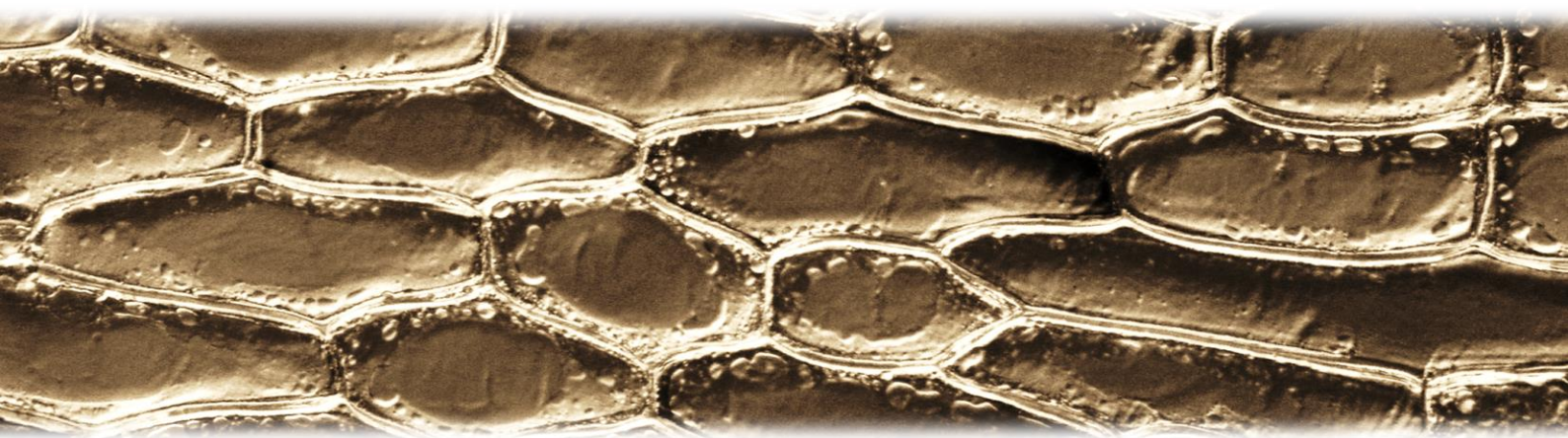


# biológia ekológia chémia



časopis pre školy  
ročník 22  
číslo **3**  
2018

# biológia ekológia chémia

časopis pre školy  
ročník 22  
číslo 3  
2018

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

### NAPÍSALI 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

Obrázok na obálke časopisu: **Pokožka cibule**

Autor: doc. RNDr. Josef Reischig, CSc.

Zdroj: [upload.wikimedia.org](https://upload.wikimedia.org)

CC BY SA 3.0 license as a part of Wikimedia Czech Republic's GLAM initiative

## vydavateľ

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



## redakcia

Trnavská univerzita v Trnave  
Pedagogická fakulta  
Katedra chémie

## editor čísla

PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

## redakčná rada

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

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

**ISSN 1338-1024**



## obsah

### DIDAKTIKA PREDMETU

4

**Historický pohľad na prístupy k výberu a štruktúracii učiva chémie na Slovensku**

Miroslav Prokša, Anna Drozdíková

8

**Využitie bádateľskej metódy pri sprístupňovaní faktorov ovplyvňujúcich rýchlosť chemickej reakcie na ZŠ**

Anna Drozdíková, Anna Okálová, Gabriela Klimešová

13

**Skúsenosti s overovaním aktivít na predchádzanie miskoncepcií vybraných nosných myšlienok kľúčovej tézy „Bunka“ na základnej škole**

Katarína Ušáková, Slavomír Nemec

24

**Miskoncepce žiakov základnej školy o opornej a pohybovej sústave**

Elena Čipková, Veronika Barčáková

## recenzenti

PaedDr. Tímea Gálová, PhD.  
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.  
PaedDr. Tibor Nagy, PhD.  
RNDr. Soňa Nagyová, PhD.

# Historický pohľad na prístupy k výberu a štruktúracii učiva chémie na Slovensku

prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD.<sup>1</sup>

PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky  
Prírodovedecká fakulta  
Univerzita Komenského v Bratislave  
Ilkovičova 6, 84215 Bratislava  
Slovensko

<sup>1</sup>proksa@uniba.sk

## Abstract

The selection and structuring of the curriculum is a key phenomenon in the subjects' didactics. Access to this problem has changed significantly in history. The article provides a brief overview of changes in the content and structure of chemistry curriculum in Slovakia in the last century. Is the definition of so-called "big ideas" a new, better way to solve the role, how to integrate of science knowledge into the education system in Slovakia? In the article we analyse two such systems, which have recently been applied in chemistry didactics. We will try to highlight the strengths and weaknesses of such choices of "big ideas".

## Key words

chemistry curriculum, content, structure, big ideas

## Úvod

Výber a transformácia výsledkov ľudského poznania do didaktického systému v jednotlivých učebných predmetoch je klasickým a kľúčovým problémom, ktorý rieši didaktika. Ktoré poznatky, v akej hĺbke a štruktúre sa dostanú do edukačného systému ovplyvňuje množstvo faktorov. Kľúčovú úlohu by mala zohrávať snaha o prípravu mladej generácie na riešenie životných situácií. Nie vždy sa to darí na uspokojivej úrovni. V mnohých prípadoch sa dominantnejšie uplatnia snahy odborníkov, aby sa do didaktického systému dostalo všetko práve z ich špecializácie a to bez ohľadu na potreby detí v budúcnosti a bez rešpektovania potreby rozvíjania schopností žiakov. Často sa nerešpektuje ani primeranosť zaradených poznatkov pre danú vekovú kategóriu žiakov. Vzniká tak akýsi izolovaný školský systém poznatkov, ktorý nemusí korešpondovať s potrebami žiakov, samotných vedných odborov ani s cieľmi a potrebami celej spoločnosti.

## Vývoj výberu a štruktúracie učiva chémie na Slovensku

Prístup k riešeniu tejto kľúčovej úlohy sa historicky menil. Ak by sme sa hlbšie pozreli napríklad na utváranie obsahu školského vzdelávania v chémii v minulom storočí na Slovensku, tak máme možnosť zaregistrovať niekoľko etáp. Za dostupný zdroj informácií o utváraní obsahu a štruktúry školskej chémie považujeme súveké

učebnice. Predvojnové učebnice z dvadsiatych a tridsiatych rokov (MAŠEK F., NĚMEČEK H., KŘEHLÍK F., HOUDEK I. 1929, KOUT R., FILIP B. 1932, KOUT R., FILIP B. 1932) sú stavané na základe pomerne stručného uvedenia do najzákladnejších poznatkov o stavbe látok, silách utvárajúcich molekuly, empirických zákonoch podmieňujúcich vznik a premenu zlúčenín pri chemických reakciách. Prirodzenou súčasťou je aj uvedenie do chemického vyjadrovania sa a symbolických zápisov. Ťažisko obsahu potom tvoria informácie o látkach dôležitých v živote či pre priemyselnú výrobu. Zahŕňajú informácie o ich výskyte, príprave a výrobe, vlastnostiach a použití. Systém výberu a rozsahu informácií o jednotlivých zaradených látkach nie je až na pragmatickosť spoznatelný.

V päťdesiatych rokoch sa v učebniciach (ŠORM F. 1951) prejavuje širšie zaradenie logiky vedeckého systému chémie. Rozširujú sa informácie o postupoch a prostriedkoch vedeckého skúmania chemických fenoménov. Ťažisko však je stále postavené na vlastnostiach a použití dôležitých látok. Dochádza ale k rozšíreniu ich počtu.

Šesťdesiate a sedemdesiate roky (BUCHÁR, E., OTČENÁŠEK, L. 1964, SOTORNÍK, V., PETRŮ, F., 1966, FABINI J., ŠTEPLOVÁ, D., SOKOLÍK, R., 1972, FABINI, J., RUBUŠICOVÁ, F., SOKOLÍK, R., 1970) sú v znamení nástupu a neskôr plnej dominancie scientizmu aj na Slovensku. Obsah a štruktúra didaktického systému čoraz viac čerpá z charakteru vedeckého systému chémie. U nás však možno oproti bežnému svetovému trendu identifikovať aj výrazný vplyv tzv. polytechnizácie, ktorá bola „hitom“ socialistického školstva. V chémii sa to prejavilo zaradením relatívne detailných technických informácií o priemyselných postupoch a zariadeniach využívaných pri chemických výrobách.

V tomto období možno pri výbere a štruktúracii učiva badať aj isté systémové prístupy, ktoré by sme azda mohli označiť ako pokusy o istú matematizáciu didaktickej štruktúry učiva. Vytvárali sa orientované grafy a siete vedomostí, v ktorých sa prepočítavali váhy súvis-



lostí medzi jednotlivými uzlovými bodmi. Tento trend je ovplyvnený aj hľadaním vlastnej vedeckej tváre didaktiky chémie, ktorá sa u nás zhruba v tomto období vydala na cestu od „metodikárčenia“ k plnému skúmaniu didaktických problémov vyučovania chémie. Učebnice tohto obdobia sú charakteristické zvýraznením vedeckých zákonitostí chemických javov a procesov ale súčasne ďalším nárastom látok, na ktorých sa deklarovala platnosť týchto zákonitostí. Dôsledkom bolo predimenzovanie obsahu.

Osemdesiate a deväťdesiate roky (ČIPERA J. a kol., 1974, VACÍK J. a kol., PACÁK J. a kol., 1985, ČÁRSKY J. a kol., 1986) boli v znamení zavádzania a uplatňovania didaktickej reformy v celom našom školstve. Pri výbere a štrukturácii obsahu vyučovania sa dokonca štát pokúsil o uplatnenie experimentálneho prístupu k riešeniu daného problému. Treba povedať, že napokon táto cesta zlyhala a vypracovaný obsah a jeho štruktúra sa do života dostali iba čiastočne. Obsah vyučovania bol dominantne tvorený budovaním žiackych vedomostí o zákonoch a princípoch chémie. Informácie o jednotlivých látkach sa začali redukovať. V mnohých prípadoch však z tohto dôvodu nadobudli podobu hrubého a nič nehovoriaceho formalizmu: „Látka sa požíva pri mnohých chemických výrobách.“ Výber a štruktúracia učiva sa aspoň deklaratívne budovali na napĺňaní snahy o rozvoj „chemického“, či neskôr tvorivého myslenia. Zvyčajne zostalo len pri deklarovaní tohto princípu, pretože nebol prebudovaný obsah tak, aby sa to skutočne dalo realizovať, tiež sa nič nezmenilo v hodnotení výsledkov vyučovania, pretože dominantným bolo overovanie schopnosti žiakov reprodukovať sprístupnené učivo. Súčasnosť sa v našich učebniciach (napríklad KMEŤOVÁ, J. a kol., 2010) prejavuje predovšetkým malou zmenou cesty realizovanej v osemdesiatych rokoch minulého storočia. Typická je pokračujúca redukcia obsahu ale nedochádza k závažnejšiemu prebudovaniu jeho štruktúry, k systémovej zmene prístupu k riešeniu daného problému.

## Nové pohľady na výber a štruktúraciu učiva chémie

Na rozdiel od situácie u nás sa vo svete v poslednom období objavilo niekoľko prístupov k pretváraniu obsahu vedeckých disciplín na didaktický obsah. Jednu z nich môžeme zjednodušene označiť ako aplikáciu tzv. „big ideas“ (HARLEN, W. a kol. 2010, HARLEN, W. a kol. 2015) vo vyučovacom procese.

Skupina didaktikov pod vedením W. Harlen hľadá cesty ako v prírodovednom vzdelávaní v rámci základnej školskej dochádzky vybudovať povedomie o podstate, fungovaní, výsledkoch a benefitoch vedy. Pričom produktom by nemal byť výpočet základných faktov, záko-

nitostí, ale osvojenie si prístupu k poznávaniu a využívaniu poznatkov, ktorý by v konečnom dôsledku viedol k jeho uplatňovaniu v neskoršom hlbšom štúdiu ale súčasne aj k používaniu v bežnom živote pri riešení životných situácií. Ďalšou dominantou črtou je, že vypracovaný pohľad má prekonávať hranice jednotlivých prírodovedných vedných disciplín a vytvárať spoločný prienikový prírodovedný ba až metavedecký pohľad. Skupina vybrala 14 okruhov, ktoré nazvala „big ideas“. Vytvárajú dve veľké skupiny. Prvých desať sa sústreďuje na obsah jednotlivých prírodovedných vedeckých disciplín:

### „Ideas of science

- 1 *All matter in the Universe is made of very small particles*
- 2 *Objects can affect other objects at a distance*
- 3 *Changing the movement of an object requires a net force to be acting on it*
- 4 *The total amount of energy in the Universe is always the same but can be transferred from one energy store to another during an event*
- 5 *The composition of the Earth and its atmosphere and the processes occurring within them shape the Earth's surface and its climate*
- 6 *Our solar system is a very small part of one of billions of galaxies in the Universe*
- 7 *Organisms are organised on a cellular basis and have a finite life span*
- 8 *Organisms require a supply of energy and materials for which they often depend on, or compete with, other organisms*
- 9 *Genetic information is passed down from one generation of organisms to another*
- 10 *The diversity of organisms, living and extinct, is the result of evolution.*

Ďalšie štyri sa koncentrujú na metódy a prostriedky vedeckého skúmania sveta.

### „Ideas about science

- 11 *Science is about finding the cause or cause of phenomena in the natural world*
- 12 *Scientific explanations, theories and models are those that best fit the evidence available at a particular time*
- 13 *The knowledge produced by science is used in engineering and technologies to create products to serve human ends*
- 14 *Applications of science often have ethical, social, economic and political implications*

Aj keď sa aplikácia tohto prístupu v istom zmysle dotýka kurikulárnych materiálov, nepredstavuje snahu o vypracovanie jednotného, pevne sformulovaného kurikula zahŕňajúceho len „big ideas“. Autori chápu úlohu tohto prístupu širšie a súčasne aj hlbšie. „Big ideas“ majú síce vytvoriť akýsi obsahový bazálny rámec, ale súčasne má

ísť o zmenu konceptu práce učiteľa a žiakov vrátane zmeny spätnoväzbových a klasifikačných aktivít.

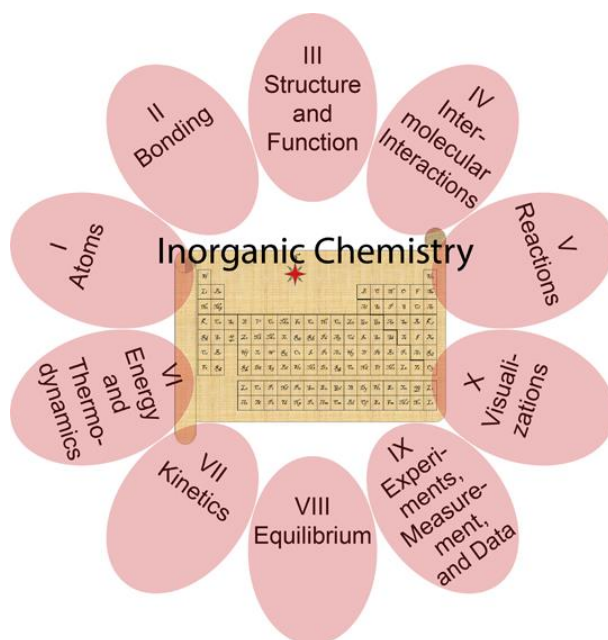
Za podstatný rys tohto chápania začleňovania „big ideas“ možno považovať snahu o vytvorenie povedomia (zachyteného aj v kurikule) o celi v zmysle implementácie „big ideas“ do výsledkov edukačného procesu a to vo forme globálnejších cieľov ale tiež cesty k dosiahnutiu tohto cieľa. Obrazne povedané „big ideas“ nemajú byť doslovným návodom na prekonanie labyrintu. Skôr majú plniť funkciu svetla v inak tmavých chodbách labyrintu, ktoré umožní a uľahčí nájdenie prijateľnej cesty ním.

Na používanie „big ideas“ narazíme aj v iných koncepcích tvorby a realizácie kurikula, ktoré sa v poslednom období objavujú v didaktikách prírodných vied. Treba povedať, že sa vyskytujú skôr v spojitosti s vyššími stupňami vzdelávania a nie je pre ne typická snaha o

prísne integrované prírodovedné interpretovanie sveta a prírodných javov okolo nás. Uvedieme príklad, ktorý vznikol a je rozvíjaný na pôde Americkej chemickej spoločnosti (MAREK, K., RAKER, J., HOLME, T., MURPHY, K. 2018, HOLME, T., REED, J., RAKER, J., MURPHY, K. 2018).

Aj v tomto prístupe sa pracuje s relatívne obmedzeným počtom bazálnych konceptov, z ktorých vyrastajú dielčie, konkrétnejšie koncepty umožňujúce podrobnejšie vedecké vysvetľovanie sveta okolo nás. Pre jednotlivé chemické disciplíny platí, že sa pracuje s tými istými „big ideas“, ale sú inak usporiadané, aby sa zvýraznili rozdiely v ich vzájomnom prepojení a ovplyvňovaní. Uvedieme výsledok takéhoto prístupu na príklade takzvanej „Concepts Content Map“ (obr. 1), konkrétne pre anorganickú chémiu.

Obr. 1 Anorganická chémia – Concepts Content Map



Súčasťou tohto prístupu je následné detailnejšie rozpracovanie každej „big idea“ pre jednotlivé časti chémie. Samotná „big idea“ sa charakterizuje v troch nižších úrovniach: v cieľoch pre trvalé osvojenie, v rámcovom obsahu a detailoch obsahu.

Porovnajme benefity a úskalia uvedených prístupov k používaniu konceptu „big ideas“.

Prvý prístup ma silnú stránku v komplexnom uchopení interpretácie sveta okolo nás, bez zbytočnej atomizácie do jednotlivých čiastkových prírodovedných disciplín. Tento prístup akcentuje snahu sústredenú na to, aby sa žiaci nestratili v množstve jednotlivých poznatkov a nechýbalo im videnie a chápanie nosných línií ľudského poznania. Vytvára sa tiež predpoklad pre dobré uchopenie podstaty a nástrojov prírodovedného skúmania javov a zákonitostí. Na druhej strane hrozí riziko istého

ohraničenia a straty detailnejších pohľadov, v hraničnom prípade až jednostranného videnia. Toto riziko je priamo úmerné zloženiu tvorcov súboru „big ideas“. Dokiaľ bude súbor „big ideas“ len jednorázovo vytvorený bez prirodzeného následného obrúsovania a prerábania, celou obcou didaktikov, bude poznačený zastúpením predstaviteľov jednotlivých vedných oblastí a ich pozíciou v tejto skupine tvorcov. Iné „big ideas“ sa jednoducho do výberu plnohodnotne nedostanú a budú len v pozícii akýchsi „násilných prílepkov“. Aby sme boli konkrétnejší v uvedených „big ideas“ podľa nášho vnímania prakticky úplne absentuje myšlienka samoorganizácie zmien v systémoch, princíp prepájania štruktúry a prejavov jej existencie (vlastností) systémov, atď.

Ak sa pozrieme na vyššie uvedený druhý spôsob používania konceptu „big ideas“, je vidieť, že benefity a úskalia zjednodušene povedané v tomto prípade tvoria akýsi

zrkadlový odraz k uvedeným z prvého konceptu. Tento prístup je silnejší a celistvejší z pohľadu jednotlivých prírodovedných disciplín. V istom zmysle mu chýba integrujúci a usmerňujúci prírodovedný nadhľad. Je bližší tradičnému náhľadu na obsah vyučovania prírodovedných disciplín, čo môže byť jeho plusom pri zavádzaní do skutočného používania v školách.

Zaujímavé je porovnanie uvedených prístupov aj z pohľadu aplikácie „big ideas“ do tvorby kurikula a jeho realizácie v učebnom procese. Prvý koncept je v zásade nová neprebádaná cesta a je málo pravdepodobné, že jej uvedenie do života nebude poznačené omylmi, chybami a z nich vyplývajúcich zlých dopadov. Pre prvý koncept „big ideas“ z pohľadu jeho vnútorného utvárania možno rozpoznať dve významne odlišujúce sa možnosti k tvorbe kurikula. V prvej možnosti sa kurikulum zredukuje len na uplatnenie „big ideas“. Tradičné prístupy k obsahu kurikula jednotlivých prírodovedných predmetov budú výrazne minoritné. Druhá možnosť môže vychádzať z tradičnejšieho chápania kurikula s tým, že sa posilní rešpektovanie „big ideas“ v ňom. Prvá možnosť v sebe zahŕňa potenciál jasnejšieho a jednoznačnejšieho výsledného kurikula. Na druhej strane jeho príliš veľká revolučnosť prináša riziko odmietnutia učiteľskou verejnosťou. Naopak, metóda malých krokov, ktorá by prirodzene mala byť dominantná v druhej možnosti, síce zlepšuje vyhliadky na akceptáciu učiteľmi, ale výsledok bude poznačený kompromismi, v ktorých sa potenciálny prínos „big ideas“ môže výrazne zredukovať.

Vyššie uvedený druhý koncept „big ideas“ neprináša revolučné zmeny, je skôr aplikovateľný prostredníctvom druhej možnosti, teda metódou malých krokov zmien v tradičnom kurikule.

## Záver

Na záver by sme v súvislosti s analyzovanými dvomi formami „big ideas“ pre tvorbu kurikula na Slovensku mohli konštatovať, že sa zatiaľ jedná skôr o fázu hľadania. Ešte nemožno zodpovedne vytvárať súdy a závery o ceste k zmenám v didaktických prístupoch k tvorbe obsahu a štruktúry kurikula. Určite nie je jasné, čo prežije a v akej forme a podobe sa bude ďalej rozvíjať. Našou snahou v súčasnosti realizovaných výskumných šetreniach je lepšie spoznať potenciálne možnosti a obmedzenia predovšetkým prvého konceptu „big ideas“ pri tvorbe obsahu a štruktúry bazálneho prírodovedného vzdelávania na úrovni ISCED 2.

## Podakovanie

Práca vznikla v súvislosti s riešením projektov: VEGA 1/0166/16 a APVV-14-0070.

## Literatúra

- MAŠEK, F., NĚMEČEK, H., KŘEHLÍK, F., HOUBEK, I. *Chémia pre gymnáziá a reálne gymnáziá II. Anorganická chémia pre piatu triedu*. Praha : ČGU, 1929.
- KOUT R., FILIP B. *Chémia anorganická pre V. triedu stredných škôl*. Olomouc : Promberger, 1932.
- KOUT R., FILIP B. *Chémia organická pre VI. triedu stredných škôl*. Olomouc : Promberger, 1932.
- ŠORM F. *Organická chémia učebnica pre III. a IV. triedu gymnázií*. Bratislava : ŠN, 1951.
- BUCHÁR E., OTČENÁŠEK L. *Chémia pre 2. a 3. ročník stredných všeobecnovzdelávacích škôl*. Bratislava : SPN, 1964.
- SOTORNÍK V., PETRŮ F. *Anorganická chémia pre 1. ročník SVŠ*. Bratislava : SPN, 1966.
- FABINI J., ŠTEPLOVÁ D., SOKOLÍK R. *Anorganická chémia pre stredné zdravotnícke školy a pre gymnáziá*. Bratislava : SPN, 1972.
- FABINI J., RUBUŠICOVÁ F., SOKOLÍK R. *Organická chémia pre stredné zdravotnícke školy a dočasne aj pre gymnáziá*. Bratislava : SPN, 1970.
- ČIPERA J. a kol. *Chémie pro IV. ročník gymnasií (1. díl)*. Praha : SPN, 1974.
- VACÍK J. a kol. *Chémia pre 1. ročník gymnázia*. Bratislava : SPN, 1984.
- PACÁK J. a kol. *Chémia pre 2. ročník gymnázia*. Bratislava : SPN, 1985.
- ČÁRSKY J. a kol. *Chémia pre 3. ročník gymnázia*. Bratislava : SPN, 1986.
- KMEŤOVÁ J. a kol. *Chémia pre 1. ročník gymnázií*. Bratislava : EXPOL Pedagogika, 2010. ISBN 978-80-8091-174-4.
- HARLEN, W. a kol.: (ed.) 2010. *Principles and big ideas of science education* [online]. Hearts: Association for Science Education [cit. 2016 -07-07] ISBN 978086357 4 313. Dostupné z: <http://www.ase.org.uk/>.
- HARLEN, W. a kol. (ed.) 2015. *Working with Big Ideas of Science Education*. [online]. Published by the Science Education Programme (SEP) of IAP, Trieste [cit. 2016 -07-07]. ISBN 9788894078404. Dostupné z: <http://www.interacademies.net/>.
- MAREK, K., RAKER, J., HOLME, T., MURPHY, K. The ACS Exams Institute Undergraduate Chemistry Anchoring Concepts Content Map III: Inorganic Chemistry. *J. Chem. Educ.* 2018, 95, 233–237.
- HOLME, T., REED, J., RAKER, J., MURPHY, K. The ACS Exams Institute Undergraduate Chemistry Anchoring Concepts Content Map IV: Physical Chemistry. *J. Chem. Educ.* 2018, 95, 238–241.

# Využitie bádateľskej metódy pri sprístupňovaní faktorov ovplyvňujúcich rýchlosť chemickej reakcie na ZŠ

PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.<sup>1</sup>

Anna Okálová<sup>2</sup>

Gabriela Klimešová<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky

Prírodovedecká fakulta

Univerzita Komenského v Bratislave

Ilkovičova 6, 84215 Bratislava

Slovensko

<sup>1</sup>anna.drozdikova@uniba.sk

## Abstract

This article describes a model of school chemistry lesson, created and verified with pupils in primary schools. The aim of this lesson was to identify the factors that affect the rate of chemical reactions. The research was done with use of IBSE components. The results indicate the pupils in primary schools are able to identify temperature, surface area, concentration and catalyst as factors affecting the rate of chemical reaction. In some cases they were not able to name them exactly. Pupils formulated assumptions of the each factor affect and verified them by simple experiments. In the end they review the validity of their supposition.

## Key words

chemistry lesson, experiment, primary school, the rate of chemical reactions, factors affecting the rate of chemical reaction

## Úvod

Globálnym trendom inovatívnych zmien vo vyučovaní prírodovedných predmetov a matematiky zostáva už niekoľko rokov metóda IBSE – Inquiry Based Science Education, na Slovensku známa aj ako Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania alebo Bádateľská metóda. IBSE vychádza z konštruktivistického prístupu k vzdelávaniu, ktorého podstatou nie je osvojovanie si hotových poznatkov, ale umožnenie žiakovi samostatne objaviť nové skutočnosti. Objavovanie je založené na vytváraní vhodných situácií, ktoré ponechávajú aktivitu osvojovania si nových poznatkov a konštruovanie poznania na žiakovi. Ide o prístup inšpirovaný vedeckými výskumnými metódami, ktoré sa využívajú ako vzdelávacia aktivita (Brestenská a kol., 2014). V praxi to znamená, že sa do vzdelávacieho procesu zavádzajú výskumné metódy, ktoré žiaci využívajú pri skúmaní javov a predmetov. Zároveň tieto postupy spĺňajú korektnú formálnu podobu skutočných vedeckých postupov. Zvolené výskumné postupy sú v školskom prostredí použité na vybrané jednoduché prírodovedné problémy. Vedecká aktivita žiaka začína v momente, keď sa pokúša vysvetliť aktuálne pozorovanú skutočnosť svojimi momentálnymi predstavami a teóriami. Počas tohto procesu zároveň zisťuje, či sa nová skutočnosť dá alebo nedá vysvetliť týmito predstavami (Held a kol., 2011). V školskom prostredí teda dochádza k rozvoju spôsobilostí vedeckej práce používaním sku-

točných vedeckých metód samotnými žiakmi. Medzi vedecké metódy patrí kladenie otázok, zber dát, ich overovanie a zdôvodňovanie, pričom je potrebné brať do úvahy aj to, čo už je známe, ďalej je to tvorba záverov a diskusia o nich. Tieto spôsobilosti sa nedajú získať naraz, ale žiaci ich nadobúdajú postupne, už od predškolského veku až po starší školský vek. V tomto období žiaci získavajú skúsenosti a zdokonaľujú sa v nasledujúcich oblastiach:

- spôsobilosť vedeckej práce – od formulácie jednoduchých predpokladov, až po formuláciu hypotéz,
- spôsobilosť skúmať menej známe javy – od návrhu overovať známe javy, po návrh overovania menej známych javov,
- kritická analýza myšlienkových postupov – od nájdania odpovede na otázku bez zdôvodnenia, až po vedomé hodnotenie dôvodov a myšlienkových postupov pri hľadaní odpovede (Bergman a kol., 2013).

Pre úspešný priebeh a zvládnutie výskumne ladených aktivít musia byť splnené nasledujúce podmienky:

- materiál a pracovné pomôcky majú byť vhodné pre danú aktivitu, a tiež primerané veku žiakov,
- žiaci majú mať prístup k sekundárnym zdrojom informácií (knihy, PC, plagáty),
- priestor v triede má byť prispôsobený skupinovej práci,
- vyučovací hodina má byť organizovaná tak, aby mali žiaci dostatočný čas na diskusiu o svojich predstavách, na objasnenie výskumných otázok, zbieranie dát a diskusiu o tom, čo urobili a zistili,
- žiaci majú mať zošity alebo pracovné listy na zaznamenávanie dát a poznámok primerané ich veku,
- žiaci majú byť oboznámení s efektívnym a bezpečným používaním pomôcok, aby sa meracie prístroje vrátili nepoškodené,
- učiteľ má pomáhať žiakovi správne sa vyjadrovať a používať vedecké termíny,



- počas diskusií má byť v triede podporovaná tolerancia a vzájomný rešpekt (Bergman a kol., 2013)

Je dôležité, aby bol žiak do procesu skúmania skutočne myšlienkovy zapojený. Odporúča sa, aby sám identifikoval učiteľom pripravenú výskumnú otázku, k čomu by ho mala priviesť tzv. iniciačná stimulujúca situácia. Vhodnou stimulujúcou situáciou môže byť napríklad demonštrovanie nového javu alebo určitej anomálnej situácie, pričom dochádza ku konfrontácii žiackych aktuálnych prekonceptov s realitou. Podmienkou je, aby u žiakov výskumná otázka vzbudila zvedavosť a žiaci ju mohli následne skúmať. V prípade, že je táto podmienka splnená, žiak chce prirodzene zisťovať informácie, hľadá primerané vysvetlenie, dôkazy a fakty. Potrebné informácie môže získavať rôznymi spôsobmi, ako sú experiment, pozorovanie, hľadanie v dokumentoch, konzultácia s odborníkom a podobne. Takto získané informácie následne poskytnú dôkazy, ktoré podporia logické vysvetlenie javu (Held a kol., 2011).

V závislosti od miery samostatnosti práce a skúmania žiakov môžeme bádanie rozdeliť do štyroch základných úrovní (Bell et al., 2005, Banchi and Bell, 2008):

1. Potvrdzujúce bádanie (confirmatory inquiry) – od žiakov sa očakáva vykonať pokusy alebo experimenty, pričom sa im poskytne presne definovaný problém, tiež postup práce a riešenie. Tento spôsob je vhodný, ak chce učiteľ upevniť a preveriť predchádzajúce, už naučené pojmy, ale nejde o bádanie v pravom slova zmysle, keďže postup je žiakom vopred daný. Napríklad, žiakom poskytneme materiál na zostavenie aparátury na titráciu a tiež schémy, podľa ktorých ju majú zostaviť.
2. Štruktúrované bádanie (structured inquiry) – žiakom sa poskytne postup a daný problém a následne sami skúšajú nájsť riešenie. Často sa však stáva, že žiak síce danú prácu vykoná, ale nechápe význam krokov. Preto niektorí autori tento typ za bádanie ani nepovažujú, keďže postup žiaci majú definovaný presne krok za krokom a prirovnávajú ho skôr k postupom v kuchárskej knihe (tzv. cookbook recipe).
3. Riadené, sprevádzajúce bádanie (guided inquiry) – žiakom je daný len problém a materiál a oni sami majú navrhnúť možné pokusy alebo činnosti na jeho

preskúmanie. Napríklad, žiakom poskytneme svorky, držiaky, laboratórne sklo a rôzny iný materiál a ich úlohou je vytvoriť aparáturu na filtráciu tak, aby filtrácia prebehla čo najrýchlejšie, s použitím rôznych kombinácií materiálu.

4. Otvorené bádanie (open inquiry) – tento typ bádania očakáva, že žiaci sami navrhnu problém, ktorý budú riešiť. Okrem toho majú navrhnúť aj vlastné spôsoby a pokusy ako riešiť daný problém (Kapucu, 2016, Minárechová, 2014).

Laboratórne aktivity s využitím bádateľských prvkov je možné zaraďovať do vyučovacieho procesu už od prvého stupňa základnej školy. Podľa výskumu Váchu a Ditricha (2016) sa ukázalo, že aplikáciou prvkov IBSE do vyučovania u žiakov prvého stupňa základných škôl sa zvýšilo percento osvojených poznatkov a vedomostí, nezávisle od zvolenej témy. Ryplová a Reháková (2011) zase svoj výskum aplikovali na žiakov druhého stupňa základných škôl a dokázali, že žiaci, ktorí absolvovali bádateľsky orientované učenie sa, dosahovali vo výstupnom teste oveľa lepšie výsledky ako žiaci, ktorí absolvovali klasickú hodinu bez použitia prvkov IBSE. Stuchlíková (2010) či Spronken-Smith (2012) následne poukazujú na skutočnosť, že IBSE má pozitívny vplyv aj na dlhodobějšíu fixáciu novo nadobudnutých poznatkov, pojmov a vedomostí.

IBSE tiež buduje a posilňuje kognitívne, emocionálne a sociálne zručnosti, čo vedie k vyššej úrovni koncepčného porozumenia v kognitívnej oblasti. Okrem učenia sa faktov, vedomostí, známych postupov a stratégií vedy je tiež zdôraznené bádanie. Tento fakt, teda pojem bádanie, je absolútne zásadný, pretože podmieňuje použitie vedeckých bádateľských princípov (validáciu, zdôvodňovanie hypotéz a informácií) v procese učenia. Takto sa u žiakov rozvíja kritické myslenie, schopnosť analyzovať a triediť a tiež vyhodnocovať informácie. IBSE umožňuje deťom byť na hodine aktívnejší, umožňuje im používať viac vlastných stratégií a meta-stratégií, ako aj vlastných postupov (Škoda, Doulík, Prochádzková; 2013).

Rozdiely v aktivite žiakov medzi vyučovaním s prvkami IBSE a tradičným vyučovaním, sú zhrnuté do nasledujúcej tabuľky (Harlen; 2013):

Tab. 1: **Aktivity študentov na klasickej hodine a hodine s použitím prvkov bádania**

| Aktivity študentov použitím prvkov bádania:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Aktivity študentov pri učení prostredníctvom prenosu (klasicke vyučovanie):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Študenti kladú otázky, ktoré považujú za svoje vlastné, hoci v skutočnosti sú zavedené učiteľom.</li> <li>• Nevedia, že skúmajú odpovede na tieto otázky.</li> <li>• Vedia dosť o téme, aby sa mohli zapojiť vlastnou otázkou.</li> <li>• Konštruujú vlastné predpovede na základe ich rodiacej sa myšlienky o danej téme.</li> <li>• Sami sa podieľajú na plánovaní postupov ako otestovať svoje predpovede.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivita študentov založená na sledovaní a postupovaní podľa krokov knihy alebo podľa pokynov učiteľa s nízkym dôrazom na kladenie vlastných otázok.</li> <li>• Majú možnosť prečítať si o daných metódach a výsledkoch, ale majú malú možnosť vyskúšať si vlastné postupy.</li> <li>• Pozorujú demonštrácie učiteľa, ale nemusia vždy pochopiť prečo sa to deje.</li> </ul> |

- Sami vykonávajú vyšetovanie.
- Používajú vhodné metódy a zdroje na toto testovanie.
- Diskutujú o tom, čo zistili vo vzťahu k svojim predpovediam a očakávaniam.
- Robia závery a snažia sa vysvetliť, čo zistili.
- Porovnávajú svoje výsledky so spolužiakmi, podľa ich záverov.
- Vedú si poznámky o priebehu práce.

- Experimenty pozorujú alebo vykonávajú tak, aby potvrdili záver (teda majú jasne definovaný výsledok, ktorý je správny).
- Často krát nevedia, prečo majú byť jednotlivé kroky v experimente vykonané.
- Píšu výsledky a postupy v štruktúrovanej podobe, najčastejšie odpísané z kníh alebo nadiktované učiteľom.
- Pracujú samostatne alebo vo dvojiciach a často sú odrádzaní od diskusie o ich práci.

## Cieľ výskumu

Cieľom nášho výskumu bolo vytvoriť funkčný model vyučovacej hodiny, počas ktorej by žiaci formou riadneho bádania identifikovali faktory ovplyvňujúce rýchlosť chemickej reakcie. Vytvorený model overiť vo vyučovacom procese a odhaliť jeho silné a slabé stránky. Vytvorený model je určený pre siedmy príp. ôsmy ročník žiakov na základnej škole, ktorí sa s danou problematikou v rámci vyučovacieho procesu ešte nestretli.

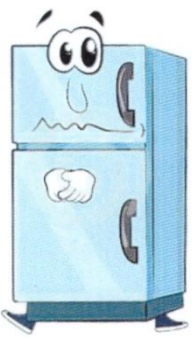
## Realizácia výskumu

Vytvorený model hodiny bol overený v dvoch výskumných skupinách – v príme osemročného gymnázia, ktorá zodpovedá šiestemu ročníku základnej školy, na konci ročníka (jún 2016) a u siedmakov základnej školy na konci prvého polroka (január 2017). Žiaci pracovali v dvojiciach alebo trojiciach. Vyžaduje minimálne dve vyučovacie hodiny v chemickom laboratóriu.

Na začiatku hodiny učiteľ uviedol žiakov do problematiky tým, že s nimi diskutoval o chemických premenách látok, ktoré prebiehajú rozlične rýchlo. Potom navodil stimulujúcu situáciu otázkou z reálneho života, ktorá vzbudila záujem žiakov. Úlohou žiakov bolo identifikovať, pomenovať a skúmať vplyv štyroch faktorov na rýchlosť chemickej reakcie: teplotu, veľkosť povrchu látok, koncentráciu a katalyzátor. Pre žiakov boli vytvorené pracovné listy, ktoré počas hodiny usmerňovali ich prácu. Keď žiaci pomenovali daný faktor ovplyvňujúci rýchlosť premeny látok, ich úlohou bolo sformulovať predpoklad, ktorého platnosť overovali jednoduchými pokusmi, uvedenými v pracovných listoch. K jednotlivým pokusom mali k dispozícii pripravené pomôcky a chemikálie. Jednotlivé skupiny pracovali vlastným tempom. V ďalšej časti uvádzame ukážku pracovného listu, týkajúcu sa vplyvu teploty na rýchlosť chemickej reakcie. Pre skúmanie ďalších faktorov boli pre žiakov vytvorené ďalšie pracovné listy s využitím odlišných školských pokusov.

Obr. 1: **Pracovný list na zisťovanie vplyvu teploty na rýchlosť chemickej reakcie**

Úloha č.1



Rozmýšľali ste už niekedy nad tým, prečo ovocie dozrieva práve v lete? Či prečo niektoré druhy ovocia a zeleniny pestujeme v skleníkoch? A prečo dávame niektoré potraviny do chladničky alebo do mrazničky? Čo ovplyvňuje rýchlosť dozrievania ovocia a zeleniny a tiež to, ako rýchlo sa potraviny pokazia?

**Tvoja odpoveď:**

Akým spôsobom bude \_\_\_\_\_ ovplyvňovať rýchlosť premeny látok?

**Predpoklad:**

**Postup práce:**

1. Do troch skúmaviek pridajte pomocou odmerného valca 2 cm<sup>3</sup> roztoku glukózy.
2. Do každej skúmavky pridajte po 2 cm<sup>3</sup> Fehlingovho roztoku.
3. Jednu skúmavku vložte do kadičky s horúcou vodou.
4. Druhú skúmavku nechajte stáť v stojane na skúmavky.
5. Tretiu skúmavku vložte do kadičky so studenou vodou.
6. Pozorujte zmeny.

**Pozorovanie:**

| glukóza + Fehlingovo činidlo | teplota okolia skúmavky |             |       |
|------------------------------|-------------------------|-------------|-------|
|                              | vysoká                  | laboratórna | nízka |
| farba                        |                         |             |       |
| poradie zmien                |                         |             |       |

#### Vyhodnotenie pozorovania:

Farbné zmeny z \_\_\_\_\_ farby na \_\_\_\_\_ farbu najrýchlejšie prebehli v skúmavke uloženej v \_\_\_\_\_, zmena farby najpomalšie prebiehala v skúmavke uloženej v \_\_\_\_\_.

Záver: \_\_\_\_\_ (vyvrátenie / potvrdenie predpokladu)

Žiaci po skončení pokusu v rámci skupiny prehľadnocovali platnosť svojho predpokladu (svojej hypotézy). Prediskutovali svoje zistenia s ostatnými skupinami a vyvodili závery o vplyve daného faktora. Diskusiu celej triedy opäť usmerňoval učiteľ.

## Výsledky a diskusia

Každú zo štyroch laboratórnych úloh sme analyzovali na základe stanovených šiestich kategórií:

### 1. pochopenie stimulujúcej situácie

Pozorovateľ hodnotil, či sa žiaci dokázali aktívne zapájať do diskusie a zmysluplne reagovať na kladené otázky. Tiež vyhodnocoval to, či sa do diskusie zapájal iba jeden žiak, pričom ostatní sa spoliehali len na jeho odpovede alebo o problematike diskutovali viacerí žiaci z triedy.

### 2. pomenovanie faktora ovplyvňujúceho rýchlosť chemických reakcií

Pozorovateľ sledoval, či žiaci dokázali pomenovať faktor ovplyvňujúci rýchlosť chemických reakcií samostatne alebo za pomoci učiteľa. Zaznamenal tiež, či tento faktor pomenovali presne alebo použili iné pomenovanie, ktoré bolo pre celú skupinu postačujúce.

### 3. formulácia výskumného predpokladu

Pozorovateľ sa zameriaval na to, či žiaci dokázali sformulovať výskumný predpoklad sami alebo s pomocou učiteľa. Sledoval tiež to, či sa žiaci zhodli a sformulovali platný predpoklad alebo neplatný predpoklad.

### 4. práca na pokuse

V tejto kategórii pozorovateľ vyhodnocoval praktické laboratórne zručnosti žiakov pri práci na jednotlivých pokusoch a schopnosť pracovať samostatne po prečítaní pracovného postupu.

### 5. opis pozorovania pokusu

Pozorovateľ sa zaoberal úrovňou žiackeho popisu pozorovania pokusu. Skúmal, či žiaci dokázali správne vyhodnotiť pozorovanie priebehu pokusu a samostatne vyplniť tabuľku o pozorovaní alebo potrebovali pomoc od učiteľa.

### 6. vyhodnotenie výskumného predpokladu

Pozorovateľ sledoval, či žiaci dokázali na základe usku-točneného pokusu správne a samostatne vyhodnotiť platnosť, resp. neplatnosť vysloveného výskumného predpokladu.

Získané výsledky uvádzame prehľadne v nasledujúcej tabuľke:

Tab. 2 Vyhodnotenie analýzy

|                                         | Faktory ovplyvňujúce rýchlosť chemických reakcií                                                                               |                                                                                                                      |                                                                                                                                 |                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | teplota                                                                                                                        | povrch                                                                                                               | koncentrácia                                                                                                                    | katalyzátor                                                                                                                      |
| <b>pochopenie stimulujúcej situácie</b> | Do diskusie sa zapojili veľmi aktívne viacerí žiaci, prevažne chlapci, ale aj niektoré dievčatá. Odpovedali správne a logicky. | Do diskusie sa aktívne zapojili najmä chlapci. Neustále sa vracali k <i>vlhkosti</i> ako hlavnej príčine hrdzavenia. | Na otázky k textu reagovali opäť viacerí žiaci, ich odpovede boli logické, debatovali medzi sebou pomerne dlho.                 | Do diskusie sa prekvapivo aktívne zapojili opäť najmä chlapci. Dôležitosť vplyvu teploty na kysnutie nerozoberali.               |
| <b>pomenovanie faktora</b>              | Teplotu po prečítaní otázok pomenoval okamžite prvý žiak, ktorý odpovedal.                                                     | K pomenovaniu <i>povrchu</i> ich naviedla učiteľka, spoločne použili pojem <i>plocha</i> .                           | Pomenovanie faktoru si odhlasovali žiaci celej triedy, kde väčšina z nich <i>koncentráciu</i> nahradila pojmom <i>hustota</i> . | Žiaci nemali problém prijať zovšeobecnenie prítomnosti kvasníc. <i>Katalyzátor</i> učiteľka nahradila pojmom <i>urýchľovač</i> . |
| <b>formulácia predpokladu</b>           | Žiaci zhodne a samostatne vyslovili platný predpoklad.                                                                         | Žiaci sa zhodli a samostatne vyslovili platný predpoklad.                                                            | Žiaci s pomocou učiteľky doplnili platný predpoklad.                                                                            | Žiaci s navedením od učiteľky vyslovili platný predpoklad.                                                                       |

|                                 |                                                                                             |                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                          |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>práca na pokuse</b>          | Žiaci sa počas práce neustále pýtali, čo majú robiť, meranie objemu im trvalo pomerne dlho. | Pokus bol demonštračný, žiaci pozorovali priebeh. Ujasňovali si, či má väčší povrch látka s veľkými, či malými časticami. | Žiaci objem roztokov merali šikovnejšie ako predtým. Vznikajúce bublinky sa im páčili. | Žiaci potrebný objem merali pomocou kvapkadla. Priebeh reakcie ich zaujal a páčil sa im. |
| <b>opis pozorovania</b>         | Žiaci spolu bez pomoci učiteľky vyplnili tabuľku pozorovania.                               | Žiaci samostatne a správne opísali pozorovanie.                                                                           | Žiaci samostatne a správne vyplnili tabuľku pozorovania.                               | Žiaci sami správne opísali pozorovanie.                                                  |
| <b>vyhodnotenie predpokladu</b> | Žiaci správne vyhodnotili platnosť zvoleného predpokladu.                                   | Žiaci správne vyhodnotili platnosť určeného predpokladu.                                                                  | Žiaci správne vyhodnotili platnosť určeného predpokladu.                               | Žiaci správne vyhodnotili platnosť určeného predpokladu.                                 |

## Záver

Na záver je potrebné dodať, že každá hodina, ktorá by bola odučená podľa uvádzaného modelu bude svojím spôsobom odlišná od ostatných, pretože priebeh a záver diskusií k jednotlivým stimulujúcim situáciám do značnej miery závisí od žiakov, ktorí sa v triede nachádzajú. Na túto časť sa preto nedá sto percentne pripraviť, keďže žiaci zakaždým sformulujú svoje myšlienky iným spôsobom. Učiteľ však častejším využívaním badateľsky zameraných aktivít vo svojej pedagogickej praxi môže postupne získať skúsenosti a naučiť sa kľásť žiakom vhodné otázky, ktoré by ich mohli usmerniť a priviesť k odpovediam týkajúcich sa daného výskumného problému.

## Podakovanie

Práca vznikla v súvislosti s riešením projektov: VEGA 1/0166/16 a APVV-14-0070.

## Literatúra

- BANCHI, H., BELL, R. The Many Levels of Inquiry. In: *Science and Children*. 2008, 26–29 s.
- BELL, R., SMETANA, L., BINNS, I. Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 2005, 30–34 s.
- BERGMAN, G. a kol.: *Diagnostické nástroje na podporu výskumne ladenej koncepcie v prírodovednom vzdelávaní*. Typi Universitatis Tyrnaviensis, Trnava, 2013. ISBN 978-80-8082-792-2.
- BRESTENSKÁ, B. a kol.: *Inovácie a trendy v prírodovednom vzdelávaní*. Univerzita Komenského Bratislava, 2014. ISBN 978-80-223-3718-2.
- HARLEN, W. *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practise*. Global Network of Science Academies (IAP). Science Education Programme. 2013.
- HELD, L. a kol.: *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania: (IBSE v slovenskom kontexte)*. Typi Universitatis Tyrnaviensis, Trnava, 2011. ISBN 978-80-8082-486-0.
- KAPUCU, S. Guided Inquiry-Based Electricity Experiments: Pre-service Elementary Science Teachers' Difficulties. In: *Journal of Education and Future*. 2016, 71-93 s.
- MINÁRECHOVÁ, M. História induktívneho prístupu v prírodovednom vzdelávaní v USA a jeho súčasná reflexia na Slovensku. In: *Scientia in educatione*. 2014, 2-19 s.
- RYPLOVÁ, R. & REHÁKOVÁ, J. Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. In: *Envigogika*. 2011, 1–9 s.
- STUHLÍKOVÁ, I. *O badatelsky orientovaném vyučování*. PAPÁČEK, M. (ed.). Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. Jihočeská univerzita České Budějovice. 2010.
- ŠKODA, J., DOULÍK, P., PROCHÁZKOVÁ, Z. Inquiry-based science education – fashionable trend or hope for science education regeneration?. *Technológia vzdelávania*. 2013. 6-11 s.
- VÁCHA, Z., DITRICH, T. Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad. In: *Scientia in educatione*. 2016, 65-79 s.



# Skúsenosti s overovaním aktivít na predchádzanie miskonceptí vybraných nosných myšlienok kľúčovej tézy „Bunka“ na základnej škole

doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.<sup>1</sup>

Bc. Slavomír Nemec<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie  
a pedagogiky  
Prírodovedecká fakulta  
Univerzita Komenského v Bratislave  
Ilkovičova 6, 84215 Bratislava  
Slovensko

<sup>1</sup>usakova@fns.uniba.sk

## Abstract

The current problem of pedagogical theory and practice in the teaching of science education subjects is the concretization of the constructivist approach in teaching. One of the possibilities of its successful implementation is active discovery of pupils through activities aimed at meaningful learning of natural concepts. In the paper, we present our experience with the verification of activities to prevent misconceptions of the selected themes big ideas "Cell" and recommendations for educational practice.

## Key words

big idea „Cell“, misconceptions, activities

## Úvod

V ostatných rokoch sa v súvislosti s poklesom záujmu žiakov o prírodovedné vzdelávanie najčastejšie skloňuje potreba zmeny vyučovania od „transmisívneho sprostredkovania informácií“ žiakom k „aktívnemu poznávaniu“ využitím konštruktivistického prístupu. Príčin postupného úpadku prírodovedného vzdelávania v našich podmienkach je zaiste viac, mnohé presahujú regionálny kontext a ich dôsledky nepostihujú len slovenské školstvo (Ušáková 2016a). Naše aj zahraničné skúsenosti, podporené výskumom ukazujú, že pokiaľ chceme naozaj posunúť prírodovedné vzdelávanie pozitívnym smerom, musíme konštruktivistický prístup chápať komplexne ako súčinnosť vzájomne prepojených krokov – kurikulum, ciele, obsah a spôsob vyučovania.

Nevyhnutným východiskom na realizáciu týchto krokov je zmeniť prístup k tvorbe prírodovedného kurikula reflektovaním skúseností úspešných vzdelávacích systémov (napr. Fínsko, Spolková republika Nemecko, Anglicko), ktoré dokázali prekonať multidisciplinárnu paradigmu vzdelávania a nahradiť ju podporou induktívneho prístupu k vzdelávaniu (Čipková a Ušáková 2016a). Príkladom metód takto nastavených východísk prírodovedného kurikula je *Model didaktickej rekonštrukcie* v Nemecku (Kattmann et al. 1997) a koncipovanie kurikula na báze *Big ideas* v Anglicku (Harlen 2010). Nevýhnutnosť zásadnej zmeny v projektovaní kurikula podporujú mnohé výskumy, ktoré ukazujú, že žiaci disponujú množstvom miskonceptí, ktoré vznikli ako priamy

dôsledok jestvujúceho spôsobu výberu obsahu prírodovedného vzdelávania (bližšie Held 2016b, s. 9-20).

V našom príspevku ponúkame na ilustráciu prepojenie oboch prístupov k tvorbe a realizácii prírodovedného kurikula (Kattmann et al. 1997; Harlen 2010), v ktorom sme ako nástroj aktívneho poznávania žiakov vo vyučovaní biológie využili „praktické aktivity“ na príklade vybraných tém v rámci nami vymedzených nosných myšlienok kľúčovej tézy „Bunka“.

## Teoretické východiská

Príkladom komplexného prístupu k tvorbe kurikula je *Model didaktickej rekonštrukcie*. Jeho podstatou je objasnenie vedeckých predstáv a skúmanie žiackych predstáv vzhľadom na skúsenosti z každodenného života a na tomto základe realizovaná didaktická štruktúra (Jelemenská, Sander a Kattmann 2003). Naše skúsenosti s výskumom didaktickej rekonštrukcie abstraktného konceptu „Bunka“ a „Krvný obeh“ na základnej škole potvrdili, že žiaci síce ovládajú definície a základné charakteristiky skúmaných konceptov, ktorým však nerozumejú a nevidia ich v súvislostiach. Výskum odhalil nielen početné žiacke miskoncepce, ale aj zhodu viacerých žiackych a vedeckých predstáv (Ušáková a Janigáčová 2017; Ušáková a Lehotská 2017; Vaculíková a Ušáková 2017). Je zrejmé, že na úrovni nižšieho sekundárneho vzdelávania sú mnohé aktuálne pojmy prírodných vied žiakom intelektovo nedostupné. Aj tieto zistenia podporujú úvahy o potrebe zmeny koncepcie tvorby učebníc preferovaním pracovnej učebnice s návodmi na aktivity a tým posilnenie induktívneho prístupu (Held 2016b, s. 15-16). Základom prírodovedného kurikula podľa Harlen (2010) sú „*Big ideas*“ s dôrazom na súvislosti medzi vedeckými myšlienkami a každodennými skúsenosťami žiaka. Ako konštatuje Held (2016b, s. 12) termín „*Big ideas*“ sa prekladá veľmi ťažko, pretože „veľkosť“ je vnímaná skôr v zmysle komplexnosti. Prácu s prekonceptmi žiakov Harlen charakterizuje v zmysle posunu od *veľkých k malým predsta-*

vám (ideám), pričom samotný posun v predstave nie je lineárny, ale veľmi komplexný, viacdimenzionálny. Vzhľadom na tieto a ďalšie špecifiká slovenským ekvivalentom „*Big ideas in Science Education*“ sú „*klúčové tézy obsahu prírodovedného vzdelávania*“, ktoré treba „rozmeniť na drobné“ – menšie celky a myšlienky. Tieto, ako uvádza v rámci terminologického zjednotenia základných konceptov prírodovedného kurikula profesor L. Held v citovanej monografii, môžeme nazývať „*nosné myšlienky*“, pre ktoré bude potrebné vymedziť *didaktickú sekvenciu*, aby sa stali predmetom konkrétnych vzdelávacích *aktivít* určených pre žiakov. Prírodovedné predmety už svojou podstatou, keďže stoja na príčinnodôsledkových vzťahoch, ktorým musia žiaci porozumieť sú priamo predurčené na zaradovanie *praktických aktivít* vedúcich k rozvíjaniu kritického myslenia žiakov do vyučovania. Prirodzenou metódou jeho rozvíjania v prírodovedných predmetoch je *experiment*, ktorý je základom pochopenia princípov fungovania prírodovedných procesov a javov. Školská prax potvrdzuje, že úroveň osvojenia učiva žiakmi narastá priamo úmerne so zvyšovaním ich účasti na tvorbe poznatkov priamou experimentálnou skúsenosťou. *Pozorovania a pokusy* v rámci praktických cvičení dávajú priestor na využívanie foriem samostatnej a skupinovej práce žiakov. Tým sa zvyšuje ich participácia na tvorbe a zmysluplnom pochopení prírodovedných poznatkov. Hodina, na ktorej sú študenti zainteresovaní na skutočnom vedeckom bádani, prinesie v zmysle kognitívnych koncepcií aj požadovanú „kvalitatívnu zmenu“ v chápaní javov (Ušáková 2014, s. 84). V ŠVP biológia/ISCED2 sú priamo zakotvené aj námety praktických aktivít, samostatného pozorovania a tiež požiadavky na návrhy a na tvorbu a realizáciu žiackych projektov (ŠVP 2015). Induktívny spôsob vyučovania postavený na skúmaní pokrýva viacero vyučovacích metód, z ktorých najviac možností na rozvíjanie spôsobilostí vedeckej práce ponúka „*výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*“ – IBSE (Minárechová 2014). Je to systém, ktorý umožňuje žiakom napodobiť prácu vedca a na vlastnej koži zažiť skúmanie, objavovanie a fungovanie vedy. Predstavuje prienik *personálneho a sociálneho konštruktivismu*, čo sa prejavuje akceptovaním existujúcej poznatkovej štruktúry žiakov s využitím prvku kooperácie medzi žiakmi, pretože poznávanie nie je proces izolovaný od prostredia (Held et al. 2011; Bílek, Rychtera a Slabý 2008). Podstatným znakom tejto koncepcie je, že pri jej realizácii nejde o bezobsažné aktivity, ale základným cieľom je budovanie odborných (základných vedeckých) konceptov, avšak vlastnou aktivitou žiakov, a teda nevyhnutne induktívnym spôsobom. Vlastnosti prírodnín vlastnou aktivitou žiakov pomáha najlepšie pochopiť *pozorovanie, pokus – demonštrácia a experi-*

*ment*, ktoré majú svoje presné a vzájomne odlišiteľné charakteristiky (bližšie Held 2016b, s. 16-20).

Úspešné výskumne ladené vzdelávanie vedie k lepšiemu pochopeniu toho, čo bolo naučené a preto sa ukazuje, že nové myšlienky vznikajú z tých predchádzajúcich. Avšak bez zmeny kurikula by bolo príliš optimistické tvrdiť, že dôjde k zmenám v pedagogike. Výskumne ladené vzdelávanie vedie k hlbšiemu pochopeniu, ale je náročné – ako na schopnosti učiteľa, takisto aj na čas a na učenie (Harlen 2013). Bádateľské aktivity žiakov, ktorými by si prechádzali samostatne, nie je jednoduché uskutočniť. Nemožno hneď od žiakov očakávať, že budú vedieť okamžite navrhnúť a realizovať skúmanie so všetkým, čo k tomu patrí. Väčšina žiakov si potrebuje prejsť množstvom aktivít pod vedením učiteľa, kým sa dostanú do štádia, že sú schopní skúmať istý jav samostatne. Preto je len na učiteľovi, ako zohľadní intelektuálnu úroveň žiakov a podľa toho im poskytne primeranú mieru samostatnosti. Vzhľadom na uvedené, môžeme bádanie chápať v celej škále – od *bádania riadeného učiteľom*, až po *otvorené bádanie*, keď je žiak sám manažérom, organizátorom vyučovania a výskumný problém si dokonca sám vyberá (Kireš et al. 2016). Výskumne orientované vzdelávanie, ktoré možno úspešne realizovať v rámci *aktivít* umožní na rôznej úrovni samostatnej práce zapojiť žiakov do vyučovacieho procesu, na základe pozorovania ľahšie pochopiť základné prírodovedné koncepty a zároveň rozvíjať *spôsobilosti vedeckej práce (SVP)*. Rozvoj základných (nižších) SVP môže začať už v predprimárnom vzdelávaní, ale rozvoj integrovaných (vyšších) sa začína až počas mladšieho školského veku (Held et al. 2011).

V rámci konceptu „Bunka“ nachádzame aj v našej odbornej literatúre viacero odporúčaní a konkrétnych príkladov využitia IBSE alebo jeho prvkov predovšetkým pri realizácii praktických cvičení z biológie. Kotuláková (2010) prezentuje implementáciu IBSE do vyučovania sériou výskumne orientovaných aktivít. Úloha „*Kultivácia mikroorganizmov v jednoduchých podmienkach*“ je úvodným oboznámením žiakov s mikroorganizmami ich pozorovaním na neživých kultivačných pôdach s dostatkom vhodných živín a rastových látok. Postup je nenáročný (môže byť prezentovaný formou pracovného listu), realizovateľný v jednoduchých školských podmienkach a na jednoduchých živných pôdach snažiaci sa simulovať postupy v mikrobiológii. Cieľom bolo ponúknuť žiakom skúsenosť vizualizácie mikrosвета v ich bezprostrednom okolí, vysvetlenie všeobecne známych dejov, ktorých pochopenie má pre žiakov praktický význam. Z pohľadu učiteľa je prínosná odborná stránka v záverečnom vyhodnotení úlohy. Pre učiteľa biológie ZŠ sú napr. rodové názvy plesní s ozrejmnením ich charakteristického sfarbenia (napr. rod *Penicillium* vytvára zelené až zelenomodré povlaky) spolu s možnými modi-

fikáciami aktivity a praktickými radami veľmi dobrou pomôckou na vyučovanie. Fančovičová a Weisssová (2017) kvôli problémom s realizovateľnosťou zmien vo vyučovaní (nevýhovujúce podmienky na realizáciu alebo nedostatok námetov na efektívnu prácu s deťmi) s rozvíjaním prírodovedných kompetencií pripravili *Zbierku aktivít z biológie pre žiakov 5. ročníka ZŠ*. Aktivity sú koncipované tak, aby sa žiak mohol aktívne zúčastňovať na riešení problémov, manipulovať so živými organizmami a viesť plnohodnotný dialóg na danú tému s cieľom rozvíjať kritické myslenie (bližšie Fančovičová 2017). Mnohé aktivity boli výskumne overované a publikované v medzinárodných periodikách (Prokop a Fančovičová 2017; Fančovičová a Prokop 2018). Jednoduché aktivity k učivu „Mikroorganizmy“ navrhli Vaculíková a Ušáková (2017) na základe výskumom identifikovaných miskoncepcií. Súčasťou prezentovaných aktivít sú aj otázky pre žiakov, ktorými si môže učiteľ overiť porozumenie princípov jednotlivých experimentov.

## Cieľ, metodika a organizácia výskumu

Cieľom výskumu bolo overiť aktivity na predchádzanie miskoncepcií nami vymedzených *nosných myšlienok* *klúčovej tézy* „Bunka“. Metodologickým východiskom výskumu boli štúdie Jelemenská, Sander a Kattmann (2003), Harlen (2010) a Harlen et al. (2015). Ku *klúčovej téze* „Bunka“ sme vymedzili sedem *nosných myšlienok*:

- jednobunkové a mnohobunkové organizmy
- stavba (štruktúra) bunky
- látkové zloženie bunky
- životné prejavy bunky
- rozmnožovanie (delenie bunky)
- organizovanie (zokupovanie) buniek do štruktúr
- regulačné mechanizmy buniek.

Na základe vyššie uvedených teoretických východísk s dôrazom na identifikované miskoncepce sme ku každej nosnej myšlienke navrhli *didaktickú sekvenciu* a *aktivity*. Nami overované aktivity sa vzťahovali k nosnej myšlienke:

- *Jednobunkové a mnohobunkové organizmy*
- *Stavba (štruktúra) bunky*.

Výberom praktických aktivít, ktoré budú podporovať osvojenie obsahu učiva nosných myšlienok sme sa snažili dosiahnuť, aby žiaci na základe osobnej skúsenosti:

- dokázali odlíšiť živé a neživé prírodniny,
- sa oboznámili s možnosťami skúmania živej prírody, osvojili si základy mikroskopovania a rozvíjali zručnosti spojené s pozorovaním prírodnín,

- získali prehľad o stavbe, rozmanitosti, spoločných a rozdielnych znakoch rôznych typov buniek (rastlinná a živočíšna bunka, špecializované bunky, kvasinky) a jednobunkových organizmov – mikroorganizmov (sinice, riasy, prvoky),
- dokázali odlíšiť jednobunkové organizmy (sinice, riasy, prvoky) od mnohobunkových (nezmar, plesne, paplesne) a odvodiť ich charakteristické znaky.

Naším zámerom bolo, aby „bunka“ nebola pre žiakov len abstraktným pojmom v učebniciach, ale reálnou súčasťou všetkých organizmov, ktorú môžeme skúmať v školských podmienkach pod mikroskopom a tým prirodzene rozvíjať základné spôsobilosti vedeckej práce.

Overovanie aktivít v rámci klúčovej tézy „Bunka“ sme realizovali v jesenných mesiacoch školského roku 2017/18 na ZŠ Turnianska v Bratislave (Nemec 2018). Výber výskumného súboru bol zámerný, tvorili ho žiaci troch tried 5. ročníka a troch tried 6. ročníka. Počet žiakov v triede varioval medzi 15-20 v približne rovnakom zastúpení chlapcov a dievčat. Aktivity boli súčasťou praktických cvičení a začlenili sme ich do bežných vyučovacích hodín. Niektoré témy klúčovej tézy „Bunka“ už mali žiaci osvojené, ale väčšina tém bola pre žiakov novým učivom, s ktorým sa doteraz ešte nestretli. Na každú vyučovaciu hodinu sme si vopred pripravili biologický materiál, chemikálie a pomôcky na pozorovanie, pokusy a experimenty. K príprave a realizácii aktivít sme mali k dispozícii dobre vybavenú školskú biologickú učebňu. Záznamy z pozorovaní a experimentov žiaci priebežne zaznamenávali do protokolov, ktorých súčasťou boli aj nami zostavené pracovné listy. Žiaci s nimi pracovali počas vyučovacej hodiny, pri niektorých aktivitách náročných na čas, bolo riešenie úloh pracovných listov súčasťou domácej úlohy.

## Výsledky

Spolu sme overili sedem aktivít rôznych tém *klúčovej tézy* „Bunka“ a *nosnej myšlienky* „Jednobunkové a mnohobunkové organizmy“, ktoré tematicky korešpondujú s aktuálnym kurikulumom iŠVP/ISCED 2 a učebnicou biológie pre 5. a 6. ročník ZŠ (Uhereková et al., 2012 a 2015). Klúčovú tézu, nosnú myšlienku a didaktickú sekvenciu sme vymedzili nasledovne:

### Klúčová téza

- základná stavebná (štruktúrna) a funkčná jednotka živých organizmov je bunka, ktorá má obmedzenú dĺžku života.

### Nosná myšlienka: Jednobunkové a mnohobunkové organizmy

- Živú prírodu tvoria jednobunkové organizmy a bunky mnohobunkových organizmov, ktoré môžeme pozorovať len pod mikroskopom. Bunky sa líšia

rozmanitosťou tvaru a veľkosti v závislosti od prostredia, v ktorom žijú a funkcie, ktorú vykonávajú. Mnohobunkové organizmy majú bunky, ktoré nie sú schopné samostatného života, ale sú špecializované na vykonávanie špecifických funkcií, napr. bunky pokožkové, svalové, krvné, nervové a i.

#### Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenie v čom je podstatný rozdiel medzi živou a neživou prírodou.
2. Získanie skúsenosti čím môžeme pozorovať a skúmať prírodu a od čoho závisí rozlíšiteľnosť objektov pozorovania (lupa, svetlený optický a elektrónový mikroskop, ďalekohľad).
3. Pojmové vymedzenie a empirické zistenie, čím sa vzájomne líšia mikroorganizmy – *prvky, zelené riasy, huby, baktérie, vírusy* s dôrazom na ich charakteristických zástupcov, životné prostredie, spôsob života a spôsob pohybu.
4. Empirické štúdium spoločných a rozdielnych znakov buniek, napr. rozmanitosť tvaru, veľkosti a typu buniek jednobunkových organizmov v porovnaní so

špecializovanými bunkami mnohobunkových organizmov (rastlín, živočíchov a človeka) vedie k zisteniu, že bunky mnohobunkových organizmov sú druhovo aj funkčne špecifické.

5. Na základe empirickej skúsenosti pojmové vymedzenie významu mikroorganizmov (*baktérii, plesní, paplesní*) pre človeka, napr. ako pôvodcov infekčných ochorení (dýchacie, kožné, tráviace a i.), zdroj antibiotík (penicilín) a probiotík (kyslomliečne výrobky, napr. *laktobacily, bifidobaktérie*). Tiež ako súčasť mikrobioty na povrchu kože (napr. *stafylokoky*) alebo v tráviacom trakte (napr. *Escherichia coli*). *Nálevníkov* ako indikátorov čistoty vôd, *kvasných baktérii* a *kvasiniek* v priemyselných biotechnológiách a i.

**Aktivita:** Na ilustráciu uvádzame príklady aktivít dvoch tém nosnej myšlienky „*Jednobunkové a mnohobunkové organizmy*“, ktoré sa dajú úspešne realizovať v bežných školských podmienkach v závislosti od technických a materiálnych podmienok školy. Dôležitou podmienkou, ktorá sa potvrdila aj počas realizácie aktivít je delená trieda a pre väčšinu aj dvojhodinové vyučovanie.

## Téma: ŽIVÁ, NEŽIVÁ PRÍRODA A JEJ SKÚMANIE

#### Motivačné otázky:

- V čom je podstatný rozdiel medzi živou a neživou prírodou?
- Čím môžeme pozorovať a skúmať prírodu?
- Čo má spoločné mikroskop a okuliare?
- Od čoho závisí rozlíšiteľnosť objektov pozorovania?
- V čom je podstatný rozdiel medzi pozorovaním voľným okom, lupou, mikroskopom alebo ďalekohľadom?
- V akých jednotkách vyjadrujeme veľkosť buniek?

#### Identifikované miskoncepce:

- črievička, meňavka, červenoočko sú mnohobunkovce;
- zaradenie črievičky aj meňavky k rastlinným bunkám;
- drobnozmko patrí k jednobunkovým prvkom, ktoré sú tiež rastlinné bunky;
- baktérie nie sú bunky; vírus chrípky je rastlinná bunka; kvasinky a baktérie je to isté, len sa to dá aj inak povedať; kvasinky sú malé baktérie, živia sa povrchom ovocia a jedla.

**Aktivita:** Rozlišovanie prírodnín a ich častí (napr. *tulipán, pokožka cibule*), ktoré možno pozorovať voľným okom, lupou alebo školským mikroskopom. Vyvodenie záverov z pozorovaní, nácvik prípravy nativných preparátov a mikroskopovanie.

#### AKTIVITA 1 Nácvik práce s mikroskopom na príklade pozorovania stavby kvetu tulipánu a buniek cibule

Cieľ:

1. Oboznámiť sa a prakticky overiť možnosti skúmania živých prírodnín:
  - a) voľným okom, napr. vonkajšia stavba organizmov a ich častí (list, kvet, typy semien, plodov, kvetov),
  - b) lupou – žilnatina listu, časti kvetu,
  - c) mikroskopom – pozorovanie buniek pokožky cibule.
2. Porovnať veľkosť pozorovaných prírodnín a buniek.

Princíp: Bunky a časti tela rôznych organizmov majú rôznu veľkosť a tvar. Niektoré organizmy alebo časti ich tela môžeme pozorovať voľným okom, iné lupou alebo len pod mikroskopom. Sú bunky alebo ich časti, ktoré nie sú rozlíšiteľné ani bežným školským mikroskopom. Takéto bunky a ich časti sú pozorovateľné len elektrónovým mikroskopom, v ktorom môžeme rozlíšiť objekty až na molekulovej úrovni.



### Úloha 1: Pozorovanie stavby kvetu tulipánu

**Materiál:** rastlina tulipánu

**Pomôcky:** lupa

**Postup:**

1. Pozri si kvet tulipánu zospodu aj zhora a zisti koľko okvetných lístkov má tulipán.
2. Lupou pozoruj piestik a tyčinky, ktoré vyrastajú z kvetného lôžka.
3. Zakresli kvet tulipánu a obrázok popíš.

### Úloha 2: Pozorovanie mikroskopického preparátu pokožky cibule

**Materiál:** pokožka cibule

**Pomôcky:** kadička, žiletka, preparačná ihla (špendlík), pinzeta, mikroskop, podložné a krycie sklíčko, kvapkadlo na vodu, filtračný papier

**Chemikálie:** farbivo (metylénová modrá, atrament alebo jódová tinktúra).

**Postup:**

1. Pomocou pinzety strhni spodnú časť pokožky cibule a vlož ju do kvapky vody na podložné sklíčko.
2. Preparát zakry krycím sklíčkom.
3. Podľa pokynov učiteľa môžeš preparát zafarbiť. Z jednej strany krycieho sklíčka pridaj kvapku Lugolovho roztoku (alebo metylénovej modrej), z druhej strany filtračným papierom odsaj prebytočnú vodu. Týmto postupom zabezpečíš vniknutie farbiaceho roztoku pod krycie sklíčko.
4. Pozoruj pri zväčšení 10 x 20
5. Pozorované bunky cibule a jej časti (organely) zakresli.

**Nákres:** je súčasťou protokolu, žiaci si ho porovnávali s fotografiou, ktorú sami nafotili mobilným telefónom (Obr. 1).



**Obr. 1 Bunky cibule pred zafarbením**

(zväčšenie 10 x 20; fotené mobilom; anonymný zdroj)

### Otázky:

- Porovnaj pozorovanie lupou a pod mikroskopom. V čom je rozdiel?
- Opíš svetelný optický mikroskop a jeho jednotlivé časti.
- Čím sa líši lupa od mikroskopu? V čom je rozdiel v práci s lupou a s mikroskopom? Konkretizuj na príklade.
- Aký je postup pri príprave natívneho mikroskopického preparátu?
- Aký je pracovný postup pri mikroskopovaní? Vymenuj najčastejšie chyby pri mikroskopovaní.
- Ktoré pravidlá nesmieme zanedbať pri zakresľovaní mikroskopického preparátu?

**Záver:** riešenie pracovného listu, ktorý je súčasťou protokolu.

**Vyrieš úlohy v pracovnom liste. Na vyznačené miesta napíš správne odpovede.**

1. Na dnešnom praktickom cvičení sme pozorovali rastliny a ich časti tromi spôsobmi:
  - a) .....
  - b) .....
  - c) .....
2. Napíš názov rastliny, ktorú sme pozorovali v prvej úlohe .....
  - a) Podčiarkni, ktoré časti kvetu sme vedeli rozlíšiť: *korunné lupienky, kališné lístky, okvetné lístky.*
  - b) Podčiarkni, čo sme pozorovali vo vnútri kvetu: *piestik a tyčinky.*
3. Napíš názov rastliny, ktorej pokožku sme mikroskopom pozorovali v druhej úlohe .....
4. Doplň pod akým zväčšením sme pozorovali mikroskopický preparát pokožky .....

*Didaktická poznámka:*

**Pozitíva:** rozvoj praktických zručností, samostatnosti, objavovanie nepoznaného. Žiaci pracujú so známym materiálom, ale objavujú jeho doteraz nepoznané znaky a vlastnosti. Zoznamujú sa s metódami vedeckej práce, rozvíjajú si zručnosti v pozorovaní a vytvárajú si reálny obraz rastlinnej bunky, čo eliminuje vznik miskoncepcií.

**Odporúčania:** obdobie pozorovania je vhodnejšie naplánovať na jar kedy je v prírode dostatok rôznorodého biologického materiálu, pozorovania lupou možno realizovať priamo v prírode, v prirodzenom prostredí.

## Téma: **ROZMANITOSŤ TVARU, VEĽKOSTI, FUNKCIE A ORGANIZÁCIE BUNIEK**

### Motivačné otázky:

- Kde všade by sme mohli nájsť bunky?
- Aký tvar je typický pre rastlinné, živočíšne a bakteriálne bunky?
- Ktoré jednobunkové organizmy poznáš?
- Vieš uviesť príklady mnohobunkových organizmov?
- Môžu žiť bunky mnohobunkových organizmov samostatne?
- Čo majú jednobunkové organizmy spoločné?
- Čím sa jednobunkové organizmy líšia?
- Bunky ktorých jednobunkovcov sú najmenšie a ktoré najväčšie?
- Ako sa pohybujú mikroorganizmy?
- Ktoré funkcie môžu bunky vykonávať?
- Aký význam majú mikroorganizmy pre prírodu a človeka?

**Aktivita:** Skúmanie variability tvaru, veľkosti a spôsobu pohybu rôznych zástupcov jednobunkovcov (*prvoky, riasy, sinice*) v závislosti od typu nálevu (senný nálev, planktón, voda z kaluže a pod.) pozorovaním. Vysvetlenie pozorovaných odlišností.

### AKTIVITA 2 **Pozorovanie buniek prvokov v náleve**

**Cieľ:** Porovnať rôzne druhy jednobunkových organizmov, ich tvar, pohyb, veľkosť, aktivitu a odlíšiť, či sú pozorované mikroorganizmy jednobunkové alebo mnohobunkové.

**Princíp:** V priebehu dvoch týždňov sú v náleve prítomné rôzne druhy prvokov.

#### Otázky:

- Ako sa dostali prvoky, napr. črievička do senného nálevu?
- Od čoho závisí druhová rozmanitosť prvokov v náleve?
- Čím sa živia prvoky v sennom náleve?
- Ako pomáha črievička pri čistení vôd?

#### Úloha: **Pozorovanie spoločenstva prvokov v sennom náleve**

**Materiál:** senný nálev, vzorka vody z bahňitého dna rybníka alebo kaluže

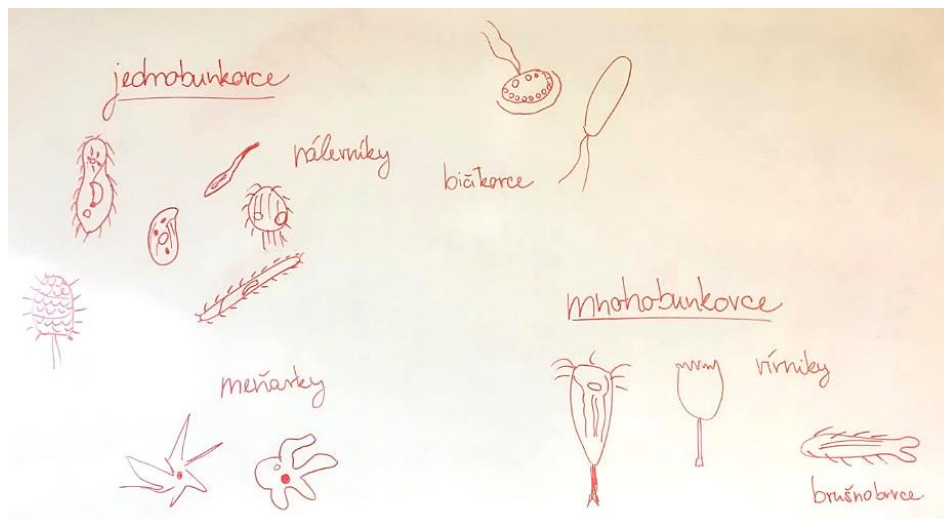
**Pomôcky:** mikroskop, podložné a krycie sklíčko, kvapkadlo

#### Postup:

1. Na podložné sklíčko kvapni vzorku senného nálevu.
2. Prikry krycím sklíčkom a pozoruj.
3. Zakresli pozorované organizmy (pravdepodobne črievičku, typického zástupcu nálevníkov) a vyznač pozorovateľné bunkové štruktúry (bunkové jadro a vakuoly).

*Didaktická poznámka:* Na pozorovanie mikroorganizmov v planktóne je optimálne obdobie na jeseň (september, október) alebo na jar (koniec mája, jún). Pre porovnanie jednobunkovcov v sennom náleve pripravíme vzorku, ktorú umiestnime do tmavej miestnosti s teplotou nad 20° C. Rovnako na porovnanie môže slúžiť aj vzorka odobratá z tečúcich bahňitých vôd (chladnejšia voda). Senný nálev, machový vankúš a planktón pripravíme vopred spolu so žiakmi, napr. podľa zjednodušeného návodu v učebnici Ušáková a kol. (2009).

**Nákres:** V náleve mohli žiaci pozorovať a vzájomne porovnávať jednobunkové a mnohobunkové organizmy a ich diverzitu. Schematický náčrt aj pomenovanie základných skupín organizmov v náleve mali žiaci zobrazený na interaktívnej tabuli/tablet (Obr. 2).

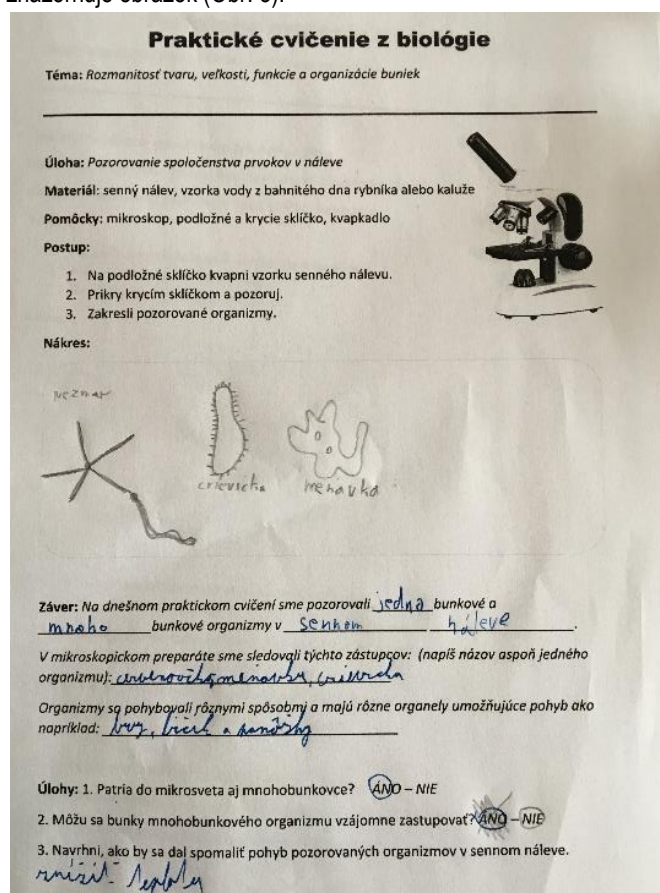


**Obr. 2** Nákres mikroorganizmov potenciálne prítomných v pozorovanom preparáte senného nálevu  
(Autor: E. Tirjaková)

### Otázky:

- Porovnaj veľkosť pozorovaných organizmov napr. s veľkosťou slepačieho vajca.
- Ako spomalíme pohyb prvkov v mikroskopickom preparáte senného nálevu?
- Vysvetli na príklade pozorovaných mikroorganizmov, či do mikrosveta patria jednobunkové aj mnohobunkové organizmy.
- V čom vidíš výhody organizácie/usporiadania života na úrovni:
  - a) jednobunkového organizmu
  - b) mnohobunkového organizmu
  - c) jednotlivých buniek v rámci mnohobunkového organizmu
- Môžu sa bunky mnohobunkových organizmov, vzájomne zastupovať? Vysvetli.

**Záver:** riešenie pracovného listu, ktorý je súčasťou protokolu. Ukážku protokolu aj s nákresemi pozorovaných jednobunkových organizmov znázorňuje obrázok (Obr. 3).



**Obr. 3** Ukážka časti žiackeho protokolu s nákresemi pozorovaných jednobunkovcov (anonymný zdroj)

#### Didaktická poznámka:

**Pozitíva:** žiakov zaujal najmä pohyb *črevíčiek*. V náleve mohli žiaci pozorovať a vzájomne porovnávať mikroskopické jedno a mnohobunkové organizmy a ich rôznorodosť. V ich rozlíšení im pomáhal aj nákres vopred pripravený učiteľom na tabuli. Objavenie „mikrosвета“, v ktorom žijú vedľa seba jedno aj mnohobunkové organizmy, podnietilo záujem detí o ďalšie skúmanie, napr. zistili, že aj jednobunková *črevíčka* je organizmus. Pozorovanie tak vyvrátilo často identifikovanú miskoncepciu, keď žiaci považujú *črevíčku* za mnohobunkovú, keďže je samostatný „organizmus“.

**Odporúčania:** často hrozí riziko, že v pripravenom sennom náleve *črevíčky* ďalšie pozorovateľné mikroorganizmy nebudú. Príprava pozorovaní je preto náročná pre učiteľa, ktorý musí zabezpečiť kvalitný senný nálev a vopred v ňom skontrolovať prítomnosť biologického materiálu – pozorovaných živých organizmov v náleve.

### AKTIVITA 3 **Pozorovanie tvaru a veľkosti rôznych typov buniek rias a siníc**

**Cieľ:** porovnať tvar tela a spôsob pohybu rôznych zástupcov jednobunkových *rias* žijúcich v rôznych typoch životného prostredia (senný nálev, zelený povlak na kmeni stromov alebo ster zo zeleného povlaku stien akvária, hnedé povlaky na kameňoch alebo brehových rastlinách pri potokoch).

**Princíp:** V planktónne rybníkov a stojatých vôd vieme nájsť spolu s *riasami* a jednobunkovcami aj pestrú škálu zástupcov siníc - *cyanobaktérii*, ktoré sa vznášajú na hladine a tvoria zeleno sfarbený povlak, tzv. vodný kvet. Telá týchto mikroorganizmov sú buď jednobunkové a často tvoria kolónie, alebo sú mnohobunkové (vláknité). *Cyanobaktérie* dokážeme odlíšiť od *rias* aj podľa sfarbenia.

**Pozorovanie:**

- *zelených rias* v planktóne, napr. napr. *chlorela* alebo *drobnozmko* rastúce na vlhkých miestach, napr. vo vzorke zo zeleného povlaku stien znečisteného akvária (alebo zelenej kôry kmeňa stromov),
- kolónie *váľáča guľavého* a *siníc* v planktóne (alebo v sennom náleve),
- jednobunkových hnedých *rias rozsievok*, ktoré sú súčasťou planktónu alebo tvoria hrdzavočervené povlaky na kameňoch alebo rastlinách na dne potokov a plytčín rybníkov,
- zelené slizovité povlaky *zelených rias, baktérii a siníc* na kameňoch v potokoch a plytčinách riek.

**Materiál:** vzorka planktónu so *sinicami* a *riasami*

**Pomôcky:** mikroskop, podložné a krycie sklíčko, kvapkadlo, pinzeta

**Chemikálie:** Lugolov roztok, voda

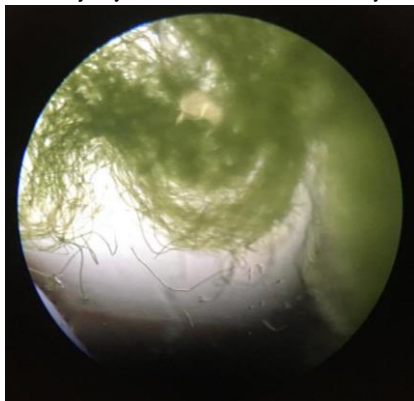
**Postup:**

1. Pinzetou prenes kúsok slizovitého povlaku siníc do vody na podložné sklíčko.
2. Preparačnou ihlou ich roztrhaj a prilož niekoľko vlákien *rias*.
3. Priprav preparát *siníc*. Sinice prenes na podložné sklíčko do vody s kvapkou Lugolovho roztoku. Pozoruj pri zväčšení 10x20.
4. Pozorované objekty zdokumentuj (nákres, foto).

**Otázky a úlohy:**

- Ktoré z pozorovaných organizmov sú menšie: *sinice* alebo *riasy*?
- V preparáte planktónu pozoruj bunky, na ktorých povrchu sú početné bodky a ryhy, sú to *riasy* s kremičitanovými schránkami - rozsievky.
- Porovnaj spôsob pohybu *zelených rias* a *rozsievok*.
- Porovnaj telo *prvokov* a *rias*.

**Nákres:** vzhľadom na to, že *sinice* a *riasy* mohli žiaci školskými mikroskopmi s obmedzeným zväčšením pozorovať len ako „zhluky“ buniek alebo vlákien, žiaci pozorované objekty nekreslili, ale fotili mobilnými telefónmi (obr. 4).



**Obr. 4 Vláknitá riasa**

(zväčšenie 10x20; fotené mobilom, anonymný zdroj)



## Záver:

- Porovnaj niekoľkonásobne zväčšené obrázky rôznych druhov rias, napr. zelenej riasy *drobnozrnko*, ktorá tvorí zelené povlaky na kmeňoch stromov (učebnica biológie pre 5. roč., s. 27) a video (DVO - Planéta vedomostí), vystihujúce základné vlastnosti a tvar tela rôznych druhov rias (*drobnozrnko*, *válač gúľavý*, *vodný kvet- sinice*, *rozsievky*).
- Na porovnanie rozmanitosti mikroorganizmov, ktoré si pozoroval si pozri na DVO Planéta vedomostí: video *Jednobunkovce a riasy*, s. 8 – *Vlastnosti zelených rias*, čas 1:49 min a *Válač gúľavý*: 0,29 min.  
[http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view\\_all?id=bacillariophyta\\_cervene\\_riasy\\_cervenoocka\\_chlorophyta\\_ciliophora\\_dinophyta\\_euglenophyta\\_hnede\\_jadro\\_jednoduche\\_organizmy\\_nalevniky\\_panciarnatky\\_phaeophyta\\_protista\\_rhodophyta\\_rozmnozovaniejednobunkovcov\\_rozmnozovanie\\_rozsievky&1](http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view_all?id=bacillariophyta_cervene_riasy_cervenoocka_chlorophyta_ciliophora_dinophyta_euglenophyta_hnede_jadro_jednoduche_organizmy_nalevniky_panciarnatky_phaeophyta_protista_rhodophyta_rozmnozovaniejednobunkovcov_rozmnozovanie_rozsievky&1)
- Porovnaj telo *prvokov* a *rias*. Ako pomôcku si pozri DVO Planéta vedomostí:  
video: *Prvky*, s. 4, čas 0:40 min a *Riasy*, s. 4, čas 0:37 min  
[http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view\\_all?id=huby\\_jadro\\_jednoduche\\_organizmy\\_lisajniky\\_prokaryoticke\\_prvky\\_rastlinne\\_zivocisne&1](http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view_all?id=huby_jadro_jednoduche_organizmy_lisajniky_prokaryoticke_prvky_rastlinne_zivocisne&1)
- Na základe pozorovania odhadni z koľkých buniek je zložená kolónia *válača gúľavého*?  
.....  
Svoj odhad (desiatky, stovky, niekoľko tisíc buniek) získaný na základe pozorovania tejto kolónie si over údajmi na internete.
- Na domácu úlohu vyrieš úlohy pracovného listu (súčasť protokolu).

## Didaktická poznámka:

**Pozitíva:** aktivizujúce pozorovanie, hľadanie rozdielov medzi *riasami* a *sinicami* podnietilo záujem o skúmanie. Žiaci videli a mohli porovnávať rozdiely vo veľkosti a tvare mikroorganizmov, zistili, že *drobnozrnko* nemôže patriť medzi prvky, čím sa vyhli častej miskonceptii.

**Odporúčania:** príprava materiálu pre učiteľa je veľmi náročná, lebo získaný materiál po odbere z prírody rýchle podlieha rozkladu a znehodnocuje sa. Preto treba využiť aj možnosť získať trvalé mikroskopické preparáty, lebo napr. *sinice* sú v školských mikroskopoch pozorovateľné len ako „zhluky“ buniek a trvalé preparáty umožňujú rozlišovať jednotlivých zástupcov.

## Použitá literatúra – námety na aktivity

- HINDÁK, F. 2003. Zaujímavosti o snežných riasach v Tatrách. *Biológia, ekológia, chémia*, 8 (1), 31-33.
- HINDÁK, F. 2003. Červenoooká (*Euglenophyceae*) – rastliny alebo živočíchy? *Biológia, ekológia, chémia*, 8 (2) 33.
- HINDÁK, F. 2003. Nepohyblivé bunkové a kolóniové zelené riasy (*Chlorophyceae*). *Biológia, ekológia, chémia*, 8 (3) 33.
- JURČÁK, J., FRONĚK et al. 1997. *Přírodopis 6*. Olomouc: PRODOS, 127 s. ISBN 80-85806-47-9.
- Planéta vedomostí [online]. [cit. 2016-6-3]. Dostupné z: <http://planetavedomosti.iedu.sk>
- UŠÁKOVÁ, K., ČÍPKOVÁ, E., NAGYOVÁ, S., GÁLOVÁ, T. 2007. *Biológia pre gymnáziá 7 – Praktické cvičenia a seminár*. Bratislava: SPN, 2007, 110 s. ISBN 978-80-10-00766-0.
- UŠÁKOVÁ, K., ČÍPKOVÁ, E., NAGYOVÁ, S., GÁLOVÁ, T. 2009. *Biológia pre gymnáziá 8 – Praktické cvičenia a seminár II*. Bratislava: SPN, 2009, 127 s. ISBN 978-80-10-01370-8.

## Záver

Náš výskum potvrdil, že aktivity majú svoje miesto vo vyučovaní ako prostriedok samostatného osvojovania vedomostí a rozvíjania zručností žiakov. Pre žiakov základnej školy je to naviac „hravá forma“, spôsob, prostredníctvom ktorého získavajú trvalejšie poznatky a vedomosti. Deti boli nadšené, keď si mohli preparáty fotiť na mobil. Sú prirodzene zvedavé, tešili sa, ak niečo v pozorovaných preparátoch našli samé a presvedčili sa, že napr. „mikroorganizmy“ všade okolo nás skutočne sú a nemusí to byť len jedna bunka. Žiaci sa prirodzene oboznamujú s metódami vedeckej práce, zároveň si rozvíjajú potrebné praktické zručnosti, ale aj sebavedomie, lebo sú na seba hrdé, keď sa im pozorova-

nie podarilo a keď dokázali interpretovať pozorovania a zistené fakty. Pridanou hodnotou je, že získané skúsenosti žiakov, pomáhajú eliminovať miskonceptie, vedomosti žiakov sú tak oveľa efektívnejšie ako tie, ktoré ponúka „klasická“ výučba.

Žiaci si rýchlo osvojili prácu s mikroskopom, aktivity ich viedli k zamysleniu sa, k obhajobe svojich zistení, k hodnoteniu nových alebo utvrdzujúcich poznatkov, učili sa diskutovať, argumentovať, počúvať aj názor spolužiaka. Presvedčili sa, že čím „precíznejšie“ pripravia „živý preparát“, tým bude pozorovanie efektívnejšie. Dokonca boli motivovaní spontánne riešiť pracovné listy. Každá jedna aktivita, ktorú sme realizovali, celkom určite rozvíja u detí praktické/pracovné zručnosti a vedie k novým poznatkom „opačným spôsobom“ – najprv

vidím a potom sa zamýšľam „čo“ som videl/a. Žiaci usmerňovaní učiteľom v rámci dvojhodinovej výučby dokážu prísť k zovšeobecneniam, ktoré pri klasickom vyučovaní s minimálnym využitím samostatných aktivít, dostávajú ako „hotové poznatky“. Keďže biológia je experimentálna veda, inovovaný – iŠVP (Biológia ISCED2) sa bez praktických aktivít nedá reálne naplniť.

### Odporúčania pre školskú prax

- Každá aktivita, aby splnila svoj cieľ potrebuje dve vyučovacie hodiny za sebou a delenú triedu. Deti potrebujú mať svoj čas na prípravu preparátov, vlastné pozorovanie, prípravu nákresov a fotografií z pozorovania, zápis zistených faktov. Potrebujú čas aj na to, aby správne reagovali na otázky učiteľa, samé formulovali napr. formou pracovného listu závery z pozorovaní a pod. Pokiaľ tieto činnosti prebiehajú rýchlo, deti podliehajú stresu, strácajú pozornosť, ktorú je ešte potrebné udržať na formulovanie záverov, k utvrdeniu nových poznatkov, k zhrnutiu skúseností z aktivity a pod. Tak sa „didaktická“ účinnosť aktivity stráca. Dôležitá je aj kvalita školských mikroskopov a ich počet (ideál je, aby mohol každý žiak pracovať sám) a tiež vybavené prírodovedné učebne, aby učiteľ nemusel nosiť všetok potrebný materiál, pomôcky a chemikálie do tried.
- *Príprava materiálu* vzhľadom na množstvo ďalších nevyhnutných povinností, je pre učiteľa odborne aj časovo veľmi náročná.
- Učiteľ nemá vždy možnosť odborne konzultovať zber, prípravu materiálu a často aj identifikáciu konkrétnych mikroorganizmov (a ďalších pozorovaných objektov) vzhľadom na kvalitu školských mikroskopov, ale aj absenciu podrobnejších študijných materiálov pre učiteľa venovaných príprave, realizácii a vyhodnocovaniu praktických aktivít. Tvorba a prístupnosť takýchto didaktických materiálov je pre školskú prax nevyhnutná.

### Podakovanie

- *Príspevok vznikol s podporou projektu: „Prírodovedné kurikulum pre základnú školu 2020“ Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-14-0070.*
- *Úprimné podakovanie patrí aj odborníkom z PríUK v Bratislave (doc. RNDr. E. Tirjakovej, CSc., Katedra zoológie a RNDr. L. Kováčikovi, CSc., Katedra botaniky) za odborné usmernenie pri príprave a vyhodnocovaní biologického materiálu a tiež vedeniu školy a pani učiteľke RNDr. O. Horváthovej, ktorí nám umožnili realizovať tento výskum na svojej škole.*

## Literatúra

1. BÍLEK, M., RYCHTERA, J., SLABÝ, A. 2008. *Konstruktivismus ve výuce přírodovědných předmětů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 31 s. ISBN 978-80-244-1882-7.
2. ČIPKOVÁ, E., UŠÁKOVÁ, K. 2016a. Aktuálne trendy biologického kurikula vyspelých krajín E. In Held, L. (ed.) et al. 2016. *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základné školy 2020 – I. K aktuálnemu stavu prírodovedného poznávania*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis. s. 155-173. ISBN 978-80-8082-993-3.
3. FANČOVIČOVÁ, J. 2017. Zbierka aktivít z biológie pre žiakov 5. ročníka nižšieho sekundárneho vzdelávania. *Biológia, ekológia, chémia*, 21(4), 51. [Online]. Dostupné z: [http://bech.truni.sk/prilohy/BECH\\_4\\_2017.pdf](http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2017.pdf)
4. FANČOVIČOVÁ, J., PROKOP, P. 2018. Effects of hands-on activities on conservation, disgust and knowledge of woodlice. *Eurasia Journal of Mathematics Science & Technology Education*, 14(3), 721-729.
5. FANČOVIČOVÁ, J., WEISSOVÁ, M. 2017. Zbierka aktivít z biológie pre žiakov 5. ročníka nižšieho sekundárneho vzdelávania. Trnava: Pedagogická fakulta TU v Trnave. 92 s. ISBN 978-80-568-0063-8.
6. HARLEN, W. 2010. *Principles and big ideas of science education*. Gosport: Ashford Colour Press. 60 p. ISBN 978-0-86357-4-313. [online]. [cit. 7.4. 2015]. Dostupné z: <http://www.interacademies.org/File.aspx?id=25103>.
7. HARLEN, W. 2013. Assessment and Inquiry-Based Science Education: issues in policy and practice [online]. [cit. 7.4. 2016]. In *Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme*. Dostupné z: <http://laboratoriogrecia.cl/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Assessment-Wynne-Harlen.pdf>
8. HARLEN, W. et al. 2015. *Working with Big Ideas of Science Education* [online]. [cit. 7.4. 2017]. Trieste: Science Education Programme (SEP) of IAP. Dostupné z: <http://www.interacademies.org/File.aspx?id=25103>
9. HELD, L. et al. 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania. (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis. 138 s. ISBN 978-80-8082-486-0.
10. HELD, L. 2016b. Redefinícia relevantných didaktických pojmov. In Held, L. (ed.) et al. 2016. *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020. II. Ku kľúčovým tézám obsahu prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Pedagogická fakulta TU v Trnave. 238 s. ISBN 978-80-8082-994-0.
11. JELEMENSKÁ, P., SANDER, E. a KATTMANN, U. 2003. Model didaktickej rekonštrukcie: Impulz pre výskum v odborových didaktikách. *Pedagogika*, 53 (2), 190-201.
12. KATTMANN, U. et al. 1997. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3 (3), 3-18.
13. KIREŠ, M. et al. 2016. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: ŠPÚ, s. 28-29. ISBN 978-80-8118-155-9.
14. KOTULÁKOVÁ, K. 2010. Kultivácia mikroorganizmov v jednoduchých podmienkach. *Biológia, ekológia, chémia*, 14 (3), 19-21. [Online]. Dostupné z: [http://bech.truni.sk/prilohy/BECH\\_3\\_2010.pdf](http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2010.pdf)
15. MINÁRECHOVÁ, M. 2014. História induktívneho prístupu v prírodovednom vzdelávaní v USA a jeho súčasná reflexia na Slovensku. *Scientia in educatione*, 5(1), 2-19.

16. NEMEC, S. 2018. *Návrh aktivít na predchádzanie miskoncepcií kľúčovej tézy bunka v učive „Bunka a mikroorganizmy“ na ZŠ*. Diplomová práca. Školiteľ: K. Ušáková. PRIF UK, 69 s. (prílohy 18 s.).
17. PROKOP, P., FANČOVIČOVÁ, J. 2017. The effect of hands-on activities on children's knowledge and disgust for animals. *Journal of Biological Education*, 51(3), 305-314.
18. ŠPÚ 2014. *Inovovaný Štátny vzdelávací program - BIOLOGIA* (Vzdelávacia oblasť: Človek a príroda), príloha ISCED2, Bratislava: ŠPÚ, 2014. [online]. [cit.2015-6-3]. Dostupné na internete: [http://www.statpedu.sk/files/documents/inovovany\\_statny\\_vzdelavaci\\_program/zs/2\\_stupen/clovek\\_a\\_%20prroda/biologia\\_\\_nsv\\_2014.pdf](http://www.statpedu.sk/files/documents/inovovany_statny_vzdelavaci_program/zs/2_stupen/clovek_a_%20prroda/biologia__nsv_2014.pdf)
19. UHEREKOVÁ, M. a kol. 2012. *Biológia pre 6. ročník základných škôl a 1. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: Expol Pedagogika. 96 s. ISBN 978-80-8091-264-2.
20. UHEREKOVÁ, M. et al. 2015. *Biológia pre 5. ročník základnej školy*. Bratislava: Expol Pedagogika. 108 s. ISBN 978-80-8091-401-1.
21. UŠÁKOVÁ, K. 2014. *Kritické myslenie a možnosti jeho rozvíjania v prírodovednom vzdelávaní*, s. 81-100. In Brestenská (ed.) et al. 2014. *Inovácie a trendy v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: Univerzita Komenského, 258 s. ISBN 978-80-223-3718-2.
22. UŠÁKOVÁ, K. 2016. *Genéza súčasného biologického kurikula základnej školy*. In Held, L. (ed.) et al. 2016a. *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 – I. K aktuálnemu stavu prírodovedného poznávania*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnasien-sis. s. 77. ISBN 978-80-8082-993-3.
23. UŠÁKOVÁ, K., JANIGÁČOVÁ, K. 2017. Úvod do didaktickej rekonštrukcie konceptu bunka na základnej škole. *Pedagogická revue*, 64(3), 59-90. [Online]. Dostupné z: [http://www.statpedu.sk/files/sk/publikacna-cinnost/pedagogicka-revue/pedagogicka-revue\\_3-2017\\_final.pdf](http://www.statpedu.sk/files/sk/publikacna-cinnost/pedagogicka-revue/pedagogicka-revue_3-2017_final.pdf)
24. UŠÁKOVÁ, K., LEHOTSKÁ, A. 2017. Skúmanie žiackych a vedeckých predstáv konceptu krvný obeh na základnej škole využitím modelu didaktickej rekonštrukcie. *Biológia, ekológia, chémia*, 21 (4), 13-24. [Online]. Dostupné z: [http://bech.truni.sk/prilohy/BECH\\_4\\_2017.pdf](http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2017.pdf)
25. VACULÍKOVÁ, M., UŠÁKOVÁ, K. 2017. Identifikácia miskoncepcií konceptu „Mikroorganizmy a ich výživa“ a príklady aktivít na ich elimináciu. *Biológia, ekológia, chémia*, 21(4), 4-12. [Online]. Dostupné z: [http://bech.truni.sk/prilohy/BECH\\_4\\_2017.pdf](http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2017.pdf)

# Miskoncepce žiakov základnej školy o opornej a pohybovej sústave

doc. PaedDr. Elena Čipková, PhD.<sup>1</sup>

Mgr. Veronika Barčáková<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky  
Prírodovedecká fakulta  
Univerzita Komenského v Bratislave  
Ilkovičova 6, 84215 Bratislava  
Slovensko

<sup>1</sup>elena.cipkova@uniba.sk

## Abstract

The paper presents the results of the research aimed at identification of pupils' misconceptions about skeletal and movement system in the seventh grade of elementary school. As a research tool we used the phenomenological interview, which we conducted with 20 pupils of three different elementary schools. Based on a qualitative analysis of the results we identified four types of pupils' predications. In this paper we concentrate only on pupils' misconceptions.

## Key words

misconception, skeletal and movement system, 7<sup>th</sup> grade of elementary school

## Úvod

Biológia ako veda zaoberajúca sa štúdiom živých organizmov prináša poznatky o komplexných a zložitých procesoch prebiehajúcich na rôznych úrovniach biologických systémov. Pre pochopenie týchto procesov musia žiaci často integrovať aj poznatky z chémie a fyziky. Aj z tohto dôvodu sa neraz stretávame s problémami pri žiackom učení sa mnohých biologických pojmov a procesov. Výsledkom je vznik miskoncepcií, ktoré môžeme charakterizovať ako chybné mentálne modely alebo mylné predstavy nezodpovedajúce aktuálnym vedeckým poznatkom (Skelly, 1993; Michael, 2002). Miskoncepce sú často hlboko zakorenené v mysliach žiakov a môžu zabraňovať ďalšiemu produktívnemu učeniu sa. Samotné odstraňovanie miskoncepcií je veľmi náročné a práve aktívna práca učiteľa s miskoncepciami žiakov v procese vyučovania je jedným zo základných predpokladov zmysluplného učenia a učenia sa.

Väčšina výskumov zameraných na zistenie predstáv žiakov základnej školy o ľudskom tele sa sústredila na jeho anatomickú stavbu, pričom si ako výskumný nástroj zvolili žiacku kresbu (napr. Tunnicliffe, Reiss, 2001; Reiss, Tunnicliffe, 2001; Reiss et al., 2002; Manokore, Reiss, 2003; Özsevgi, 2007; Havu-Nuutinen, Keinonen, 2010). Tieto výskumy ukázali, že žiaci najčastejšie kreslili tráviacu, dýchaciu, obehovú a opornú sústavu. Len málo kresieb obsahovalo pohybovú sústavu a endokrinný systém. Štúdia Havu-Nuutinen a Keinonen (2010) sa zameriavala na žiakov 5. ročníka (12-roční) a ich pochopenie anatomickej stavby ľudského tela. Vo

svojom výskume zistili, že žiaci mali pomerne rozsiahle vedomosti o jednotlivých orgánoch ľudského tela, ale nevedeli určiť ich umiestnenie. Pri opise funkcie a významu orgánov uvádzali všeobecne, že sú nevyhnutné pre život. Aj napriek tomu, že kostra je akýmsi základom nášho tela, žiaci vo svojich nákresoch len ojedinele kreslili kosti. Ak ich kreslili, najčastejšie uvádzali kosti ruky a nohy. V rámci rozhovorov s výskumníkmi uvádzali kosti a chrbticu a hoci boli schopní pomenovať kosti, neboli schopní vysvetliť ich význam. Čo sa týka svalov, žiaci ich väčšinou vo svojich kresbách nakreslili, ale ich umiestnenie bolo zväčša náhodné. Najčastejšie ich kreslili na rukách a nohách. V rámci rozhovorov žiaci častejšie zmieňovali svaly, poznali ich umiestnenie, ale neboli schopní vysvetliť ich funkciu.

Mylnými predstavami žiakov konkrétne o kostiach a svaloch sa zaoberalo len niekoľko výskumov. Žiaci sa často domnievajú, že kosti nie sú živé štruktúry (CK-12 Foundation, 2018a), nie sú tvorené tkanivom, nerastú a neobsahujú krv (Wanstedt, Bennett, 2017). Častou mylnou predstavou je aj to, že jedinou funkciou opornej sústavy je opora tela (CK-12 Foundation, 2018a). Čo sa týka pohybovej sústavy, žiaci si myslia, že svaly sa využívajú len na fyzickú aktivitu (CK-12 Foundation, 2018b), nemajú žiadne vrstvy a pracujú ako jeden celok (Wanstedt, Bennett, 2017). Niekedy sa nesprávne domnievajú, že sa svaly síce ovládajú samé, ale iba zriedka (Wanstedt, Bennett, 2017).

Výskum realizovaný Národným inštitútom zdravia (National Institutes of Health, 2007) ukázal, že niektoré miskoncepce sú hlboko zakorenené a pretrvávajú aj u žiakov na strednej škole, ako napr.:

- Kosti nie sú živými štruktúrami.
- Svaly sa používajú len na deje ako je chôdza, beh alebo skákanie.
- Ak prestaneme cvičiť, svaly sa zmenia na tuk.

## Cieľ a metodika výskumu

Cieľom výskumu bolo zistiť predstavy žiakov základnej školy o opornej a pohybovej sústave. Ako výskumnú



metódu sme zvolili fenomenografický rozhovor, pomocou ktorého môžeme zistiť žiakovo chápanie okolitého sveta, pojmov a tiež získanie jeho životných skúseností (Marton, 1994). Dokážeme ním kvalitatívne identifikovať chápania, vysvetľovania alebo odôvodnenia istých skutočností, resp. fenoménov (Osuská, Pupala, 1996). Dôležitou zásadou fenomenografického rozhovoru je nepýtať sa „prečo“, teda na dôvod, ale požadovať metódu, teda „ako“ na to žiaci prišli (Doulík, Škoda, Bílek, 2009). Fenomenografický rozhovor nesie so sebou aj riziká, vďaka ktorým sa nepodari vždy odhaliť žiacke predstavy do hĺbky. Je výrazne ohraničený vyjadrovanými schopnosťami žiaka. So žiakmi, ktorí majú isté problémy s verbalizáciou, nedostatočnou slovnou zásobou na to, aby vyjadrili, čo si o určitom fenoméne myslia sa ťažšie pracuje (Krnél, Watson, Glažar, 2005).

Fenomenografické rozhovory sme realizovali so žiakmi individuálne, pričom sme sa držali vopred pripravených hlavných okruhov dialógu. Rozhovory však neboli presne ohraničené vopred pripravenými otázkami. Každý z uskutočnených rozhovorov bol jedinečný. Tempo rozhovoru určovali žiaci, pretože je nesmierne dôležité, aby sa každý žiak cítil počas rozhovoru komfortne. Dĺžka rozhovorov bola rôzna, trvala približne 30 až 40 minút. Rozhovory boli anonymné. Vytvorené audiozáznamy sme doslovne prepísali (vytvorili sme transkripty) a analyzovali. Sústredili sme sa najmä na kvalitatívnu analýzu odpovedí žiakov. Pri analýze transkriptov sme postupovali podľa Sjöströma a Dahlgrena (2002), ktorí preferovali nasledovných sedem krokov:

1. Oboznamovanie – transkripty sa niekoľkokrát čítajú s cieľom zoznámenia sa s ich obsahom.
2. Kompilácia odpovedí – cielenejšie čítanie zamerané na identifikáciu najvýznamnejších prvkov v jednotlivých odpovediach žiakov.
3. Kondenzácia alebo redukcia odpovedí – výber hlavných častí dlhších odpovedí (alebo dialógu), ktoré sa zdajú byť relevantné a zmysluplné pre ďalšiu analýzu; vynechanie irelevantných, nadbytočných alebo nepotrebných častí v rámci prepisu; dešifrovanie ústredných prvkov odpovedí.
4. Predbežné zoskupovanie alebo klasifikácia podobných odpovedí – lokalizácia a klasifikácia podobných odpovedí do predbežných (prvotných) skupín. Predbežná skupina sa znova prehodnotí, aby sa zistilo, či nejaké iné skupiny pod inými nadpismi nemajú rovnaký význam. Výsledkom je počiatočný zoznam kategórií popisov.
5. Predbežná komparácia kategórií – revízia počiatočného zoznamu kategórií, porovnanie predbežne vytvorených kategórií s cieľom nastavenia hraníc medzi kategóriami. Prepisy sa znova čítajú, aby sa skontrolovalo, či predbežne zavedené kategórie reprezentujú presné skúsenosti účastníkov.

6. Pomenovanie kategórií – pomenovanie kategórií tak, aby sa zdôraznila ich podstata založená na vnútorných atribútoch skupín a rozlíšili sa vlastnosti (znaky) medzi nimi.
7. Kontrastné porovnanie kategórií – obsahuje opis jedinečnosti každej kategórie rovnako ako opis podobností medzi kategóriami.

Samotný výskum sme realizovali so žiakmi 7. ročníka niekoľko mesiacov po sprístupnení daného učiva. Výskumu sa zúčastnilo 20 žiakov vo veku 13 a 14 rokov z troch základných škôl v Bratislave a v okrese Námestovo. Žiaci neboli dopredu oboznámení s obsahom výskumu. Výber žiakov bol v rámci školy náhodný, tzn. výskumnú vzorku tvorili žiaci s výbornými aj slabšími vzdelávacími výsledkami.

## Výsledky výskumu

V rámci analýzy transkriptov fenomenografických rozhovorov sme sa zamerali na zistenie predstáv žiakov o kostiach a svaloch, najmä z pohľadu identifikácie mis-koncepcií. Analýzou výpovedí žiakov sme identifikovali nasledovné kategórie výpovedí:

1. Vedecky akceptovateľná – žiak využíva primeranú odbornú terminológiu a jeho vedomosti sú v súlade s odbornou literatúrou.  
Ako príklad tohto typu výpovede uvádzame úryvok rozhovoru so žiakom:  
V: *Aké organické látky tvoria naše kosti?*  
Ž: *bielkoviny*  
V: *Len bielkoviny?*  
Ž: *áno*  
V: *Prečo sú dôležité?*  
Ž: *z dôvodu ohybnosti*  
V: *Čo to znamená, že sú kosti ohybné?*  
Ž: *...(ticho)... asi, že sa len tak ľahko nezlomia*  
V: *Prečo majú starší ľudia častejšie zlomeniny ako mladší?*  
Ž: *lebo ich kosti obsahujú viac anorganických látok*  
V: *Vysvetli mi to...*  
Ž: *...keďže majú viac anorganických látok, ich kosti sú viac pevné ako pružné a tým pádom sa ľahšie zlomia...*
2. Dogmatická – žiaci používajú pojmy a definície presne tak, ako im boli predkladané, dokážu reprodukovať definíciu, ale nechápu jej význam. Príkladom tohto typu výpovede je nasledovný úryvok rozhovoru so žiakom:  
V: *Spolupracujú vzájomne oporná a pohybová sústava?*  
Ž: *áno... myslím... pomáhajú si pri pohybe*  
V: *Ako?*  
Ž: *neviem presne ako, ale proste by sme sa bez spolupráce svalov a kostí nepohli... (smiech)*

3. Mylná predstava (miskoncepcia) – chybný mentálny model alebo predstava, ktorá nezodpovedá aktuálnym vedeckým poznatkom.  
Na ukážku uvádzame nasledovný úryvok rozhovoru:  
V: Ako vyzerajú svaly?  
Ž: je to také tkanivo  
V: Aké?  
Ž: také tvrdé... tvrdšie ako je mäso, ale mäkšie ako sú kosti  
V: Je rozdiel medzi svalom a mäsom?  
Ž: sval je tvrdší
4. Nevedeli odpovedať / neodpovedali – typ výpovedí, kedy žiaci nevedeli vysvetliť daný pojem alebo fenomén.  
Ako príklad tohto typu výpovede uvádzame nasledovný úryvok:  
V: Ako vzájomne spolupracujú oporná a pohybová sústava?  
Ž: hmm... neviem...

Aj výpoveď typu „neviem“, „nechápem to“ a „hmm...“ sme považovali za výpoveď žiaka, nakoľko má pre nás a z pohľadu vyučovania špecifickú výpovednú hodnotu. Nami zistené kategórie sa čiastočne prekrývajú s kategóriami (mylné štruktúrovaná, dogmatická, naivná, vedecky akceptovateľná, iný typ výpovede), ktoré vo svojom výskume zameranom na zistenie predstáv žiakov gymnázií o fotosyntéze identifikovali Osuská a Pupala (1996).

Celkovo sme v transkriptoch rozhovorov identifikovali 351 výpovedí žiakov o opornej sústave a 249 výpovedí o pohybovej sústave. Najpočetnejšiu skupinu tvorili výpovede žiakov, ktoré sme zahrnuli do kategórie vedecky akceptovateľné (53 %). Druhou početnou skupinou boli mylné predstavy žiakov (40 %). Najmenej zastúpenou kategóriou bola dogmatické výpovede, kedy žiaci dokázali správne odpovedať na otázku, ale nevedeli svoju odpoveď vysvetliť alebo zdôvodniť (3 %). Rovnako málo početnou skupinou bola kategória „nevedeli odpovedať“ (4 %).

Všetky získané odpovede sme rozdelili do dvoch skupín (oporná a pohybová sústava) a tie následne do ôsmich tematických sekvencií:

- oporná sústava a jej funkcia,
- zloženie a vlastnosti kostí,
- typy spojenia kostí,
- porovnanie kostí človeka a živočíchov,
- spolupráca opornej a pohybovej sústavy,
- stavba a vlastnosti svalu,
- druhy svalového tkaniva,
- činnosť svalov.

Čo sa týka opornej sústavy, najviac miskonceptí (38 zo 73 výpovedí) sme identifikovali v tematickej sekvencii zameranej na porovnanie kostí človeka a živočíchov. Pri pohybovej sústave to bola sekvencia „Činnosť svalov“, v ktorej až 26 zo 43 výpovedí bolo mylne štruktúrovaných. V nasledujúcej časti článku bližšie uvádzame mylné predstavy žiakov, ktoré sa najčastejšie vyskytovali v rozhovoroch so žiakmi.

#### *Identifikované miskoncepcie v jednotlivých tematických sekvenciách*

##### *Tematická sekvencia „Oporná sústava a jej funkcia“*

Žiaci ako funkciu opornej sústavy väčšinou uvádzali len oporu tela. Čo ju tvorí vedeli všetci okrem jedného, ktorý odpovedal, že sú to „svaly a kosti“. V rámci funkcie opornej sústavy sme identifikovali nasledovné miskoncepcie žiakov:

- Oporná sústava „drží“ naše orgány a telo pohromade.
- Vnútorne orgány človeka sa „opierajú“ o kosti.
- Kostí slúžia na to, aby sme sa mohli postaviť, sadnúť si a pod.
- Vďaka opornej sústave dokážeme udržiavať rovnovahu tela.

##### *Tematická sekvencia „Zloženie a vlastnosti kostí“*

Približne polovica z opýtaných žiakov vedela, že kosti sú zložené z anorganických a organických látok. Žiaci však mali problém rozlíšiť organické a anorganické látky. V tejto časti rozhovorov sme zaznamenali množstvo miskonceptí, ktorých príčinou môže byť učenie sa žiakov na úrovni zapamätávania si informácií nakoľko uvedené učivo je obsahom vyučovania chémie až v 9. ročníku (ŠVP, 2015). K organickým látkam tvoriacim kosti zaraďovali okrem bielkovín aj cukry, tuky, vodu a vitamíny. Čo sa týka anorganických látok, ani jeden zo žiakov neuviedol, že k nim patria i zlúčeniny fosforu. Vysvetliť rozdiel medzi kosťami mladých a starších ľudí vedelo 13 žiakov. Analýzou výpovedí žiakov sme identifikovali tieto miskoncepcie:

- Kostí sú mŕtve, pretože sú tvrdé, nedýchajú a ani nemenia svoju štruktúru.
- Kostí nie sú živé, pretože sa nedokážu pohybovať.
- Kostí sa radia medzi živé štruktúry, lebo prechádzajú nimi cievy a nervy, ale v podstate sú mŕtve.
- Vďaka anorganickým látkam sú naše kosti zdravšie a biele.
- Vyššia frekvencia lámavosti kostí u dôchodcov je spôsobená tým, že ich kosti sú opotrebovanejšie.
- Mladí ľudia majú kosti pevnejšie a viac prekrvené ako starí.
- Organické látky spôsobujú ohybnosť kostí.

### *Tematická sekvencia „Typy spojenia kostí“*

V tejto tematickej sekvencii sme zaznamenali najviac výpovedí žiakov, ktoré boli vedecky akceptovateľné (65 výpovedí z 88). Žiaci vedeli, že kosti sú spojené pohyblivo alebo pevne. Problém im robilo vysvetliť, čo spôsobuje pohyblivosť kostí. Najväčšie ťažkosti sme zaznamenali pri vysvetľovaní pevného spojenia kostí. Zaznamenali sme časté odpovede typu „neviem“. Len traja z dvadsiatich žiakov uviedli pri pevnom spojení kostí aj väzivo.

Analýzou výpovedí žiakov sme identifikovali miskoncepce:

- Pevné spojenie kostí sa nachádza len v lebke.
- Kosti sú spojené pevne len prostredníctvom chrupky.
- Chrupka je ohybná, podobná plastelíne.

### *Tematická sekvencia „Porovnanie kostí človeka a živočíchov“*

Žiaci si najčastejšie ako príklad porovnania kostí človeka a iného živočicha zvolili plazy alebo vtáky. Z ich výpovedí sme identifikovali nasledovné miskoncepce:

- Hady nemajú kosti.
- Hady majú mäkké kosti.
- Hady majú jednu ohybnú kosť.
- Kosti vtákov sú tenučké, vyplnené mäsom a sú len v krídlach.
- Kosti vtákov v porovnaní s človekom sú mäkkšie a ľahšie.

### *Tematická sekvencia „Spolupráca opornej a pohybovej sústavy“*

V tejto tematickej sekvencii sme zaznamenali 26 výpovedí žiakov, z ktorých bola polovica vedecky akceptovateľná. Žiaci sa často domnievali, že kosti alebo svaly plnia len pomocnú funkciu, t.j. preferovali buď kosti alebo svaly. Neuvedomovali si, že vzpriamené držanie tela a pohybová aktivita človeka je dôsledkom prepojenia a súhry svalov a kostí. Pri analýze výpovedí žiakov sme identifikovali mylnú predstavu, že „svaly sa sťahujú a následne sa môžu ohnúť kosti“.

### *Tematická sekvencia „Stavba a vlastnosti svalu“*

Otázky týkajúce sa stavby a vlastností svalov boli pre žiakov náročné. Z výpovedí žiakov sme zistili, že až 12 z opýtaných 20 žiakov rozlišovalo medzi pojmami sval a mäso. Z mylných predstáv sme identifikovali nasledovné:

- Mäso je mäkkšie ako sú svaly.
- Svaly sú ohybnejšie ako mäso.
- Mäso je mŕtve a sval je živý.
- Mäso vyplní prázdne časti v tele, ale nepomáha ako sval, tzn. že by nám napríklad zdvihol ruku.

Čo sa týka stavby svalu až 9 žiakov sa domnievalo, že je analogický napr. s plastelínou, t.j. nemá svalové vlákna, ktoré sa zoskupujú do zväzkov. To, že svaly obsahujú bielkoviny vedeli väčšinou chlapci, čo prisudzujeme ich záujmu o „rast svalovej hmoty“.

### *Tematická sekvencia „Druhy svalového tkaniva“*

Až 13 z 20 žiakov správne uviedlo rozdelenie svalového tkaniva na hladké, priečne pruhované svalové tkanivo a srdcovú svalovinu. Iba jeden žiak tvrdil, že sa delia ako kosti na pohyblivé a nepohyblivé svaly. Jeden žiak sa dokonca domnieval, že svaly sú všade rovnaké. Pomerne často si žiaci mýlili hladké a priečne pruhované svaly, tzn. že časti nášho tela, ktoré sú z hladkých svalov priradzovali k priečne pruhovaným a naopak (konkrétne to uviedlo 6 žiakov). O srdci si jeden respondent myslel, že sa v ňom mieša krv.

### *Tematická sekvencia „Činnosť svalov“*

V závere rozhovoru sme žiakov požiadali, aby nám vysvetlili ako svaly fungujú a porovnali ich so svalmi živočíchov. Až 9 žiakov sa domnievalo, že svaly sa buď len natáhujú (predlžujú) alebo len sťahujú (skrátujú).

Čo sa týka porovnania svalov človeka a živočíchov, až 17 opýtaných žiakov uviedlo aspoň jednu z nasledovných miskonceptí:

- Živočíchy majú svaly menšie a silnejšie.
- Živočíchy majú svaly tuhšie ako človek.
- Človek má vysoko špecializované svaly, tzn. že ich má lepšie ako ostatné živočíchy.

## **Diskusia a záver**

Z uvedených výsledkov výskumu je zrejmé, že žiaci aj po sprístupnení učiva majú pomerne veľké množstvo miskonceptí o pojmoch a procesoch súvisiacich s opornou a pohybovou sústavou človeka. V prvej časti výskumu sme sa zamerali na kosti a opornú sústavu. Žiaci vedeli, že kosti rastú (človek od narodenia rastie) a zlomené kosti sa hoja, ale aj napriek tomu až 8 žiakov z 20 si predstavovalo kosti ako mŕtve, čo zdôvodňovali najmä tým, že kosti „sú tvrdé, nedýchajú a ani nemenia svoju štruktúru“ alebo že sa „nedokážu pohybovať“. Podobné predstavy žiakov potvrdili aj výskumy Chena a Duquea (2002) a tímu nadácie CK-12 Foundation (2018a). Ani jeden žiak neuviedol, že v kostnej dreni sa tvoria krvinky, aj napriek tomu, že v učebnici Uhereková et al. (2013) je uvedená ilustrácia stavby kosti aj so stručným popisom jej častí. Wanstedt a Bennett (2017) uvádzajú, že žiaci sa mylne domnievali, že kosti nerastú a tiež neobsahujú krv. V porovnaní s ich výsledkami môžeme konštatovať, že naši žiaci vedeli, že kosti rastú a túto miskonceptiu sme u žiakov nezaznamenali. Na otázku, akú funkciu má oporná sústava, žiaci väčšinou uvádzali, že vytvára oporu nášmu telu. Žiaci si neuve-



domovali, že okrem tejto funkcie plní aj ďalšie ako sú ochrana orgánov, vzpriamené držanie tela, pasívny pohyb, určuje tvar a rozmery tela. Rovnaké tvrdenie, že opora tela je jedinou funkciou opornej sústavy zaznamenal aj tím odborníkov nadácie CK-12 Foundation (2018a).

Zistili sme, že svaly si žiaci často predstavovali ako jeden celok bez svalových vlákien zoskupených do zväzkov (prirovnávali ich k plastelíne) a práca svalov „ide len tak“. Žiaci si často neuvedomovali, že mäso, ktoré konzumujeme sú vlastne svaly živočíchov. Podobné miskoncepce, tj., že svaly nemajú vrstvy, pracujú ako jeden celok a niekedy sa ovládajú samé zistili aj Wanstedt a Bennett (2017). Pri funkcii svalov sme podobne ako Havu-Nuutinen a Keinnen (2010) zistili, že viacerí žiaci vnímajú význam svalov len z pohľadu ochrany kostí. Neuvedomovali si, že napríklad aj srdce a ďalšie vnútorné orgány sú tvorené svalovinou.

Na základe analýzy mylných predstáv o opornej a pohybovej sústave človeka je možné vysloviť nasledovné odporúčania pre pedagogickú prax:

- Vo vyučovaní viac využívať učebné pomôcky ako napríklad modely orgánov, torzo človeka, kostru človeka a pod., ktoré poskytujú žiakom príležitosť aktívne pracovať a skúmať stavbu jednotlivých sústav a umiestnenie orgánov v ľudskom tele. Žiaci v rozhovoroch napríklad uvádzali, že nikdy nevideli kostru človeka.
- Vo vyučovaní využívať aktivity, ktoré umožňujú žiakom získavať poznatky priamou, aktívnou činnosťou. Medzi takéto aktivity patria napríklad aj pozorovania a pokusy zamerané na zistenie:
  - stavby kostí a svalov, spojenia kostí a pripojenia svalov ku kostiam pomocou šliach (môžeme využiť tepelne upravené kura),
  - rozdielu v pevnosti plochej a dlhej kosti (môžeme využiť papierové modely dlhej a plochej kosti, na ktoré pomocou nitky/špagátu pripevníme závažia rovnakej hmotnosti),
  - akú záťaž kosť unesie (ako model môžeme použiť stehennú kosť kuraťa),
  - čo dodáva kosti pevnosť a pružnosť (odvápnenie a žihanie kostí),
  - aktivity svalov pri určitom pohybe a pod.
- Vytvoriť priestor pre diskusiu a voľný pracovný rozhovor, ktoré svojou podstatou uvoľňujú atmosféru na vyučovacej hodine a podporujú žiaka vo vyjadrovaní vlastných názorov. Žiaci potom nemajú obavy klásť otázky, ak nerozumejú učivu.

## Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-14-0070.

## Literatúra

- CK-12 FOUNDATION. *The Skeletal System*. 2018a. [online]. [cit. 2018-09-12]. Dostupné na: <https://www.ck12.org/section/The-Skeletal-System::of:-MS-Skin-Bones-and-Muscles::of:-CK-12-Life-Science-For-Middle-School-Teachers-Edition/>
- CK-12 FOUNDATION. *The Muscular System*. 2018b. [online]. [cit. 2018-09-12]. Dostupné na: <https://www.ck12.org/section/The-Muscular-System/>
- DOULÍK, P., ŠKODA, J., BÍLEK, M. 2009. Vybrané metódy pedagogického výskumu a jejich aplikácie pri zkoumaní experimentálnych činností v prírodovednom vzdelávaní. In: BÍLEK, M. *Metodologické otázky výskumu v didaktike chémie*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2009.
- HAVU-NUUTINEN, S., KEINONEN, T. The changes in pupils' conceptions of human body based on science, technology and society based teaching. In: *Journal of Baltic Science Education*. roč. 9, 2010, č. 3, s. 212-223.
- CHEN, G. K., DUQUE, G. Age-related bone loss: Old bone, new facts. In: *Gerontology*. roč. 48, 2002, s. 62-71.
- KRNEL, D., WATSON, R., GLAZAR, S. A. The development of the concept of 'matter': a cross-age study of how children describe materials. In: *International Journal of Science Education*, roč. 27, 2005, č. 3, s. 367-383.
- MANOKORE, V., REISS, M. J. Pupils' drawings of what is inside themselves: A case study in Zimbabwe. In: *ZJER*. roč. 15, č. 1, 2003, s. 28-43.
- MARTON, F. Phenomenography - describing conceptions of the world around us. In: *Instructional Science*. roč. 10, 1981, č. 2, s. 177-200.
- MICHAEL, J. Misconceptions - what students think they know. In: *Advances in Physiology Education*. roč. 26, č. 1, 2002, s. 5-6.
- NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (US); *Biological Sciences Curriculum Study*. NIH Curriculum Supplement Series [Internet]. Bethesda (MD): National Institutes of Health (US); 2007. Information about the Musculoskeletal and Skin Systems. [online]. [cit. 2018-09-11]. Dostupné na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK20361/>
- OSUSKÁ, L., PUPALA, B. „To je ako zázrak prírody“: fotosyntéza v žiakovom poňatí. In: *Pedagogika*. roč. 46, 1996, č. 3, s. 214-223.
- ÖZSEVGEÇ, L. C. What do Turkish students at different ages know about their internal body parts both visually and verbally? In: *Journal of Turkish Science Education*. roč. 4, č. 2, 2007, s. 31-44.
- REISS, M. J., TUNNICLIFFE, S. D. Students' understandings of human organs and organ systems. In: *Research in Science Education*. roč. 31, č. 3, 2001, s. 383-399.
- REISS, M. J. et al. An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. In: *Journal of Biological Education*. roč. 36, č. 2, 2002, s. 58-64.
- SJÖSTRÖM, B., DAHLGREN, L. O. 2002. Applying phenomenography in nursing research. In: *Journal of advanced nursing*. roč. 40, č. 3, 2002, s. 339-345.
- SKELLY, K. M. *Third Misconceptions Seminar Proceedings*. 1993.
- ŠTÁTNY VZDELÁVACÍ PROGRAM (ŠVP). Chémia – nižšie stredné vzdelávanie. [online]. [cit. 2018-09-10]. Dostupné na: [http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/chemia\\_nsv\\_2014.pdf](http://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/chemia_nsv_2014.pdf)
- TUNNICLIFFE, S. D., REISS, M. 2001. What's Inside Bodies? Learning about Skeletons and Other Organ Systems of Vertebrate Animals. In: *Science and Technology Education: Preparing Future Citizens*. Proceedings of the IOSTE Symposium in Southern Europe (1st, Paralimni, Cyprus, April 29-May 2, 2001)
- UHEREKOVÁ, M. et al. *Biológia pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: Expol pedagogika, 2013. ISBN 978-80-8091-312-0
- WANSTEDT, H., BENNETT, D. 2017. *Human Anatomy & Physiology for High School*. [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné na: <http://theinnerhuman.weebly.com/misconceptions.html>



ISSN 1338-1024