100%) : Gravitácia a rast rastlín

Lit. 9 záz., 4 obr.

In: *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. - Roč. 44, č. 4 (2015), s. 39-48

AFC Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách

AFC01 Hodosyová, Martina [UKOMFKTFDFd] (60%) - Útla, Jana [UKOMFKTFDFd] (10%) -

Vanyová, Monika [UKOMFKTFDFd] (10%) - Vnuková, Petra [UKOMFKTFDFd] (10%) -

Lapitková, Viera [UKOMFKTFDFd] (10%): The development of science process skills in physics education

Popis urobený 5.1.2016

Lit. 10 záz.

In: *Procedia - Social and behavioral sciences* [elektronický zdroj]. - Vol. 186 (2015), s. 982-989 [online]

[WCLTA 2014 : World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership. 5th, Praha, 29.-30.10.2014]

URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815024441>

AFD Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

AFD01 Útla, Jana [UKOMFKTFDFd] (100%) : Žiacke aktivity - pozorovanie absorpčného a fluorescenčného spektra chlorofylu rastlín

Recenzované

Lit. 11 záz.

In: *Tvorivý učiteľ fyziky IV*. - Košice : Equilibria, 2011. - S. 229-237. - ISBN 978-80-970625-3-8

[Tvorivý učiteľ fyziky 2011 : Národný festival fyziky. 4., Smolenice, 12.-15.4.2011]

AFD02 Útla, Jana [UKOMFKTFDFd] (100%) : Rastliny a vlastnosti viditeľného svetla

Lit. 12 záz., 6 obr., 4 tab., 8 grafov

In: *Tvorivý učiteľ fyziky VII*. - Bratislava : Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2015. - S. 232-245. - ISBN 978-80-97450-3-3

[Tvorivý učiteľ fyziky 2014 : Národný festival fyziky. 7., Smolenice, 27.-30.4.2014]

BAB Odborné knižné publikácie vydané v domácich vydavateľstvách

BAB01 Lapitková, Viera [UKOMFKTFDFD] (50%) - Koubek, Václav [UKOMFKTFDFD] (10%) - Vnuková, Petra [UKOMFKTFDFD] (30%) - Šuhajová, Zuzana [UKOMFKTFDFD] (5%) - Útla, Jana [UKOMFKTFDFD] (5%): Hodnotenie žiackych výkonov v reformovaných prírodovedných programoch základnej školy. - 1. vyd. - Prešov : Vydavateľstvo Michala Vaška, 2011. - 118 s.

Recenzované

ISBN 978-80-7165-862-7

Ohlasy (9):

[o3] 2012 Demkanin, P. - Bartošovič, L. - Velanová, M.: Simple multiplication as a form of presenting experience with introducing data loggers to physics teachers who do not have any experience with usage of such tools in education. In: EDULEARN12 Proceedings. [Burjassot] : IATED, 2012, S. 2993-3002

[o4] 2012 Velanová, M. - Demkanin, P.: Zavádzanie fyzikálnych pojmov lom svetla a index lomu aktívnou poznávacou činnosťou žiakov. In: Tvorivý učiteľ fyziky V. Bratislava : Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2012, S. 252-257

[o4] 2013 Kalaš, I. - Kabátová, M. - Brestenská, B. - Guláša, R. - Chalachánová, M. - Palúchová, K. - Pekárová, J. - Szarka, K. - Vaniček, J. - Winczer, M.: Premeny školy v digitálnom veku. Bratislava : Slovenské pedagogické vydavateľstvo -Mladé letá, 2013, S. 247

[o4] 2013 Krišťák, L. - Gajtanská, M.: Interaktívne metódy vo fyzikálnom vzdelávaní. Zvolen : Data Service, 2013, S. 173

[o4] 2013 Onderová, E. - Ješková, Z. - Kireš, M. - Degro, J. - Hanč, J. - Mihalik, M. - Zentková, M.: Fyzika na základnej škole aktívne a interaktívne. Košice : Equilibria, 2013, S. 117

[o4] 2013 Siváková, M. - Kelecsényi, P. - Páleníková, M.: Innovation in state curriculum and teaching natural sciences in lower secondary education in Slovakia. In: Proceedings of the 10th International Conference HSCI 2013. Košice : PavolJozef Šafárik University, 2013, S. 313

[o3] 2014 Demkanin, P. - Prehjas, E. - Bartošovič, L. - Velanová, M.: Njě vështrim mbi mbëshetjeten që teknologjitë dixhitale u Japin mësuesve të fizikës në ndërtimin e njësive mësimore. In: Teknologjitë dixhitale në mësimdhënie dhe nxënie tëlëndëve shkencore, Vëllimi II. Shkodër: Botimet Fiorentina, 2014, S. 22-34

[o3] 2015 Bartošovič, L. - Velmovská, K.: O tvorivom hľadani hmotnosti (ne)obyčajnej plastovej guľôčky. In: Matematika-fyzika-informatika, s. 302

[o4] 2015 Kelecsényi, P.: Vzdelávací štandard predmetu fyzika ako východisko pre tvorbu testovacích nástrojov. In: Tvorivý učiteľ fyziky VII. Bratislava : Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2015, S. 135

BDF Odborné práce v ostatných domácich časopisoch

BDF01 Útla, Jana [UKOMFKTFDFD] (100%) : Príjem vody rastlinou

Lit. 2 záz., 1 obr.

In: Fyzikálne listy. - Roč. 19, č. 2 (2014), s. 7-8

BED Odborné práce v domácich recenzovaných zborníkoch (konferenčných aj nekonferenčných)

BED01 Útla, Jana [UKOMFKTFDFD] (100%) : Aktivity podporujúce medzipredmetové vzťahy vo fyzike

Lit. 10 záz.

In: Šoltésove dni 2010. - Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2011. - S. 125-135. - ISBN 978-80-89186-85-3

[Šoltésove dni 2010 : odborný seminár. Budmerice, 29.-30.11.2010]

BED02 Útla, Jana [UKOMFKTFDFD] (100%) : Osmóza v žiackych aktivitách s medzipredmetovými súvislosťami fyziky a biológie

Lit. 6 záz., 6 obr.

In: Šoltésove dni 2011. - Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2012. - S. 43-52. - ISBN 978-80-8147-003-5

[Šoltésove dni 2011 : odborná konferencia. Bratislava, 3.-4.11.2011]