

**Koncepcia prírodovedného kurikula
pre základnú školu 2020**

Autori ©

Lubomír Held a kolektív

Jana Bronerská, Elena Čipková, Peter Demkanin, Anna Drozdíková, Jana Fančovičová,
Lubomír Held, Peter Horváth, Natália Hlavatá Hudáčková, Katarína Kotuláková,
Lucia Kováčová, Viera Lapitková, Renáta Michalisková, Soňa Nagyová, Mária Orolínová,
Miroslav Prokša, Katarína Ušáková, Klára Velmovská

Recenzenti

prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.
doc. RNDr. Katarína Kimáková, PhD.
doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

Koncepcia prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020

Eubomír Held a kolektív

Trnava 2019

**Monografia bola vydaná s podporou projektu
APVV-14-70 *Prírodovedné kurikulum pre základnú školu 2020***

Koncepcia prírodovedného kurikula
pre základnú školu 2020

Monografiu spracoval kolektív autorov pod vedením Ľubomíra Helda.

© Autori

Jana Bronerská, Elena Čipková, Peter Demkanin, Anna Drozdíková, Jana Fančovičová,
Ľubomír Held, Peter Horváth, Natália Hlavatá Hudáčková, Katarína Kotuľáková,
Lucia Kováčová, Viera Lapitková, Renáta Michalisková, Soňa Nagyová, Mária Orolínová,
Miroslav Prokša, Katarína Ušáková, Klára Velmovská

Recenzenti

prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.
doc. RNDr. Katarína Kimáková, PhD.
doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

Publikácia je nepredajná.

ISBN 978-80-568-0197-0

Obsah

Úvod	7
<i>(Lubomír Held)</i>	
1 Redefinícia relevantných didaktických pojmov	9
<i>(Lubomír Held)</i>	
1.1 Odborové didaktiky prírodovedných predmetov potrebujú vzájomnú komunikáciu	10
<i>(Lubomír Held)</i>	
1.2 Od základného učiva ku kľúčovým tézám obsahu prírodovedného vzdelávania	11
<i>(Lubomír Held)</i>	
1.3 Kľúčové tézy obsahu, nosné myšlienky, didaktické sekvencie, aktivity ako kategórie projektovania obsahu vzdelávania	12
<i>(Lubomír Held)</i>	
1.4 Od vedeckých poznatkov ku komplexnému poňatiu obsahu	12
<i>(Lubomír Held)</i>	
1.5 Namiesto názornosti: činnosti žiakov	13
<i>(Lubomír Held)</i>	
1.6 Namiesto učenia sa z textu dávanie zmyslu skúsenostiam v spolupráci s inými	14
<i>(Lubomír Held)</i>	
1.7 IBSE namiesto problémového vyučovania (a „bádateľskej metódy“)	14
<i>(Lubomír Held)</i>	
1.8 Pozorovanie a experiment ako univerzálna súčasť prírodovedného vzdelávania vo všetkých prírodovedných predmetoch	16
<i>(Lubomír Held)</i>	
2 Rozpracovanie kľúčových téz prírodovedného vzdelávania pre podmienky slovenského vzdelávacieho systému	19
1. kľúčová téza Všetky látky okolo nás sú zložené z veľmi malých častíc.	19
<i>(Lubomír Held, Miroslav Prokša, Jana Bronerská, Renáta Michalisková)</i>	
2. kľúčová téza Telesá môžu ovplyvňovať iné telesá na diaľku.	39
<i>(Peter Demkanin)</i>	
3. kľúčová téza K zmene pohybu telesa je potrebná výsledná sila naň pôsobiaca.	49
<i>(Peter Horváth)</i>	
4. kľúčová téza Celkové množstvo energie vo Vesmíre je vždy rovnaké, ale energia môže byť transformovaná, ak sa veci zmenia alebo ak zmenu vyvolajú.	56
<i>(Miroslav Prokša, Viera Lapitková, Anna Drozdíková)</i>	
5. kľúčová téza Zloženie Zeme a jej atmosféry a procesy prebiehajúce v nich tvarujú povrch Zeme a vytvárajú klímu.	67
<i>(Natália Hlavatá Hudáčková, Lucia Kováčová, Viera Lapitková, Mária Orolínová, Lubomír Held)</i>	
6. kľúčová téza Slniečna sústava je len veľmi malou súčasťou miliónoch galaxií vo vesmíre.	77
<i>(Klára Velmovská)</i>	
7. kľúčová téza Základná stavebná (štruktúrna) a funkčná jednotka živých organizmov je bunka, ktorá má obmedzenú dĺžku života.	83
<i>(Katarína Ušáková)</i>	
8. kľúčová téza Organizmy potrebujú zásobu energie a látky, od ktorých sú často závislé a o ktoré súťažia s inými organizmami.	104
<i>(Elena Čipková, Katarína Kotuláková)</i>	
9. kľúčová téza Genetická informácia sa prenáša z jednej generácie organizmov na ďalšiu.	115
<i>(Soňa Nagyová)</i>	
10. kľúčová téza Rôznorodosť organizmov, ich prežitie a vyhynutie je výsledkom evolúcie.	137
<i>(Jana Fančovičová)</i>	

3 Ukážky aktivít smerujúcich k naplneniu

Konceptie prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020	145
Aktivita JE ČISTÁ VODA NAOZAJ ČISTÁ? a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	145
Aktivita OD CHAOSU K PORIADKU a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	155
Aktivita VPLYV TEPLoty NA RÝCHLOSŤ CHEMICKÝCH REAKCIÍ a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	162
Aktivita SKÚMAJME SVETLO a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	169
Aktivita SKÚMAME ZVUK a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	177
Aktivita HYBNOŠŤ, ZRÁŽKY MINCÍ, ZRÁŽKY VOZÍKOV a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	184
Aktivita KORČULIAR NA ŠKOLSKOM DVORE a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	195
Aktivita ZASTAVENIE TELESÁ a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	204
Aktivita ROZPÚŠŤANIE LÁTOK A JEHO TEPELNÝ EFEKT a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	213
Aktivita ELEKTROLÝZA ROZTOKU JODIDU ZINOČNATÉHO a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	225
Aktivita URČOVANIE PÔDNYCH DRUHOV a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	239
Aktivita POZNÁVANIE HORNÍN A MINERÁLOV a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	245
Aktivita HORNINOVÝ CYKLUS a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	253
Aktivita AKO URČUJEME POLOHU VESMÍRNYCH OBJEKTOV? a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	260
Aktivita AKO SA SLNKO POHYBUJE PO OBLOHE? a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	268
Aktivita PREČO SA STRIEDAJÚ ROČNÉ OBDOBIA a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	276
Aktivita POZOROVANIE STAVBY KVETU TULIPÁNU A BUNIEK CIBULE a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	284
Aktivita POZOROVANIE SPOLOČENSTVA PRVOKOV V SENNOM NÁLEVE a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	294
Aktivita POZOROVANIE AKTIVITY DÁŽĎOVIEK V KOMPOSTOVEJ FĽAŠI a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	305
Aktivita DÔKAZ VPLYVU SVETLA NA PRIEBEH FOTOSYNTÉZY a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	315
Aktivita VYTVORME SI MODEL DNA A EXTRAKCIA DNA Z DUŽINY BANÁNU a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	327
Aktivita GENETICKY MODIFIKOVANÉ ORGANIZMY a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	341
Aktivita ŽIŽIAVKA OBYČAJNÁ (<i>Porcellio scaber</i>) a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	350
Aktivita ADAPTÁCIE STAVOVCOV a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	362
Aktivita LOVČÍK HÁJNY (<i>Pisaura mirabilis</i>) a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie	370
4 Zoznam prác, ktoré vznikli v súvislosti s riešením projektu APVV-14-70	
Prírodovedné kurikulum pre základnú školu 2020	379

Úvod

Predložená kolektívna monografická štúdia je výsledkom práce riešiteľského kolektívu, ktorý sa zaoberal možnosťami koncepcnej zmeny prírodovedného kurikula v základných školách. Jej úlohou je predstaviť výsledky získané pri riešení projektu APVV-14-70 *Prírodovedné kurikulum pre základnú školu 2020* širokej komunite odborníkov, ktorí sa budú zaoberať tvorbou, prípadne úpravami dokumentov, ktoré súhrnne a familiárne nazývame prírodovedné kurikulum.

Výsledný text vznikol výberom myšlienok, textov a koncepcných postupov z čiastkových publikácií a kvalifikačných prác, ktoré vznikali počas riešenia projektu v rokoch 2015 až 2019. Keďže ide o veľmi rozsiahly dokument, pristúpili sme k takému riešeniu, ktoré by čo najmenej zaťažovalo čitateľa a odborný štýl sme „oslobodili“ od precíznej argumentácie a odkazovania na primárne a sekundárne zdroje. Pozorný čitateľ, ktorému by takýto prístup robil vrásky na čele, sa dopracuje k podrobným údajom, vrátane pôvodných zdrojov, na základe záverečného zoznamu publikovaných a nepublikovaných prác, ktoré vznikli v súvislosti s riešením projektu a ktorý obsahuje viac ako 100 titulov. Samozrejme pri spracúvaní ďalších dokumentov nadväzujúcich na našu prácu sú autori ochotní poskytnúť súčinnosť.

Úvodná časť je prevzatá z jednej z monografií vydaných kolektívom riešiteľov nášho projektu a predstavuje niektoré súvislosti starej a novej kurikulárnej terminológie. Chápeme ju ako minimálny teoretický rámec, ktorý vyjadruje koncepcný prechod od minulej k budúcej paradigme prírodovedného vzdelávania v školách na Slovensku.

Hlavná časť textu je opisom rozpracovaných kľúčových téz (Big Ideas) do menších celkov – nosných myšlienok. Formulácie oboch štrukturálnych prvkov dokumentu využívajú zámerne veľmi všeobecný (nie vysoko odborný, vedecký) slovník a dá sa povedať, že by sme chceli, aby absolventi základných škôl s „takýmto poznaním“ odchádzali do života. Kroky didaktickej sekvencie sú výsledkom didaktických rekonštrukcií, prípadne veľmi kvalifikovaným odhadom riešenia existujúcich problémov vyučovania predmetnej prírodovednej problematiky. Navrhnuté aktivity (ktoré neboli predmetom posudzovania recenzentmi) môžu byť alternované a sú predmetom pedagogickej tvorivosti širokej pedagogickej verejnosti. Možno prekvapí a mnohých aj zaskočí, že tu nie sú presne definované štandardy vedomostí, informácií, ktoré majú žiaci zvládnuť. Vychádzame však z nového fenoménu, ktorý nás bezprostredne obklopuje: informácie sú bez problému dostupné každému. Žiaci „vypínajú“ pozornosť, ktorá by bola zamestnávaná pre nich „nadbytočnými“ ale dostupnými informáciami. Spozornejú až vtedy, keď sa na hodinách niečo reálne deje. Škola (a učebnice ako encyklopédie) ani učitelia už nie sú majiteľmi informácií, ktoré sa počas školského vzdelávania odovzdávajú žiakom a učitelia dohliadajú na ich zvládnutie žiakmi. Čoraz presvedčivejšie platí téza, že úlohou školy je odovzdať kultúru spoločnosti mladej generácii. V našom prípade je to jej časť, ktorú nazývame veda (v slovenskom kontexte sa používa aj termín prírodné vedy). Také sú aj naše skúsenosti z overovania mnohých aktivít, ktoré sme vyvinuli v rámci nášho projektu. Ukážky obmedzeného výberu použitých aktivít sú predmetom ďalšej časti predkladanej publikácie. Na nich sa snažíme ukázať aj to, ako sa nielen odborné pojmy ale aj spôsobilosti žiakov stávajú legitímnou súčasťou projektovaného obsahu prírodovedného vzdelávania.

Veľké úsilie som ako editor vložil do zjednotenia terminológie medzi autormi a tiež pri preberaní terminológie zo zahraničia. Napriek tomu viem, že táto práca si vyžaduje svoj čas a nie je možné ju vyriešiť jednou publikáciou. Nech to čitateľ chápe ako snahu, a nie ako hotové riešenie. Je neustále potrebné zamýšľať sa nad koncepcnými zmenami vo všeobecnom prírodovednom vzdelávaní a náš „pokús“ koncen-

truje poznanie o jeho súčasnom stave na Slovensku a môže byť východiskom pre jeho koncepčnú premenu.

Motivácia, ktorá ma viedla k spísaniu projektu APVV a neskôr k intenzívnej práci s veľkým kolektívom odborových didaktikov reprezentujúcim tri fakulty a tri prírodovedné predmety, spočívala v tom, že ako člen poradného orgánu na Výskumnom ústave pedagogickom, neskôr Štátnom pedagogickom ústave ako inštitucionálna autorita v oblasti tvorby a zmien kurikula som pravidelne zažíval na zasadnutiach situácie, ktoré nedovoľovali koncepčne sa zaoberať návrhmi zmien. Komisie spravidla pracovali v časovom strese bez nadhľadu nad aktuálnou situáciou.

Financovanie nášho odborovo-didaktického tímu, ktorý bol rozšírený o viacero doktorandov a desiatky diplomantov pracujúcich na čiastkových otázkach umožnilo počas obdobia štyroch rokov venovať sa štúdiu zahraničných kurikul, rozpracúvať prvky a štruktúry kurikula, priamo na školách študovať aktuálny stav prírodovedného vzdelávania, konštruovať nové typy aktivít a spolu s vybranými učiteľmi ich overovať a optimalizovať. Vytvorili sme (prispôsobili, modifikovali alebo skonštruovali) viac ako dvesto aktivít. Táto publikácia neumožňuje všetky zverejniť. Uvádžame tu len výber príkladov ku každej kľúčovej téze, aby sme naznačili ako by mohlo prírodovedné vzdelávanie u nás fungovať. Aktivity však nezahodíme do koša, ale plánujeme ich postupne publikovať v časopise *Biológia, ekológia, chémia* v elektronickej podobe tak, aby boli prístupné pre priame využitie či modifikáciu pre všetkých učiteľov. Určite sa vyskytnú aj staronové námietky, že v školách nemáme čas robiť so žiakmi aktivity a pokusy lebo „musíme učiť“. K tomu len poznámka. Nahradíme nefunkčné vzdelávanie zmysluplnými činnosťami detí. Počas posledných troch – štyroch rokov som stretol veľa skvelých učiteľov a aj študentov z učiteľských fakúlt. Využívané ponúknuté podnety podávali skvelé výkony a na ich vyučovanie sa dalo pozerieť s radosťou a tešili sa aj žiaci. Bolo by dobré, keby kurikulárne dokumenty dávali priestor pre zmysluplné vzdelávanie a keby plnenie cieľov bolo viac ako naplnenie všetkých štandardov.

Pozitívne udalosti sa udiali počas riešenia projektu aj v riadiacej a legislatívnej sfére. Niekedy v bezprostrednej súvislosti s riešením (riešiteľmi) projektu. To vytvára nádej a perspektívu pre využitie našej práce v budúcej praxi škôl. Ide najmä o zrealizovanie možnosti uskutočňovať praktické aktivity aj s väčším počtom žiakov, a to pri delení vyučovacích hodín prírodovedných predmetov na menšie skupiny. Patrí sem aj predstavenie mechanizmu periodickej inovácie tvorby kurikulárnych dokumentov.

Pri realizácii a riešení projektu sme sa nezaobišli bez konfliktných situácií. Chcem však poďakovať všetkým spoluriešiteľom, že vynaložili úsilie na dosiahnutie kompromisov.

Za prečítanie celého rozsiahleho rukopisu ďakujem posudzovateľom prof. PhDr. Martinovi Bílekovi, PhD., doc. RNDr. Mariánovi Kirešovi, PhD. a doc. RNDr. Kataríne Kimákovej, PhD. Ďakujem za slová uznania aj kritické pripomienky. S mnohými sme sa vyrovnali, na niektoré ešte musíme dozrieť.

Osobitné poďakovanie patrí Mgr. Jane Bronerskej, PhD. a PaedDr. Márii Orolínovej, PhD. za prácu, ktorú odvedli na úprave obrovského rukopisu. Bez ich práce by predložená publikácia nevznikla.

Ak zoberiem do úvahy počet riešiteľov a spoluriešiteľov (študentov magisterského, rozširujúceho a doktorandského štúdia), počet učiteľov podieľajúcich sa na overovaní aktivít, počet účastníkov rozličných učiteľských konferencií, počet účastníkov kurzov kontinuálneho vzdelávania, členov predmetových komisií pri ŠPÚ, členov Učenej spoločnosti pri SAV a počet posudzovateľov, ktorí s priebežnými výsledkami prišli do styku, môžem konštatovať, že myšlienky koncepcie prírodovedného kurikula 2020 prešli dostupnou, ale dosť veľkou „vzorkou pedagogickej verejnosti“ a našli tu pozitívny ohlas.

1 Redefinícia relevantných didaktických pojmov

Ako sme uviedli v „Bielej knihe“¹, jednou z podmienok úspešnej realizácie kurikulárnej reformy je, podľa nášho názoru, aj jej koherentné teoretické pozadie. Didaktické pojmy, pedagogické princípy a celková koncepcia musia pre učiteľa vytvárať primerané a funkčné inštrumentárium na realizáciu výchovno-vzdelávacieho procesu v svojom predmete. Ak si spomenieme na obdobie pred rokom 1989, školské dokumenty boli preplnené zložkami komunistickej výchovy. Táto formálna terminológia sa napriek oficiálnemu tlaku nestala pre učiteľov funkčnou. Na jednej strane učitelia niečo vyzerajúce dosť ideologicke napísali do oficiálnej dokumentácie. Na druhej strane v praxi, na školách, sa dialo niečo iné. Komunistická výchova, ako sa napokon ukázalo, nebola príliš účinná, pričom úroveň prírodovedného vzdelávania bola na relatívne dobrej úrovni. Učitelia v pedagogickej dokumentácii prehliadali politické a všeobecnopedagogické kliše a sústredovali sa na nevyhnutné pokyny pre vzdelávanie.

Situácia sa výrazne nezlepšila ani po reforme 2008. Prepojenie kľúčových kompetencií s konkrétnymi vyučovacími činnosťami sa ponechalo na nepripravených učiteľov a ich spracovanie školských vzdelávacích programov, ktoré sa opäť zmenili na siahodlhé a nepotrebné a nečítané teoretické úvody a praktické časovo-tematické harmonogramy činností.

V roku 2015 vznikli tzv. inovované štátne vzdelávacie programy. Úvodné koncepčné texty vzdelávacej oblasti človek a príroda v dokumentácii pre základné školy dostali nový progresívny slovník. Dôležité je však to, aby za novým slovníkom boli aj nové koncepty, realizovateľné v pedagogickej praxi aj keď len pomaly a postupne.

Pre dnešok je tiež typické prenikanie rôznorodých informácií, pedagogických koncepcií a prostriedkov najmä v súvislosti s voľným pohybom pracovných síl a informácií. Vznikajú tak rozličné a často extrémne postoje učiteľov, ktoré môžu zásadným spôsobom transformovať (či interferovať až ignorovať) reformné snaženia. Na jednej strane vnímame bagatelizovanie nových pedagogických paradigiem a snažení s odôvodnením, že všetko tu už bolo, že tradičné postupy sú dostatočne dobré a užitočné. Na druhej strane vznikajú najrozličnejšie módné či modernizačné snaženia a pedagogické experimenty „zaručene“ prinášajúce veľké efekty vo vzdelávaní. Príkladom môžu byť „tabletové triedy“.

Je preto našou snahou vybudovať didaktickú terminológiu, ktorá by bola funkčná a relevantná vo vzťahu k obsahu, procesu a hodnoteniu prírodovedného vzdelávania. Za dôležité považujeme, aby neinterferovala s konceptmi tradičnej pedagogiky a didaktiky a pritom rešpektovala špecifiká vývoja a kultúry a vzdelávania v strednej Európe. Predkladaný náčrt nech čitateľ v tomto momente vníma ako inšpiráciu alebo ako prvý „nástrel“, ktorý vyvolá diskusiu a vyjasňovanie v budúcnosti použiteľných a funkčných didaktických kategórií.

¹ HELD, L. a kol. (2016). Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 I.: K aktuálnemu stavu prírodovedného vzdelávania. Trnava : Typi Universitatis Tyrnaviensis. ISBN 978-80-8082-993-3

HELD, L. a kol. (2016). Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 II.: Ku kľúčovým tézám obsahu prírodovedného vzdelávania. Trnava : Typi Universitatis Tyrnaviensis. ISBN 978-80-8082-994-0

1.1 Odborové didaktiky prírodovedných predmetov potrebujú vzájomnú komunikáciu

Konceptuálny vývin odborových didaktík fyziky, chémie a biológie v strednej Európe a tiež u nás je vzájomne odlišný. Je to spôsobené organizačnými a často aj legislatívnymi prekážkami a samozrejme aj subjektívnymi dôvodmi, ktoré spočívajú v personálnom a osobnostnom nasadení pracovníkov v jednotlivých odboroch. Tradične je u nás oddelený vývoj didaktiky fyziky od didaktík chémie a biológie, čo je spôsobené rozličnými kategorizáciami študijných programov v treťom stupni štúdia, ale aj organizáciou stavovských organizácií (jednota matematikov a fyzikov a chemická spoločnosť). K tomu sa pridružujú základné odborné časopisy vydávané a zaštitené týmito spoločnosťami. Didaktika chémie je zasa oproti didaktike biológie už desaťročia dobre inštitucionálne ukotvená (Bílek, 2003).² Naopak, v západnej Európe a najmä v anglofónnych krajinách, pod vplyvom integrovaného alebo lepšie povedané všeobecného vyučovacieho predmetu „Science“, nie je didaktická scéna tak rozdrobená ako u nás. Za pozitívum nášho projektu treba považovať už to, že v ňom kooperujú didaktici fyziky, chémie a biológie so spoločným cieľom. Náš cieľ vyznieva možno až príliš skromný v porovnaní s ambíciami brnianskeho kolektívu vedeného docentom Janíkom (2016)³, ktorého zámerom je rozpracovať „transdidaktiku“. Naše a aj ich východiská sú veľmi podobné. Vychádza sa z predstavy, že tradičná didaktika nie je schopná odborovým didaktikám poskytovať užitočnú podporu. V odborových didaktikách pritom vzniká špecifická didaktická terminológia opisujúca mechanizmy vzdelávania v tom ktorom odbore. Brniansky tím predpokladá, že v diskurze odborových didaktík sa dajú nájsť spoločné zákonitosti vzdelávania, ktoré sa napokon môžu do určitej miery zovšeobecniť.

Naša situácia je oveľa jednoduchšia v tom, že v našom zornom poli sú odborovo-didaktické problémy veľmi blízky, príbuzných vyučovacích predmetov: fyzika, chémia, biológia. Oprávnené sa preto domnievame, že máme pred sebou relatívne blízky cieľ, spočívajúci v jednotnom chápaní (a následne aj používaní) dôležitých pedagogických kategórií. Podstatným momentom takého prístupu je práve konštruktívna diskusia vo vnútri nášho riešiteľského tímu, ktorý je tvorený didaktikmi fyziky, chémie a biológie. Samozrejme inšpiráciou nám môžu byť aj práce, ktoré sa tvoria v anglofónnom prostredí, kde, na nižšom sekundárnom stupni, je prírodovedné vzdelávanie, ako sme už spomenuli, zastrešované predmetom „Science“.

Nie je to špecificky slovenský problém. Vidíme to napríklad aj na rozvíjaní odborových didaktík v našom zornom poli – v Nemecku. Napríklad odborová didaktika biológie v osobe profesora Kattmana našla prevodný algoritmus medzi zámorským a stredoeurópskym poňatím obsahu prírodovedného vzdelávania v podobe didaktickej rekonštrukcie. Prirodzené (induktívne) postupy, ktoré vnímame napríklad v konštruktivistickom vzdelávacom programe FAST, a ktorý je u nás známy z deväťdesiatych rokov minulého storočia (Lapitková, 1996)⁴, boli na univerzite v Oldenburgu pretavené do takmer algoritmického postupu užitočného najmä pri konštrukcii obsahu prírodovedného vzdelávania. Tento postup dostal pomenovanie didaktická rekonštrukcia.

Posuny vnímame aj v didaktike fyziky a chémie. Napríklad rovnomenné publikácie z príbuzných odborových didaktík vydaných v nedávnej dobe v Nemecku, a to *Chemiedidaktik kompakt* (Barke, Harsch, 2001)⁵ a *Physikdidaktik kompakt* (Hopf, Schecker, Wiesner, 2010)⁶ prinášajú odlišné spracovanie didaktických kategórií, napriek evidentnej a najtesnejšej príbuznosti odborových didaktík. Keď tieto dve knižky porovnáme, vo fyzike vidíme koherentné pozadie s didaktickými prácami vydávanými v Británii a iných anglofónnych krajinách. Naopak, titul z didaktiky chémie je koncipovaný tradične.

² BÍLEK, M. (2003). *Didaktika chemie: výzkum a vysokoškolská výuka*. Hradec Králové : M&V. ISBN 90-903024-5-9

³ SLAVÍK, J., JANÍK, T., NAJVAR, P., KNECHT, P. (2016). 3A metodika: od kazuistik k transdidaktickému zobecnění. In *Sítování (networking) v pedagogickém výzkumu*; XXIV. výroční konference České asociace pedagogického výzkumu.

⁴ LAPITKOVÁ, V. (1996). *Projekt FAST na Slovensku*. Zborník z konferencie FAST – DISCO, Bratislava : R&d PRINT, s. 0-39.

⁵ BARKE, H., HARSCH, G. (2001). *Chemiedidaktik kompakt*. Lernprozesse in Theorie und Praxis. Heidelberg, Dordrecht, London, New York : Springer. ISBN 978-3-642-20220-9

⁶ HOPF, M., SCHECKER, H., WIESNER, H. (2010). *Physikdidaktik kompakt*. Köln : Aulis. ISBN 978-3-7614-2784-2

1.2 Od základného učiva ku kľúčovým tézám obsahu prírodovedného vzdelávania

Snaha identifikovať všeobecne aplikovateľný kľúčový obsah základného prírodovedného vzdelania existuje v diskurze prírodovedného vzdelávania už pomerne dlho a výsledkom sú rôzne zoznamy pojmov, tém, myšlienok či vysvetlení, ktorými by mal disponovať absolvent základného vzdelávania bez ohľadu na to, či bude pokračovať v štúdiu prírodných vied alebo nie.

V nedávnej histórii našej didaktiky (v päťdesiatych rokoch minulého storočia) sa vyvinuli rozličné koncepcie tvorby a štrukturácie obsahu prírodovedných predmetov. Najprv to bola teória tzv. základného učiva vtedajšieho akademika ČSAV Otakara Chlupa (napr. 1962)⁷. Pri analýze jeho prác prichádzame však k poznaniu, že už samotné vymedzenie pojmu základné učivo nie je u autora jednoznačné. Jeho teória je príliš všeobecná a pre praktické stanovenie základného učiva vlastne nepoužiteľná. Možno povedať, že tu išlo skôr o pracovné navodenie problémov, otázok a úvah, ktoré s touto didaktickou kategóriou súvisia. Ďalej je potrebné konštatovať, že ani v nasledujúcom období rozvoja didaktiky neboli zaznamenané väčšie pokroky v riešení tejto problematiky, ktoré by umožnili operacionalizovať všeobecnú požiadavku explicitného vymedzovania základného učiva.

Kým pracovníci pedagogického výskumu a vývoja vidia v adekvátnom riešení otázok základného učiva možnosť pre zmyslupnejšie a racionálnejšie prístupy k štrukturácii obsahu vzdelávania (napríklad Čtrnáctová 1982)⁸, učitelia sa jeho jednoznačného vymedzenia dožadujú pre potrebu lepšej orientácie v učive jednotlivých vyučovacích predmetov.

Potrebu hľadania základného učiva možno však vidieť ako dôsledok nárastu problémov, ktoré sa spájajú s neudržateľnou tendenciou kvantitatívneho nárastu učiva v jednotlivých vyučovacích predmetoch, s následným umocňovaním fenoménu preťažovania žiakov. Tu je najviac zrejmé, že ak sa obsah predmetov konštituuje z logiky systému poznatkov príslušných vedných oblastí, tak s pribúdaním nových vedeckých poznatkov dochádza aj k faktografickému rozširovaniu obsahu predmetov. Neschopnosť žiakov zmyslupne absorbovať historicky nahromadené vedecké poznanie sa stala dôvodom pre hľadanie tých jeho komponentov, ktoré majú vytvoriť bázu nosných, základných a orientujúcich vedomostí. Charakter štruktúry vedeckého poznania však veľmi ťažko umožňoval hodnotiť, ktoré prvky tejto štruktúry sú základné, prípadne nenahraditeľné z hľadiska cieľov všeobecného vzdelávania. Zákonite potom akékoľvek pokusy o vecné vymedzenie predpokladanej bázevej štruktúry vedomostí stroskotávali na subjektizme navrhovateľov, čím sa v podstate dokumentovala aj operacionálna nefunkčnosť jestvujúcich teórií základného učiva.

V mnohých výskumoch a napokon aj viacerých častiach tejto práce sa ukázalo, že žiaci disponujú množstvom miskonceptí, ktoré vznikli ako priamy dôsledok jestvujúceho spôsobu výberu obsahu prírodovedného vzdelávania.

V aktuálnom období sa v tejto problematike do popredia dostáva charakteristika tzv. *Big Ideas in Science Education* (Harlen (ed), 2010⁹; Harlen (ed), 2015)¹⁰. V porovnaní s inými podobnými prácami a dokumentmi je tento zaujímavý tím, že je previazaný s ucelenou a už pomerne stabilnou koncepciou rozvoja prírodovednej gramotnosti v zmysle podpory induktívnych poznávacích postupov v prírodovednom vzdelávaní. To znamená, že charakteristiku obsahu základného prírodovedného poznania formovali odborníci etablovaní v odbore, medzi nimi najmä Wynne Harlenová a Michael Reiss.

Ako sme už naznačili vyššie, snahou nášho tímu je aj vytvorenie takej didaktickej terminológie, ktorá by relatívne jednoznačne umožňovala realizovať zámery rekonštruovaného prírodovedného kurikula. Nedovoľovala zjednodušenia a deformácie, ktoré by pôvodné zámery neadekvátne interpretovali alebo dokonca sabotovali v pedagogickej praxi.

Samotný termín *Big ideas in Science Education* sa prekladá pomerne ťažko, pretože v zmysle Harlenovej teórie (Harlen, 2000)¹¹ je *vel'kosť* v tomto prípade vnímaná skôr v zmysle komplexnosti, nie (aspoň prioritne nie) v zmysle nosnosti, či podstatnosti. Prácu s prekonceptami žiakov Harlenová charakterizuje

⁷ CHLUP, O., KOPECKÝ, J. (1966). *Pedagogika*. Bratislava : SPN.

⁸ ČTRNÁCTOVÁ, H. (1982). *Výběr a strukturace učiva chemie*. Praha : SPN, 288 s.

⁹ HARLEN, W. (ed.) (2010). *Principles and big ideas of science education* [online]. Herts: Association for Science Education [cit. 2016-07-07]. ISBN 978086357 4 313. Dostupné na: www.ase.org.uk

¹⁰ HARLEN, W. (ed.) (2015). *Working with Big Ideas of Science Education*. [online]. Science Education Programme of IAP: Trieste [cit. 2016-07-07]. ISBN 9788894078404. Dostupné na: <http://www.interacademies.net/>

¹¹ HARLEN, W. (2000). *The Teaching of Science in Primary Schools*. London : David Fulton Publishers Ltd.

v zmysle posunu od *malých* k *veľkým* predstavám (ideám), pričom samotný posun v predstave nie je lineárny (modelovo opísané ako stúpanie po rebríku), ale veľmi komplexný, viacdimenziálny.

Pre potreby slovenskej pedagogickej verejnosti považujeme preto za potrebné vytvorenie ekvivalentného termínu k anglickému *Big ideas in Science Education*. S ohľadom na jazykové, kultúrne, osobitne pedagogické tradície a špecifiká slovenského pedagogického diskurzu sa nám ako schodné zdá používanie slovenského ekvivalentu v podobe „*klúčové tézy obsahu prírodovedného vzdelávania*“.

1.3 Klúčové tézy obsahu, nosné myšlienky, didaktické sekvencie, aktivity ako kategórie projektovania obsahu vzdelávania

Ako vyplynulo z predchádzajúceho textu, pre projektovanie obsahu prírodovedného vzdelávania sa ukazujú ako dôležité významné prírodovedné myšlienky, ku ktorým by malo smerovať snaženie tvorcov kurikula, ďalších kurikulárnych dokumentov (napríklad učebníc) a napokon aj snaženie učiteľov v záujme vytvorenia podmienok pre prijatie a pochopenie najvýznamnejších myšlienok prírodných vied. Prírodzene, klúčové tézy obsahu prírodovedného vzdelávania sú najvšeobecnejšie idey, ktoré je potrebné „rozmeniť na drobné“ – menšie celky a myšlienky. Môžeme ich nazývať nosné myšlienky, ktoré by sa stali predmetom konkrétnych vzdelávacích aktivít.

Vzdelávanie, a osobitne prírodovedné, je sprevádzané vznikom množstva miskonceptí, ktoré vznikajú buď nevhodným didaktickým postupom alebo nerešpektovaním detských prekonceptov. So znalosťou uvedených momentov, či už na základe informácií z pôvodných zahraničných a domácich výskumných prác, vlastných skúseností alebo na základe prepracovaného postupu didaktickej rekonštrukcie, bude nutné stanoviť didaktickú sekvenciu nevyhnutných krokov, ktorú je potrebné dodržať v záujme zmysluplného učenia sa žiakov. Didaktická sekvencia sa potom rozpracuje do viacerých aktivít určených pre žiakov. Aktivity môžu byť samozrejme upravené vo viacerých, paralelných modifikáciách.

1.4 Od vedeckých poznatkov ku komplexnému poňatiu obsahu

Ak sledujeme trendy vo všeobecnom prírodovednom vzdelávaní, dostávame sa k tomu, že tradičná kognitívna oblasť vzdelávania, reprezentovaná najmä nadobudnutím prírodovedných poznatkov sa postupne precizovala a spresňovala rozpracovaním cieľových kategórií. K tomu sa využívali rozličné pomocné nástroje, medzi nimi napríklad Bloomova taxonómia kognitívnych cieľov. V didaktickej literatúre sa následne vyskytli pokusy využiť túto kategorizáciu aj pri koncipovaní učebných úloh ako dôležitých nástrojov pre procesuálne zvládnutie vzdelávania, ako aj využitie Bloomovej taxonómie ako pomôcky pre tvorbu testových úloh zameraných na kontrolu výsledkov vzdelávacieho procesu. V poslednej dobe sme svedkami prepracovania a rozšírenia tejto taxonómie. To je jeden zo signálov, že pokrytie kognitívnej vzdelávacej oblasti je síce lepšie, ale v konečnom dôsledku nevyplní celý záujmový priestor prírodovedného vzdelávania.

Do popredia sa v poslednom období pretláča nový koncept, pomocou ktorého sa vymedzujú všeobecné ciele prírodovedného vzdelávania. Ide o koncept prírodovednej gramotnosti. Napriek tomu, že tento koncept prešiel od prelomu storočia drobnými úpravami (Zoller, 2000)¹², našiel uplatnenie napríklad aj v opise rámca meraní PISA (2012)¹³ a dnes má relatívne stabilnú podobu (Harlen, 2010)¹⁴. Prírodovedná gramotnosť sa chápe ako prienik troch oblastí: prírodovedných konceptov, spôsobilostí vedeckej práce a vedeckých postojov k realite a osobitne k prírode.

Budovanie spôsobilostí vedeckej práce a vedeckých postojov sa tak stáva legitímnou súčasťou obsahu prírodovedného vzdelávania. Zmena štruktúry obsahového zamerania tak so sebou prináša praktický problém prepracovania kurikulárnej dokumentácie.

¹² ZOLLER, U. (2000). Innovative ways teaching toward scientific and technological literacy for all in the new millennium. In *Science and technology in new millennium*, Praha : Peres Publisher, s. 14 – 20.

¹³ FERENCOVÁ, J., STOVÍČKOVÁ, J., GALÁDOVÁ, A. (2015). *Národná správa PISA 2012*. Bratislava : NÚCEM. ISBN 978-80-89638-21-5. Dostupné na: https://www.nucem.sk/dl/3491/Národná_správa_PISA_2012.pdf

¹⁴ HARLEN, W. (ed.) (2010). *Principles and big ideas of science education* [online]. Herts: Association for Science Education [cit. 2016-07-07]. ISBN 978086357 4 313. Dostupné na: www.ase.org.uk

Súčasná kurikulárna dokumentácia v oblasti prírodovedného vzdelávania na Slovensku pre ISCED 2 (ŠPÚ, 2016)¹⁵ síce vo všeobecnej podobe deklaruje aj rozvíjanie spôsobilostí a postojov žiakov, avšak v obsahových a výkonových štandardoch (teda v dokumente, ktorí učители vnímajú ako najzáväznejší) sa pre tieto dva legitímne obsahové prvky vyskytuje len veľmi málo miesta. V tomto smere bude potrebné prebudovať myslenie zainteresovaných (tvorcov kurikula, tvorcov učebníc i učiteľov).

S komplexným poňatím obsahu ako prenosu kultúry (danej sociálnej skúsenosťou) sme sa v našej tradičnej didaktickej literatúre stretli už dávnejšie prostredníctvom práce I. J. Lerner (1986)¹⁶. Do teoretických riešení sa práca premietla aj v dostupných slovenských a českých učebniciach všeobecnej didaktiky (Turek, 2008¹⁷; Kalhous, Obst, 2002¹⁸). Žiaľ, do prípravy kurikulárnej dokumentácie sa jeho myšlienky nepremietli, aj keď sú na pôde Výskumného ústavu pedagogického známe už od konca osemdesiatych rokov (napríklad Held, Korábová, Lapitková 1988)¹⁹.

Pripomeňme, že Lerner za cieľ vzdelávania považuje prenos kultúry na mladú generáciu. Kultúra, v širšom zmysle slova, sa odvíja zo sociálnej skúsenosti. Preto je dôležité uvedomovať si prvky sociálnej skúsenosti. Podľa Lerner ide o:

- poznatky o prírode, spoločnosti a spôsoboch myslenia,
- skúsenosti z činností,
- skúsenosti z tvorivej činnosti,
- skúsenosti z emocionálno-hodnotiaceho vzťahu k svetu.

Ako je možné si povšimnúť, koncept prírodovednej gramotnosti a Lernerov koncept prvkov sociálnej skúsenosti sú do značnej miery konzistentné a je na škodu veci, že tieto momenty zostali zatiaľ nepovšimnuté.

1.5 Namiesto názornosti: činnosti žiakov

V predchádzajúcich častiach sme sa venovali momentom prehodnotenia obsahových a cieľových kategórií didaktiky ako disciplíny zastrešujúcej teóriu vzdelávania. Z ďalších kategórií, obvyklých v našej pedagogickej kultúre, postúpime k didaktickým zásadám. Tieto, skúsenosťami generácií utvrdzované, základné pravidlá učiteľskej práce sa dajú poväčšine odvodiť alebo vtedy vydedukovať zo základných teórií opisujúcich vzdelávací proces a vývin dieťaťa. Ak ale zvážime, že podobné konštrukty sa v západnej literatúre nevyskytujú, bude potrebné naše didaktické zásady aspoň trochu poopraviť a posunúť, prípadne reinterpretovať. Na tomto mieste to načrtne na jednom príklade – tradičnom odkaze na názornosť. Domnievame sa, že za „zaklínadlom názornosti“ sa skrýva viacero nekonzistentných momentov. Bez nároku na úplnosť, názornosť vnímame ako pociťovanie viacerými receptormi pri vytváraní reálnych vnemov prírodovedných javov namiesto verbálneho opisu javu. Na druhej strane je to vytváranie akýchsi obrazových (či obrázkových) predstáv namiesto abstraktných pojmov, v prípade absencie najvyšších úrovní myslenia žiakov (formálne operácie).

Predpokladáme, že tu je jedna z vážnych koncepcných disproporcií. Nie je predsa možné nahradiť abstrakciu atómu (myšlienka, že látky sú nespojité) kreslením príslušných farebných guľôčok do učebníc. Nie je predsa cieľom, aby žiaci manipulovali na tabletoch alebo interaktívnej tabuli s guľôčkami predstavujúcimi rozličné látky. Dôležité je, aby si za konkrétnymi chemickými a fyzikálnymi činnosťami (demonstráciami, experimentmi) uvedomovali nespojitú (atómovú a molekulovú) podstatu látok.

Naším programovým cieľom je dostať do prírodovedného vzdelávania viac konkrétnych reálnych prírodovedných činností, ktoré rozvíjajú spôsobilosti žiakov (osobitne spôsobilosti vedeckej práce) a súčasne sú východiskom k zovšeobecneniam, k budovaniu všeobecných vedeckých konceptov. Dôsledok takejto činnosti je potom aj v afektívnej sfére osobnosti žiaka.

¹⁵ ŠPÚ (2016). *Inovovaný štátny vzdelávací program ISCED 2 – Človek a príroda*. Dostupné na: <http://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-2.stupen-zs/clovek-priroda/>

¹⁶ LERNER, I. J. (1986). *Didaktické zásady metod výuky*. Praha : SPN.

¹⁷ TUREK, I. (2008). *Didaktika*. Bratislava : Iura Edition.

¹⁸ KALHOUS, Z., OBST, O. (2002). *Školní didaktika*. Praha : Portál.

¹⁹ HELD, L., KORÁBOVÁ, A., LAPITKOVÁ, V. (1988). Perspektívy tvorby obsahu prírodovedného vzdelávania na základnej škole. In *K teórii tvorby obsahu výchovy a vzdelávania na základnej škole*. Bratislava : VÚP a ÚŠI, s. 125 – 141.

Jedným z obvyklých problémov je abstraktný charakter prírodovedných pojmov a z toho plynúca obťažnosť prírodovedného vzdelávania. Nie je ale v záujme cieľov prírodovedného vzdelávania nahradzovať abstraktné pojmy rôznymi konkrétnymi didaktickými modelmi, či náhradnými predstavami. Abstrakcia a zovšeobecnenie sú legitímne ciele prírodovedného vzdelávania. Nemôžu byť nahradené bifľovaním fragmentárnych informácií.

V zmysle uvedených úvah je potom dôležité uvedomiť si, ako narábať s abstraktnými pojmami. „Abstraktnosť“ vnímame ako psychickú časopriestorovú vzdialenosť intelektového spracovania od bezprostrednej skúsenosti, bezprostredného vnímania prírodovedného javu. Je zrejmé, že na úrovni nižšieho sekundárneho vzdelávania sú mnohé aktuálne pojmy prírodných vied žiakom intelektovo nedostupné. Je preto užitočné skôr predstaviť genézu týchto pojmov. Žiak je potom schopný osvojiť si niektoré jednoduchšie vývinové štádiá vedeckých pojmov, pričom zostáva priestor pre budúce plnohodnotnejšie zvládnutie.

Vyššie uvedená okolnosť potom modifikuje aj známu zásadu vedeckosti, ktorá už nebazíruje na zhode obsahu s najaktuálnejšími (najnovšími) vedeckými poznatkami, ale vedie k spoznávaní princípov vedeckej práce.

1.6 Namiesto učenia sa z textu dávanie zmyslu skúsenostiam v spolupráci s inými

Zdá sa, že sa blíži jeden zlomový bod v oblasti vzdelávania vôbec a v prírodovednom vzdelávaní je tento moment čoraz zreteľnejší a výraznejší. Učebnica ako mediátor ustupuje do úzadia a je nahradená digitálnymi zariadeniami. Informácie sú bez problémov dostupné. Učebnica preto stráca postavenie nositeľa informácií vo vzdelávaní a tiež metodiky deduktívneho postupu výkladu prírodovedných javov a zákonitostí. Tento metodický postup bol opodstatnený a veľmi efektívny v dobe, keď učiace sa subjekty mali mnoho vlastných skúseností, na ktoré bolo možné plynule nadväzovať a vytvárať tak podmienky pre zmysluplné verbálne učenie (Held, 2014)²⁰.

Treba však konštatovať, že okrem digitálnych technológií prináša súčasná doba zásadnú zmenu v skúsenostiach detí, ktoré donedávna vytvárali dobré predpoklady pre prírodovedné vzdelávanie. Tie sú veľmi obmedzené. Bude preto úlohou prírodovedného vzdelávania vytvárať podmienky pre nadobúdanie skúseností žiakov v škole. Aj to málo školských pokusov a laboratórnych prác, ktoré donedávna v školách akotak fungovali, sa postupne vytráca a sú nahradzované videoprojekciami a digitálnymi animáciami. V tomto súboji „starej školy“ a digitálnych technológií o nadvládu nad informáciami škola jednoznačne prehráva. Sme preto presvedčení, že škola nemôže konkurovať moderným médiám a že v istom zmysle musí byť alternatívou týchto médií, musí žiakom poskytnúť dostatok skúseností z prírodovedných činností, ktoré udržia ich záujem o prírodné vedy a prírodu a umožnia vytvoriť základ pre vzdelávanie, ktorého podstatou bude v zhode s Harlenovou (2010)²¹ dávanie zmyslu novým skúsenostiam dieťaťa v spolupráci s inými.

Na začiatku tejto úvahy sme vyšli z predpokladu o zásadnej zmene úlohy učebnice. Otázkou preto zostáva, ako budú vyzerat' učebnice budúcnosti. Zdá sa, že maximálne pracovne. Skôr to budú súbory návodov na aktivity s inštrukciami a zovšeobecňujúcimi otázkami vedúcimi k objaveniu nových vedeckých pojmov samotnými žiakmi a otázkami navodzujúcimi hľadanie súvislostí medzi konštruovanými konceptmi. Tieto „schémy činnosti“ – fyzickej (praktickej) i následného intelektového spracovania majú charakter semiotických nástrojov, ktorých úloha sa postupne s rastúcimi spôsobilosťami žiakov zmenšuje.

1.7 IBSE namiesto problémového vyučovania (a „bádateľskej metódy“)

Na didaktickej scéne sa vyskytuje viacero konceptov, resp. koncepcií odvodených z princípov vedeckej práce a tieto sa periodicky objavujú alebo recyklujú. Napokon konceptia problémového vyučovania je spojená s J. Deweyom. Odvtedy uplynulo temer sto rokov a podobne ako aj ďalšie koncepcie americkej reformnej pedagogiky sa na istú dobu dostali do úzadia. V druhej polovici dvadsiateho storočia sa však opäť objavujú v didaktike, najprv poľskej a potom sovietskej v podobe tzv. bádateľskej metódy. Do sloven-

²⁰ HELD, L. (2014). *Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelávania*. Trnava : TYPI. ISBN 978-80-8082-787-8

²¹ HARLEN, W. (ed.) (2010). *Principles and big ideas of science education* [online]. Herts: Association for Science Education [cit. 2016-07-07]. ISBN 978086357 4 313. Dostupné na: www.ase.org.uk

skej didaktickej literatúry prinášal podnety z oblasti problémového vyučovania najmä I. Turek (1982)²². Samozrejme, pre uplatňovanie prvkov problémového vyučovania neboli v tom období vytvorené podmienky najmä obsahové. Obsah bol predimenzovaný a jeho štruktúra korelovala s deduktívnou výstavbou vzdelávacieho obsahu. Problémové úlohy, ktoré sa tak stávali nástrojom na uplatňovanie problémových, či bádateľských metód vyučovania mali charakter riešenia hlavolamov. Naučené a naštudované poznatky tvorili predpoklad pre uplatnenie algoritmov na vyriešenie problémovej situácie.

S príchodom konštruktivismu, ktorý sa pôvodne objavil v prírodovednom vzdelávaní, sa ukázalo, že obsah a metódy sú úzko prepojené a že problémy prírodovedného vzdelávania majú komplexnejší charakter. Z tohto teoretického podhubia neskôr na prelome storočia (možno v tomto prípade sa hodí povedať aj tisícročia) vznikla koncepcia IBSE.

Či si to uvedomujeme alebo nie, IBSE nie je len jedna z metód, ktorá by mala oživiť metodickú výbavu praxe prírodovedného vzdelávania. Podľa nášho presvedčenia prijatie a realizácia IBSE predstavuje paradigmatickú zmenu v myslení aj konaní pracovníkov všetkých zložiek školského systému. Za zvlášť dôležité považujeme to, že tu nejde o bezobsažné aktivity, ale že základným cieľom je budovanie odborných (základných vedeckých) konceptov avšak vlastnou aktivitou žiakov, a teda nevyhnutne induktívnym spôsobom. To znamená, že pre takúto zmenu platia zákonitosti, ktoré opísali bádatelia v oblasti prírodovedného vzdelávania (Kuhn 1982²³, Posner et al. 1982²⁴). V krátkosti zhrniem: Nová paradigma sa presadzuje veľmi ťažko, často sa presadí až potom, keď vymrú jej odporcovia. Zmena alebo prijatie nového konceptu u žiaka zasa vyžaduje nespokojnosť, nesúlad vlastných predstáv s realitou, avšak nová predstava musí byť súčasne zrozumiteľná, prijateľná a plodná (musí prinášať výsledky). Len za týchto podmienok sa nová koncepcia prírodovedného vzdelávania môže presadiť v praxi.

Dá sa povedať, že potom čo sa zárodky tejto paradigmy objavili na slovenskej scéne teórie a praxe prírodovedného vzdelávania v deväťdesiatych rokoch (Lapitková 1996)²⁵, že v ideovej rovine sú dnes po dvadsiatich rokoch pre väčšinu didaktikov prijateľné.

Východiská jednotlivých akademických pracovísk sú však veľmi rozdielne. Ak aj nájdeme spoločné črty, ktoré tvoria základ nespokojnosti so súčasným stavom prírodovedného vzdelávania, hľadanie riešení na jednotlivých pracoviskách má dosť odlišné teoretické rámce, a preto je stále otvorený problém zjednotenia teoretického pozadia, zjednotenia odborného terminologického slovníka, skrátka vytvorenie koherentného teoretického východiska, na základe ktorého by sa dali konštruovať didaktické materiály, hodnotiť ich efektívnosť, hodnotiť výsledky vzdelávacieho procesu, konštruovať kritériá pre evalváciu školského systému ale aj diagnostiku pre vertikálne postupy žiakov v školskej sústave a pod.

Pokúsime sa niektoré z nich vymenovať:

- jednoduché pokusy (hands on activity),
- videodemonštrácie a animácie reálnych javov (aplety až vzdialené ale reálne experimenty),
- prírodné vedy v kontexte bežného života,
- škola hrou,
- atraktívne demonštrácie,
- nové fenomény v didaktických výskumoch (miskoncepce, pojmové mapy, konceptuálne úlohy),
- najnovšie vedecké poznatky, objavy a technológie v škole.

Množstvo vymenovaných prístupov a východísk navzájom interferuje a spôsobuje eklektické spojenia, ktoré v konečnom dôsledku môžu pozitívne reformné snaženia zmariť. Snažíme sa preto zabrániť jednoduchým mechanickým spojeniam aj tým, že sme pre IBSE vytvorili slovenský ekvivalent v podobe „výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania“. Chceme tým zdôrazniť, že nemôže ísť len o kozmetické, metodické zmeny, ale že prírodovedné vzdelávanie vyžaduje zmenu koncepcí.

²² TUREK, I. (1982). *O problémovom vyučovaní*. Bratislava : SPN.

²³ KUHN, T. S. (1982). *Štruktúra vedeckých revolúcií*. Bratislava : Pravda.

²⁴ POSNER, G. J. et al. (1982). Accomodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change. In *Science Education* [online]. [cit. 2013-12-17]. roč. 66, č. 2, s. 211 – 227. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>

²⁵ LAPITKOVÁ, V. (1996). *Projekt FAST na Slovensku*. Zborník z konferencie FAST – DISCO, Bratislava : R&d PRINT, s. 0 – 39.

1.8 Pozorovanie a experiment ako univerzálna súčasť prírodovedného vzdelávania vo všetkých prírodovedných predmetoch

S vedeckým poznávaním je spojené pozorovanie a experimentovanie, špecifická činnosť súvisiaca s vedeckým experimentom. Vo vyučovaní sa tieto termíny využívajú veľmi nepresne, z čoho vyplývajú určité didaktické problémy. Vzťahy medzi pojmi *pokus*, *demonštrácia*, *experiment* možno objasniť nasledovne. Za jednu z hlavných metód pri prírodovednom vyučovaní sa obligátne považuje pokus. Tento termín sa často vyskytuje v učebniciach, ako napr.: *Urobme nasledovný pokus... Z pokusu na obrázku vyplýva...* Etymologicky pravdepodobne uvedený termín súvisí s metódou ranej vedy *pokus* – omyl, prípadne s ešte staršou metódou – metalurgického skúšobníctva. Často môže vzniknúť dojem, že mnohé historicky známe objavy vznikli náhodne, bez náležitých hypotéz, skrátka náhodným pokusom, ktorý viedol k objavnému poznatku. V skutočnosti ide pravdepodobne len o to, že celý proces prípravy a realizácie experimentu nám nie je známy. Hypotézy, ktoré v dnešnom výskume považujeme za dôležité, v týchto prípadoch len neboli explicitne formulované. Svedčí o tom aj skutočnosť, že významné objavy sa dejú nie v živote laikov, ale v sústavnej práci vzdelaných a teoreticky dobre vyzbrojených odborníkov.

Termínom *experiment* sa zvyčajne, ale podľa nás nevhodne, označuje temer každá činnosť, ktorá sa aspoň navonok podobá činnosti v laboratóriu. Z hľadiska vedeckých poznávacích postupov však ide o veľmi rozdielne činnosti. Niekedy ide o zisťovanie základných vlastností inštrumentálnymi metódami, napr. zisťovanie hmotnosti pomocou laboratórnych váh, meranie teploty, inokedy o pozorovanie s využitím technickej pomôcky (lupa, mikroskop). Najčastejšie sa však vyskytuje „*pokus*“, ktorého úlohou je demonštrovať jav, zákonitosť a pod. – tento pokus má len charakter demonštrácie. Veľmi málo sú do vzdelávacieho procesu zaradované pokusy s nábojom poznávacím, resp. s nábojom demonštrácie vedeckého postupu, vedeckej metódy – experimentu. Termínom *experimentálne činnosti* sa potom nesprávne označujú činnosti žiakov spojené s praktickými manipuláciami s pomôckami. Uvedená úvaha nesmeruje k obmedzeniu vyššie opísaných činností, ale k ich vyjasneniu a ozrejmieniu ich funkcie v prírodovednom vzdelávaní. Demonštrácie sú mimoriadne užitočné pre získanie faktických poznatkov, zabraňujú vzniku verbalizmu vo vedomostiach žiakov. Tzv. „*experimentálne činnosti*“ alebo žiacke pokusy budujú praktické zručnosti a skúsenosti detí.

Termín *experiment* a *experimentálny* je v súčasnosti intenzívne používaný pojem. Asociuje sa najmä s problematikou výskumu obzvlášť v prírodných a technických vedách. Vráťme sa preto aspoň na moment k najuniverzálnejšej výskumnej metóde – k pozorovaniu. Pozorovanie je jednou zo základných vedeckých metód. Rozdiel medzi vedeckým pozorovaním, resp. pozorovaním vedca a pozorovaním laika možno priblížiť porovnaním s čítaním. Celkom ľahko vnímame rozdiel medzi mechanickým čítaním a čítaním s porozumením, prípadne rozličnými stupňami porozumenia. Obdobne je to s pozorovaním. Slovanmi Wenhama (1995)²⁶ možno obrazne povedať, že vedecké pozorovanie je „*videnie s porozumením*“. Videnie je komplexný psychický proces, ktorý zahŕňa nielen bezprostredný zrakový vnem, ale aj činnosť intelektu usmerňujúcu „*videnie*“ podstatných stránok pozorovaných javov a procesov. „*Videnie*“ a „*zbadané*“ závisí teda od prechádzajúcich vedomostí, skúseností a stupňa chápania súvisiacich javov. V pozorovaných javoch skúsený pozorovateľ rozozná pravidlá, ktorými sa javy a procesy riadia. V prírodných vedách sa pozorovanie a chápanie vzájomne podporujú. Čím viac chápem a viem, tým môžu byť moje pozorovania úspešnejšie. Pozorovanie má byť súčasťou riadenej aktivity. Osvojiť si zámerné, riadené, sústredené pozorovanie je zložitá a dlhotrvajúca záležitosť. Preto je dôležitý nácvik, pričom platí zásada minimálnej situácie: odporúča sa pozorovať jednoduchú situáciu v obmedzenom priestore. Pri štúdiu chemických systémov sa táto zásada v podstate uplatňuje tým, že chemický dej sa pozoruje v obmedzenom priestore – v skúmavke, Petriho miske a pod. Z didaktických dôvodov sa často využívajú technické prostriedky na zvýraznenie pozorovaného priestoru (kamera, spätná projekcia a pod.). V biologických disciplínach sa napríklad namiesto celého biotopu študuje a pozoruje územie o rozmeroch dvadsať krát dvadsať centimetrov. Negatívne účinky rozličných plynov na rastliny sa pozorujú na vzorkách rôznych rastlín v ohraničenom priestore (pri simulácii takéhoto pozorovania v škole sa použijú zaváraninové poháre). Ak pozorovania a merania uskutočňujú deti, je potrebné, aby boli primerané schopnostiam a úrovni ich chápania, pomôcky a prístroje by mali byť jednoduché. Príklady niektorých školských projektov ukazujú, že je možné simulovať principiálne vážne „*vedecké*“ projekty s využitím veľmi jednoduchých kvantitatívnych techník. Napríklad množstvo dopadajúceho ultrafialového žiarenia možno kvantifikovať (merať, kolorimetrická metóda) vyblednutím farebnej stužky vystavenej jeho pôsobeniu.

²⁶ WENHAM, M. (1995). *Understanding primary science*. London : Paul Chapman Publishing. ISBN 1-85396-246-5

Na tomto mieste si možno uvedomiť, že pozorovanie je metodologickým základom obrovského množstva starších či nových metód, či lepšie povedané metodík, ktorých zložité prídavné inštrumentárium často zakrýva podstatu. Či ide o obrí teleskop určený na skúmanie vesmírnych priestorov alebo o optický, či elektrónový mikroskop alebo spektrofotometer, ide v konečnom dôsledku o pozorovanie, ktoré sa pre nezainteresovaného človeka javí veľmi podobne: výskumník číta údaje z obrazovky svojho počítača. Často sa pozorovanie spája len so zrakovými vnemami. V ornitológii sú však bežné akustické pozorovania výskytu spevavcov.

Vedecké experimenty sú špeciálne činnosti vytvárané na testovanie hypotéz. Experimenty, ak sa vo výskume vyskytujú (nie je to nevyhnutná podmienka), sú len jednou z výskumných metód. Súčasťou experimentu je identifikácia premenných. Treba určiť, ktoré faktory vôbec môžu ovplyvňovať výsledky experimentu. Tie sa nazývajú premenné. Z nich sa určí premenná, ktorá je relevantná k overovanej hypotéze (nezávisle premenná). Experimentátor ju mení, manipuluje ňou, aby zistil, čo sa udeje. Ďalším prvkom experimentu je identifikácia výsledku experimentu, ktorý sa prejavuje v zmene tzv. závisle premennej. Všetky ostatné premenné, ktoré by mohli ovplyvňovať výsledky, sa kontrolujú – sú to kontrolované premenné.

Najvýznamnejším momentom, ktorý odlišuje experiment od iných vedeckých metód, je *tvorba hypotéz*. Hypotézy sú pokusné odpovede na otázky alebo neodskúšané riešenia určitého problému. Od hypotéz treba odlíšiť jednoduchý, empiricky verifikovateľný predpoklad. Predpoklad, jeho splnenie, resp. nespĺnenie má bezprostrednú logickú oporu v teoretickom zdôvodnení alebo skúsenosti. Hypotéza má zmysluplné zdôvodnenie. Hypotézy slúžia na tvorbu predpovedí očakávaného správania sa systému. Predpovede môžu byť jednoduché výroky, často je však potrebné vytvoriť určitý model alebo schému správania sa systému. Ten môže byť viac alebo menej zložitý.

Ako vlastne učiť deti tieto činnosti? Najefektívnejší spôsob pravdepodobne bude, ak si žiaci takéto činnosti overia „na vlastnej koži“. Musia získať vlastné skúsenosti s vedeckou prácou. Vedecká (výskumná) práca sa teda stáva zdrojom inšpirácie pre prírodovedné vzdelávanie.

2 Rozpracovanie kľúčových téz prírodovedného vzdelávania pre podmienky slovenského vzdelávacieho systému

1. kľúčová téza

Všetky látky okolo nás sú zložené z veľmi malých častíc.

NM 1.1 – Všetky objekty, s ktorými sa stretávame v každodennom živote, vrátane ovzdušia, vody a rôznych objektov v tuhom skupenstve sú tvorené látkami. Objekty majú hmotnosť a zaberajú priestor.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Osvojenie si základných princípov zmien látok, ako aj samotného pojmu „látka“ je jedným z primárnych východísk prírodovedného vzdelávania. Vedecké definície pojmu látka sú veľmi komplexné. Zahŕňajú totiž nielen makroskopické charakteristiky, ale nahliadajú na látku predovšetkým z pohľadu jej zloženia z elementárnych častíc ako základných entít, ktoré sú východiskom pre posúdenie ich fyzikálnych, resp. chemických vlastností. Ak teda chceme vnímať pojem látka v komplexných súvislostiach, bolo by potrebné osvojiť si širokú škálu poznatkov, z ktorých mnohé nie sú bežnou praktickou súčasťou každodenného života.

Uvedené pojmy však existovali a používali sa v pozmenených (nedokonalých) významoch už pomerne dávno. Vo filozofii sa stretávame s pojmami substancia a matéria, pričom oba sa často vyskytujú súčasne. Pojem matéria (hmota) je v tejto dvojici nadradeným pojmom, vystupuje ako najvšeobecnejšie a najabstraktnejšie určenie sveta. Látkami sú v danom filozofickom systéme tie veci, ktoré sú základnými entitami reality.

V podobnom vzťahu sú tieto pojmy aj v súčasnej vede. Pôvodne hmota vo filozofii i fyzike bola abstrakciou, ktorá tvorila opozitum voči duchu, neskôr sa začína hmota vymedzovať voči vedomiu. Hmota je všetko, čo jestvuje objektívne a nezávisle od našich vnemov a pozorovaní. Existuje vo forme látky alebo poľa. Látka je forma hmoty, ktorej pokojová hmotnosť má nenulovú hodnotu. Elementy hmoty (atómy, molekuly, elektróny) môžu existovať v relatívnom pokoji, elementy poľa nie.

Takéto chápanie pojmu látka sa ale na začiatku prírodovedného vzdelávania žiakov nedá predpokladať. Na vyučovaní sa však pracuje aj s pojmami, ktoré môžu mať v laickom jazyku úplne odlišný význam. Napríklad v slovenčine aj v nemčine sa označenie látka viaže k textilnému materiálu. Slová, ktoré sa k samotnému pojmu látka viažu, patria do bežného verbálneho aparátu žiakov, resp. ľudí z ich blízkeho okolia. Z toho dôvodu sú niektoré miskoncepce (alebo aj prvotné, takzvané naivné koncepty) týkajúce sa látok (ich zloženia a štruktúry) v mysliach žiakov hlboko zakorenené.

Pojem látka nadobúda konkrétnejšiu „vedeckú“ podobu už na primárnom stupni vzdelávania. Ak je na vyučovaní poskytnutý priestor pre rozvinutie súvisiacich miskonceptí, žiaci si vytvoria ešte pevnejšie štruktúry a ubezpečia sa o obsahovej správnosti „známych“ konceptov. V tejto súvislosti je nevyhnutné zdôrazniť, že mnoho miskonceptí pramení práve z nedostatočnej konštrukcie pojmu látka. Ak je pojem už na začiatku zámerného prírodovedného vzdelávania nedostatočne prijatý, môže dôjsť k jeho nesprávne- mu pochopeniu. A tak namiesto korekcie nesprávnych predstáv, môže neskôr dochádzať k ich prehĺbeniu, čo je bezpochyby nežiaduce pre ďalšie vzdelávanie.

V zahraničných výskumoch, ktorých predmetom skúmania sú predstavy žiakov v problematike látok (ich zloženia a zmien) sa môžeme stretnúť s pojmami látka a hmota často v synonymickom význame.

Okrem iných momentov to súvisí aj s jazykovými a kultúrnymi odlišnosťami a neadekvátnymi prekladmi zo zahraničnej literatúry. V anglických učebnicových textoch pre nižšie sekundárne školy sa vyskytuje pomenovanie *matter* ako synonymické pre to, čo sa v iných európskych učebniciach označuje ako látka. Niekedy sa v anglických textoch spresňuje pomenovanie ako „*material*“ popri pojme „*substance*“.

Na Slovensku sa v tejto súvislosti ustálil pojem látka (stretávame sa však aj s pojmom hmota). Ten je možné nájsť napríklad aj v kurikulách Nemecka (*Substanz, Stoff*), Francúzska (*substances*), Nórska (*stoff*), Maďarska (*anyag*). Pojem hmota je typický pre kurikulá anglofónnych krajín (*matter*), ale objavuje sa napríklad aj v kurikule Poľska (*materia*) alebo Švédska (*materia*). Z didaktického hľadiska, s ohľadom na vzdelávanie žiakov primárneho a sekundárneho vzdelávania, považujeme pojmy „*matter*“ a „látka“ používané v učebniciach primárneho a nižšieho sekundárneho vzdelávania za synonymá.

V našich učebniciach, v našej tradícii, sa potom termínom látka označujú v podstate dva pojmy: Látka vo všeobecnom slova zmysle ako materiál (zmes, zliatina, roztok, hornina a iné), skrátka ako súčasť hmoty, ale opozitum poľa. Druhý pojem, rovnako označovaný slovom (názvom) látka je vo význame chemicky čistej látky. Táto má svoje charakteristické konštantné vlastnosti. Rozdiely sú aj v tradícii vyučovania chémie a fyziky, kde sa používa ešte pojem teleso (objekt).

Vzhľadom na vyššie uvedené rozpory navrhujeme koncipovať (a prípadne aj vymedziť) uvedené pojmy nasledovne: látka je abstrakciou nezávislou od konkrétneho objemu a konkrétnej hmotnosti a teleso (objekt) je abstrakcia nezávislá od konkrétneho látkového (materiálového) zloženia.

Problémová úloha, ktorá je typická pre aktivity na primárnom stupni vzdelávania „ako spraviť z neplávajúceho telesa plávajúce“ je riešiteľná vytvorením telesa z dvoch látok napríklad hliníka a vzduchu. Dieťa vymodeluje z alobalu, ktorý sám osebe má vyššiu hustotu ako voda, napríklad lodičku alebo dutý kváder. Teleso, ktoré vznikne, je teda už zložené z viacerých látok a má menšiu hustotu ako voda a teda pláva. Intuitívne cítime, že problém, ako vytvoriť z neplávajúcej látky plávajúcu nemá zmysel. Uvedeným príkladom sme chceli upozorniť na terminologický problém, ktorý pramení z viacerých uhlov pohľadu (chemického a fyzikálneho), ktoré si deti len ťažko uvedomujú.

Jedným z prvých konceptov, s ktorým sa žiaci stretávajú na úvodných hodinách prírodovedných predmetov, je pojem hmota/látka a jej vlastnosti. V tejto súvislosti vystupuje do popredia „problém hmotných a nehmotných látok“. Výsledky mnohých výskumov jasne poukazujú na to, že deti predškolského a mladšieho školského veku vnímajú ako *materiálne (hmotné) tie objekty, ktoré možno vidieť, chytiť*, naopak ako problematické sa ukázali položky, v ktorých vystupovali vodná para, vzduch, elektrina, dym, rozpustený cukor. Žiaci *nerozlišujú medzi hmotou (látkou) a ostatnými pojmami, ktoré nepatria do tejto kategórie* (formy energie a iné).

V literatúre sa uvádzajú aj ďalšie diskrepancie žiackych konceptov voči zaužívaným vedeckým kontextom. Zistilo sa napríklad, že žiaci vo svojich predstavách o látkach (hmote) *manipulujú s viac ako tromi skupenstvami*. Vychádzajúc z detských predstáv, hmota môže existovať ako tuhá látka, kvapalina, prášok, pasta, želé, papier, sliz..., pričom každá látka sa vyskytuje v presne definovanom skupenstve: železo je tuhá látka, piesok – prášok, voda – kvapalina, ale v niektorých prípadoch je možné tento stav meniť.

Niektoré z najčastejších miskonceptí vymedzujú už v klasických štúdiách Piageta a Inhelderovej:

- Hmota (látka) nie je stála. Keď sa stratí z dohľadu, prestáva existovať (napr. pri rozpúšťaní).
- Hmota (látka) má materialistický základ, ku ktorému sú priradené nezávisle existujúce vlastnosti.
- Hmota (látka) môže prestať existovať, vlastnosti však zostávajú.
- Hmotnosť nie je základná vlastnosť hmoty. Myšlienka existencie hmoty bez hmotnosti je ľahko akceptovateľná.

Didaktická sekvencia

1. Registrácia „neviditeľných“ plyných látok na základe ich vlastností.
2. Meranie základných vlastností (objem a hmotnosť) objektov (telies) rozličných látok, vrátane plyných.

Aktivity

- Nalievanie vody do fľaše cez lievik utesený v hrdle fľaše plastelínou
- Hasenie sviečky oxidom uhličitým
- Meranie hmotnosti a objemu vzorky plynu, výpočet hustoty plynu

NM 1.2 – Vlastnosti látok sú tvrdosť, krehkosť, kujnosť, pružnosť, viskozita, plasticita, magnetizmus, vedenie elektrického prúdu, elektrizovateľnosť, rozpustnosť v inej látke, zápalnosť, hustota, reaktivita voči iným látkam a iné. Rôzne látky sú identifikovateľné na základe ich vlastností, niektoré z nich sa používajú na klasifikáciu látok, napríklad kovové a nekovové látky.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

V predchádzajúcej časti sa pozornosť venovala vytvoreniu jedného zo základných prírodovedných pojmov – pojmu látka. Základom navrhutej didaktickej sekvencie k adekvátnejšej realizácii tohto pojmu vo vzdelávaní bolo posilnenie vnímania niektorých základných vlastností, a to objemu a hmotnosti, aj u látok, ktoré zvyčajne deti nevnímajú ako látky, lebo sú pre ne neviditeľné. Vzduch, ale aj oxid uhličitý, zaberajú priestor a majú hmotnosť. Tieto vlastnosti súvisia s kvantitou látky a nazývame ich aj extenzitné. Dajú sa väčšinou priamo kvantifikovať a vyjadrujú sa základnými veličinami, ako napríklad dĺžka alebo hmotnosť. Tieto vlastnosti nie sú špecifickými pre konkrétne látky.

Od uvedených vlastností sa však odlišujú tzv. intenzitné vlastnosti, ktoré sú, práve naopak, charakteristické pre konkrétne látky. Príkladom takejto vlastnosti je hustota, ktorú nezistíme priamym meraním, ale nepriamo, ako vzťah hmotnosti látky a jej objemu. Látky sa však vyznačujú mnohými vlastnosťami, ktoré sú v porovnaní s inými látkami zhodné alebo rozdielne.

Kombinácia rôznych vlastností môže byť pre konkrétne látky charakteristická a na tomto základe možno látku identifikovať. Na rozpoznanie látok sa vytvárajú algoritmy, kde sa postupnou identifikáciou vlastností a logickým vylučovaním dostaneme k cieľovej látke. Bežne sa podobné postupy používajú v kľúčoch na určovanie minerálov a podobne sa dá postupovať aj pri práci s inými vzorkami látok.

Z koncepčného hľadiska je tematika vlastností látok považovaná za prioritu chemického ale aj fyzikálneho vzdelávania a býva spravidla sústredená na začiatku vstupu do uvedených predmetov. Samozrejme, konečným cieľom je to, aby žiak vedel dať do súvislostí pozorované vlastnosti so zložením alebo štruktúrou týchto látok, aby makroskopické vlastnosti vnímal ako koreláciu so submikroskopickým²⁷ stavom látky.

V historickej retrospektíve vyučovania u nás môžeme ešte zdôrazniť, že do sedemdesiatych rokov 20. storočia bolo vyučovanie chémie charakteristické opisným spôsobom. Realizovalo sa v štandardnej schéme: výskyt – výroba/príprava – vlastnosti – využitie. Reformy v sedemdesiatych rokoch túto schému zásadne nabúrali v prospech všeobecno-chemických zákonitostí a problematika poznania vlastností konkrétnych látok bola odsunutá nabok.

V súčasnosti, v 21. storočí, vnímame akési psychologické bariéry medzi človekom a konkrétnymi látkami. Všetko čo má súvislosť s chémiou je vnímané negatívne. Pozitívne vnímané sú slová s predponou bio. „E-čka sú nebezpečné“ a podstata využitia rozličných látok v bežnom živote je zahalená obchodnými názvami globalizovaného trhu, ktorý z nevedomosti ľudí, svojich zákazníkov, ťaží. Navyše, rýchla dostupnosť informácií temer o všetkom vyvoláva ilúziu, že poznanie, štúdium vlastností látok vlastne nie je ani potrebné.

Iný dôvod, prečo sa deti „vzdialili“ od poznania vlastností mnohých konkrétnych látok, je povrchná a formálna výučba prírodných vied založená na čítaní textov a mechanickom verbálnom učení. Táto tendencia je silne podporovaná predimenzovaním obsahu a nahráva jej v negatívnom zmysle slova aj nová legislatíva v oblasti bezpečnosti pri práci. Nebezpečné látky a práca s nimi sú vynechávané bez náhrady.

- Čo sa týka nevhodných prekonceptov, miskonceptí, či absencie poznania triviálnych vlastností bežných látok, prekvapuje, že deti nepoznajú napríklad obsah pojmu kujnosť. Objavujú sa vysvetlenia žiakov, že kovy sú ťažné, pretože sa ťažia a tvrdé látky sú také, ktoré sa nedajú rozbiť. Deti nemajú predstavy o rozpustnosti látok v iných rozpúšťadlách ako je voda, nevnímajú, že roztoky môžu mať aj tuhé skupenstvo. Naopak, veľmi problematické je vnímanie vlastností látok, ktoré sú za bežných podmienok v plynnom skupenstve. S plynými látkami deti ani ako žiaci nemajú temer žiadne skúsenosti.

²⁷ V odborovo-didaktickej literatúre fyziky, chémie a biológie sú pojmy, neviditeľný, mikroskopický, submikroskopický, molekulový často veľmi presne špecifikované. Vzhľadom na to, že náš text je všeobecnejší, používame uvedené termíny ako synonymá podľa príslušného kontextu.

Už počas overovania niektorých navrhnutých aktivít sa ukázalo, že je mimoriadne žiaduce a pre žiakov veľmi motivačné venovať zvýšenú pozornosť pozorovaniu a meraniu vlastností látok, a to nielen extenzitných (hmotnosť, objem a pod.), ale predovšetkým intenzitných, ktoré vnímame často aj ako chemické.

Didaktická sekvencia

1. Neustále empirické skúmanie a zmyslové vnímanie látok okolo nás, ktoré sú neoddeliteľnou súčasťou nášho každodenného života.
2. Manipulácia s rozličnými látkami, porovnávanie a meranie triviálnych vlastností ako sú tvrdosť, rozpustnosť, kujnosť a krehkosť.
3. Získavanie skúsenosti s magnetickými vlastnosťami, elektrizovateľnosťou a elektrickou vodivosťou látok, ich porovnávanie a meranie.
4. Empirické štúdium zápalnosti látok a rozpustnosti v rozličných rozpúšťadlách.
5. Neustále posilňovanie predstáv o hustote, priame a nepriame meranie.

Aktivity

- Tvorba vlastnej zbierky vzoriek látok a ich následná mnohonásobná klasifikácia na základe rozličných kritérií
- Skúmanie tvrdosti, kujnosti a krehkosti látok
- Skúmanie magnetických vlastností látok
- Skúmanie elektrickej vodivosti látok
- Skúmanie elektrizovateľnosti látok
- Skúmanie rozpustnosti látok
- Skúmanie zápalnosti látok
- Meranie hustoty látok, skúmanie javov založených na rozdielnej hustote

NM 1.3 – Ak sa niektoré látky zmiešajú, tvoria sa zmesi s odlišnými vlastnosťami ako mali pôvodné látky. Zmiešanie nemusí spôsobiť trvalé zmeny a pôvodné látky možno opäť oddeliť.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Napriek tradičnému obsahu chemického vzdelávania a relatívnej jednoduchosti sa tu stretávame s množstvom prirodzených prekonceptov odporujúcich odborným predstavám, ale aj s miskoncepciami, ktoré škola nevie dosť dobre odstrániť a mnohé práve vďaka jej pôsobeniu vznikajú. K poslednej menovanej skupine patrí predstava o chemických látkach, prípadne chemikáliách.

Zavádzaním neadekvátneho pojmu chemická látka namiesto pojmu chemicky čistá látka vznikajú miskoncepce s výraznou afektívnou dimenziou s negatívnym kontextom. Už na prvý pohľad je zrejmé, že zámena nesprávneho pojmu (chemická látka) za odborne adekvátneho pojem (látka alebo chemicky čistá látka) môže zásadne ovplyvniť vzťah žiakov (a v konečnom dôsledku aj verejnosti) k chémii.

Odhliadnuc od vyššie uvedenej umelo vytvorenej negatívnej situácie tu vznikajú prirodzené interferencie pojmov čistý, čistenie, umývanie ako spôsob čistenia, najmä v súvislosti s vodou ako najrozšírenejšou kvapalinou.

- Na druhej strane, bežná skúsenosť s rozpúšťaním tuhých látok v kvapalinách (cukor a voda) prinášajú nevhodnú predstavu o zmiznutí látky. Za roztoky deti zvyčajne považujú len tie, ktoré sú v kvapalnom skupenstve.

Deti sa bežne v živote stretávajú s oddel'ovacími metódami (extrakcia a filtrácia pri príprave čaju a kávy), na ktoré sa dá nadviazať oveľa sofistikovanejšími činnosťami než je obligátne skladanie filtračného papiera. V rámci výtvarných alebo prírodovedných aktivít detí v primárnom a predprimárnom stupni môžu získať skúsenosť s chromatografickými javmi. Je preto prirodzené, aby sa chromatografia ako metóda oddel'ovania látok zo zmesi v praxi čoraz častejšie používaná a mediovaná (kriminálne seriály) dostala do zoznamu školou prezentovaných rozdel'ovacích a čistiacich metód, s následnou identifikáciou látok.

- Jeden z rozšírených javov v laickej verejnosti (a tiež u študentov učiteľstva chémie) je ignorovanie zásadných rozdielov pri čistení vody vo vodárenských zariadeniach a čistenie odpadových (komunálnych) vôd v čistiarňach odpadových vôd. Pripomeňme, že v prvom prípade je dôležité fyzikálne a chemické odstránenie nečistôt, nevhodných prímiesí a najmä dezinfekcia. Na druhej strane

ne, v odpadových vodách ide najmä o mikrobiologické odbúranie primiešaných organických látok a zníženie ich obsahu na prijateľnú hodnotu. V prvom prípade je činnosť mikroorganizmov nežiaduca a v druhom prípade je zámerne podporovaná.

Didaktická sekvencia

1. Štúdium empirických dôkazov o tom, že látky bežne vnímané ako čisté, napríklad voda alebo vzduch, sú zmesami látok alebo roztokmi.
2. Pojmové vymedzenie a klasifikácia heterogénnych zmesí ako pena, dym, suspenzia, emulzia a vnímanie homogénnych zmesí (roztokov) vo viacerých skupenstvách.
3. Empirické štúdium vlastností niektorých zmesí a ich porovnanie s čistými látkami na základe ich charakteristických fyzikálnych vlastností.
4. Vyjadrovanie zloženia roztokov. Empirická identifikácia zloženia roztokov (vizuálna kolorimetria, meranie hustoty a pod.).
5. Získanie skúseností s viacerými technikami oddeľovania zložiek zmesí (filtrácia, destilácia, kryštalizácia, chromatografia, adsorpcia, usadzovanie).

Aktivity

- Identifikácia prítomnosti solí vo vode (salinita) pomocou vodivosti roztoku (rôzna intenzita rozsvietenia led-diódy v jednoduchom obvode) a následná konfrontácia množstva solí vo vode na základe odparku
- „Odhad koncentrácie“ farebného roztoku a jeho porovnanie s pripravenými štandardnými roztokmi
- Skúmanie rozličných filtračných materiálov
- Vytvorenie modelu pieskového filtra
- Demonštrácia destilácie, prípadne iných techník oddeľovania zmesí
- Adsorpcia farbiva v nápoji na drevnom (aktívnom) uhlí
- Chromatografia čiernej fixky na kriede alebo filtračnom papieri
- Porovnanie čistiacich procesov v akváriu, čističkách odpadových vôd a samočistiacich procesov vodných tokov

NM 1.4 – Ak sa látka delí na menšie a menšie časti, zistí sa, že je vytvorená z veľmi malých „kusov“ – častíc. Sú také malé, že ich nevidno v bežnom mikroskope. Tieto častice „nie sú v látke“ – ony sú látka. Všetky častice v konkrétnej čistej látke sú rovnaké a sú odlišné od častíc v iných materiáloch.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Aj základná téma chemického vzdelávania, ako je časticová stavba látok, je často sprevádzaná rôznymi žiackymi miskoncepciami. Hoci žiaci majú za sebou učenie sa o atónoch, poznajú atóm ako základnú neviditeľnú časticu, z ktorej sú zložené všetky látky okolo nás, vedia opísať jeho stavbu, poznajú pojmy atómové jadro a obal, nepoužívajú „časticové“ uvažovanie o látkach.

- Predstavy o látkach sú u väčšiny žiakov (ale aj u mnohých študentov) na makroskopickej úrovni spojené hlavne so zmyslovým vnímaním. Niektorí žiaci dokonca trvajú na tom, že látky sú kontinuálne a abstraktné predstavy o časticách u nich neprichádzajú do úvahy. Ak sa žiakov opýtame na častice látok, mnohí tvrdia, že atómy sú viditeľné pod mikroskopom a ak častice látky nevidíme, znamená to, že látka z nich nie je zložená.

Preto je potrebné pozerat' sa na danú problematiku iným, ako bežne zaužívaným spôsobom a budovať u žiakov predstavy o časticách látok. Aj keď sa môže zdať štúdium časticového zloženia bez použitia pojmu atóm nepredstaviteľné, je dôležité povedať nasledovné. Pri prvom stretnutí sa žiakov s pojmom atóm, máme na mysli Demokritov a Daltonov atóm, ktorý reprezentujú všetky častice látok. V počiatočnom kontexte atóm zastupuje malé neviditeľné častice, z ktorých sú zložené všetky látky okolo nás. Mnohí žiaci pravdepodobne takto pojem atóm vnímajú, ale nevedia s ním ďalej pracovať pri ďalších témach chemického obsahu.

- U žiakov, ktorí sa nezaobierajú časticovou stavbou látok a ich predstavy o látkach sú na úrovni makrosveta, je len veľmi málo pravdepodobné, že sa zamýšľajú nad rozdielmi v časticovom zložení rôznych látok. Dokonca žiaci, ktorí uvažujú o časticách látok, tvrdia, že všetky častice majú rovnakú veľkosť alebo hmotnosť.

Pri pochopení mikrosveta majú žiakom pomôcť javy registrovateľné na makroskopickej úrovni. Nemajú však u žiakov podporovať časté mylné predstavy o tom, že vlastnosti častíc bezprostredne zodpovedajú vlastnostiam látok, napríklad, že sú farebné, lebo aj látka má nejakú farbu alebo dokonca, že ak sa mení látka (skupenstvo alebo tvar), menia sa aj vlastnosti častíc.

Didaktická sekvencia

1. Štúdium empirických dôkazov o tom, že látky sú zložené z častíc. Práca a pozorovanie rôznych látok (makrosveta) pomáha vytvoriť základnú predstavu o časticovom zložení látok (mikrosvete), to znamená takú, že častice sú veľmi malé – neviditeľné, ale pritom sa pohybujú.
2. Porovnávanie makroskopických vlastností rovnakých látok medzi sebou a makroskopických vlastností odlišných látok navzájom ako nástroj vedúci k vytvoreniu predstavy o tom, že častice konkrétnej čistej látky a rovnakých látok navzájom sú rovnaké a častice rôznych látok sú odlišné.

Aktivity

- Hľadanie dôkazov o existencii častíc látok spočívajúce v pozorovaní makroskopických javov, ktoré sa dajú „pripísať“ mikroskopickým časticiam (šírenie vône v priestore, správanie sa kvapky roztoku manganistanu draselného vo vode)
- Skúmanie farby, tvaru a veľkosti kryštálov modrej skalice, kryštálov kuchynskej soli a ich vzájomné porovnávanie

NM 1.5 – Častice nie sú statické, ale pohybujú sa náhodným smerom a odlišnou rýchlosťou. Rýchlosť pohybu častíc súvisí s teplotou látky.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiakom sú v oblasti skúmania časticového zloženia látok ponúknuté ďalšie situácie, ktoré majú vybudovať predstavy o pohybe častíc, ich veľkosti a o súvislosti pohybu s teplotou. Mnohé viditeľné javy by neboli pozorovateľné, ak by sa častice látok nepohybovali. Žiaci si však túto skutočnosť často neuvedomujú.

- Myslia si, že častice látok sú statické, teda nie sú v pohybe. Niektorí žiaci uvažujú nad pohybom častíc plynnej látky, iní tvrdia, že aj častice kvapalnej látky sa pohybujú, ale pohyb častíc tuhej látky vylučuje väčšina žiakov. Tvrdia, že častice tuhej látky sú blízko pri sebe a nemajú priestor na to, aby sa hýbali.

Preto je potrebné poukázať na to, že častice látok sa pohybujú a rýchlosť ich pohybu je ovplyvnená viacerými faktormi. Žiaci si myslia, že rýchlosť pohybu častíc rôznych látok je rovnaká, z čoho vyplýva, že nepoznajú rozdiely vo veľkosti častíc.

- Ak sa žiaci učia o teplote, stáva sa, že nespájajú tento jav s pohybom častíc. Žiaci nevidia vzťah medzi teplotou ako makroskopickou charakteristikou látky a správaním častíc na mikroskopickej úrovni.

Teplota samozrejme úzko súvisí s rýchlosťou pohybu častíc, ovplyvňuje ho a je ďalším faktorom pri skúmaní rýchlosti pohybu častíc.

Didaktická sekvencia

1. Častice látok sú v neustálom pohybe. Skúmanie a dôkazy pohybu častíc rôznych plyných a kvapalných látok.
2. Vymedzenie vzťahu medzi priemernou rýchlosťou pohybu častíc a hmotnosťou častíc plyných látok.
3. Teplota konkrétnej látky ako faktor ovplyvňujúci priemernú rýchlosť pohybu častíc látky.

Aktivity

- Pohyb častíc plynov v sústave s pórovitou nádobou
- Porovnanie rýchlosti prúdenia rôznych plynov cez miniatúrny otvor v striekačkovom systéme
- Rýchlosť prúdenia plynu s odlišnou teplotou cez miniatúrny otvor v striekačkovom systéme

NM 1.6 – Častice sa môžu priťahovať alebo odpudzovať. Rozdiely medzi tuhými látkami, kvapalinami a plynmi sa dajú vysvetliť pohybom častíc, ich odpudzovaním a príťažlivými silami medzi susednými časticami. Čím väčšia je príťažlivá sila medzi časticami, tým viac energie je potrebné na ich oddelenie, napríklad pri prechode z tuhého stavu do kvapalného stavu, alebo z kvapaliny na plyn. To je aj dôvod, prečo majú látky rôznu teplotu topenia a varu.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Vytvorenie molekulo-kinetického modelu látok a jeho osvojenie žiakmi predpokladá využitie, resp. budovanie abstraktného uvažovania o viditeľných javoch. Žiakom pomáha zamýšľať sa nad makroskopickými javmi na úrovni mikrosвета, a tak lepšie pochopiť podstatu pozorovaných skutočností. Žiaci sa v škole stretávajú s hmotnými alebo počítačovými modelmi, ale na hodinách si nebudujú a nepoužívajú myšlienkové modely. Žiakom v nižšom sekundárnom vzdelávaní môže byť pri vysvetľovaní každodenných javov veľmi nápomocný už jednoduchý myšlienkový model obsahujúci uvažovanie o tom, že látky sa skladajú z častíc, bez rozlišovania medzi typmi častíc.

Žiaci si časticový model látok vytvárajú od začiatku skúmania časticovej stavby látok. Model zahŕňa predstavy o tom, že všetky látky sa skladajú z častíc. Odlišné látky sa skladajú z odlišných častíc (líšia sa veľkosťou, hmotnosťou). Častice sú v neustálom pohybe a teplota súvisí s pohybom častíc. Tieto predstavy sú už zabudované do žiackej štruktúry poznatkov o časticovej stavbe látok na základe realizácie predchádzajúcich sekvencií. Okrem nich časticový model látky sleduje vytvorenie predstavy, že medzi časticami je „prázdny priestor“ a že príťažlivé a odpudivé sily a vzdialenosti medzi časticami sú rôzne v závislosti od typu (skupenstva) látky.

- Mnohí žiaci tvrdia, že látky majú kontinuálnu (nepretržitú) štruktúru a odmietajú existenciu prázdneho priestoru. Medzery medzi časticami látok vypĺňajú prachom, vodou alebo vzduchom a sú presvedčení o tom, že žiadne miesto nemôže byť prázdne.

Na zdokonalenie časticového modelu plynnej látky slúži demonštrácia Avogadrovho zákona, ktorý síce nie je bežnou súčasťou obsahu výučby v nižšom sekundárnom vzdelávaní, ale jeho začlenenie do vyučovania žiakom pomôže pri neskoršom vytváraní predstáv o ideálnom plyne.

Didaktická sekvencia

1. Získanie predstavy o priestore medzi časticami látok pomocou vhodných didaktických modelov tohto javu.
2. Modelovanie plynnej, kvapalnej a tuhej látky, ktorých častice sa líšia v pomeroch medzi odpudivými a príťažlivými silami a vzdialenosť častíc medzi sebou je v každej látke odlišná. Skupenstvo látok ako jav určujúci pomer medzi príťažlivými a odpudivými silami medzi časticami látok. Stlačiteľnosť látok ako ukazovateľ veľkosti vzdialenosti medzi časticami látok.
3. Zdokonalenie predstavy o modeli plynnej látky pomocou demonštrácie Avogadrovho zákona na rovnaké objemy rôznych plynov s odlišným časticovým zložením, pri rovnakých podmienkach (teplote a tlaku).
4. Množstvo látky vyjadruje počet častíc.

Aktivity

- Skúmanie diskontinuálnej povahy látok (priestoru medzi časticami látok)
- Vytvorenie modelu plynnej, kvapalnej a tuhej látky
- Demonštrácia Avogadrovej hypotézy
- Porovnanie množstva látky v rozličných skupenstvách pomocou hmotnosti, objemu, a počtu častíc

NM 1.7 – Všetky živé aj neživé objekty okolo nás sú vytvorené z veľmi veľkého počtu základných „stavebných kameňov“ – atómov. Tých je približne 100 rôznych druhov. Látky vytvorené len z jedného druhu atómu sa nazývajú prvky. Prvky sa dajú usporiadať na základe svojich chemických vlastností. Osobitné vlastnosti má uhlík.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Periodický zákon je súčasťou chemického vzdelávania už na úrovni nižšieho sekundárneho vzdelávania. Problémom je fakt, že žiakom je často periodická sústava prvkov predkladaná ako pomôcka, ktorú je potrebné opísať, ale s ktorou sa málo pracuje. Z historického hľadiska sa tak stráca funkcia periodickej sústavy prvkov ako semiotického nástroja, prostredníctvom ktorého je možné odvodzovať vlastnosti prvkov a následne aj zlúčenín. Práve z tohto dôvodu je možné naraziť na niekoľko konceptov, ktoré nie sú úplne alebo správne pochopené a ťažko sa dajú ďalej využívať.

Iným veľkým problémom bolo ukotvenie periodickej sústavy prvkov v obsahu vzdelávania a sprostredkovanie periodickeho zákona v kontexte periodicity štruktúry atómov prvkov. V súčasnosti sa pozornosť začína upriamovať na podstatu periodickej sústavy prvkov v zmysle Mendelejevovho uvažovania a posúva sa možnosť uvažovania na makroskopickú úroveň.

Samotní učitelia hodnotia periodickú sústavu prvkov spolu so štruktúrou atómov ako problémové, ale zároveň nosné témy chemického vzdelávania. Problémom je abstraktnosť pojmov (jadro, elektrónový obal, valenčné elektróny, valenčná vrstva...) a učitelia nevedia vytvoriť materiál, ktorý by žiakom pomohol tieto koncepty adekvátne pochopiť.

- Citlivý prechod medzi pojmami makrosveta, mikrosveta a symbolov v chémii umožní správne uchopenie konceptov. Ak nie sú jednotlivé úrovne poznatkov akceptované, vytvárajú sa chybné koncepty v žiackych predstavách. Takýmto problémovým konceptom je pojem atóm, ktorý je u žiakov považovaný za synonymum pojmu prvok. V tejto súvislosti tak uvádzajú aj fakt, že všetky existujúce prvky sú atómami a vlastnosti látok – prvkov pripisujú aj samotným atómom a molekulám.

Najzávažnejším problémom je skutočnosť, že žiaci poznajú periodickú tabuľku prvkov na formálnej úrovni, vedia ju graficky rozlíšiť na skupiny a periódy, ale princíp tohto usporiadania nie je u nich pochopený.

- Nedokážu z umiestnenia prvku v tabuľke predpokladať jeho fyzikálne a chemické vlastnosti. Identifikujú len vlastnosti, ktoré priamo uvádza periodická sústava prvkov – napr. elektronegativita a od nej nesprávne predpokladajú iné vlastnosti ako je napríklad teplota topenia látky.

Aj v prípade, že dôjde k uvedomeniu si rozdelenia prvkov na kovy, polokovy a nekovy, predpokladanie týchto vlastností je pre žiakov problematické. Tieto problémy spôsobuje zrejme absencia empirického skúmania vlastností látok.

- Rozdelenie prvkov na tieto tri skupiny sa zdá byť u žiakov len „povrchné“, keďže určujúcou informáciou pre žiaka na predikciu vlastností látok nie je to, do ktorej skupiny prvkov patrí, ale vlastnosť, ktorá je z hľadiska bežného používania žiakom „najbližšie“ a tou je skupenstvo látky.

Cieľom pripravenej sekvencie je empirické sprostredkovanie periodickeho zákona akceptujúce historické hľadisko objavu systému prvkov a viesť žiakov k práci s periodickou sústavou prvkov ako pomôckou, z ktorej „čítajú“ dôležité informácie o vlastnostiach prvkov.

Didaktická sekvencia

1. Štúdium vlastností látok hovorí o tom, že látky sú tvorené z prvkov alebo zlúčenín. V súčasnosti poznáme približne sto prvkov, ktoré sa môžu navzájom zlučovať a vytvárať veľké množstvo zlúčenín.
2. Špecifické vlastnosti uhlíka. Delenie látok na organické a anorganické.
3. Zisťovanie vybraných vlastností prvkov zo zbierky prostredníctvom rôznych zdrojov a následné určenie dôveryhodnosti daného zdroja.
4. Niektoré prvky sú si vo viacerých vlastnostiach podobné – tvoria skupiny prvkov. Typické skupiny prvkov: alkalické kovy, halogény, vzácne plyny.
5. Hľadanie kritérií pre triedenie (sedmové karty).
6. Triedenie „chemických kariet“ a tvorba periodickej sústavy prvkov.

Aktivity

- Triedenie látok podľa schopnosti ich rozloženia na jednoduchšie látky
- Triedenie látok na organické a anorganické na základe pozorovania a prvkového zloženia
- Pozorovanie charakteristických vlastností niektorých chemických prvkov (síra, železo, hliník, meď, horčík...)
- Pozorovanie vlastností alkalických kovov (Na a K) a ich zlúčenín
- Hľadanie informácií (a uvažovanie o dôveryhodnosti zdroja) o vlastnostiach halogénov a pozorovanie vlastností zlúčenín halogénov
- Hľadanie informácií (a uvažovanie o dôveryhodnosti zdroja) o vlastnostiach vzácnych plynov; (Ne)reaktivita vzácnych plynov
- Rôzne spôsoby triedenia sedmových kariet ako predpoklad ku klasifikácii prvkov do systému prvkov
- Tvorba vlastnej periodickej sústavy prvkov

NM 1.8 – Atómy rôznych prvkov môžu interagovať, pričom vytvárajú veľmi veľký počet zlúčenín. Chemická reakcia spôsobuje nové usporiadanie atómov reagujúcich látok, ktoré vytvoria nové látky, pričom celková hmotnosť zostáva rovnaká.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

V zaužívanom transmisívnom spôsobe sprostredkovania konceptov je zavedenie pojmu chemickej reakcie spájané s triedením dejov na fyzikálne a chemické. Všetky zmeny, ktoré sa okolo nás dejú, je možné opísať, pričom nie je jednoduché niektoré zmeny jednoznačne zatriediť ku chemickým alebo fyzikálnym dejom. Z tohto dôvodu je vhodné vyhnúť sa striktnému oddelovaniu chemických a fyzikálnych dejov. Problém nastáva napr. v prípade skupenských premien.

- Ak zmiešaním dvoch kvapalných roztokov dôjde k tvorbe zrazeniny (tuhej látky) a tento dej je charakterizovaný ako chemický, potom žiaci premenu skupenstva, napr. vodnej pary na kvapalnú vodu (l'adu na kvapalnú vodu) považujú za chemické deje, lebo dochádza k zmene skupenstva.

Ďalším problémovým konceptom je rozpúšťanie. Rozpúšťanie vybraných látok nie je možné jednoznačne zaradiť medzi deje chemické alebo fyzikálne.

- V predstavách žiakov je podmienkou priebehu chemickej reakcie práve proces rozpúšťania – reakcia dvoch (látok), ktoré majú tuhé alebo plynné skupenstvo môže prebehnúť len za prítomnosti nejakej kvapalnej zložky, aby mohlo dôjsť k ich spojeniu (zreagovaniu).

Vnímanie chemickej reakcie na makroskopickej úrovni vedie žiakov k asociácii chemickej reakcie so zmiešaním látok a tým aj ku kombinovaniu ich vlastností.

- Látka, ktorá vznikne zreagovaním kovového a nekovového prvku bude mať vlastnosti niekde medzi vlastnosťami kovov a nekovov, pretože tie sa zmiešajú. Prípadne vnímanie akejsi „sily“ medzi prvkami žiakov navádza k tomu, že takto vzniknutá látka bude mať vlastnosti „silnejšieho“ prvku a tým je kov.

Priebeh chemickej reakcie je sprevádzaný zmenou reaktantov na produkty, pričom platí, že hmota nezanechá ani nevzniká. Žiacke predstavy o hmotnosti reaktantov a produktov si so zákonom zachovania hmotnosti odporujú.

- Vznik zrazeniny zreagovaním dvoch roztokov si žiaci vysvetľujú ako vznik tuhej látky, ktorá „musí“ mať vyššiu hmotnosť ako pôvodná kvapalná látka. Problémovým sa javí aj vznik plynných produktov, ktoré žiaci nepovažujú za hmotu. V tejto súvislosti je vhodné „zviditeľniť“ žiakom vznikajúce produkty, ktoré sú v plynnej fáze a ovplyvňujú hmotnosť reakčnej sústavy.

Pri zavedení pojmu chemická reakcia je pre žiakov dôležité vedieť identifikovať, kedy ku chemickej reakcii došlo, pričom priebeh chemickej reakcie je často viditeľný, resp. je možné ho zviditeľniť. Rovnako je možné na makroskopickej úrovni dokazovať platnosť zákona zachovania hmotnosti, pričom prechodom na symbolickú úroveň je možné identifikovať preskupenie atómov prvkov, kedy z reaktantov vznikajú produkty.

Didaktická sekvencia

1. Látky sa môžu meniť.
2. Porovnávanie vlastností reaktantov a produktov. Spôsoby oddeľovania zložiek pred reakciou a po reakcii.
3. Horenie ako chemický dej.
4. Spôsoby identifikácie chemickej reakcie: farebné zmeny, tvorba plynu ako jedného z produktov, vznik zrazeniny, pozorovanie zmien pomocou indikátorov (makroskopická úroveň).
5. Empirické štúdium hmotnosti reaktantov a produktov pred a po chemickej reakcii.
6. Prechod do symbolickej úrovne – problematika chemických reakcií a zákon zachovania hmotnosti.

Aktivity

- Identifikácia vzniku novej látky
- Skúmanie vlastností zmesi látok pri zmiešaní práškového železa a síry a ich následné oddelenie vhodnou metódou; Pozorovanie zmeny vlastností po zahriatí zmesi práškového železa a síry
- Horenie látok a podmienky horenia
- Pozorovanie chemických reakcií a určenie prejavov chemickej reakcie
- Zápis realizovaných chemických reakcií prostredníctvom schém a chemických rovníc
- Porovnanie hmotnosti reaktantov a produktov v otvorenej a uzavretej sústave a zákon zachovania hmotnosti

NM 1.9 – Vlastnosti rôznych látok sa dajú vysvetliť na základe správania atómov a skupín atómov, z ktorých sú vytvorené. Vďaka špecifickej vlastnosti uhlíka – reťazeniu, vzniká obrovské množstvo látok, ktoré sú obsiahnuté v živých organizmoch. Štruktúry ako aj vlastnosti týchto látok sú rôznorodé. Množstvo organických látok vzniká prirodzene v živých organizmoch a ich degradáciou. Veľa organických látok je pripravených umelým spôsobom, napr. plasty.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Vzťah medzi štruktúrou látok a ich vlastnosťami je asi jeden z najuniverzálnejších vzťahov, ktorý sa buduje v prírodovednom vzdelávaní, osobitne vo vyučovaní chémie. Makroskopické prejavy správania látok sú do značnej miery determinované ich submikroskopickým (časticovým) zložením a štruktúrou týchto častíc. Chemické vlastnosti látok sú previazané s vnútorným usporiadaním elektrónových obalov – tzv. štruktúrou elektrónového obalu, osobitne poslednej (valenčnej – synonymum väzbovej) vrstvy. Za špecifické vlastnosti prechodných a vnútorne prechodných prvkov zodpovedajú elektróny umiestnené ďalej od povrchu atómov. Niektoré špecifické vlastnosti ušľachtilých kovov sa pripisujú relativistickým efektom. Hľadanie a nachádzanie súvislostí medzi makroskopickými vlastnosťami a submikroskopickými modelmi látok je výsledkom dominantných procesov vedeckého skúmania a prejavom vedeckého postoja.

Tradičná predstava o chémii a vyučovaní chémie je po mnoho generácií žiakov spojená so symbolicou reprezentáciou chémie, teda so svetom chemických symbolov, vzorcov, chemických rovníc a stechiometrických výpočtov. Dnes je prijímaný názor, že len vzájomné prepojenie a prepínanie medzi tromi reprezentáciami „chemickej“ reality – makroskopickej, mikroskopickej (submikroskopickej) a symbolickej vedie k zmysluplnému poznaniu.

V súčasnosti sa už na symbolickú „podobu chémie“ vo vyučovaní nekladú také nároky ako v minulosti. Upúšťa sa od zložitých výpočtov a nácviku presných algoritmov pomenúvania zložitých zlúčenín. Semiotická hodnota zvládnutia názvoslovia je znižovaná dostupnosťou digitálnych informácií a jednoduchosťou ich vyhľadávania.

Chemická nomenklatúra však zohrala významnú úlohu v začiatkoch chemickej vedy, a preto je aj dnes významnou súčasťou chemického vzdelávania. V historickom vývoji vedeckého poznania je registrovaná následná postupnosť. Makroskopické vlastnosti mnohých látok boli známe v dávnych časoch ľudskej civilizácie, alchymistické obdobie napriek úplne odlišnému cieľu výrazne posilnilo štúdium vlastností látok. Vznik vedeckého obdobia chémie je spojené s menom francúzskeho chemika Lavoisiera nielen preto, že objavil zákon zachovania hmotnosti a objavom kyslíka (Scheele a Priestley) zapríčinil pád flogistóno-

vej teórie, ale najmä preto, že zaviedol do chémie novú „metódu chemickej nomenklatúry“. Odvtedy sa mohla chémia rozvíjať aj na základe vzájomného vzťahu vlastností a zloženia látok.

Objavenie veľkého množstva organických látok s ich rôznorodými vlastnosťami však nebolo možné „zvládnuť“ len na základe štúdia zloženia látok. Elementárna (prvková) analýza – Liebigom objavená metóda pre analýzu organických zlúčenín, nedávala dostatočné vysvetlenie odlišného správania niektorých látok rovnakého prvkového zloženia.

Na chemickú scénu sa dostala štruktúrna teória, ktorá sa už mohla opierať o prvé atomistické a molekulové predstavy. Neskôr, ako sme naznačili, sa tento princíp stal univerzálnym pre štúdium a rozvoj chémie. Presadenie štruktúrnej teórie nebolo jednoduché a kým sa chémia dostala k Butlerovovmu výroku – „*Chemické vlastnosti látky určuje nielen povaha a množstvo častíc, ale aj chemická štruktúra látok.*“ – musela prejsť predstavami viacerých teórií, ktoré boli postupne prekonávané, rozširované a prepracúvané. Pripomeňme niektoré z nich: radikálová teória, substitučná teória, teória typov, unitárna teória a teória valencie. Neskôr bola štruktúrna teória (dnes by sme povedali 2D) rozšírená o ďalší rozmer vznikom stereochemie, ktorá dokázala vysvetliť aj zvláštne optické správanie niektorých látok (3D).

Otázkou je, ako sú tieto momenty premietnuté do vyučovania chémie. V minulosti vyučovanie chémie viac-menej kopirovalo historický vývoj. Dominovalo poznanie konkrétnych vlastností látok, neskôr so silným dôrazom na symbolickú reprezentáciu. V období tzv. sputnikového šoku západná civilizácia a spolu s ňou aj naše školstvo výrazne akcentovalo mikroskopickú reprezentáciu a, vtedy dominantný, deduktívny spôsob vyučovania predpokladal, že orientácia žiaka v mikroskopickej a submikroskopickej teórii zabezpečí schopnosť orientácie žiakov v makroskopických vlastnostiach látok. Množstvo opísaných miskoncepcií v iných kapitolách svedčí o neustálom probléme prepájania jednotlivých reprezentácií poznávania chemickej reality. Tento spôsob formalistického vyučovania dostal neskôr pomenovanie transmisívny. Jeho prekonanie je možné rešpektovaním prirodzeného vývinu, ktorý sa odohral v priebehu vývoja prírodných vied, osobitne chémie. Inšpiratívnym je preto historický postup od poznania makroskopických vlastností organických látok smerom dovnútra, do štruktúry týchto látok a ich vzájomné relácie. Obsah organickej chémie umožňuje veľmi prirodzene sledovať vzťahy medzi štruktúrou a vlastnosťami organických látok, avšak aj táto oblasť chemických predstáv detí, stredoškolských a tiež vysokoškolských študentov je zaťažená množstvom miskoncepcií. Množstvo je ich opísaných v zahraničných výskumoch. S nimi korelujú predstavy, ktoré boli žiakmi získané po absolvovaní základnej školy. Z výskumov na slovenskej populácii žiakov vyberáme:

- Žiaci mali mylnú predstavu o tom ako vyzerá uhlík v skutočnosti. Predstavovali si ho ako čiernu, žeravú látku.
- U žiakov pretrvávali miskoncepcie v súvislosti so zložením uhl'ovodíkov. Tvrdili, že molekula metánu je tvorená z plynu alebo ide o prvok uhlík.
- Jednou z dôležitých mylných koncepcií žiakov bola väzbovosť uhlíka a vodíka, ktorú určovali intuitívne. Niektorí z nich tvrdili, že atóm uhlíka a vodíka môže mať nekonečne veľa väzieb.
- Mnohí žiaci majú faktické vedomosti o tom, že atómy uhlíka môžu medzi sebou vytvárať jednoduché a násobné väzby, respektíve nasýtené a nenasýtené, avšak pri zdôvodňovaní a zapisovaní vzorcov robili chyby. Žiaci si tieto pojmy nespájajú s počtom väzieb, ale ich význam pripisujú nasýtenému respektíve nenasýtenému roztoku. Tvrdia, že nasýtený uhl'ovodík je taká zlúčenina, ktorá už nemôže prijímať iné látky na rozdiel od nenasýtených uhl'ovodíkov, ktoré ich prijímať môžu. Okrem toho niektorí tvrdili, že medzi atómami uhlíka sa môže nachádzať štvoritá väzba. S väzbovosťou uhlíka úzko súvisia aj chemické reakcie organických zlúčenín. Žiaci majú problém s vyčíslovaním rovníc. Niektorí vyčíslovali rovnice tak, aby na oboch stranách rovnice bol vyrovnaný pomer iónov.
- Žiaci majú problém s priestorovým rozložením molekúl uhl'ovodíkov. Ich tvar si žiaci predstavovali len dvojrozmerné.
- Niektorí mali problém so zadefinovaním pojmu štruktúrny vzorec. Naopak, iní ho zadefinovali správne, ale vzorec nevedeli znázorniť. Žiaci tvrdili, že štruktúrny vzorec určuje počet väzieb.
- Väčšina žiakov nevedela konkrétne povedať a objasniť, aké produkty vznikajú pri spaľovaní uhlia a aký je ich dopad na životné prostredie a ľudský organizmus. Jeden zo žiakov tvrdil, že spaľovaním uhlia vzniká koks, teda droga. Žiaci mali problém vysvetliť environmentálne problémy spojené so skleníkovým efektom a ozónovou vrstvou.

Uvedené výskumy potvrdzujú, že organická chémia je jednou z oblastí, v ktorej žiaci disponujú veľkým množstvom mylných predstáv. Z ich analýz môžeme vyvodit' všeobecný záver, ktorý tvoria tri dôležité aspekty:

- Chémia ako prírodovedný predmet tvorí rôzne koncepcie, ktoré sú v určitom vzťahu. To spôsobuje, že nesprávne pochopenie základných javov všeobecnej chémie môže mať dopad na budovanie neadekvátnych (alternatívnych) predstáv o pojmoch v organickej chémii.
- Svet vnímania látok na makroskopickej úrovni je žiakom najbližší. Avšak na to, aby žiaci pochopili podstatu koncepcie, je potrebné žiakom priblížiť okrem uvedenej úrovne aj mikroskopickú dimenziu. Zvlášť pri budovaní koncepcií organickej chémie, ktorých podstatu vysvetľuje vzťah medzi štruktúrou a vlastnosťami látok.
- Vzdelávací proces hrá dôležitú rolu pri eliminácii miskoncepcií, avšak v mnohých prípadoch iniciátormi vzniku miskoncepcií sú pedagógovia, ktorí používajú nevhodné metódy vyučovania zamerané len na tvorbu verbálnych reťazcov, teda na zapamätávanie a memorovanie veľkého rozsahu pojmov organickej chémie.

Didaktická sekvencia

1. Štúdium základných organických zlúčenín – uhl'ovodíkov. Vytvorenie predstavy, že uhl'ovodíky sú zlúčeniny zložené z atómov uhlíka a vodíka. Odvodenie sumárnych vzorcov metánu a butánu v závislosti od relatívnej molekulovej hmotnosti, ktorá je v korelácii s hustotou vyššie uvedených plynov.
2. Skúmanie väzbovosti uhlíka a vodíka v uhl'ovodíkoch a ich priestorové znázornenie prostredníctvom vytvárania vlastných modelov. Štruktúra uhl'ovodíkov. Dôkaz nasýtených a nenásýtených väzieb v zlúčeninách.
3. Dôležitou vlastnosťou uhl'ovodíkov je ich horenie. Štúdium dôkazov horenia uhl'ovodíkov.
4. Optická izoméria. Schopnosť organických zlúčenín otáčať rovinu polarizovaného svetla.
5. Oxidácia alkoholu a aldehydu na karboxylovú kyselinu. Historická a chemická výroba octu – konfrontácia pracovných postupov starovekých národov a organických chemikov 19. storočia.
6. Skúmanie vlastností vybraných organických látok (pH, vedenie elektrického prúdu, horľavosť a polarita).
7. Štúdium chemických vzorcov – prechod z makrosvetu do symbolickej reprezentácie a do mikrosveta.
8. Porovnanie vlastností organických a anorganických látok, skúmanie správania OH skupiny v organickej a anorganickej látke.
9. Halogénderiváty a ich vlastnosti.
10. Vlastnosti a štruktúra plastov.

Aktivity

- Skúmanie vzťahu medzi prvkovým zložením uhl'ovodíkových plynov a ich hustotou
- Modelovanie vnútornej štruktúry uhl'ovodíkov spočívajúce v určovaní väzbovosti atómov uhlíka a vodíka
- Dokazovanie väzieb medzi atómami uhlíka, ktoré sa vyznačujú špecifickou vlastnosťou reťazenia
- Základné produkty horenia uhl'ovodíkov
- Sadze ako produkty nedokonalého spaľovania uhl'ovodíkov
- Polarizované svetlo. Optická aktivita ako jedna z vlastností látok, ktorá odzrkadľuje ich štruktúru
- Výroba vína kvasením jabĺk, hrozna, datlí, výroba jednoduchej ocotnice a následné prelievanie alkoholového roztoku ocotnicou, výroba acetaldehydu a jeho preliatie ocotnicou; Porovnanie vlastností vzniknutých octov (farba, chuť a vôňa)
- Skúmanie vlastností vybraných organických látok (pH, vedenie elektrického prúdu, horľavosť a polarita)
- Preskúmanie vybraných vzorcov (kyseliny metánovej, etanolu, trichlórmetánu, etánu, kyseliny etánovej, benzénu, propanolu, metanal, dimetylketónu, brómometánu, etínu, metánu, propínu, etanal, metyletylketónu a butanolu); Rozdelenie uvedených štruktúr na skupiny podľa rôznych znakov (kritérií)
- Porovnanie vlastností niektorých organických a anorganických látok (rozpustnosť vo vode, elektrická vodivosť a pH). Zisťovanie odlišnosti správania OH skupiny v etanole, v hydroxide sodnom a v kyseline octovej
- Čo všetko je okolo nás? Mnohé organické látky v našom okolí obsahujú viazaný halogén – sú to halogénderiváty uhl'ovodíkov; Skúmanie vlastností organických látok (obaly od cukrákov (Bon Pari a Haribo), plastový pohárik, ochranný obal z PVC a penový polystyrén; Zisťovanie ich vlastností

- (horľavosť, farba plameňa a zápach); Škodlivosť a potrebnosť týchto organických látok, možnosť ich nahradenia
- Vlastnosti polyetylénu (LDPE, HDPE, Tyvek) a jeho štruktúra

NM 1.10 – Chemické reakcie sa uskutočňujú rôznou rýchlosťou. Niektoré chemické deje prebiehajú rýchlo, napríklad výbuch trhavín, iné pomaly, napríklad korózia. Rýchlosť chemických reakcií môžeme meniť napr. zemnou teplotou alebo vplyvom katalyzátora.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Konceptuálne zvládnutie okruhu vedomostí okolo rýchlosti chemických reakcií bezprostredne závisí od zvládnutia množstva iných základných konceptov: teplota, tlak, čas, chemická premena, časticové zloženie látok, chemická väzba, látkové množstvo, koncentrácia, energetické zmeny pri chemických reakciách, atď. Samotný koncept rýchlosti chemickej reakcie sa bezprostredne vymedzuje množstvom ďalších konceptov užšie naviazaných naň: zrážková teória, entalpia, aktivačná energia, katalyzátor, reakčný mechanizmus, atď. Pre žiakov je súčasne dôležité, aby chápali chemické javy každodenného života a aby vedeli vysvetliť ako k nim dochádza i z chemického hľadiska.

Medzi miskoncepce, ktoré boli identifikované v súvislosti s pojmom rýchlosť chemickej reakcie patria predovšetkým tieto:

- Rýchlosť reakcie je čas, ktorý reaktanty potrebujú na to, aby z nich vznikli produkty.
- Rýchlosť reakcie je konštanta reakcie.
- Rýchlosť reakcie sa postupne zvyšuje na maximálnu.
- Rýchlosť reakcie sa rovná súčinu koncentrácií reagujúcich látok a produktov.
- Pri zvýšení teploty treba viac času na to, aby došlo k reakcii.
- Pri zvýšení teploty sa rýchlosť endotermickej reakcie zvyšuje, pričom rýchlosť exotermickej reakcie klesá.
- Zvýšenie teploty nemá žiadny vplyv na rýchlosť exotermickej reakcie.
- Pri rovnakej teplote sú rýchlosti exotermickej a endotermickej reakcie rovnaké.
- Exotermické reakcie prebiehajú rýchlejšie ako endotermické reakcie.
- Endotermické reakcie prebiehajú rýchlejšie ako exotermické reakcie.
- Pri zvýšení teploty dochádza k zvýšeniu aktivačnej energie.
- Zvýšením teploty dochádza k zníženiu aktivačnej energie.
- Katalyzátor je podľa študentov potrebný na iniciáciu reakcie.
- Katalyzátor zvyšuje priemernú rýchlosť molekúl.
- Katalyzátor neovplyvňuje mechanizmus reakcie.
- Katalyzátor nereaguje s reaktantmi alebo produktmi.
- Katalyzátor zvyšuje rýchlosť reakcie znížením kinetickej energie molekúl.
- Katalyzátor zvyšuje rýchlosť len priamych reakcií.
- Katalyzátor zvyšuje aktivačnú energiu reakcie.

Didaktická sekvencia

1. Chemické reakcie sa uskutočňujú rôznou rýchlosťou.
2. Identifikovanie prejavov chemickej reakcie, ktoré naznačujú rýchlosť chemickej reakcie.
3. Ovplyvňovanie rýchlosti chemickej reakcie.
4. Uplatnenie poznatkov o rýchlosti chemickej reakcie v praktickom živote.

Aktivity

- Porovnanie rýchlostí reakcií sodíka a lítia s vodou – rôzna rýchlosť inak podobných chemických reakcií
- Porovnanie rýchlostí reakcií zmesi vodíka so vzduchom bez a s iniciáciou zapálením tlejúcou trieskou – súvis s podmienkami, pri ktorých sa uskutočňuje reakcia
- Zisťovanie toho, aké prejavy môžu indikovať rôznu rýchlosť reakcie na prípade reakcie sódy bikarbóny s octom a so zriedeným octom
- Zisťovanie toho, čím môžeme ovplyvňovať rýchlosť chemických reakcií
 - a) vplyv teploty na rýchlosť chemickej reakcie na prípade reakcie zinku s kyselinou chlorovodíkovou za rôznych teplôt;
 - b) vplyv veľkosti povrchu na rýchlosť chemickej reakcie na prípade reakcie drveného a kusového uhličitanu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou;
 - c) vplyv koncentrácie na rýchlosť chemickej reakcie na prípade reakcie zinku s kyselinou chlorovodíkovou v závislosti od koncentrácie kyseliny chlorovodíkovej;
 - d) vplyv katalyzátora na rýchlosť chemickej reakcie na prípade rozkladu peroxidu vodíka bez a s prítomnosťou oxidu manganičitého
- Vyhľadávanie informácií o podmienkach, za ktorých sa uskutočňujú priemyselne významné reakcie v súvislosti so zabezpečením ich dostatočnej rýchlosti
- Vyhľadávanie informácií o tom, ako zabezpečiť zníženie rýchlosti nežiaducich reakcií

NM 1.11 – Atómy majú vnútornú štruktúru. Skladajú sa z jadra a obalu. Jadro je tvorené protónmi a neutrónmi. Obal tvoria elektróny. Elektróny a protóny majú elektrický náboj – elektrón záporný, protón kladný. Atómy sú neutrálne, náboje sú vyrovnané.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Predstavy o atómoch sú známe už zo starovekého Grécka. Daltonove predstavy boli predstavené pred asi dvesto rokmi a prvé vedecké predstavy o vnútornom zložení a štruktúre atómov ľudstvo pozná len niečo cez sto rokov. Potom, čo bol na základe katódového žiarenia objavený elektrón J. J. Thomphsonom, začali vznikať prvé predstavy o vnútornej štruktúre atómu. Rutherfordove pokusy s ostrel'ovaním (ožarovaním) tenkej zlatej fólie α -časticami priniesli informácie o malom hmotnom jadre. Planetárny model bol neskôr zdôvodnený Bohrovými postulátmi, až napokon rešpektovanie Heisenbergových a de Broglieho predstáv integrovalo vlnové javy do modelovania štruktúry atómu.

Ak sa snažíme uvažovať o vhodnom spôsobe uvedenia žiakov do predstáv o stavbe atómov, treba si uvedomiť, že Demokritov atóm, Daltonov atóm, Thompsonov atóm, Rutherfordov atóm či Bohrov atóm sú odlišné koncepty. Tieto koncepty majú síce rovnaký názov, ale odlišný obsah a význam, pretože zodpovedajú odlišným vedeckým paradigmám, ktoré však majú spoločné, že na seba nadväzujú a prehľbujú poznanie o stavbe látok. Tak ako existovali a fungovali samostatne v histórii vedy, tak samostatne a izolovane môžu existovať vo vedomí detí. Je prirodzené, že deťom sú najbližšie historicky najvzdialenejšie predstavy, ako uvedieme nižšie. Je pravdepodobné, že Demokritos alebo Dalton by nerozumeli Bohrovmu modelu atómu, či vlnovo-mechanickým predstavám, rovnako ako sú tieto predstavy nedostupné pre našich žiakov a ich školské „zvládnutie“ je len ďalší formalizmus vo vedomostiach.

Didaktické snaženia dominujúce v minulosti priniesli so sebou stav, že v snahe odovzdať mladej generácii aktuálne vedecké poznanie sa tento zásadný vedecký vývoj pojmu atóm sprostredkúva spravidla na veľmi malej ploche, vo svojej, z dnešného hľadiska, výslednej a formálnej podobe.

Namiesto modelovania mikroskopických a následne submikroskopických predstáv v kontexte makroskopických a symbolických reprezentácií fyzikálnych a chemických javov a procesov, väčšina dostupných stredo-európskych učebníc pre základné školy zostáva pri suchom opise modelov atómu, a to často v neprehľadnej blízkosti a prepletenosti s časticovo-kinetickým modelom látky.

Predstavy detí o časticovej stavbe látok sú deformované a vykazujú značné miskonceptie ako ich opisujeme nižšie. O nič lepšie to nie je ani s predstavami detí o samotných atómoch a ich vnútornom zložení. Najnovšie výskumy opäť dokazujú, že predstavy detí po ukončení základnej školy sa v najlepšom prípade podobajú filozofickým (špekulatívnym) predstavám starogréckych mysliteľov. Už očakávanie atómových predstáv žiakov na úrovni „Daltonovej paradigmy“ vyžaduje existenciu značných miskonceptií. Z posled-

ných výskumných zistení z roku 2018, ktoré zosumovali kolegovia z ČR (voľne podľa Hejnová, Hejna) sú známe napríklad tieto:

- Atómy je vidieť pod mikroskopom (bežným).
- Atómy nie je možné vidieť a môžeme len veriť, že existujú.
- Atómy nemajú žiadnu hmotnosť.
- Atómy sú malé nestlačiteľné guľôčky, ktoré sa nedajú rozbiť na menšie častice.
- Všetky atómy sú rovnako veľké, ale vytvárajú rozlične veľké molekuly.
- Atómy majú vlastnosti, ktoré poznáme z makrosveta, napríklad farbu, lesk, tvrdosť, či teplotu.
- Ak sú niektoré látky pružné, je to preto, že ich atómy sú pružné.
- Medzi atómami je nejaká látka, ktorá vyplňuje priestor.
- Atómy uhlíka sa zmenšia, keď sa na uhlie udrie kladivom, lebo sa z neho odštiepia malé kúsky.
- Keď sa uhlie rozpadne na prach, atómy sa tiež rozbijú.
- Elektrón je jednou zo základných častíc.
- Elektróny, protóny a neutróny sú jedinečné pre každý atóm.
- Elektrónový obal je niečo tvrdé, čo treba rozbiť.
- Elektrónový obal je ako škrupina orecha.
- Atómy sa môžu deliť alebo rásť.
- Keď živočích zomrie, jeho atómy sa rozštiepia.

Základným predpokladom pre úspešnejší postup vo vyučovaní je poučenie sa z histórie vývoja vedec-keho poznania v tejto oblasti, a teda zásadné odlišenie dvoch úrovní submikroskopickej etapy rozvoja poznania žiaka tak, ako to bolo v samotnej vede.

Prvé submikroskopické štúdium spočíva v Daltonovej atómovej teórii, Avogadrových molekulách a iónoch. Druhá subatomárna etapa vedy začína o sto rokov neskôr na začiatku dvadsiateho storočia Thompsonovým objavom elektrónu a Rutherfordovým objavom malého hmotného jadra.

Kým pred tisícami rokmi v helénskej a rímskej kultúre bol atóm špekulatívna entita časti filozofov a učencov, pre Daltona a jeho súčasníkov a nasledovníkov počas 19. storočia bol atóm pevná nestlačiteľná a nerozbitná malá guľôčka.

Na prelome devätnásteho a dvadsiateho storočia získal Thompsonov atóm elektrické vlastnosti, a Rutherfordov atóm získal „páperový vzhľad“ so záporne nabitým „páperím“ a kladným hmotným centrom.

Ďalší z významných vedcov N. Bohr vložil do submikroskopických predstáv novoobjavenú predstavu o „nespojiteľnosti“ energie.

De Broglie, Heisenberg a ďalší významní fyzici tejto doby naštrbili časticové atómové a subatómové predstavy. Korpuskulárne predstavy doplnili vlnovým opisom a dali tak elementárnym časticiam duálny charakter. V smere uvedeného vývoja atómových predstáv stúpa matematická náročnosť opisu presahujúca možnosti žiakov základnej i strednej školy.

Didaktické snahy o sprístupnenie vyššie uvedených myšlienok tak zostávajú v tom najlepšom prípade na úrovni kvalitných ilustrácií vedou akceptovaného poznania.

Základným predpokladom didaktickej rekonštrukcie tejto zložitej a didakticky zdeformovanej tematiky je oddelenie budovania predstáv o časticovej stavbe látok a o vnútornej stavbe atómu. Predstavenie subatomárnej úrovne látok pred sprístupňovaním konkrétnych chemických procesov a vlastností látok (deduktívny prístup) sa u väčšiny populácie neosvedčuje. Usudzujeme tak z množstva znova a znova opísaných žiackych miskoncepcií.

Vo svetle vyššie uvedených argumentov sa zdá byť rozumným východiskom budovať obe témy induk-tívnym postupom. Vlastnosti látok dávať do súvislosti s budovaním molekulovo-kinetického modelu látky. Spoznané chemické vlastnosti látok, fyzikálne a chemické vlastnosti prvkov, typy chemických väzieb dať do súvislosti s budovanými predstavami štruktúry atómu. Na úrovni ISCED 2 sa tak možno korektné „do-stať“ najviac do úrovne zjednodušeného (ilustratívneho) modelu atómu. Pri elektrónovom obale je dôleži-tý počet elektrónov na „povrchu“ atómu v poslednej vrstve, ktoré sú dôležité pre elektrické i chemické správanie atómov.

Didaktická sekvencia

1. Predpokladajú sa vybudované základné predstavy o časticovej stavbe látok (atóm, molekula, ión, ako nestlačiteľná pevná guľôčka). Periodická sústava prvkov (historické súvislosti a opis) a vlastnosti významných skupín látok podľa periodickej sústavy prvkov. Triedenie látok na iónové (pohyb iónov), kovalentné a kovové. Vedenie elektrického prúdu kovmi a iónovými zlúčeninami v kvapalnom stave alebo v roztoku. Príťahovanie a odpudzovanie elektricky nabitých látok.
2. Predstavenie modelu čiernej skrinky.
3. Modelovanie dejov na elektródach a úloha zdroja elektrického prúdu pri elektrolýze solí po objave elektrónu ako nositeľa elementárneho náboja. (Prípadná demonštrácia katódového žiarenia a jeho vlastností.)
4. Pozorovanie správania zelektrizovaných telies.
5. Modelovanie atómu na základe výsledkov Rutherfordovho experimentu.
6. Vzťahy a súvislosti štruktúry atómu (valenčnej vrstvy) s periodickou sústavou prvkov a chemickými väzbami.

Aktivity

- Práca s modelom čiernej skrinky
- Opis a identifikácia dejov pri elektrolýze roztoku KI, zápis polreakcií, modelovanie pohybu elektrónov v sústave
- Interakcie kladne a záporne nabitých telies
- Modelovanie atómu z výsledkov Rutherfordovho experimentu
- PSP a valenčné elektróny prvkov
- Elektrónová podstata chemických väzieb; Elektrické vlastnosti iónových, polárnych a nepolárnych látok

NM 1.12 – V niektorých látkach sú atómy zoskupené do väčších celkov – molekúl, pričom elektrické a magnetické sily spôsobujúce ich súdržnosť sú vyrovnané. Hovoríme o kovalentných (molekulových) látkach. Atómy môžu prijať alebo odovzdať elektróny. Vznikajú tak ióny, ktoré majú kladný alebo záporný náboj. Tvoria iónové látky. V niektorých tuhých látkach sa môžu elektróny voľne pohybovať, čo umožňuje vedenie elektrického prúdu. Hovoríme o kovoch. Vedenie elektrického prúdu v kvapalinách a plynch je odlišné. Sústavy síl, ktoré držia pohromade častice v molekulách a kryštáloch, nazývame súhrnne chemické väzby.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Prekoncepty a miskonceptie sa objavujú aj v súvislosti s konceptom chemickej väzby. Ich charakter, frekvencia výskytu, zdroje, prejavy a možnosti predchádzania a odstraňovania sú rôzne. Uvedieme aspoň najznámejšie tak, ako ich poznáme zo svojich výskumov a ako ich registruje súčasná didaktika chémie.

Chemická väzba a fyzické (hmatateľné) prepojenie viazucich sa častíc: Takéto intuitívne, naivné chápanie má historickú paralelu – Leukipos a Demokritos. Vyskytuje sa v žiackych interpretáciách (dezinterpretáciách) aj v súčasnosti. V istom zmysle ho môže iniciovať a podporovať symbolická interpretácia – úsečka medzi viazanými atómami, ale podporovať či udržiavať ho môže aj používanie trojrozmerných modelov, ktoré zavádzame do vyučovania v snahe suplovať nedosiahnuteľnú makroskopickú interpretáciu. V modeloch molekúl sa stavebné častice prepájajú do požadovanej štruktúry pevným hmatateľným prepojením, napríklad drôtom.

Prepojenie konceptov sila a chemická väzba: Táto miskonceptia má dve polohy. Na jednej strane sa bezhranične stotožňuje fyzikálne chápanie sily (najčastejšie elektrostátické príťahovanie) s chemickou väzbou, na druhej strane sa za chemickou väzbou vôbec nevidí silové pôsobenie (najčastejšie kovalentná väzba). V takom prípade sa kovalentná väzba interpretuje len formálne v sentencii „tvorí ju väzbový pár elektrónov“, bez hlbšieho pochopenia. Podobná situácia je typická aj pre kovovú väzbu – „sprostredkovávajú ju voľne pohyblivé elektróny“. V súvislosti s kovovou väzbou sa vyskytuje interpretácia ešte formálnejšia, bezobsažnejšia – „je to väzba v kovoch“.

Prepojenie konceptov chemická väzba a energia: Toto prepojenie sa vysvetľuje predovšetkým na kovalentnej väzbe aj to až od stredoškolskej úrovne. Na nižších úrovniach sa takýto zásadný súvis ani nena-

značuje. Na úrovni strednej školy sa zvykne operovať s potenciálovou jamou, hoci s takýmto konceptom sa dôsledne nepracuje ani v stredoškolskej fyzike. Zdroj problémov je aj v istom, „zastretom“, uchopení chemickej väzby ako energie spotrebovanej pri rozbití väzby, respektíve uvoľnenej pri vzniku väzby. Hrozí tu riziko formálnej interpretácie na úrovni poučky, bez osvojenia si podstaty. Tradične sa s prepojením chemickej väzby a energie ani veľmi nepracuje pri iónovej či kovovej väzbe. Z toho všetkého vyplývajú zmätky v hlavách žiakov v interpretácii silnej či slabej väzby. Prejavujú sa v dogmatickom kategorizovaní sily väzby v iónových, kovalentných či kovových látkach bez ohľadu na podmienky a vplyvy, na ktoré sa záver o sile väzieb robí. Konkrétne „iónové látky sú charakterizované slabou väzbou, na ich rozpad pri rozpúšťaní stačí pôsobenie molekúl vody, na rozdiel od kovalentných zlúčenín, ktoré sa pri rozpúšťaní vo vode neštípie“. Alebo iný žiacky pohľad, „kovalentné väzby sú slabé, lebo organické látky sa zapália a rozkladajú pri nízkych teplotách, na rozdiel od iónových a kovových látok“.

Vznik väzby: Vznik iónovej väzby sa zväčša striktno interpretuje len z uhla pohľadu prechodu od atómov k iónom prenesením (vzájomným odovzdaním, prijatím) elektrónov a následným silovým priťahovaním vzniknutých iónov. Vôbec sa nepracuje s možnosťou samostatnej existencie iónov, napríklad vytvorenie kryštálu chloridu sodného z morskej vody, kde neexistujú atómy sodíka či chlóru, ale sú v nej prítomné kationy sodíka a anióny chlóru. Absolutizovanie cesty „najskôr atóm, potom ión a následne iónová väzba“ sa negatívne podpíše aj v chápaní vzniku iónovej väzby v prípade viacatómových iónov NH_4^+ , SO_4^{2-} ...

Iný problém je prítomný pri interpretácii vzniku kovalentnej väzby. Kovalentná väzba „vzniká vytvorením väzbového elektrónového páru“, teda atómy sú „priťahované pôsobením rovnako nabitých častíc“. Bez pochopenia komplexnosti silových pôsobení medzi atómami a ich časťami žiaci budú vedome či podvedome odmietať prijatie takéhoto konceptu. Je v protirečení so skúsenosťou či vedomosťami sprostredkovanými v iných častiach prírodovedného vzdelávania. V tejto súvislosti sa ukáže hĺbka žiackeho zvládnutia už spomínaného prepojenia konceptu chemickej väzby a energie.

Podobná situácia je pri interpretácii vzniku kovovej väzby (len to je ešte komplikovanejšie) „akýmsi voľne pohyblivým oblakom elektrónov“, ktorý je podstatou vzniku tohto druhu väzby.

Ešte zložitejšia je situácia spojená s uchopením podstaty vzniku koordinačnej väzby. Často sa tu skĺza do pozície, v ktorej sa neguje predchádzajúca vedomosť. Najskôr sa s ťažkosťami vytvorí koncept elektrónového orbitálu ako priestoru s najväčšou pravdepodobnosťou výskytu elektrónu a následne hovoríme o prekrytí orbitálu voľného elektrónového páru s „vakantným (prázdny) orbitálom“. Žiak je uvedený do konfliktu, ako môže existovať orbitál bez prítomnosti elektrónu.

Formálne poučky a chemická väzba: Vznik problémov s konceptuálnym pochopením podstaty vzniku chemickej väzby spočíva aj v substitúcii plného chápania vzniku chemickej väzby s formálnym pravidlom, ktoré zvyčajne má svoje historické pozadie a význam, ale okrem iných nedostatkov nemusí mať ani všeobecnú platnosť. Typickým príkladom je oktetové pravidlo. Napriek jeho vecným nedostatkom v školskom prostredí tento prístup pretrváva, zrejme v súvislosti s istou pohodlnou aplikáciou a zjednodušeniami, ktoré sú pre učiteľov lákavé.

Podobné zúženie a formalizmus je spojený s degradáciou chápania rozdielov medzi iónovou, polárnou a nepolárnou kovalentnou väzbou len na výpočet rozdielu elektronegativít viažucich sa atómov, na základe ktorého sa určí typ väzby.

Priestorové aspekty chemickej väzby: Interpretovanie rozdielov medzi jednotlivými typmi chemických väzieb predovšetkým zdôrazňovaním formálnych rozdielov môže viesť k nepochopeniu rozdielov v priestorových charakteristikách štruktúr látok, ktoré určujú chemické väzby. Priam zásadné je nepochopenie rozdielu medzi kryštálom a molekulou. Vyplýva predovšetkým z nepochopenia dosahu pôsobenia jednotlivých typov väzieb v priestore. Ak sa to spojí s formálnym uplatňovaním symbolickej interpretácie, vzniká žiacka interpretácia, podľa ktorej je napríklad NaCl symbolická interpretácia molekuly chloridu sodného.

Chemická reakcia, tepelné efekty chemických reakcií a chemická väzba: Ak nie sú správne a hlboko osvojené prepojenia chemickej väzby, ktoré sme uviedli doteraz, bude nedostatočné a chybné chápania chemickej väzby v súvislosti s chemickou reakciou, či užšie medzi chemickou väzbou a tepelným sfarbením chemickej reakcie. Dôsledkom je napríklad nepochopenie, prečo sa v niektorých reakciách teplo uvoľňuje, zatiaľ čo v iných spotrebováva.

Absencia zmysluplného prepojenia submikroskopickej, makroskopickej a symbolickej interpretácie: Veľkým zdrojom žiackych miskoncepcií súvisiacich s konceptom chemickej väzby je tak, ako aj v ostatných častiach chémie, absencia prepojeného chápania týchto konceptov na úrovni ich submikroskopickej, mak-

roskopickej a symbolickej interpretácie. Najčastejším prejavom je absolutizovanie niektorého z uvedených chápaní, čo vyvoláva oklieštenú, nepresnú, skreslenú žiacku predstavu o danej skutočnosti.

Didaktická sekvencia

1. Chemická väzba – spojenie častíc do väčších celkov vzájomným pôsobením elektrických nábojov.
2. Chemická väzba ako silové pôsobenie.
3. Energetický obsah chemickej väzby.
4. Chemická väzba a priestorové aspekty.
5. Chemická väzba a chemické a fyzikálne zmeny.
6. Chemická väzba a vlastnosti látok.

Aktivity

- Modelovanie vytvárania väčších celkov v dôsledku prítomnosti elektrického náboja prostredníctvom práce napríklad s maličkými guľôčkami penového polystyrénu a sklenej tyčinky
- Meranie vodivosti tuhého a rozpusteného chloridu sodného a určenie príčin rozdielov vo vodivosti
- Pozorovanie zmeny skupenstva v dôsledku dodávania tepla (zahrievanie spájky) a vysvetlenie súvisu so zmenou väzieb
- Modelovanie tvaru vybraných molekúl pomocou provizórnych pomôcok
- Meranie vodivosti vodného roztoku chloridu sodného a cukru a vysvetlenie pozorovaných rozdielov
- Vyhľadávanie teplôt topenia vybraných iónových, kovalentných zlúčenín a kovov v dostupných literárnych či internetových zdrojoch a hľadanie súvisu s väzbami v daných látkach

NM 1.13 – Chemické reakcie sa dajú charakterizovať z rozličných hľadísk. Niekedy je užitočné, keď sa pozeráme na chemické reakcie ako reakcie kyselín a zásad, alebo ako na oxidačné a redukčné reakcie, alebo ako reakcie spojené so vznikom látok iného skupenstva. Z iného hľadiska možno chemické reakcie pokladať za syntetické alebo rozkladné. Mnohé z nich zohrávajú v živote významnú úlohu, pričom vznikajú mnohonásobne väčšie (napríklad fotosyntéza) alebo menšie molekuly (depolymerizácia).

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Chemické reakcie môžeme charakterizovať z rôznych hľadísk a pokúšame sa ich klasifikovať. Z toho dôvodu, a pre rozmanitosť chemických dejov, sa postupne vytvoril veľmi zložitý klasifikačný aparát, ktorý je vnútorne málo súrodý a chýba mu všeobecnejšia platnosť.

V prvej polovici dvadsiateho storočia sa bežne klasifikovali chemické reakcie najmä na základe stechiometrického zloženia:

1. *zlučovacie (syntetické) reakcie*, pri ktorých sa prvky zoskupujú do zlúčenín, alebo jednoduché zlúčeniny do zložitejších,
2. *rozkladné (analytické) reakcie*, pri ktorých sa zložitejšie zlúčeniny štiepia na jednoduchšie, prípadne až na prvky,
3. *vytesňovacie (substitučné) reakcie*, pri ktorých prvok svojím pôsobením na zlúčeninu vytesňuje jeden z jej prvkov a zlučuje sa so zvyškom,
4. *podvojná zámena*, ako reakcia, pri ktorej sa prvky dvoch zlúčenín vzájomne vymenia.

Ku koncu minulého storočia sa klasifikovali chemické reakcie podľa ich chemickej podstaty a mechanizmu na:

1. *protolytické reakcie*, pri ktorých sa medzi kyselinou a zásadou vymieňa protón,
2. *oxidačno-redukčné reakcie*, pri ktorých nastáva výmena elektrónov medzi oxidovadlom a redukčným činidlom,
3. *vylučovacie reakcie*, pri ktorých vznikajú málo rozpustné alebo prchavé produkty,
4. *reakcie tvorby alebo rozkladu komplexu*, pri ktorých vzniká alebo sa štiepi koordináčna väzba.

Organická chémia má pre klasifikáciu chemických reakcií isté špecifiká a triedi ich:

- I. Podľa reakčného mechanizmu na:
 - a) adičné reakcie,
 - b) eliminačné reakcie,
 - c) substitučné reakcie,
 - d) molekulové prešmyky.
- II. Podľa spôsobu zániku väzby na:
 - a) *heterolytické reakcie*, pri ktorých sa väzbové elektróny presúvajú k jednému atómu (*nukleofilné alebo elektrofilné*),
 - b) *homolytické reakcie*, pri ktorých dochádza k symetrickému rozštiepeniu kovalentnej väzby a k vzniku radikálov.

Samozrejme okrem základného triedenia sa spomínajú aj ďalšie kritériá klasifikácie chemických reakcií, napr. na exotermické a endotermické, homogénne a heterogénne reakcie atď.

Na jednu chemickú reakciu sa ale môžeme pozerat' z viacerých hľadísk, pretože spadá do viacerých skupín, ktoré sa prekrývajú. Ako sme sa sami presvedčili pri obsahovej analýze učebníc, kritériá klasifikácie nie sú konzistentné a môžu byť pre žiaka základnej školy chaotické.

Z analýz učebníc vyplýva, že uvedená problematika je sama osebe zdrojom mnohých miskoncepcií.

Ako už bolo naznačené v predchádzajúcich častiach, žiaci majú ťažkosti pri rozpoznávaní toho, či a kedy dochádza k chemickej reakcii. Mnohí nevedia rozlíšiť fyzikálnu a chemickú zmenu a zistené boli aj miskoncepce žiakov o oxidačno-redukčných, acidobázických a vylučovacích reakciách.

Z výskumov miskoncepcií študovaných v oblasti oxidačno-redukčných dejov:

- Veľa pätnásťročných žiakov považuje hrdzavenie za chemickú reakciu, avšak neberú do úvahy kyslík. Ich vysvetlenia boli aj takéto: „... hrdza je výsledok chemickej reakcie pričom sa klinec rozložil dažďom; ... hrdza je spôsobená vodou a nečistotou, s ktorými klinec reaguje.“ Napriek tomu, že niektorí vnímali úlohu kyslíka pri hrdzavení, nespájali ho s nárastom hmotnosti hrdze: „... železo reagovalo len s kyslíkom zo vzduchu, ktorý nič neváži.“ Často si žiaci myslia, že hmotnosť hrdzavého klinca bude nižšia ako pôvodná hmotnosť klinca, pretože hrdza „požiera“ kov. Asi tretina opýtaných si myslí, že hmotnosť klinca sa nezmení, pretože hrdza je súčasťou klinca. Tretina žiakov si myslí, že klinec by mal byť po zhrdzavení ťažší, pretože hrdza robí klinec ťažším, „kyslík a voda sa pridávajú pri tvorbe hrdze“.
- Vznik medeného povlaku na železnom klinci ponorenom do roztoku síranu med'natého žiaci opisujú ako sedimentáciu, priliehanie či stratu farby materiálu železného klinca alebo fakt, že síran med'natý sfarbuje klinec, lepí sa naň ako farba na kus dreva. Polovica siedmakov uviedla ako dôvod magnetizmus či prítťaživosť látok.
- Tmavý povlak vznikajúci na horúcich medených rúrach žiaci vysvetľujú aj ako zmenu medených potrubí, akceptujúc tento jav ako fakt. Voda prenikla potrubím a spôsobila povlak. Niektorí žiaci vznik tmavého povlaku pripisujú sadziam, uhlíku či oxidu uhličitému. Sčernenie medeného pliešku žiaci nepovažujú za zmenu látky, iba za akési „sfarbenie“.
- Oxidácia nevyhnutne znamená reakciu s kyslíkom, pretože slabika ox- je sémanticky silno spätá s termínom oxygenium.

Miskoncepce v oblasti acidobázických reakcií sú napríklad aj tieto:

- všetky kyseliny sú látky, ktoré rozožierajú materiály a môžu nás poleptať,
- neutralizácia je zničenie kyseliny, alebo zmena jej formy,
- rozdiel medzi silnou a slabou kyselinou je v tom, že silná kyselina rozožerie materiál rýchlejšie ako slabá,
- zásada je niečo, čo dopĺňa kyselinu,
- všetky kyseliny a zásady sú škodlivé a spôsobujú otravu.

Výskum problematiky kyselín a zásad u žiakov 8. a 9. ročníka realizovaný u nás potvrdil miskoncepce zistené v zahraničí. Žiaci 8. ročníka uviedli, že silnejšia kyselina „spraví viac zlých vecí“. Viacero žiakov uviedlo, že „silná kyselina môže byť nebezpečná a slabá nie“ a niekoľko žiakov povedalo, že „silná vie veci rozožrat' a slabá nie“. Jeden žiak uviedol, že silnejšia kyselina má vyššiu koncentráciu.

K neutralizácii:

- „pri neutralizačných reakciách sa kyseliny a zásady navzájom ničia a po skončení neutralizácie nezostanú v roztoku žiadne H^+ a OH^- ióny, ... silné kyseliny reagujú len so silnými zásadami, ... roztok silnejšej kyseliny má vyššiu hodnotu pH, ... voda nie je ani kyselina ani zásada, ... pH sa nachádza v mydlách a súvisí s kompatibilitou pokožky“ a pod.

Miskonceptie v oblasti vylučovacích reakcií:

- hmotnosť by sa mala zvýšiť, pretože pevná látka váži viac ako kvapalina,
- pri vylučovacích reakciách dochádza k vzniku plynu, a tak sa hmotnosť (sústavy) znižuje.

Triedenie chemických reakcií na základe zmien v stechiometrickom zložení reagujúcich látok odzrkadľuje symbolickú úroveň chémie, triedenie chemických reakcií podľa druhu častíc reflektuje submikroúroveň a triedenie podľa počtu fáz reprezentuje makroskopickú úroveň.

Klasifikácia chemických reakcií je však užitočnou súčasťou štúdia chémie už na základnej škole, a preto sme overovali inú klasifikáciu chemických reakcií, ktorá je založená na makro reprezentácii chemických zmien, pretože tá poskytuje žiakom najzrozumiteľnejšie informácie o chemických zmenách a považujeme ju za najpriateľnejšiu pre žiakov základnej školy. Submikroúroveň oxidačno-redukčných, acidobázických a vylučovacích reakcií nemusíme zaviesť pri zmysluplnom členení chemických reakcií na tri základné skupiny (bez komplexotvorných reakcií). Pri príprave predloženej koncepcie sme overovali rozpoznávanie a klasifikovanie chemických reakcií v skupinách chemických reakcií, utvorených len na základe makroskopických znakov. Pritom sme sa opierali o najnižšiu úroveň teoretického zvládnutia reakcií jednotlivých skupín (problémom sú najmä reakcie kyselín a zásad a oxidačno-redukčné reakcie). Navrhnutá nasledovná didaktická sekvencia je výsledkom tohto procesu.

Didaktická sekvencia

1. Acidobázické reakcie sú chemické reakcie, pri ktorých dochádza k reakcii medzi kyselinami a zásadami. Kyselina je látka, ktorá obsahuje vodík. Zásada je látka, ktorá obsahuje hydroxylovú (OH) skupinu. Pri reakcii kyseliny so zásadou vzniká voda. Tieto deje sú ťažko pozorovateľné, preto sa pri acidobázických reakciách používajú pomocné látky (indikátory) ako makroskopické ukazovatele prebiehajúcich zmien.
2. Chemická reakcia, pri ktorej dochádza k zlučovaniu látky s kyslíkom, sa nazýva oxidácia. Reakcia, pri ktorej dochádza k odoberaniu kyslíka, sa nazýva redukcia. Uvedené zmeny sú väčšinou dobre pozorovateľné.
3. Vylučovacie reakcie sú chemické reakcie, pri ktorých dochádza k vzniku málo rozpustného produktu – zrazeniny alebo plynu, ktorý je v reakčnej sústave nerozpustný a z reakčnej sústavy uniká.
4. Konkrétnu chemickú reakciu možno charakterizovať z viacerých hľadísk.

Aktivity

- Selektovanie (výber) acidobázických reakcií z ponúknutého súboru chemických reakcií, s ktorými majú žiaci aktuálnu skúsenosť alebo ich dobre poznajú
- Selektovanie (výber) oxidačných a redukčných reakcií z ponúknutého súboru chemických reakcií, s ktorými majú žiaci aktuálnu skúsenosť alebo ich dobre poznajú
- Selektovanie (výber) vylučovacích (zrážacích i s vylúčením plynu) reakcií z ponúknutého súboru chemických reakcií, s ktorými majú žiaci aktuálnu skúsenosť alebo ich dobre poznajú
- Selektovanie (výber) chemických reakcií z ponúknutého súboru, ktoré možno primerane charakterizovať aspoň z dvoch hľadísk

NM 1.14 – Jadrá atómov niektorých prvkov sú nestabilné a môžu sa rozpadáť. Proces je sprevádzaný uvoľňovaním veľkého množstva energie.

Nosná myšlienka prislúchajúca tradične k tematike rádioaktivity prekračuje možnosti aktívneho zacytenia žiakmi základnej školy, a preto predpokladáme jej realizáciu až na ISCED 3.

2. kľúčová téza

Telesá môžu ovplyvňovať iné telesá na diaľku.

NM 2.1 – Telesá na seba pôsobia aj bez toho, aby sa navzájom dotýkali, „cez vzduch“, dokonca aj „bez vzduchu“.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o vzájomnom pôsobení telies ťahaním a tlačením. Predstavy o pôsobení bez toho, aby sa telesá dotýkali, majú iba latentné, je potrebné tieto predstavy evokovať a iniciovať vedomú prácu žiakov s týmito predstavami. Predstava, že telesá na seba pôsobia tým, že sa navzájom zohrievajú a ochladzujú, patrí medzi prirodzené predstavy vyplývajúce z bežnej skúsenosti a je potrebné ich sem zaradiť, aj keď podrobnejšie sú rozvíjané v téze venovanej energii.

Didaktická sekvencia

1. Vzájomné pôsobenie permanentných magnetov.
2. Gravitačné pôsobenie.
3. Pôsobenie vyplývajúce z rôznych teplôt telies, vzájomné zohrievanie sa a ochladzovanie, vyrovnávanie teploty.

Aktivity

- Manipulácia s magnetmi – ich priťahovanie a odpudzovanie
- Manipulácia s loptičkami – opis telies a ich pôsobenia, ktoré pohybový stav loptičky ovplyvňujú a menia (ruka, podlaha, Zem). Deformačné účinky pôsobenia na loptičku
- Vzájomné zohrievanie sa a ochladzovanie – rozvoj pojmov: izbová teplota, zdroje tepla (ohrievače), vedenie tepla (kovmi, a tepelnými izolantmi), žiarenie tepla (formou svetla a infračerveným žiarením), prúdenie tepla (teplého vzduchu a teplej vody)

NM 2.2 – Telesá na seba pôsobia silou.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Táto nosná myšlienka má prepojenie na kľúčovú tézu 3. V tejto časti sa sile venujeme len do tej miery, že silové pôsobenia existujú, nič viac – sila vytvára samostatnú líniu aj s momentom síl spomenutých neskôr pri kompose.

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o vzájomnom pôsobení telies ťahaním a tlačením. K týmto predstavám je potrebné vybudovať predstavy o fyzikálnej veličine opisujúcej mieru tlačenia a ťahania, teda o sile. Žiaci skúmajú silu potrebnú na udržanie telesa (napr. jabĺčka) v pokoji, pričom teleso najskôr visí na silomere a následne je podoprené silomerom.

Tlačenie majú žiaci prepojené s pojmom tlak, je potrebné tieto dva pojmy oddeliť. Podobne je potrebné oddeliť maximálnu silu, ktorou je schopná niť pôsobiť a aktuálnu silu, ktorou niť na teleso pôsobí.

Didaktická sekvencia

1. Zariadenie na meranie veľkosti sily, silomer.
2. Sila a tlak.
3. Sila, ktorou pôsobí niť v ťahu, a maximálna sila, pri ktorej sa niť nepretrhne.

Ďalšie didaktické sekvencie sú uvedené v rozpracovaní nosnej myšlienky venovanej silovému pôsobeniu.

Aktivity

- Manipulácia so silomerom
- Pozorovanie a meranie síl pôsobiacich v ťahu a v tlaku rukou na rôzne predmety
- Aktivizácia hmatového vnemu s údajom o veľkosti pôsobiacej sily
- Meranie sily potrebnej na roztrhnutie nite

NM 2.3 – Svetlo k nám prichádza zo Slnka, z hviezd ako napr. z hviezdy Sírirus, a tiež zo zdrojov v našej blízkosti, ako napr. z horiacej sviečky alebo z rozsvietenej žiarovky.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o zdrojoch svetla. K týmto predstavám je potrebné vybudovať predstavy o pestrosti zdrojov svetla, o osvetlených predmetoch a o svetle rozptýlenom oblohou, hmlou alebo zakaleným roztokom.

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o pohyboch v rozsahu rýchlostí, ktorými sa bežne pohybujú. Svetlo považujú za objekt, ktorý sa šíri okamžite. Predstavu, že ak zasvietime zdroj svetla v prenosnej baterke, tak svetlo vidíme vo vzdialenosti niekoľko kilometrov za čas zlomok jednej milisekundy, je potrebné aktivizovať.

Didaktická sekvencia

1. Vlákňová žiarovka ako zdroj svetla.
2. Veličiny opisujúce svetlo.
3. Meranie osvetlenia stola osvetleného rôznymi zdrojmi svetla.
4. Svetlo sa šíri veľkou rýchlosťou, 300 000 km prejde za sekundu a napr. z hviezdy Dubhe v súhvezdí Veľká medvedica (Veľký voz) sa k nám dostane za 124 rokov.
5. Veľkú časť informácií, ktoré máme o objektoch mimo Zeme, máme na základe skúmania svetla, ktoré z nich pochádza.
6. Hľadanie vzdialeností, ktoré prejde svetlo za zvolené časové intervaly, milisekunda, sekunda, minúta, priradenie príkladov vzdialeností reálnych objektov týmto vzdialenostiam.

Aktivity

- Manipulácia so svietivosťou vlákňovej žiarovky zmenami elektrického napätia na svorkách žiarovky
- Skúmanie rôznych lúčok, osvetľovanie povrchu stola použitím rôznych žiaroviek
- Pozorovanie svetla rozptýleného zakaleným roztokom, rozriedeným mliekom. Hľadanie súvislostí pozorovaných javov s faktom, že obloha je modrá
- Manipulácia s jednotkami času a vzdialenosti v kontexte šírenia sa svetla
- Aplikácia zručností súvisiacich s rovnomerným pohybom v kontexte šírenia sa svetla vo vesmíre

NM 2.4 – Svetlo dopadajúce do našich očí vytvára v nich obrazy, ktoré vnímame. Takto vnímame napr. obraz stromu, na ktorý sa dívame.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o obrazoch predmetov zobrazených na obrazovke alebo na papieri. Tiež majú vybudované predstavy o obrazoch predmetov pri použití rovinného zrkadla a majú skúsenosti s použitím lupy a mikroskopu.

Didaktická sekvencia

1. Skúmanie obrazov predmetov zobrazených rovinným zrkadlom a spojnou šošovkou.
2. Obraz môžeme uchovať, napr. elektricky, čipom fotoaparátu v jeho pamäti alebo fotochemickými reakciami na fotografickom papieri.

Aktivity

- Práca s pojmami predmet, obraz
- Zobrazovanie predmetu rovinným zrkadlom a spojnou šošovkou. Práca s pojmami reálny obraz, zdanlivý obraz, zväčšený a zmenšený obraz, priamy a prevrátený obraz
- Práca so zdrojom informácií v kontexte uchovávaní obrazu

NM 2.5 – Niektoré telesá vnímame kvôli tomu, že sa svetlo od nich odráža a láme, napr. sklenú tabuľu, iné kvôli tomu, že svetlo sa na nich rozptyľuje, napr. oblohu.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o zdrojoch svetla a o videní osvetlených predmetov. V rámci tejto myšlienky rozvíjame spôsobilosti žiakov opisovať optické javy aparátom geometrickej optiky.

Didaktická sekvencia

1. Zobrazenie šíriaceho sa lúča zadymeným prostredím.
2. Rozbor príčin a dôsledkov rôznej miery rozptyľovania sa svetla rôznych farieb.
3. Na nepriesvitných predmetoch, napr. na liste papiera, sa časť svetla pohlcuje. Cez priesvitné predmety, napr. cez sklenú tabuľu, časť svetla predchádza. Priehľadnými prostrediami, napr. čírym sklom, sa svetlo šíri priamočiarno.
4. Na rozhraniach priehľadných prostredí, napr. na rozhraní vzduchu a skla, sa svetlo láme.
5. Smer šírenia svetla dokážeme ovplyvňovať napr. zrkadlami a šošovkami. Môžeme tak vytvárať obrazy predmetov. Strom stojaci za oknom dokážeme vhodnou šošovkou zobraziť na stenu v triede, vytvoriť na stene jeho obraz.
6. Použitie spojenej šošovky na sústredenie svetelnej energie do jedného bodu.
7. Kombináciami šošoviek a zrkadiel konštruujeme niektoré optické prístroje.

Aktivity

- Skúmanie lúča svetla prechádzajúceho rôznymi prostrediami včítane dymu, rozriedeného mlieka, vody
- Objavenie javov súvisiacich s prechodom svetla z jedného do iného prostredia – lom svetla a úplný lom svetla
- Skúmanie vlastností spojných šošoviek a práca s nimi
- Pozorovanie dvojice optických šošoviek, konštrukcia d'alekohľadu

NM 2.6 – Svetlo je nevyhnutné pre život na Zemi, je nevyhnutné pre fotosyntézu prebiehajúcu napr. v listoch rastlín.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Problematika fotosyntézy je rozoberaná na rôznych úrovniach, v rôznych ročníkoch a v rôznych predmetoch vždy zdôrazňujúc určitý aspekt alebo „opakujúc“ sumárne zjednodušené vyjadrenie deja. Problém vidíme hlavne v roztrieštenosti nazerania na koncept, jeho povrchnom a expresnom predstavení v rámci obsahov jednotlivých predmetov. Jedným z kľúčových konceptov fotosyntézy je ten, že rastlina využíva energiu určitej časti spektra na tvorbu biomasy (glukózy). Žiacke predstavy sa v dôsledku takejto necielenej výučby nemenia alebo vznikajú nové miskoncepce ako odpoveď v snahe „vysporiadať“ sa s novými informáciami. Žiaci majú skúsenosť, že rastlina potrebuje svetlo a pri jeho absencii môže zahy-

nút'. Je však nejasné, či potrebuje iba svetlo slnečné, alebo to môže byť aj svetlo žiarovky. Žiaci nerozumejú významu svetla pre rastlinu. Dôležitou prerekvizitou pri skúmaní vplyvu svetla na rastlinu je fyzikálne pozadie deja (spektrum a energia). Nejasná zostáva aj úloha chlorofylu ako pigmentu zachytávajúceho využiteľnú vlnovú dĺžku žiarenia.

Medzi časté miskoncepce patrí:

- Svetlo je pre rastliny potrebné, ale nie nevyhnutné.
- Rastliny potrebujú slnečné svetlo, nie umelé svetlo.
- Slnečné svetlo potrebujú rastliny kvôli teplu.
- Rastliny potrebujú okrem svetla i teplo, ktoré poskytuje slnečné žiarenie.
- Slnečné svetlo sa líši od iných zdrojov svetla, pretože neobsahuje žiadnu farbu.
- Energia sa vyrába, nie je zachytená v procese fotosyntézy.
- Fotosyntéza môže prebiehať aj bez svetla.
- Chlorofyl je reaktant alebo produkt fotosyntézy.

Didaktická sekvencia

1. Pozorovanie ako svetlo vplyva na rozmanitosť živých organizmov (vzhľad, početnosť) a zistenie, že svetlo má pozitívny vplyv na rastliny. Pri jeho nedostatku sa rastlina mení až hynie.
2. Zistenie, že určitá farba svetla, červená a modrá (určitá vlnová dĺžka), spôsobuje väčší nárast rastlinnej biomasy ako vplyv inej farby.
3. Sledovanie v jednoduchom spektroskope, čo sa deje s farebnými zložkami spektra (viditeľného svetla), keď dopadá na zelený list. Určité farby (vlnové dĺžky) listom prechádzajú, iné sa odrážajú, čo spôsobuje, akú farbu listu vníma ľudské oko a iné farby „zmiznú“, sú listom pohltené. Zeleným listom sú pohltené farby spektra, ktoré viedli k najväčšiemu nárastu biomasy (modrá 420 – 470 nm a červená 620 – 700 nm). Rastlina využíva energiu predovšetkým tohto žiarenia.
4. Zistenie, že sa v liste nenachádza iba zelené farbivo, ale sú tu aj iné pigmenty – chromatografia. Časti rastlín, ktoré majú iné sfarbenie pohlcujú iné časti viditeľného spektra a ich pigmentové zloženie je iné (chýba chlorofyl).

Aktivity

- Pozorovanie druhej rozmanitosti, početnosti a vzhľadu organizmov na vymedzených stanovištiach s rôznou intenzitou slnečného žiarenia
- Skúmanie vplyvu svetelnej deprivácie na zelenú rastlinu
- Skúmanie vplyvu svetelného gradientu na zelenú rastlinu
- Sledovanie rastu biomasy (trávnik) v rôznych farbách spektra (modrá, zelená, červená, žltá a biele svetlo)
- Skúmanie, čo sa deje s farbami spektra po dopade na zelený list prostredníctvom jednoduchého spektroskopu
- Identifikovanie rôznych farbív v zelenom liste a listoch iných farieb prostredníctvom chromatografie

NM 2.7 – Biele svetlo sa dá rozložiť na farby dúhy, napr. tenkou vrstvou laku. Naopak, z troch farieb náplne v tlačiarňi sa dá vytvoriť množstvo farieb pre náš zrak.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o dúhe, ako aj o skladaní farieb. Tieto predstavy v rámci tejto myšlienky prehľbujeme.

Didaktická sekvencia

1. Rozklad svetla na optickej mriežke, odrazom i prechodom (napr. na CD).
2. Rozklad svetla optickým hranolom.
3. Skladanie farieb.

Aktivity

- Pozorovanie rozkladu bieleho svetla a kvalitatívny opis pozorovaných javov
- Pozorovanie skladania farieb a kvalitatívny opis pozorovaných javov

NM 2.8 – Cez vzduch môžeme komunikovať zvukom, napr. hudbou, rečou alebo hlukom.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o dorozumievaní sa zvukom a o tom, že zvuk súvisí s chvením a vibráciami. Predstavy o vlastnostiach zvuku je potrebné systematicky budovať.

Didaktická sekvencia

1. Iniciácia predstáv žiakov o komunikácii zvukom a o komunikácii všeobecne.
2. Veta, slovo, informácia. Spôsoby prenášania informácie na diaľku. Mobilný telefón, rozhlas, rozhovor.
3. Hudba, tón.
4. Hluk.

Aktivity

- Diskusia o komunikácii; Opisovanie spôsobov komunikácie použitím známych pojmov

NM 2.9 – Zvuk dokážeme zobrazit', grafom závislosti „zvuku“ od času.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Úroveň predstáv žiakov o zvuku ako o periodickom deji sú veľmi rozdielne, tieto rozdiely súvisia s tým, že istá časť žiakov má hudobné vzdelanie. Tieto rozdiely vo vstupných predstavách je možné využiť v prospech rozvoja všetkých žiakov.

Didaktická sekvencia

1. Zobrazovanie zvuku grafom.
2. Hláska, harmonický zvuk, frekvencia.
3. Rýchlosť zvuku.
4. Vo vzduchu sa zvuk šíri miliónkrát pomalšie ako svetlo.

Aktivity

- Zobrazovanie zvuku grafom závislosti okamžitého tlaku vzduchu od času; Pozorovanie tvaru grafu pri hláskach, písaní, tlesknutí
- Skladanie zvuku z viacerých zdrojov; Skúmanie zvuku z hľadiska frekvenčnej analýzy

NM 2.10 – Hlasitosť zvuku meriame v decibeloch. Hlasitosti viacerých zdrojov spočítavame inak ako sme zvyknutí, napr. hluk dvoch zbíjačiek je len o trošku hlasnejší, než hluk jednej z nich.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o hluku a poznajú pojem decibel, najmä v súvislosti so spotrebičmi používanými v domácnosti, ale aj v súvislosti s reprodukovanou hudbou.

Didaktická sekvencia

1. Meranie „decibelov“.
2. Skúmanie úrovne hlasitosti, hlasitosť zvuku. Súčasné meranie hlasitosti dvoch zdrojov hluku.

Aktivity

- Manipulácia so zdrojmi zvuku a skúmanie úrovne hlasitosti; Hlasitosť zvuku, meranie hluku; Súčasné meranie hlasitosti dvoch zdrojov hluku

NM 2.11 – Magnety sa navzájom ovplyvňujú a nepotrebujú na to ani vzduch.**Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch**

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o magnetoch, avšak často sa k nim dostávajú magnetické pásky a kartičky, ktoré nemajú jasne vymedzený jeden severný a jeden južný pól. Veľká časť žiakov tiež pozná kompas, avšak často poznajú kompas fungujúce na základe GPS signálov, napríklad kompas ako aplikácie fungujúce v mobilných telefónoch.

Didaktická sekvencia

1. Magnety sa navzájom ovplyvňujú aj cez niektoré látky, napr. cez papier alebo cez hliníkovú fóliu.
2. Magnety sa priťahujú k niektorým látkam, napr. k oceli.
3. Magnety majú dva typy pólov, severný a južný. Magnet má zvyčajne jeden severný a jeden južný pól. Spájanie a delenie tyčových magnetov, magnetické pásky, viacpólové magnety a magnetické pásky v minulosti používané na uchovávanie informácií.
4. Magnetické vlastnosti vodiča s prúdom, elektromagnet.

Aktivity

- Manipulácia s magnetmi a skúmanie vlastností ich vzájomného pôsobenia
- Skúmanie vlastností elektromagnetu

NM 2.12 – Severný pól kompasu ukazuje na geografický sever Zeme.

Nosná myšlienka prislúchajúca v našich podmienkach ku geografickému obsahu je realizovaná dostatočne na úrovni ISCED 1.

NM 2.13 – Elektricky nabité telesá môžu byť nabité nábojom dvoch typov. Jeden typ je taký, ktorým sa zvyčajne nabíja sklo, nazývame ho kladný. Druhý typ je taký, ktorým sa zvyčajne nabíja ebonit alebo plast, nazývame ho záporný.**Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch**

Žiaci majú predstavy o prejavoch elektrostatického náboja v súvislosti s vlasmi, odevmi, plastmi. Ak tieto predstavy privedieme do vedomia žiakov a podporíme vhodnými pojmi, umožníme im o týchto javoch diskutovať, opisovať ich a predpokladať výsledky jednoduchých kvalitatívnych experimentov.

Didaktická sekvencia

1. Vzájomné odpudzovanie elektrostaticky nabitých guľôčok z alobalu.
2. Priťahovanie čiastočiek prachu a drobných kúskov papiera k elektrostaticky nabitým telesám.
3. Elektrizovanie telies dotykom, telesá nabité kladným a telesá nabité záporným nábojom.
4. Telesá nabité rovnakým typom náboja sa navzájom odpudzujú. Telesá nabité rozdielnymi typmi náboja sa navzájom priťahujú.
5. Elektrické priťahovanie a odpudzovanie pôsobí na diaľku aj bez prítomnosti vzduchu.
6. K elektricky nabitým telesám sa priťahujú aj niektoré elektricky neutrálne telesá. Takými to sú napr. telesá z papiera, z niektorých plastov, olejové kvapky či prachové častice.

Aktivity

- Pozorovanie elektrostaticky nabitých guľôčok z alobalu zavesených na niti; Zelektrizovanie guľôčok dotykom zelektrizovanou sklenenou tyčou a dotykom zelektrizovanou plastovou tyčou
- Pozorovanie nabitej tyče a prachových častíc, kúskov papiera, olejových kvapiek

NM 2.14 – Svetlo je také elektromagnetické pôsobenie, ktoré spôsobuje v ľudskom oku videnie. Svetlu veľmi podobné elektromagnetické pôsobenia sú ultrafialové žiarenie, infračervené žiarenie, rádiové a televízne signály šírené vo vzduchu, v elektrických drôtoch i v optických vláknach, röntgenové žiarenie a rádioaktívne žiarenie gama, rádioaktívne žiarenia alfa a beta.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o zdrojoch svetla, o jeho pohlcovaní pri dopade na predmety, o zahrievaní telies pri ich vystavení intenzívnemu svetlu. Tiež majú základné predstavy o prechode svetla prostrediami a ich správaní na rozhraniach prostredí.

Ultrafialové žiarenie je žiakom známe najmä v súvislosti s ochranou pokožky opaľovacími krémami a s ochranou zraku.

Rádiové a televízne signály sú žiakom známe najmä v súvislosti s prenosom obrazu, zvuku a digitálnych informácií všetkými spôsobmi, v káblach, optických vláknach i bezkáblovým prenosom. Žiakom najznámejšie známe sú wifi signály a bluetooth signály.

Didaktická sekvencia

1. Svetlo je špeciálnym prípadom kombinácie elektrického a magnetického pôsobenia. Svetlo je také elektromagnetické pôsobenie ktoré nemôže zastať, existuje iba tak, že sa šíri.
2. Porovnávanie vlastností elektromagnetických žiarení. Skúmanie zahrievania telies pri dopade infračerveného žiarenia.
3. Prenos svetla optickým vláknom.
4. Vlastnosti röntgenového žiarenia a žiarení alfa, beta a gama.

Aktivity

- Skúmanie zahrievania plechoviek naplnených vodou –plechovky sú nafarbené matnou čiernou, lesklou bielou a lesklou striebristou farbou
- Skúmanie ochladzovania horúcej vody v rôznych vyššie uvedených plechovkách; Porovnávanie ochladzovania horúcej vody vo veľkej a malej plechovke – analógia prežitia teplokrvných živočíchov (cicavcov) v prostrediach s rôznou teplotou, napr. v rovníkovej Afrike a v severnej časti Škandinávie

NM 2.15 – Všetky živé organizmy zachytávajú podnety z vonkajšieho prostredia prostredníctvom receptorov a primerane na tieto podnety reagujú.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Živé organizmy neustále prijímajú podnety z vonkajšieho (aj vnútorného) prostredia prostredníctvom zmyslových buniek (receptorov). Organizmy tieto podnety spracúvajú a primerane na ne reagujú. U živočíchov zmyslové bunky transformujú prijaté informácie na nervové podráždenia a odovzdávajú ich nervovej sústave. Až v centrálnej nervovej sústave vzniká vnem, pocit a poznatok. Aj rastliny, podobne ako živočíchy, reagujú na podnety vonkajšieho prostredia. Ich bunky sú schopné prenášať vzruchy pomocou akčných potenciálov. Žiaci sa mylne domnievajú, že ak rastliny nemajú zmyslové orgány, neprijímajú podnety z vonkajšieho prostredia. Dokonca si myslia, že rastliny nemajú „zmysly“, a teda nie sú živé.

Deti prichádzajú do školy s predstavou, že ak živočíchy nemajú vyvinuté voľným okom pozorovateľné zmyslové orgány, nemajú vyvinuté zmysly. Neuvedomujú si, že podnety z prostredia prijímajú zmyslové bunky, ktoré nemusia byť sústredené v zmyslových orgánoch.

Pri uvažovaní o zmysloch človeka, žiaci uvádzajú päť zmyslov – čuch, chuť, zrak, sluch a hmat. Predstava o piatich zmysloch človeka pochádza od čias Aristotela. Deti s touto predstavou prichádzajú do školy a nezriedka je posilňovaná aj vyučovaním v škole.

Zrak je považovaný za najdôležitejší zmysel človeka. Žiaci videnie často spájajú s potrebou svetla. Len zriedkavo si uvedomujú, že vidieť môžeme aj v tmavej miestnosti (nie však za úplnej tmy). V súvislosti so zrakom majú početné mylné predstavy, nielen o fungovaní oka, ale aj jeho štruktúre. Pri opise oka často nesprávne umiestňujú jeho jednotlivé časti. Zrenicu vnímajú len ako čiernu škvrnu alebo miesto na povrchu oka. Množstvo miskonceptí je spojených aj s procesom videnia. Pre žiakov je náročné uvedomiť si, že vnemy nevznikajú priamo v zmyslových orgánoch, ale sú transformované a nervovými bunkami prenášané do mozgu. Mylne sa domnievajú, že obraz vzniká priamo na sietnici (prípadne v oku), teda oko je považované za jediný orgán potrebný pre videnie. Ak žiaci uvažujú o videní v súvislosti s nervovou sústavou, proces videnia vysvetľujú veľmi zjednodušene, bez uvedenia akýchkoľvek medzikrokov, len ako „prechod“ obrazu cez zrenicu priamo do mozgu, prípadne hlavy.

V súvislosti so sluchom žiaci častejšie uvažujú o prenose zvuku jednotlivými časťami ucha a o úlohe mozgu. Pri vysvetľovaní šírenia zvuku v uchu mylne uvádzajú sluchové kostičky pred bubienkom. Pri uvažovaní o šírení zvuku, žiaci opisujú len šírenie zvuku vonkajším a stredným uchom. Čo sa týka štruktúr ucha, žiaci často uvádzajú, že vonkajšie ucho tvorí len ušnica, prípadne zvukovod nazývajú „sluchovou“ alebo „ušnou rúrou“. Bubienok si predstavujú ako bublinu, šišku alebo doslova ako bubon. Eustachovu trubicu nepovažujú za súčasť ucha. Čo sa týka porúch sluchu, žiaci sa často domnievajú, že len mechanické poškodenie môže byť príčinou straty sluchu a pri prasknutí bubienka budeme len slabšie počuť.

Žiaci si uvedomujú, že pachy pochádzajú z nejakého zdroja, ale ich vnímanie považujú za pasívnu činnosť. Neuvedomujú si, že pre čuchový vnem je potrebné šírenie plynných látok podobne ako svetla a zvuku pre videnie a počutie. Čuchový vnem často žiaci vnímajú ako proces, za ktorý je zodpovedný nos, teda sa domnievajú, že vnem vzniká priamo v nose.

Chuť zodpovedá za hodnotenie nutričného obsahu potravy a prevenciu požívania toxických látok. Sladkosť a horkosť sú dva z najvýraznejších sensorických vnemov u ľudí a živočíchov. Sladká chuť umožňuje identifikáciu energeticky bohatých živín, horká varuje pred príjmom potenciálne škodlivých látok a kyslá pred nezrelými plodmi alebo potravinami podliehajúcimi rozkladu. Deti, ale aj mnoho dospelých je presvedčených, že chuťové poháriky sú len na jazyku. V skutočnosti sa chuťové bunky uložené v chuťových pohárikoch nachádzajú aj na sliznici mäkkého podnebia, hltana a hrtanovej príchlôpky. Žiaci si väčšinou vedia predstaviť, že zo zadnej časti oka vychádza zrakový nerv v mieste slepej škvرنy, ale už si nevedia predstaviť analógiu pre vnímanie chuti v prípade chuťových pohárikov. Chuťové bunky obsahujú receptory na špecifický chuťový vnem – sladkosť, kyslosť, horkosť, slanosť a umami. Za ostrú (pikantnú) chuť zodpovedajú receptory bolesti.

Tvrdenie, že chuťovo špecifické receptory sú lokalizované v špecifickej oblasti na jazyku bolo kategorizované ako mýtus. Túto miskonceptiu však môžeme nájsť aj v mnohých učebniciach (najmä staršieho vydania) a je často posilňovaná aj demonštráciami využívanými vo vyučovaní. Intenzívnejšie vnímanie určitej chuti na niektorej časti jazyka môže byť spôsobené vyššou citlivosťou receptorov na určitú koncentráciu látky, ktorá vyvoláva chuťový vnem. Zastúpenie jednotlivých typov buniek určuje akú chuť vníma chuťový pohárik. Z chuťových pohárikov odvádzajú podnet chuťové neuróny ďalej do nervovej sústavy. V skutočnosti je to mozgová kôra, ktorá rozoznáva jednotlivé chuťové vnemy.

V koži a slizniciach telových otvorov sú receptory na vnímanie dotyku, tlaku, chladu, tepla a bolesti. Dráždením receptorov vznikajú aj rôzne kombinované pocity, ako pocit hladkosti, drsnosti, tvrdosti a pod. Deti sa často mylne domnievajú, že tieto receptory sa nachádzajú len na rukách. Značný biologický význam pri ochrane organizmu a signalizácii poškodzujúcich vplyvov má pociťovanie bolesti. Žiaci si neuvedomujú, že informácie z kožných receptorov, termoreceptorov a z receptorov na vnímanie bolesti sú vedené do mozgu, kde vzniká vnem.

Jednotlivé zmysly sú neurologicky prepojené. Jedným z príkladov, ktorý žiaci môžu poznať z vlastnej skúsenosti, je neurologické prepojenie chuti a čuchu. Pri nádche, keď máme upchatý nos, nevieme identifikovať chuť jedla. Nervový signál receptorov z nosovej dutiny však interpretujeme ako pocit chuti iba v prípade, že zároveň s ním prichádza signál z receptorov na jazyku. Sliny v ústach neustále premývajú chuťové poháriky, aby v nich nezostali roztoky z potravy dlho a mohli rýchlo zachytiť nové molekuly, ktoré sa do úst dostanú.

Didaktická sekvenca

1. Empirické zistenie, že živočíchy majú zmyslové bunky (receptory), ktorými získavajú rôzne informácie o vonkajšom prostredí.
2. Empirické zistenie, že u živočíchov v priebehu vývoja došlo k postupnému rozvoju zrkového orgánu.
3. Empirické zistenie, že aj rastliny reagujú na podnety z vonkajšieho prostredia.
4. Empirické štúdium zloženia oka.
5. Modelovanie šírenia zrkového vnemu do mozgu.
6. Empirické štúdium jednotlivých častí ucha.
7. Modelovanie šírenia sluchového vnemu do mozgu.
8. Modelovanie vnímania prchavých látok čuchom.
9. Modelovanie vnímania chutí prostredníctvom chuťových receptorov na jazyku.
10. Empirické štúdium faktorov ovplyvňujúcich chuťový vnem.
11. Empirické zistenie prepojenia jednotlivých zmyslov.
12. Empirické štúdium reakcie organizmu na teplo, chlad, tlak, dotyk a bolesť (hmat).
13. Empirické štúdium „dokonalosti“ a „nedokonalosti“ zmyslov človeka.

Aktivity

- Pozorovanie, identifikovanie a porovnanie zmyslových orgánov, príp. receptorov u rôznych skupín živočíchov
- Pozorovanie a porovnanie reakcie dážd'ovky na svetlo (svetlocitlivé bunky sú rozptýlené v pokožke), zloženého oka hmyzu a komorového oka človeka
- Pozorovanie pohybov rastlín (napr. heliotropizmus, fototropizmus, geotropizmus)
- Skúmanie jednotlivých častí oka (model oka a video z pitvy oka)
- Animácia šírenia svetla jednotlivými časťami oka, podráždenie receptorov citlivých na svetlo a prenos nervových impulzov do mozgu
- Dôkaz slepej škvvrny
- Skúmanie jednotlivých častí ucha (model ucha)
- Animácia šírenia zvuku jednotlivými časťami ucha, podráždenie receptorov a prenos nervových impulzov do mozgu
- Určovanie smeru zdroja zvuku (priestorový sluch a binaurálne počutie)
- Animácia podráždenia čuchových receptorov a prenos nervových impulzov do mozgu
- Rozlíšenie rôznych čuchových vnemov; Dôkaz zníženia dráždivosti receptorov na určitý podnet vplyvom dlhodobého pôsobenia podnetu (po určitom čase prestávame vnímať určitý pach)
- Animácia podráždenia chuťových receptorov a prenos nervových impulzov do mozgu
- Dôkaz závislosti intenzity chuťového vnemu od teploty a intenzity čuchového vnemu od koncentrácie látky
- Prepojenie chuťového a čuchového vnemu
- Zisťovanie citlivosti kože na dotyk (hmatová ostrosť), vnímanie teploty, chladu a pod.
- Zisťovanie relativity vnemu teploty, zrkové klamy, simultánny kontrast a pod.

NM 2.16 – Gravitácia priťahuje telesá k Zemi. Gravitácia spôsobuje, že Zem a iné planéty sa pohybujú okolo Slnka, že Mesiac sa pohybuje okolo Zeme.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci majú prirodzene vybudované predstavy o tom, že telesá prirodzene padajú na zem. Tiež majú predstavu, že v páde im môže zabrániť podložka, prípadne sila, ktorou na teleso pôsobí takáto podložka alebo záves. V páde na Zem môže zabrániť aj pohyb telesa, ako je to napr. v prípade Mesiaca.

Predstavy o nadľahčovaní telies ponorených v tekutine je potrebné aktivovať, ideálne aj ponúknutím reálnej skúsenosti zdvíhaním ťažkého predmetu z dna väčšej nádoby naplnenej vodou.

Didaktická sekvencia

1. Telesá padajú z dôvodu, že veľmi veľké a ťažké teleso, planéta Zem ich priťahuje. Sila, ktorou sú telesá k Zemi priťahované sa nazýva gravitačná sila a je priamo úmerná hmotnosti telesa.
2. Rozdielne priťahovanie kvapaliny k Zemi a telesa vloženého v kvapaline k Zemi spôsobuje, že teleso ponorené v kvapaline je nadľahčované.
3. Gravitácia k sebe navzájom priťahuje všetky telesá, avšak zvyčajne sa prejavuje iba ak aspoň jedno z telies má obrovskú hmotnosť.
4. Aj telesá na Zemi priťahujú k sebe Zem, avšak ako dôsledok vidíme padanie týchto telies, nie padanie mnohokrát ťažšej Zeme.
5. Skutočnosť že Mesiac priťahuje k sebe telesá umiestnené na Zemi sa prejavuje napr. prílivom a odlivom.

Aktivity

- Skúmanie správania sa lopty so súčasným opisom vzájomného pôsobenia lopty, Zeme, podlahy, žiakovej ruky
- Aktivity demonštrujúce platnosť Archimedovho zákona, dvíhanie činky z dna vedra naplneného vodou
- Skúmanie telies s premenlivou hustotou vložených vo vode
- Skúmanie tlaku pod hladinou vody

3. kľúčová téza

K zmene pohybu telesa je potrebná výsledná sila naň pôsobiaca.

NM 3.1 – Za silové pôsobenie je vždy zodpovedné konkrétne teleso alebo objekt, neexistuje sila bez objektu, ktorý túto silu vyvoláva = „Keď sila, tak pôsobí.“

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Slovom sila sa v bežnej hovorovej reči využíva mnohokrát na označenie javov a procesov v úplne inom význame, ako je pojem sila zavedený vo fyzike. Nesprávne používanie pojmu sila je v súčasnosti dokonca podporovaný aj prostredníctvom učebnice pre prvý stupeň ZŠ, napríklad výrazy typu „Kto má zo žiakov väčšiu silu“, „Vietor má silu“, „Motor auta má silu“, „Organizmus má silu prežiť“ bez korektného hlbšieho zamyslenia sa nad významom vedú u žiakov k ťažkým miskoncepciám, ktoré je namáhavé prekonávať v ďalšom štúdiu. Typickým prejavom nesprávnej predstavy o silovom pôsobení potom je abstrahovanie sily od pôsobiča, teda predstava, že sila môže pôsobiť na objekt sama, bez uvedomenia si objektu, ktorý silu vyvolal. Abstrakciu pojmu, bez uvedomenia si pôsobičov, čo vedie k ťažkým mylným predstavám o príčinách pohybu.

Poznáme rôzne zdroje síl, napríklad Zem, Slnko vyvolávajúce gravitačnú silu, vzduch alebo voda, ktoré spôsobujú odporovú silu proti pohybu telesa, drsná podložka spôsobujúca treciu silu proti pohybu telesa pri šmýkaní, stôl alebo iná podložka vyvolávajúce tlakovú silu, ak je na stole niečo položené.

V dôslednom a korektnom postupnom budovaní pojmu s uvedením si, že sila nejestvuje osve ako nejaký abstraktný objekt, ale že silové pôsobenie vždy niekto vyvoláva vidíme možnosť pripraviť vhodný a pevný základ pre predstavy žiakov o vzájomnom silovom pôsobení objektov.

Súčasne a v pozitívnej interferencii, navrhujeme aj korektne od začiatku rozvíjať u žiakov schopnosť správne znázorňovať silové pôsobenie pomocou vektorovej šípky, aj keď nemusíme žiakom zavádzať pojem vektor. Navrhujeme vyžadovať správne umiestnenie začiatku šípky do pôsobiska sily a dĺžkou čiary znázorňovať (aspoň približne) aj veľkosť sily. Za nevyhnutné považujeme neustále opakovane zdôrazňovať, že ide o znázornenie silového pôsobenia. Taktiež je nevyhnutné pri každom silovom pôsobení klásť dôraz na slovný opis silového pôsobenia, teda vyžadovanie presného slovného opisu, čo alebo kto silovo pôsobí na objekt.

Didaktická sekvencia

1. Rozbor slova sila využívaného v bežnom živote a pojmu sila vo fyzike. Diskusia so žiakmi o nutnosti správne a korektne používať pojem sila.
2. Znázornenie silového pôsobenia v rôznych situáciách z bežného života, slovný opis silového pôsobenia.
3. Empirické štúdium vlastností gravitačnej sily s využitím silomeru.
4. Získanie skúseností s využitím silomeru pri meraní trecej sily.
5. Návrh a zostrojenie vlastného silomeru.

Aktivity

- Grafické znázorňovanie silového pôsobenia na rôzne objekty (telesá) aj so slovným opisom, aký objekt (teleso) silovo pôsobí: Zem na Mesiac, Zem na padajúci kameň, tenisová raketa na loptičku pri údere, ruka na tenisovú loptičku pri jej vyhadzovaní nahor, gravitačná sila Zeme pri lete tenisovej loptičky nahor, nadol, vodorovne...

- Zdvíhanie knihy rukou, kniha je položená na otvorenej dlani – uvedomenie si existencie tlakovej sily, ktorou kniha pôsobí na ruku
- Meranie gravitačnej sily pôsobiacej na rôzne telesá pomocou silomeru
- Zostrojenie vlastného silomeru
- Meranie sily trenia pomocou silomeru

NM 3.2 – Na jedno teleso môžu naraz pôsobiť silami viaceré telesá (objekty). Často sa stáva, že teleso je v pokoji. Vtedy na teleso pôsobia ostatné telesá (objekty) naraz, viacerými silami tak, že tieto silové pôsobenia sa navzájom kompenzujú (veľkosťou aj smerom).

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Situáciu je nutné rozobrať kvôli budovaniu korektnej predstavy o silovom pôsobení a aj ako pokračovanie a rozvíjanie predstáv o vzájomnom silovom pôsobení telies alebo objektov. Často u žiakov dochádza k nesprávnemu skladaniu rôznych síl, ktoré nepôsobia na to isté teleso. Taktiež sa u žiakov môže vyskytnúť problém so zahrnutím všetkých síl pôsobiacich na teleso. Časté je aj skladanie reálnych pôsobiacich síl s pomenovaniami niektorých význačných výsledníc, napríklad zloženie gravitačnej a dostredivej sily pri pohybe družice okolo Zeme.

Zvláštnym a veľmi dôležitým príkladom je situácia telesa v pokoji, keď na teleso pôsobia ostatné telesá silami tak, že tieto silové pôsobenia sa navzájom kompenzujú a výslednica síl pôsobiaca na teleso je nulová. Príkladmi takejto situácie je kniha položená na stole, keď gravitačná sila smerujúca nadol je kompenzovaná tlakovou silou podložky smerujúcou nahor, alebo plávanie telesa na hladine vody bez pohybu, keď je gravitačná sila kompenzovaná vztlakovou silou vody.

Čo sa týka matematického vyjadrenia výslednej pôsobiacej sily, navrhujeme pre žiakov v tomto štádiu vyseparovať príklady síl pôsobiacich na teleso na priamke, či už súhlasného smeru alebo opačného smeru.

Didaktická sekvencia

1. Empirické skúmanie skladania síl pomocou silomerov.
2. Grafické sčítavanie síl pôsobiacich na jedno teleso.
3. Matematický výpočet veľkosti výslednice síl pôsobiacich pozdĺž priamky.

Aktivity

- Využitie silomerov na skladanie síl pôsobiacich na teleso pozdĺž priamky
- Skladanie síl pôsobiacich v jednom smere s využitím napríklad natáhovania klobúkovej gumy pomocou silomerov
- Grafické znázorňovanie síl pôsobiacich na teleso aj so slovným opisom, aký objekt (teleso) silovo pôsobí, situácia viacerých pôsobiacich síl na jedno teleso, konkrétne navrhované príklady: kniha ležiaca na stole, ľad plávajúci v oceáne, teleso zavesené na silomere

NM 3.3 – Otáčavé účinky silového pôsobenia závisia nielen od veľkosti pôsobiacej sily, ale aj od vzdialenosti od osi otáčania. Otáčavé účinky jednotlivých síl (silového pôsobenia) môžeme navzájom kompenzovať, vzniká rovnováha na páke. Princíp páky využívajú viaceré jednoduché mechanické stroje. Ak podoprieme teleso v ťažisku, teleso sa nebude preklápať. Ťažisko telesa môžeme určiť experimentálne. Vhodný spôsob určenia ťažiska telesa je pomocou ťažníc.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Táto téma umožňuje rozvíjať žiacke individuálne experimentálne zručnosti pri hľadaní rôznych možností umiestnenia závaží na páke, aby vznikla statická rovnováha.

S aplikáciami a využitím momentu sily sa žiaci bežne stretávajú, využívajú pomôcky ako nožnice, kliešte, poznajú fúrik... Na tieto ich skúsenosti môžeme nadviazať a okolo nich vybudovať pojmový a matematický aparát opisujúci a čiastočne aj vysvetľujúci ich činnosť. Možno aj vďaka bezprostrednej žiackej skúsenosti pri podmienkach rovnováhy, ak sú všetky pôsobiace sily kolmé na rameno, nejde

o tému, ktorá by žiakom spôsobovala vážnejšie problémy. Pri riešení úloh si možno len treba dať pozor na využívanie základných jednotiek a správnu premenu jednotiek na základné jednotky.

Kompletná idea pojmu ťažisko, ako výslednice tiažovej sily nebude zrejme na úrovni základnej školy dokonale pochopené a spôsobuje problémy žiakom aj na strednej, dokonca na vysokej škole. Problémom je myšlienka matematického integrálu, teda skladania telesa z veľkého množstva malých čiastočiek, z ktorých každá prispieva k výsledku. Základný poznatok, že jestvuje ťažisko telesa, ale je možné a potrebné u žiakov na základnej škole predstaviť. Konkrétne pri plochých telesách ide o hľadanie ťažiska ako bodu, na ktorý keď podoprieme teleso, bude v rovnováhe, teda neotočí sa. Zároveň predstavíme ťažisko pomocou zavesenia telesa, ako bod, ktorý je pod bodom závesu. Z toho vyplýva aj možnosť určenie ťažiska pomocou ťažníc. Pekné sú aj príklady telies s ťažiskom mimo samotného telesa. Samotné pochopenie pojmu ťažisko ako výslednice tiažovej sily pôsobiacej na teleso môžeme spomenúť, ale od žiakov základnej školy vysvetlenie odporúčame nevyžadovať, k pojmu sa bude možnosť neskôr vrátiť na strednej škole.

Didaktická sekvencia

1. Empirické skúmanie vlastností momentu sily, vymedzenie pojmu moment sily.
2. Empirické skúmanie podmienky rovnováhy na dvojzvratnej páke, aj s číselným vyjadrením momentov sily, vymedzenie podmienky pre rovnováhu momentov síl.
3. Aplikácia poznatkov v praxi.
4. Matematický výpočet veľkosti výslednice síl pôsobiacich na jednej priamke.

Aktivity

- Uvedenie niekoľkých príkladov využitia páky v praxi
- Demonštrácia momentu sily pretláčaním sa cez dvere
- Práca s momentovým kotúčom alebo tyčou (pravítkom) s dierkami na zavesovanie závaží – hľadanie rôznych možností statickej rovnováhy
- Využitie momentu síl na meranie hmotnosti telesa
- Rozbor využitia páky v praxi
- Hľadanie ťažiska plochých telies pomocou umiestnenia telesa na prst (zaoblený hrot).
- Hľadanie ťažiska plochých telies pomocou ťažníc

NM 3.4 – Ak sa teleso pohybuje, môžeme mu priradiť hybnosť, ktorá má smer pohybu a je priamoúmerná rýchlosti pohybu telesa a hmotnosti telesa (súčin). Hybnosť sa pri zrážkach telies môže preniesť z jedného telesa na druhé.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Návrh na zaradenie pojmu hybnosť na ZŠ vychádza z histórie a z analýzy žiackych predstáv o rovnomernom priamočiarnom pohybe.

U veľkej väčšiny žiakov sa vyskytuje predstava o nutnosti pôsobenia sily v smere pohybu telesa. Táto predstava vyplýva z každodennej skúsenosti. Ak prestanete napríklad zaberat' na bicykli, za chvíľu sa zastavíte. Podobne aj auto potrebuje palivo, aby mohlo ísť. Aj v histórii nájdeme vyjadrenia pripisované Aristotelovi: pohyb je vždy spôsobený silou, rýchlosť pohybu je priamoúmerná veľkosti pôsobiacej sily.

V 14. storočí prišli Buridan a Oresme s teóriou Impetu: Impetus je moc, ktorá existuje vo fyzickom svete a dokáže pohybovať objekt v tom istom smere aký má samotný impetus. Objekt môže odovzdať svoj impetus inému objektu. Objekt sa pohybuje podľa množstva impetu, ktorý mu bol udelený. Impetus môže byť oslabený alebo zrušený odporom prostredia. Impetus môže byť priamočiary alebo krivočiary, preto pohyb vytvorený impetom môže byť priamočiary alebo krivočiary. Podobné úvahy majú pri opise pohybov a vysvetľovaní príčiny pohybov. Okrem druhej časti poslednej vety Buridin a Oresme vlastne správne charakterizujú pojem hybnosť.

Ak sa z tohto hľadiska pozrieme na žiacke predstavy a na to, ako ich vyslovujú, ak si uvedomíme, že impetus je hybnosť, môžeme tieto predstavy považovať za správne. Veľmi dôležité ale je uvedomiť si, že žiacke predstavy sú v zhode s pojmom hybnosť. Navrhujeme preto tento pojem zaviesť a začať ho rozvíjať už na úrovni základnej školy, aby si svoju predstavu o opise pohybu telesa nezamieňali s pojmom sila.

Predpokladáme, že napriek našej snahe si ho zamieňať asi budú, ale pripravujeme aspoň pôdu pre možnosť nadobudnúť korektné predstavy o príčinách pohybu.

Ak zavedieme hybnosť ako vektorovú veličinu, bude potrebné vždy dôsledne dbať na rozlišovanie vektora hybnosti a vektora sily.

Aj keď navrhujeme zaviesť pojem hybnosť a následne upozorňujeme na pokusy, keď sa hybnosť odovzdáva z jedného telesa na druhé, nepovažujeme v tomto momente za nutné korektné formulovať zákon zachovania hybnosti a už vôbec nie riešiť výpočtové úlohy na zákon zachovania hybnosti.

Upozorňujeme na možný konflikt s pojmom kinetická energia. Z hľadiska historického kinetická energia bola zavedená až po Newtonovi, teda pre pochopenie súvislostí pohybu a sily nebola potrebná.

Didaktická sekvencia

1. Diskusia o vlastnostiach pohybujúceho sa telesa, zavedenie pojmu hybnosť ako súčinu hmotnosti a rýchlosti telesa.
2. Empirické skúmanie odovzdávania hybnosti z jedného telesa na druhé.

Aktivity

- Skúmanie zrážkových pokusov s rovnakými mincami
- Sledovanie pokusu s Newtonovou kolískou
- Skúmanie zrážkových pokusov s vozíkmi, rovnako aj nerovnako ťažké, pružné aj nepružné zrážky

NM 3.5 – Teleso samo od seba nestráca svoju rýchlosť a hybnosť. Rozbiehanie aj zastavenie telesa spôsobuje iné teleso alebo iné telesá (objekty), ktoré na teleso pôsobia v smere zmeny pohybu.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Ak sa teleso rozbieha, výslednica všetkých síl pôsobiaca na teleso je v smere pohybu. Ak teleso brzdí (zastavuje), výslednica všetkých síl pôsobiaca na teleso smeruje proti pohybu telesa. Rozbiehaním a zastavením telesa meníme hybnosť telesa. Na zmenu (veľkosti) hybnosti telesa je teda potrebná nenulová výslednica pôsobiacich síl na teleso.

Ako už bolo spomenuté, prevažná väčšina žiakov, rozumej takmer všetci majú predstavu, že ak sa teleso pohybuje, nutne naň musí pôsobiť sila v smere pohybu. Tejto predstave sa zrejme nevyhneme, ale zavedením pojmu hybnosť môžeme rozvíť diskusiu smerom k podmienkam zmeny hybnosti, a tak vlastne myšlienkovo kopírovať historický postup pri ozrejmovaní príčin pohybu, ako ho uskutočnili Galilei a najmä Newton.

Galilei formuloval základný poznatok o hybnosti telies, kde rozpracoval bližšie teóriu Impetu a experimentálne prišiel na vzťah medzi impulzom sily a zmenou hybnosti telesa. Galilei bol teda prvý, ktorý sa rozhodol spojiť zmenu hybnosti nejakého telesa so silou, ktorá na neho pôsobí. V Galileiho práci *Discorsi* sa môžeme napríklad dočítať nasledovné: „Predstavujem si pohybujúce sa teleso, ktoré je hodené na vodorovnú rovinu, kde nie je žiadna prekážka. Hovoríme o tom, že jeho pohyb na rovine bude stále rovnomerný ak rovina pokračuje do nekonečna.“ Avšak napriek tomu, že Galilei bol prvý, ktorý spojil zmenu hybnosti so silou, tak stále išlo o hmlistú predstavu sily, ktorá nebola presne definovaná. Bol to až Newton v roku 1687, ktorý prišiel s 3 pohybovými zákonmi a vytvoril ucelenú definíciu sily pomocou hybnosti: 1. Každé teleso zotrúva v pokoji alebo v rovnomernom pohybe po priamej čiare, kým nie je prinútené tento stav zmeniť pôsobením iného telesa. 2. Zmena hybnosti telesa je priamoúmerná sile tvoriacej zmenu a je v smere priamej čiary, po ktorej sila pôsobí. 3. Každá akcia vyvoláva rovnakú reakciu opačného smeru, alebo vzájomné silové pôsobenie dvoch telies je rovnako veľké, ale opačne orientované.

Pre nás je zaujímavé najmä presné znenie jeho prvých dvoch zákonov a zároveň upozorňujeme na ťažkosti s porozumením tretieho zákona, kde trochu nešťastná formulácia, uvádzaná aj v učebniciach vedie k predstave o následnosti pri vzájomnom silovom pôsobení. Nám z tretieho zákona stačí, ak si žiaci uvedomia, že nejedná sa o silu bez „pôsobiča“.

Týmto smerujeme ku kľúčovému pochopeniu, teda, že nie hybnosť sama, ale jej zmena je vyvolaná silovým pôsobením telesa. Len pripomíname, že už máme pripravenú ďalšiu ideu o sile, a to, že za každé silové pôsobenie je zodpovedné nejaké teleso, pôsobič.

Didaktická sekvencia

1. Empirické skúmanie rozdielov pri rozbiehaní rôzne ťažkých telies, diskusia o rozbiehaní a zastavovaní telesa.
2. Grafické znázorňovanie síl pôsobiacich na teleso v situáciách keď sa teleso rozbieha, ide rovnomerným pohybom, zastavuje.
3. Utvrdzovanie poznatku ďalšími príkladmi.
4. Skúmanie vplyvu trenia na zastavovanie telesa, formulácia záveru, ak by sa teleso pohybovalo bez trenia a bez odporu prostredia, pohybovalo by sa do nekonečna, lebo ho nemá čo zastaviť.

Aktivity

- Sledovanie roztláčania telesa napríklad automobilu na parkovisku, sánok na snehu
- Sledovanie rozbiehania a zastavovania vozíkov rukami v triede
- Sledovanie hodu tenisovou loptičkou cez triedu
- Skúmanie a porovnávanie výslednej rýchlosti loptičky pri hode loptičky idúcim korčuliarom
- Porovnávanie dojazdovej dráhy telesa, napríklad guľôčky, na rôznych povrchoch

NM 3.6 – Pohyb telesa môžeme znázorniť graficky, graf poskytuje množstvo informácií o pohybe.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Grafické znázornenia bývajú pre žiakov najnáročnejšou časťou fyziky, ak sa grafická gramotnosť nerozvíja systematicky a dlhodobo. Zároveň ale rozvoj grafickej gramotnosti predstavuje jednu z najdôležitejších súčastí vyučovania fyziky. Je potrebná aj pre ostatné oblasti, a to nielen prírodovedné a práve fyzika poskytuje svojim obsahom najlepšie možnosti na jej rozvíjanie. Konkrétne práve grafické znázorňovanie závislostí opisujúce pohyb je výborným prostriedkom pre prácu so žiakmi. Na úrovni základnej školy navrhujeme začať a zrejme aj skončiť pri rovnomernom pohybe a pri pohybe skladajúcom sa zo sekvencií rovnomerného pohybu rôznou rýchlosťou a pokoja. Graficky budeme znázorňovať prejdenú dráhu.

Dôležité je od začiatku žiakov viesť k správne a kompletnému označovaniu všetkých súčastí, ktoré má mať graf, ako označeniu osí veličinou a jednotkou, označeniu začiatku grafu, označeniu číselných hodnôt mierky na grafe.

Didaktická sekvencia

1. Oboznámenie sa s grafickým vyjadrením závislosti pohybu telesa, čo má graf obsahovať a aké sú v ňom schované informácie.
2. Analýza grafických informácií.
3. Tvorba grafov na základe sledovania pohybu.
4. Tvorba grafov na základe informácií získaných z textu.
5. Motorické pohybové aktivity, pohyb na základe grafického znázornenia.
6. Utvrdzovanie poznatku ďalšími príkladmi.

Aktivity

- Sledovanie pohybu telesa so súčasným vykresľovaním grafu prejdenej dráhy od času, opakovanie pre rôzne pohyby – animované prezentácie
- Sledovanie pohybu telesa so súčasným vykresľovaním grafu prejdenej dráhy od času, opakovanie pre rôzne pohyby – reálny pohyb zaznamenávame napríklad pomocou ultrazvukového senzora pohybu
- Tvorba grafu závislosti prejdenej dráhy od času – cesta do školy (alebo iný príbeh)
- Tvorba príbehu na základe pripraveného grafu, graf pozostáva z viacerých sekvencií

- Realizácia pohybu pred ultrazvukovým senzorom na základe pripraveného grafu, graf pozostáva z viacerých sekvencií
- Riešenie slovných úloh pomocou grafov – úlohy na pohyb jedného a viacerých telies

NM 3.7 – Pohyb telesa môžeme vyjadriť matematicky, matematické vyjadrenie umožňuje zistiť konkrétne polohy telesa alebo telies v závislosti od času.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Častým problémom u žiakov je, že vzorce sa učia mechanicky bez pochopenia zmyslu a potom sa im pletie, čo má byť v čitateli a čo v menovateli, ktoré „písmená“ medzi sebou vynásobiť. Nemajú spojený matematický opis s reálnou situáciou zo života. Príčinou býva veľmi rýchla snaha o matematické vyjadrenie pri vyučovaní, keď si žiak nestihne dostatočne vybudovať predstavu o jave. Za veľké nebezpečenstvo v tejto súvislosti považujeme využívanie tzv. vzorcových trojuholníkov, ktoré práve vedú k snahe o mne-motechnické mechanické zapamätanie si vzťahov bez pochopenia ich významu.

Práve pri rovnomernom pohybe máme ale skvelú možnosť ozrejmiť zmysel fyzikálneho vzťahu a ukázať priame prepojenie medzi reálnou skúsenosťou a vzorcom opisujúcim dráhu. Čím rýchlejšie ideme, tým dlhšiu dráhu (za určitý čas) prejdeme. Dráha je priamoúmerná rýchlosti. Čím dlhšie ideme, tým dlhšiu dráhu (určitou rýchlosťou) prejdeme. Dráha je teda priamoúmerná času pohybu. Z toho máme zavedený vzťah pre dráhu pohybu ako $s = v \cdot t$.

To, že matematické riešenia pohybových úloh sú pre žiakov ťažké, je zrejme prirodzené. Pri ich riešení je totiž nutné spojiť viacero žiackych schopností a absencia čo len jedinej z nich vedie k zlyhaniu. Ide vlastne o slovné matematické úlohy, ktoré vyžadujú od žiakov schopnosť čítať s porozumením a schopnosť utvoriť si z textu predstavu a matematicky ju formulovať, k čomu nevyhnutne potrebujeme aspoň čiastočne rozvinutú schopnosť abstrakcie a predstavivosti.

Didaktická sekvencia

1. Intuitívne zavedenie pojmu rýchlosť na základe žiackych skúseností.
2. Matematický opis rovnomerného pohybu – zavedenie na základe slovného vyjadrenia závislosti prejdenej dráhy.
3. Matematický opis pohybu, riešenie výpočtových úloh.
4. Grafické znázornenie pohybu, zavedenie pojmov priemerná rýchlosť, priemerná rýchlosť časti pohybu.
5. Precvičovanie a prehlbovanie matematických zručností žiakov.

Aktivity

- Zavedenie pojmu rýchlosť
- Zavedenie vzťahu pre dráhu rovnomerného pohybu, ako súčinu rýchlosti a času pohybu
- Riešenie jednoduchých úloh na rovnomerný pohyb
- Riešenie úloh na pohyb skladajúci sa z viacerých sekvencií rovnomerného pohybu prípadne pokoj
- Pojem priemerná rýchlosť, priemerná rýchlosť časti pohybu, zavedenie na základe grafického znázornenia pohybu
- Analýza a riešenie úloh zadaných graficky

NM 3.8 – Na zmenu smeru pohybu telesa je nutná nenulová výslednica síl, ktorá je kolmá, prípadne šikmá na smer pohybu telesa.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Analýza príčin krivočiarych pohybov, vrátane pohybu po kružnici vyžaduje náročné abstraktné myšlienkové operácie. Kvôli tomu ju navrhujeme zaradiť do vyučovania až na strednej škole tak, ako je u nás zaužívané. Na základnej škole vidíme príležitosť iba na prvotné oboznámenie žiakov s tým, že aj za zme-

nou smeru pohybu je silové pôsobenie. Je nutné žiakom zdôrazňovať, že za každé silové pôsobenie je zodpovedný objekt, ktorý danú silu vyvolal.

Ak sa pozrieme na históriu, poriadok v pojmoch opisujúcich príčiny pohybu nebeských telies po kružnici, ako Mesiaca okolo Zeme a Zeme okolo Slnka urobil Newton. Predpokladal, že z prírodnej povahy tá istá sila, čo priťahuje telesá nadol k Zemi, napríklad padajúci kameň (alebo jablko?) spôsobuje aj zakrivenie trajektórie Mesiaca. V prípade jablka gravitačná sila spôsobí jeho pád na Zem, v prípade Mesiaca gravitačná sila spôsobí zakrivenie jeho pohybu, trajektórie. Túto silu Newton nazval gravitácia. Na Mesiac pôsobí svojou gravitačnou silou Zem. Táto gravitačná sila je (ak neuvažujeme pôsobenie Slnka) jedinou silou, ktorá na Mesiac pôsobí, táto sila priťahuje Mesiac k Zemi, v dôsledku čoho sa Mesiac pohybuje okolo Zeme (v podstate) po kružnici. Gravitačná sila Zeme pôsobiaca na Mesiac je teda dostredivou silou.

Častým problémom v úvahách žiakov je aj zamieňanie odstredivej a dostredivej sily. Na úrovni základnej aj strednej školy navrhujeme nepoužívať pohľad z hľadiska neinerciálnych sústav, a preto nepoužívať (doslova zákaz používať) pojem „odstredivá sila“.

Didaktická sekvencia

1. Uvedomenie si priamej súvislosti krivočiareho pohybu so silovým pôsobením na teleso, ktoré sa pohybuje.

Aktivity

- Pozorovanie ocelevej guľôčky, ktorá zmení smer pohybu vplyvom silového pôsobenia pomocou permanentného magnetu
- Pozorovanie pohybu guľôčky, ktorú roztočíme na špagáte a následne pustíme – sledovanie smeru jej pohybu počas toho, ako sa pohybuje po kružnici zavesená na špagáte, ako aj po uvoľnení špagátu
- Štúdium silového pôsobenia pri pohybe Mesiaca okolo Zeme, pri pohybe električky v zákrute

4. kľúčová téza

Celkové množstvo energie vo Vesmíre je vždy rovnaké, ale energia môže byť transformovaná, ak sa veci zmenia alebo ak zmenu vyvolajú.

NM 4.1 – Teplo sa prenáša z telesa teplejšieho na teleso chladnejšie. Prenos energie medzi časticami telies prebieha až po tepelnú rovnováhu.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Prenos tepla, premeny skupenstva nedokážeme opísať zákonmi mechaniky, pretože sa musíme zaoberať interakciou telies, presnejšie častíc medzi telesami a používať pritom pojmy ako vnútorná energia, teplo, teplota. Tento pohľad nazývame termodynamický. V inom pohľade môžeme na spomenuté javy, interakcie pozeráť ako na súbor atómov, molekúl a prístup k vysvetleniu javov vedie cez molekulovú a štatistickú fyziku. Oba prístupy sa pri štúdiu javov vhodne dopĺňajú a oba sa pri ich vysvetľovaní v školskej fyzike v zjednodušenej podobe používajú.

Pojmy teplo a teplota žiakom často interferujú, podobne ako v histórii vývoja názorov na spomenuté pojmy, nedokážu ich obsah zásadne rozlíšiť. Preto je vhodné zaoberať sa aj historickým vývojom názorov na teplo, teplotu. Žiaci podobne ako v teórii kalorika sa pridŕžajú predstavy, že teplo je látka, ktorú možno prelievať z jedného telesa na iné.

Preto je dôležitá znalosť historických vyvrátení teórie kalorika Rumfordom a Davym. Dôležitý je predovšetkým ich objav, že teplo nie je látka obsiahnutá medzi molekulami, ale „teplo je druh pohybu“. V spomenutom výroku, na ktorom sa Rumford a Davy zhodli, sa odráža jednak mechanický pohyb (vrtanie do hlavne dela a produkovanie tepla, či trenie kociek ľadu o seba), ale môžeme mať na zreteli pohyb častíc.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenia, že zohrievaním sa mení vnútorná energia napr. uzavretého plynu v nádobe.
2. Empirické zistenia, že pri zlievaním horúcej a studenej vody vieme odhadnúť výslednú teplotu.

Aktivity

- Pozorovanie výmeny tepla v aparátúre podobnej Galileiho termoskopu
- Zisťovanie výslednej teploty pri zmiešavaní horúcej a studenej vody

NM 4.2 – Prenos tepla medzi telesami pri tepelnej výmene závisí od viacerých faktorov. Medzi faktory patrí – druh látok, z ktorých telesá pozostávajú, tepelný rozdiel medzi telesami, u ktorých dochádza k výmene tepla a ich hmotnosti.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Pri skúmaní javov súvisiacich s teplom musíme vychádzať so zákona zachovania energie – energia sa nemôže stratiť, môže iba zmeniť svoju formu. V termodynamike ho nazývame prvý zákon termodynamiky. Ak na sústave vykonáme prácu, alebo jej dodáme teplo, musí sa to prejaviť na jej vnútornej energii. V termodynamike platí, že energiu možno „uskaladniť“ do vnútornej energie telesa. Ak hovoríme o výmene tepla, nie sme presní a takéto vyjadrenie pripomína teóriu kalorika, kde vystupuje fluidum. Teplo je vlastne práca, ktorá sa vykoná a uloží v podobe vnútornej energie.

V téme chceme prísť so žiakmi ku vzťahu pre výpočet tepla a pomocou aktivít, hlavne meraní a vyhodnocovaní výsledkov merania, by mal žiak vzťah objaviť sám.

Z výsledkov testovania sa ukazuje, že žiaci nedostatočne chápu pojem hmotnostná tepelná kapacita a termodynamická rovnováha.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenia faktorov, od ktorých závisí výmena tepla medzi horúcim kovom a vodou.
2. Hmotnostná tepelná kapacita a výpočet tepla.

Aktivity

- Meranie výslednej teploty pri výmene tepla medzi kovom a vodou
- Analýza výsledkov merania a odvodenie vzťahu pre výpočet tepla

NM 4.3 – Pri tepelnej výmene medzi telesami môže nastať premena skupenstva látky, kedy dochádza k zmene v usporiadanosti častíc.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Téma premeny skupenstva sa spája so štruktúrou a vlastnosťami látok. Pri vysvetlení javov premeny skupenstva sa opierame o fakt, že väčšina látok okolo nás a v celom vesmíre sa skladá prižne zo stovky rôznych druhov atómov. Niekedy sa niekoľko druhov atómov spája do molekúl, ktoré sú stavebnými prvkami danej látky. Vlastnosti látok, ktoré sa prejavujú aj pri premenách skupenstva, ovplyvňuje silové pôsobenie medzi jednotlivými atómami či molekulami. Už samotná štruktúra molekuly vody a vzájomné silové pôsobenie medzi molekulami má zložité vysvetlenie a rovnako premeny skupenstva vody sú zložité na vysvetľovanie predovšetkým žiakom základnej školy. Narážame vo vysvetleniach na silné a slabé kovalentné väzby, vodíkovú väzbu, vodíkový mostík. Z fyzikálneho hľadiska sme v oblasti kvantovej mechaniky.

Najčastejšie chybné predstavy žiakov sa dotýkajú interpretácie grafov zachytávajúcich premenu skupenstva látky. Konštantná závislosť v čiare grafu sa žiakom pri premene skupenstva nespája s narušením/vznikom väzieb. Rovnako sa vo vyučovaní pomerne zložito buduje predstava o vnútornej energii látok, a to najmä na základnej škole.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenia, že zohrievaním alebo ochladzovaním látky môže dôjsť k premene jej skupenstva. Zaznamenaním nameraných údajov teploty a času pri premene skupenstva do grafu, časť číary grafu vykazuje konštantnú závislosť.
2. Empirické zistenia, že vyparovanie a var majú niektoré znaky identické. Rozdielne znaky v porovnávaných javoch vedú k definícii varu.
3. Empirické zistenie, že topenie a tuhnutie sú dva vratné procesy.

Aktivity

- Sledovanie faktorov vplývajúcich na vyparovanie vody
- Zisťovanie rozdielu medzi varom a vyparovaním vody pri izbovej teplote
- Pozorovanie priebehu topenia ľadu v balóne
- Pozorovanie priebehu topenia a tuhnutia tiosíranu sodného

NM 4.4 – Niektoré zdroje energie sú obnoviteľné (slnčná, veterná, geotermálna) a iné neobnoviteľné (fosílna palivá). Najdôležitejším zdrojom energie pre Zem je Slnko, dopadajúce slnečné žiarenie na našu Zem je merateľné v podobe tepla.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Náš najväčší zdroj energie je Slnko. Slnko je plynová guľa, ktorá vznikla pred 4,6 miliardami rokov. Bez neho by nebol na Zemi život, vietor ani voda. Slnko je zložené najmä z vodíka a hélia. V jeho strede je obrovský tlak a teplota okolo 15 miliónov stupňov Celzia. Atómy vodíka sa pod vplyvom vysokej teploty a tlaku navzájom zlučujú, pričom vzniká hélium. V priebehu týchto chemických reakcií sa uvoľňuje veľké množstvo energie. Šírenie energie z jadra Slnka až k jeho povrchu trvá tisíce rokov. Túto energiu vysiela Slnko vo forme rozličných druhov žiarenia a len časť je vo forme viditeľného svetla.

Okolo 30 % energie, ktorú Slnko vysiela smerom k Zemi, sa odrazí od povrchu atmosféry. Atmosférou je pohltých 17,4 % energie. Na zohriatie kontinentov a morí pripadá teda 47,4 % energie zo Slnka.

Energia zo Slnka dopadajúca na Zem je podmienkou pre život rastlín a živočíchov, vplýva na počasie a podnebie na Zemi.

Pri dopade slnečného žiarenia na listy zelených rastlín sa uskutočňuje v ich tele biochemický proces fotosyntéza. Vieme, že na fotosyntézu rastlina využije 1 % absorbovaného žiarenia, ktoré sa nachádza v oranžovo-červenej časti spektra, a tiež to, že sa pri nej premieňa svetelná energia na chemickú. Tomuto procesu vďačíme aj za vznik fosílnych palív, ako je rašelina a uhlie.

Didaktická sekvencia

1. Získavanie informácií o energii v prírode, energii zo Slnka.
2. Empirické skúmanie vlastností slnečného žiarenia, svetla a tepla.

Aktivity

- Zisťovanie hodnoty tepla, ktoré vyprodukuje slnečné žiarenie pri dopade na zemský povrch
- Tvorba modelu slnečného kolektora na získanie teplej vody

NM 4.5 – Rôzne formy energie (svetelné žiarenie, pohybová energia) možno premeniť na teplo. Existuje vzťah medzi tepelnou energiou a konaním práce.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Tvrdeniu Jamesa Joula o vzťahu medzi vykonanou prácou a teplom predchádzal pred viac ako 150 rokmi pokus, ktorým zmeral, o koľko sa zohreje voda, keď jej prácou dodáme energiu.

Joulovo zariadenie pozostávalo z nádoby na vodu, v ktorej sa otáčalo koleso s lopatkami. Pri otáčaní kolesa sa v nádobe vírila voda, čím sa zohrievala. Olovené závažia na oboch stranách hrnca zostupovali pôsobením gravitačnej sily nadol a z hmotnosti závažia bolo možné vypočítať silu, ktorá konala prácu. Zmerala sa dráha, po ktorej sa závažia pohybovali, a tak vedel Joule určiť vykonanú prácu.

Častou chybou vo vyučovaní fyziky je oznámenie faktu, že na zohriatie vody o 1 °C je potrebné dodať vode 4,18 J energie. Aktivitou s Joulovým pokusom sa modeluje cesta ako sa k hodnote 4,18 prišlo. Pokus a následné meranie by malo u žiakov vytvoriť predstavu o vzťahu medzi vykonanou prácou a teplom. Aktivita je vhodná až po zavedení vzťahu pre výpočet mechanickej práce a tepla.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenie, že vykonaná práca a vzniknuté teplo spolu súvisia. (Mechanický ekvivalent tepla.)

Aktivita

- Joulov pokus a výpočet tepla

NM 4.6 – Medzi polohovou a pohybovou energiou dochádza k ich transformácii. V izolovanej sústave sa celková energia zachováva.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Keď dvíhame loptičku zo zeme do určitej výšky, konáme prácu, začne sa pohybovať. Vykonaná práca spôsobila, že lopta získala polohovú energiu. Ak loptičku z tejto výšky pustíme, pohybuje sa smerom nadol. Jej polohová energia sa mení na energiu, ktorú má pri pohybe.

Klinec zatĺkame tak, že udierame naň kladivom a klinec vniká do dreva. Pohybová energia kladiva sa mení na prácu. Kladivo pôsobí silou a posúva klinec po určitej dráhe. Práca, ktorú kladivo vykoná je mierou jeho pohybovej energie.

Čím väčšiu rýchlosť bude mať udierajúce kladivo, tým hlbšie vnikne klinec dovnútra dreva, a teda aj tým väčšiu prácu vykonáme. Tiež by sme mohli urobiť experiment a pracovať s kladivami s rôznou hmotnosťou. Pri tej istej rýchlosti pohybu vykoná ťažšie kladivo väčšiu prácu.

Pohybová energia telesa závisí od rýchlosti, ktorou sa pohybuje, a od jeho hmotnosti.

Zo skúsenosti vieme, že kamene padajúce z väčšej výšky nad povrchom zeme sú veľmi nebezpečné, môžu napr. poškodiť karosériu auta. Lavína, padajúca zo svahu, môže lámať stromy, voda zadržaná priehradou v určitej výške padá na kolesá turbíny a vyrába elektrickú energiu. Každé teleso, ktoré je v určitej výške nad povrchom zeme, pri zostupe nadol môže konať prácu, pretože má polohovú energiu, ktorej mierou môže byť vykonaná práca.

Jednoduchým experimentom možno ukázať, ako súvisí polohová energia telesa s vykonanou prácou. Možno si predstaviť jednoduchý pokus, v ktorom kovové guľky padajú do piesku.

Guľku zdvihneme do určitej výšky h nad tácku s pieskom, a pritom vykonáme prácu

$$W = m g h.$$

Výšku h , v ktorej sa teleso nachádza meriame vždy od určitej vodorovnej roviny pod telesom, a preto aj polohovú energiu telesa vzťahujeme vždy k určitej rovine.

Konaním práce sme prekonávali silu, ktorá pôsobí na guľku v gravitačnom poli Zeme. Guľka nadobudla polohovú energiu, ktorá je rovnako veľká ako vykonaná práca. Ak guľku pustíme, pádom z výšky vyhlbí do piesku „kráter“, koná prácu.

Kráter bude tým hlbší, čím budeme guľku púšťať z väčšej výšky, prípadne, čím bude mať guľka väčšiu hmotnosť.

Didaktická sekvencia

1. Vzájomná premena polohovej a pohybovej energie. Zákon zachovania mechanickej energie.

Aktivita

- Overenie vzťahu medzi prácou, polohovou a pohybovou energiou pomocou gumenej loptičky

NM 4.7 – Elektrická energia sa transformuje na teplo a iné druhy energie. V spotrebičoch dochádza k neželateľným stratám energie. Niektoré zdroje elektrickej energie využívajú chemickú energiu.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Vo veľkej skupine elektrospotrebičov sa premieňa elektrická energia na tepelnú energiu. Medzi tzv. malé tepelné spotrebiče patrí elektrický varič, kávovar, žehlička či elektrický infražiarič. Túto premenu energie obyčajne zabezpečuje odporová špirála, súčiastka, ktorá kladie elektrickému prúdu veľký odpor. Napr. elektrický infražiarič má ako zdroj tepla keramické teliesko z kremennej taveniny alebo kovovú rúrku zatavenú odporovou špirálou.

Pri meraniach a zapájaniach elektrických obvodov v školskej praxi sa žiaci často stretávajú so žiarovkou, v ktorej sa elektrická energia mení na svetlo. Svetelní technici tvrdia, že napriek tomu, že od vzniku Edisonových uhlíkových žiaroviek uplynulo viac ako 130 rokov, stále nemôžeme byť spokojní so stratami

elektrickej energie pri jej premene na svetlo. Pokiaľ prvé používané žiarovky využili pri premene energie na svetlo 2 % z dodanej elektrickej energie a 98 % bolo bez úžitku, volfrámové žiarovky to zlepšili len o málo (4 – 6 %). Ani najmodernejšie svetelné zdroje, ako žiarivky, sodíkové výbojky či halogénové výbojky, nedokážu z privedenej elektrickej energie využiť na svetlo viac ako 30 %. Zdá sa, že viac ako 70 % tepelnej straty energie je dodnes sprievodným javom každého svetelného zdroja.

Je dôležité, aby sa žiaci na vyučovaní fyziky oboznámili a nadobudli aj priame skúsenosti s výrobou vybraných zdrojov napätia, ako aj ich historickým vývojom. Galvaniho pokusy so „živočíšnou elektrinou“ zapôsobili na A. Voltu, a ten sa pustil do ich skúmania. Zistil, že príčinou krátkotrvajúceho elektrického prúdu v žabích svaloch nie je nič iné, ako sústava vodičov – kovov (železa a medi) a vodivej tekutiny v svalovej hmote. Volta pri svojich pokusoch objavil, že ak priložíme k sebe, kontaktujeme, dva správne vybrané kovy, získame „kontaktnú elektrinu“. A tak v r. 1799 skonštruoval dlhodobý zdroj elektrickej energie, nazvaný Voltov stĺp, ktorý mu spolu s ďalšími objavmi priniesol svetovú slávu.

Odvtedy sa vo výrobe zdrojov elektrického napätia, aj chemických zdrojov, veľa zmenilo.

Pri pokusoch sa v školskej praxi používajú chemické zdroje elektrického napätia – galvanické články. Napätie na elektródach vzniká ako dôsledok chemických reakcií medzi elektródami a elektrolytom.

V náramkových hodinkách, ale aj v kalkulačkách, sa používajú články v tvare gombíka. Výhodou týchto článkov sú malé rozmery, a preto sú vhodné do prenosných spotrebičov. Ich elektródy môžu byť strieborno – zinkové, elektrolytom je hydroxid draselný, alebo sú články ortuťové, vhodné práve do kalkulačiek.

Články a batérie patria medzi odpady nebezpečné pre životné prostredie, pretože obsahujú zdravie škodlivé látky.

Elektrický článok, ktorého napätie možno obnoviť, sa nazýva akumulátor. Najčastejšie používaným akumulátorom je olovený akumulátor. Obe jeho elektródy sú z olova a elektrolytom je kyselina sírová. Nabitý akumulátor má kladný pól zdroja pokrytý oxidom olovičitým, a to vytvára medzi elektródami napätie. Elektrické napätie akumulátora je 2,4 V.

Batéria olovených akumulátorov, najčastejšie 6 článkov, sa používa ako zdroj napätia v automobiloch. V priebehu chodu automobilu sa batéria dobíja.

V malých prenosných zariadeniach, ako je walkman, mobilný telefón, notebook atd., sa používajú niklo-kadmiové akumulátory.

Chemické zdroje napätia – galvanické články sa skladajú z kovových elektród, medzi ktorými je vodivé prostredie – elektrolyt. Zdroje s vyššou hodnotou elektrického napätia získavame spájaním článkov za sebou.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenia, že dochádza v elektrických spotrebičoch k premenám energie na iné druhy.
2. Empirické zistenia, že chemické zdroje fungujú na chemických procesoch, ktoré možno modelovať aj z jednoduchých pomôcok.

Aktivity

- Konštrukcia vlastného zdroja napätia a určenie veľkosti jeho napätia
- Konštrukcia zdroja napätia z jednoduchých pomôcok

NM 4.8 – Pri rozpúšťaní látok sa teplo uvoľňuje alebo spotrebúva. Súvisí to so zložením látky, typom väzby a usporiadaním častíc v rozpúšťanej látke a rozpúšťadle.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Pri problematike súvisiacej s energiou sa učitelia často stretávajú s tým, že žiaci nechápu základné pojmy súvisiace s fyzikou ako sú teplota a teplo. Pri mimoškolskom používaní ich bežne zamieňajú. Výskumy ukazujú, že aj žiaci na strednej škole a v mnohých prípadoch aj študenti vysokej školy ich nerozlišujú.

Tiež sa stretávame z nepochopením rozdielov medzi topením a rozpúšťaním. Napr. „Roztopený cukor sa bude rozpúšťať vo vode, bude mať vlastnosti ako voda. Topenie a rozpúšťanie sú rovnaké. Vápno sa nerozpúšťa, lebo je veľmi tvrdé.“

Ďalšie miskoncepcie súvisia s vplyvom tepla na rozpúšťanie látok. Žiaci majú predstavu, že teplo zvyšuje rozpustnosť všetkých látok. Alebo tiež „teplo nie je nevyhnutné pri rozpúšťaní, ale zvyšuje rýchlosť rozpúšťania.“ Patrí sem aj predstava, že pri rozpúšťaní sa teplo len uvoľňuje, ochladenie nádoby pri rozpúšťaní je pre nich prekvapivé.

Pri rozpúšťaní látok je potrebné sústrediť sa na tri procesy – uvoľnenie iónov z kryštálovej mriežky, prekonanie väzieb medzi molekulami rozpúšťadla a hydratácia (solvatácia), ktoré majú rôzne energetické zafarbenie. Energetické zafarbenie procesu rozpúšťania tuhej látky potom závisí od celkovej zmeny energie.

Didaktická sekvencia

1. Rozpustnosť látok závisí od štruktúry rozpúšťaných látok a rozpúšťadla.
2. Rozpustnosť látok závisí od chemických väzieb, ktoré sa nachádzajú v rozpúšťanej látke a rozpúšťadle.
3. Pri rozpúšťaní látok sa teplo môže uvoľniť alebo spotrebovať.
4. Pri rozpúšťaní kyselín, hydroxidov sa teplo uvoľňuje.
5. Pri rozpúšťaní chloridu sodného sa energia uvoľňuje, ale pri rozpúšťaní tiosíranu sodného sa spotrebuje.
6. Pri rozpúšťaní je potrebné dodať energiu na „rozbitie“ niektorých väzieb v rozpúšťanej látke a rozpúšťadle.
7. Pri hydratácii (solvatácii) vzniknutých iónov sa energia uvoľňuje. Zavedenie pojmu hydratácie (solvatácie).

Aktivity

- Skúmanie rozpúšťania rôznych látok vo vode – kuchynská soľ, cukor, korenie, piesok
- Skúmanie rozpúšťania látok vo vode a etanole – kuchynská soľ, cukor, príp. ďalšie látky
- Skúmanie a meranie zmeny teploty roztoku pri rozpúšťaní kyseliny chlorovodíkovej, hydroxidu sodného, prípadne ďalšie látky, pri ktorých rozpúšťaní sa teplo uvoľňuje
- Skúmanie a meranie zmeny teploty roztoku pri rozpúšťaní tiosíranu sodného a uhličitanu sodného, prípadne ďalšie látky, pri ktorých rozpúšťaní sa teplo spotrebovávajú
- Skúmanie a meranie zmeny teploty roztoku pri rozpúšťaní chloridu sodného, hydroxidu sodného a tiosíranu sodného
- Skúmanie a meranie zmeny teploty roztoku pri rozpúšťaní uhličitanu sodného a dekahydrátu uhličitanu sodného
- Štúdium solvatácie iónov a molekúl použitím vhodnej animácie

NM 4.9 – Pri chemických reakciách dochádza k zmenám väzieb v zlúčeninách, preto okrem premeny látok dochádza aj k energetickým zmenám, najčastejšie vo forme tepla.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

S akýmsi energetickým efektom chemických reakcií prichádzajú žiaci do kontaktu od úvodných hodín chémie, keď učitelia chcú žiakov motivovať použitím „horiacich“ efektných pokusov. Napriek tomu, že sa žiaci na hodinách chémie a fyziky oboznamujú s rôznymi formami energie – zvuk, svetlo, pohyb alebo tiež vznik napätia, teplo zostáva najdôležitejším prejavom energetických premien, ktoré je možné pozorovať súčasne s premenou látok počas chemickej reakcie.

Z historického hľadiska zohráva dôležitú úlohu medzi energetickými zmenami horenie. A tiež z hľadiska toho, že je najbližšie procesom prebiehajúcim v bežnom živote, žiaci s ním majú veľa skúseností. Je tiež dôležité pre spoločnosť – palivá. Aj z týchto dôvodov žiaci veľmi často uvádzajú uvoľňovanie tepla ako charakteristický prejav chemickej reakcie. Najtypickejšie reakcie používané vo vyučovacom procese sú horenie horčička, termický rozklad cukru, horenie sviečky, horenie vodíka a oxidácia medeného pliešku v plameni.

Teplo ako prejav zmien uskutočnených počas chemickej reakcie súvisí so zmenou väzieb v zlúčeninách reaktantov a produktov.

Výskumy ukazujú, že žiaci na základnej škole si myslia, že tvorba väzieb vyžaduje dodať energiu a pri rozbíjaní väzieb sa energia uvoľňuje. Je to možné vysvetliť tým, že v makrosвете je často potrebné vynaložiť energiu na „postavenie“ niečoho. Ďalšie vysvetlenie pochádza z biológie, kde sa žiaci učia, že rozkladom potravy získavame energiu. Tiež je všeobecne rozšírený názor, že energia sa uvoľňuje z palív.

Ako sa ukazuje, táto predstava pretrváva aj v predstavách stredoškolských a vysokoškolských študentov. Túto myšlienku upevňuje tiež napríklad tvrdenie z biochémie, že ATP obsahuje energeticky bohaté väzby. Vedie to u študentov k predstavám, že energia je ukladaná v chemických väzbách a ich porušenie produkuje energiu.

Použitie energetických diagramov, ktoré znázorňujú premeny energie v priebehu chemickej reakcie podľa niektorých autorov vedie k nesprávnej predstave, že aktivačná energia je rovná energii, ktorá je potrebná na rozbitie všetkých väzieb v molekulách reaktantov.

Na vyšších stupňoch škôl nachádzame veľké množstvo miskoncepcií súvisiacich s entalpiou reakcií, entropiou a Gibbsovou energiou a tiež zákonom zachovania energie. Veľa študentov nerozlišuje význam pojmov teplo, entalpia a energia.

Didaktická sekvencia

1. Pri chemických reakciách dochádza k energetickým zmenám.
2. Uvoľňovanie alebo spotrebovanie tepla závisí od chemických väzieb, ktoré sa nachádzajú v reaktantoch a produktoch.
3. Príklady reakcií, pri ktorých sa teplo uvoľňuje – reakcie kyselín a zásad, reakcie niektorých kovov s vodou, reakcie niektorých kovov s kyselinami alebo zásadami.
4. Príklady reakcií, pri ktorých sa teplo spotrebovávajú.
5. Na „rozbitie“ väzieb je potrebné dodať energiu.
6. Pri vytváraní nových väzieb sa energia uvoľňuje.
7. Čo všetko môže vplývať na množstvo uvoľneného alebo spotrebovaného tepla?

Aktivity

- Meranie zmeny teploty roztoku pri reakcii kovu s roztokom kyseliny (napr. Mg so zriedeným roztokom kyseliny chlorovodíkovej alebo kyseliny sírovej)
- Meranie zmeny teploty roztoku pri reakcii alkalického kovu s vodou
- Meranie zmeny teploty roztoku pri reakcii roztoku kyseliny s roztokom zásady (kyselina chlorovodíková s hydroxidom sodným, draselným, kyselina citrónová s uhličitanom vápenatým...)
- Meranie zmeny teploty roztoku pri reakcii kyseliny citrónovej s hydrogenuhličitanom sodným
- Meranie zmeny teploty roztoku pri reakcii oxidu vápenatého s kyselinou chlorovodíkovou
- Štúdium tepelného efektu reakcie roztoku kyseliny s roztokom hydroxidu; Skúmanie vplyvu rôznych kyselín a zásad na zmenu teploty výsledného roztoku
- Štúdium tepelného efektu reakcie roztoku kyseliny chlorovodíkovej a roztoku hydroxidu sodného; Skúmanie vplyvu zmeny koncentrácie a (alebo) objemu použitých reaktantov na zmenu teploty výsledného roztoku

NM 4.10 – Energiu uvoľnenú alebo spotrebovanú pri chemických reakciách nazývame tepelné sfarbenie reakcie. Podľa toho, či sa teplo uvoľňuje alebo spotrebuje, hovoríme o exotermických alebo endotermických reakciách.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Aj táto časť obsahu chémie je sprevádzaná prítomnosťou miskoncepcií vo vedomostných štruktúrach žiakov. Didaktickou verejnosťou sú všeobecne prijímané predovšetkým tieto:

- Spájanie energetických zmien chemických reakcií výlučne s tepelným sfarbením.
- Nesprávne ukotvenie konceptov energia, teplo, teplota, – často vyplýva z prenesenia bežných významov slovných spojení v živote do „exaktného chápania“ – bežne povieme „vonku je teplo“, hoci myslíme vonku je vysoká teplota.

- Chybné chápanie energetickej stránky vytvorenia, respektíve rozbitia väzby – „na vytvorenie väzby je potrebná energia“ (analógia z bežného života, na vytvorenie niečoho je potrebné dodať energiu).
- Spájanie energetického efektu reakcie len s jedným fenoménom, a nie s celou chemickou reakciou – „energiu z cukrov získame pri metabolizme rozbitím energeticky bohatých väzieb v cukroch“, nie premenou molekúl sacharidov na reakčné produkty.
- Energiu z palív získame tým, že sa „stratí“ časť hmotnosti palív („popol je ľahší ako drevo, ktoré sme spálili“) – ignorovanie zákona zachovania hmotnosti.
- Nesprávna identifikácia, či ide o exo- alebo endotermický dej, vyplývajúca z nesprávneho konceptuálneho ukotvenia aktivačnej energie vo vedomostnej štruktúre žiakov. Napríklad – „oxidácia medi na povrchu medeného plechu po vložení do plameňa je endotermická reakcia“.

Didaktická sekvencia

1. Chemické premeny sú sprevádzané uvoľnením alebo spotrebovaním energie.
2. Formy energie sprevádzajúce chemické reakcie.
3. Najbežnejšie vnímame energetické zmeny chemických reakcií ako uvoľnenie alebo spotrebovanie tepla.
4. Spotrebu alebo uvoľnenie tepla indikuje zmena teploty.
5. Súvis medzi energiou, teplom a teplotou.

Aktivity

- Vyhľadávanie informácií o uvoľňovaní respektíve spotrebovaní energie pri chemických dejoch a reakciách v internetových zdrojoch
- Identifikovanie rôznych foriem energie, ktoré sprevádzajú chemické reakcie:
 - horenie metánu – svetelná energia, tepelná energia
 - výbuch zmesi vodíka a vzduchu – tepelná, svetelná a akustická energia
 - reakcia draslíka s vodou – tepelná, svetelná a pohybová energia
 - neutralizačná reakcia – kyselina chlorovodíková a hydroxid sodný – tepelná energia
 - zostavenie galvanického článku a svietenie žiarovky – elektrická energia
 - elektrolýza vody – elektrická energia
- Zisťovanie množstva tepla uvoľneného pri neutralizačnej reakcii

NM 4.11 – Tepelné javy sprevádzajúce chemické reakcie využívame v živote. Chemické reakcie môžu byť zdrojom tepelnej energie (napríklad horenie), v niektorých prípadoch musíme na uskutočnenie chemických dejov dodávať teplo (napríklad varenie vajíčka), v iných musíme vznikajúce teplo odvádzať (chladenie spaľovacieho motora). Produkovanie alebo spotreba energie chemickými reakciami v živých organizmoch je základný predpoklad a prejav existencie života.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

V tomto prípade sú samozrejme miskoncepce žiakov totožné s tými, ktoré sú uvedené pri predchádzajúcej nosnej myšlienke (NM 4.10).

Spájanie energetických zmien chemických reakcií výlučne s tepelným sfarbením.

Nesprávne ukotvenie konceptov energia, teplo, teplota, – často vyplýva z prenesenia bežných významov slovných spojení v živote do „exaktného chápania“ – bežne povieme vonku je teplo, hoci myslíme vonku je vysoká teplota.

Chybné chápanie energetickej stránky vytvorenia, respektíve rozbitia väzby – „na vytvorenie väzby je potrebná energia“ (analógia z bežného života, na vytvorenie niečoho je potrebné dodať energiu).

Spájanie energetického efektu reakcie len s jedným fenoménom, a nie s celou chemickou reakciou – „energiu z cukrov získame pri metabolizme rozbitím energeticky bohatých väzieb v cukroch“, nie premenou molekúl sacharidov na reakčné produkty.

Energiu z palív získame tým, že sa „stratí“ časť hmotnosti palív (popol je ľahší ako drevo, ktoré sme spálili) – ignorovanie zákona zachovania hmotnosti.

Nesprávne identifikovanie, či ide o exo- alebo endotermický dej, vyplývajúce zo zlého konceptuálneho ukotvenia aktivačnej energie vo vedomostnej štruktúre žiakov. Napríklad – „oxidácia medi na povrchu medeného plechu po vložení do plameňa je endotermická reakcia“.

Didaktická sekvencia

1. Horenie ako zdroj energie v praktickom živote.
2. Uvoľnenie alebo spotreba energie ako jeden z dopadov technicky dôležitých chemických reakcií.
3. Transformácie energie spojené s chemickými reakciami v živote a technickej praxi.
4. Chemické aspekty transformácie energie v živých organizmoch.

Aktivity

- Vyhľadávanie potrebných informácií v internetových zdrojoch a ich aplikácia na výpočet množstva energie potrebnej na zohriatie sto mililitrov vody o desať stupňov plameňom liehového kahanu
- Vyhľadávanie potrebných informácií v internetových zdrojoch o spaľovacích teplotách niektorých prírodných látok
- Realizácia projektu na tému Moderné aplikácie chemických reakcií ako zdroj a uchovávanie energie
- Vyhľadávanie potrebných informácií v internetových zdrojoch súvisiacich s transformáciou energie v živých organizmoch

NM 4.12 – Prechod elektrického prúdu taveninami a roztokmi vyvoláva chemické reakcie. Dochádza pri tom k vzájomnej premene elektrickej a chemickej energie. Tento jav možno využiť v praxi na výrobu látok (napríklad hliník) alebo čistenie látok (napríklad meď).

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Pri vyučovaní elektrochemických článkov je dôležité sústrediť pozornosť hlavne na nasledujúce koncepty: oxidačné číslo, elektrolyt, elektróda, polreakcia (alebo reakcia na jednej elektróde), príp. rozdiel potenciálov. Pričom mnohé uvedené pojmy môžu mať viac významov, ktoré v školskej praxi učitelia používajú a plynulo zamieňajú pri sprístupňovaní učiva. Ako príklad môžeme uviesť pojem elektróda. Z opisného hľadiska chápeme pojem elektróda ako tyčinku z kovu, napr. zinku. Avšak používame aj časticový význam – zinková tyčinka odovzdáva elektróny a „rozpúšťa“ sa v roztoku. Takéto používanie rôznych významov je pre žiakov mätúce a dochádza k vytváraniu mylných predstáv.

Pre správne pochopenie chemických dejov, ktoré prebiehajú v elektrochemických článkoch je potrebné, aby žiaci chápali základné pojmy súvisiace s oxidačno-redukčnými reakciami: oxidácia, redukcia, oxidačné a redukčné činidlo, prenos elektrónov, oxidačné číslo.

Mnohí žiaci, vychádzajúc z pojmu oxidácie – podľa predpony ox-, chápu redoxné reakcie ako reakcie, v ktorých vždy reaguje kyslík.

Oxidácia a redukcia môžu byť, hlavne na základných školách, definované viacerými spôsobmi:

1. ako prijímanie alebo uvoľňovanie kyslíka – opisný význam,
2. ako prijímanie alebo odovzdávanie elektrónov – časticový význam,
3. ako prijímanie alebo odovzdávanie vodíka – hlavne v organickej chémii,
4. ako zmena oxidačného čísla.

Najčastejšie sa vyskytujúce miskoncepce z oblasti redoxných reakcií a elektrolýzy sú:

- Žiaci nevnímajú oxidáciu a redukciu ako procesy prebiehajúce súčasne. Napr. reaktanty sa oxidujú a produkty sa redukujú.
- Žiaci majú problém s pochopením významu oxidačného čísla a jeho výpočtu. Napr. „oxidačné číslo určuje, koľko látok sa oxiduje alebo koľkokrát sa môže daná látka oxidovať.“ Žiaci tiež uvádzajú, že je možné určiť oxidačné číslo viacatómových molekúl alebo iónov. Ďalšou miskonceptiou, ktorá sa pomerne často vyskytuje u žiakov je predstava, že oxidačné číslo má nemennú hodnotu.

- Žiaci nevedia určiť, či ide o redoxnú reakciu. Často považujú za redoxnú reakciu iba tú, kde sa nachádzajú ióny s nábojmi, a teda môžu sledovať akýsi prenos elektrónov.
- Ak použijeme pri elektrolýze dve rovnaké elektródy, na oboch budú prebiehať rovnaké reakcie.
- Žiaci majú problém s predpovedaním produktov, ktoré budú vznikať na jednotlivých elektródach, pretože majú predstavu, že „voda sa nezúčastňuje reakcií, ktoré prebiehajú v roztokoch“. Tiež si myslia, že nie je možné určiť, ktorá redoxná reakcia bude prebiehať, ak sa nachádza v roztoku viac rôznych iónov a teoreticky by mohlo prebiehať viac reakcií na danej elektróde.

Didaktická sekvencia

1. Roztoky a taveniny iónových zlúčenín (solí) vedú elektrický prúd. Sú to elektrolyty.
2. Prechod elektrického prúdu taveninami a roztokmi vyvoláva chemické reakcie. Dochádza pri tom k vzájomnej premene elektrickej energie na chemickú energiu.
3. Zavedenie pojmu elektrolýza a elektróda – katóda a anóda.
4. Ióny sa pohybujú k elektródam, ktoré sú opačne nabité.
5. Štúdium elektrolýzy – polreakcie.
6. Pri elektrolýze sa na katóde vylučujú kovy, čo využívame pri výrobe kovov, napr. hliník.
7. Pokovovanie– ochrana neušľachtilých kovov.

Aktivity

- Skúmanie vodivosti tuhej kuchynskej soli, roztoku kuchynskej soli, vody, roztokov iónových zlúčenín, príp. ovocia a zeleniny
- Štúdium pohybu farebných iónov (Cu^{2+} , MnO_4^-) na vlhkom filtračnom papieri
- Skúmanie elektrolýzy jodidu zinočnatého
- Skúmanie výroby hliníka elektrolýzou z roztoku síranu hlinitého
- Skúmanie elektrolýzy vody (s prídavkom uhličitanu sodného) v jednoduchej aparátúre aj so zachytávaním vznikajúcich plynov a s odhadom pomeru vznikajúceho množstva vodíka a kyslíka
- Štúdium elektrolýzy pomocou vhodnej animácie
- Realizácia projektu na tému využitia elektrolýzy v priemysle

NM 4.13 – Vzájomná premena chemickej a elektrickej energie sa uskutočňuje aj v galvanických článkoch a elektrických akumulátoroch, sú zdrojom a spôsobom uchovávaní elektrickej energie.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Pri sprístupňovaní témy galvanických článkov je potrebné sústrediť pozornosť hlavne na predchádzajúce správne pochopenie pojmov súvisiacich s redoxnými reakciami a elektrochémiou ako elektrolyt, elektróda, polreakcia (alebo reakcia na jednej elektróde), príp. rozdiel potenciálov na vyššom stupni škôl. Tiež nachádzame veľa nepresností pri definovaní rovnakých pojmov v chémii a fyzike. Z nesprávneho pochopenia vyplýva veľké množstvo miskoncepcií vyskytujúcich sa v tejto téme.

- Ako najčastejšie sa vyskytujúcu žiacku predstavu uvedieme, že voľné elektróny „plávajú“ cez elektrolyt, prípadne „preskakujú“ z jedného iónu na druhý.

Ďalším problematickým pojmom je sol'ný mostík. Žiaci sú zvyčajne oboznámení s tým, že sol'ný mostík zabezpečuje „vodivé spojenie“ dvoch elektrolytov.

- V mnohých prípadoch žiaci uvádzajú, že je možné zameniť sol'ný mostík kovovým vodičom. Tento fakt vyplýva z toho, že zvyčajne učitelia venujú veľkú pozornosť reakciám prebiehajúcim na rozhraní elektróda/elektrolyt, ale čo sa deje (ne deje) na rozhraní elektrolyt/sol'ný mostík nie je spomenuté.
- V iných odpovediach žiakov nachádzame miskoncepciu, že sol'ný mostík poskytuje elektróny do elektrického obvodu alebo katióny v sol'nom mostíku prenášajú elektróny z jedného polčlánku na druhý.

Ďalšie problémy nachádzame pri určovaní katódy a anódy v galvanickom článku.

- Žiaci majú predstavu, že je jedno na ktorú elektródu pripoja kladný a záporný pól voltmetra.

Miskoncepce, ktoré sa nám nepodarí eliminovať na základnom stupni, sa v mnohých prípadoch môžu podpísať na vzniku ďalších vo vyšších stupňoch vzdelávania. Napríklad:

- Výpočet elektródových potenciálov. Študenti majú predstavu, že hodnota elektródového potenciálu nezávisí od koncentrácie elektrolytu.
- Výpočet elektromotorického napätia daného článku. Študenti často nechápu význam zavedenia štandardnej elektródy a že „znamienko“ elektródového potenciálu závisí od elektropozitivity alebo negativity druhého polčlánku.

Didaktická sekvencia

1. Produktom chemických reakcií môže byť elektrická energia.
2. Zavedenie pojmu galvanický článok a sol'ný mostík. Význam sol'ného mostíka v galvanickom článku.
3. Na elektródach galvanického článku prebiehajú redoxné reakcie (polreakcie).
4. Zn elektróda sa „rozpúšťa“ v roztoku a na Cu elektróde sa vylučuje Cu. Ak sa spotrebujú všetky Cu^{2+} ióny v roztoku, článok sa vybije.
5. Galvanické články, ktoré je možné opätovne nabíjať nazývame akumulátory. Napr. olovený akumulátor – batérie v autách, autá s elektrickým pohonom...
6. Bezpečná likvidácia batérií a akumulátorov.

Aktivity

- Skúmanie a meranie napätia s použitím ovocia a zeleniny (citrón, uhorka, zemiak...)
- Skúmanie a meranie napätia s použitím Zn a Cu elektród ponorených do zriedeného roztoku kyseliny sírovej
- Skúmanie (prípadne meranie napätia) jednoduchého galvanického článku zloženého zo Zn elektródy v roztoku Zn^{2+} , Cu elektródy v roztoku Cu^{2+} iónov s použitím sol'ného mostíka s roztokom KNO_3 s pripojením žiarovky alebo voltmetra
- Štúdium galvanického článku pomocou vhodnej animácie
- Štúdium oloveného akumulátora pomocou vhodnej animácie
- Realizácia projektu na tému rôznych galvanických článkov a akumulátorov a ich bezpečnej likvidácie

5. kľúčová téza

Zloženie Zeme a jej atmosféry a procesy prebiehajúce v nich tvarujú povrch Zeme a vytvárajú klímu.

NM 5.1 – Okolo Zeme sa nachádza vzduch, ktorého hustota sa smerom od zemského povrchu (k vrchným vrstvám vzdušného obalu) znižuje. Zohriaty vzduch má menšiu hustotu a stúpa hore, zatiaľ čo studený vzduch má väčšiu hustotu a klesá nadol. Podobne sa pohybujú vodné masy v oceánoch, studené vody klesajú a teplé stúpajú. Počasie je určované podmienkami v ovzduší. Teplota, tlak, smer a rýchlosť pohybu vzduchu a množstvo vody vo vzduchu vytvárajú počasie.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Z didaktického pohľadu patria procesy v zemskej atmosfére, ktoré podmieňujú klímu, medzi komplexné, a to tak z vnútropredmetového ako aj z medzipredmetového hľadiska. Komplexnosť v rámci predmetu fyzika chápeme ako prienik vedomostí, pri klasickom členení obsahu fyziky, napr. z mechaniky a termodynamiky. Medzipredmetovo chápaný prienik vedomostí sa opiera tiež o klasicky štruktúrované obsahy fyziky, geografie a geológie.

Aby žiak porozumel týmto javom, mal by mať upevnené predstavy o fyzikálnych pojmoch ako je hustota, atmosférický tlak a jeho meranie, vlastnosti kvapalín a plynov, teplo, teplota a jej meranie, premeny skupenstva, vlhkosť vzduchu a jej meranie. Rovnako by mal mať základné vedomosti o Zemi a jej vzdušnom obale, teplotných pásmach, svetadieloch, svetových oceánoch, zmenách v ovzduší so stúpajúcou nadmorskou výškou, podnebných pásmach, prírodných podmienkach, klimatických oblastiach.

Ak sa však sprístupňuje predmetná téma prostredníctvom aktivít, v ktorých žiak nadobúda skúsenosti s vymenovanými pojmi, potom môže byť užitočná na hlbšie porozumenie uvedených pojmov, ako aj na porozumenie procesov prebiehajúcich vo vzdušnom obale Zeme.

Skúsenosť z vyučovania hovorí, že 12 – 13-roční žiaci majú problém porozumieť hlavne pojmom, ako je vysoký a nízky tlak, meranie atmosférického tlaku, vznik prúdenia vody v oceánoch, prípadne vplyv morí a oceánov na klímu prímorských krajín.

Domnievame sa, že problém neporozumenia poklesu atmosférického tlaku spočíva v tom, že si žiaci nespájajú zmenu hustoty vzduchu, a tým aj atmosférického tlaku, s pribúdaním vodných pár v ovzduší. Žiacka predstava – ak niečoho pribúda, musí to byť ťažšie, a teda atmosférický tlak by mal stúpať. To, že samotná vodná para má menšiu hustotu ako vzduch, a teda jej koncentrovanejšia prítomnosť vo vzduchu spôsobuje pokles jeho hustoty, je potrebné dokazovať, presvedčiť žiaka prípadne aj meraním. Opísanú mylnú predstavu umocňuje predstava atmosféry ako uzavretého priestoru, a nie dynamického systému.

Často sa možno stretnúť u žiakov ZŠ s nepochopením merania atmosférického tlaku. Pri Torricelliho pokuse si nedávajú do vzťahu rovnováhu medzi silovým pôsobením atmosféry na hladinu ortuti so silou, ktorou pôsobí ortuťový stĺpec na jej hladinu. Sú však vhodné aktivity (Torricelliho rúrka či meranie atmosférického tlaku vodným stĺpcom), ktoré poskytujú žiakovi dostatok skúseností, aby meraniu porozumel.

Jeden z kľúčových fyzikálnych pojmov, nie celkom triviálnych pre pochopenie žiakmi, je pojem teplo. Pri procesoch na povrchu Zeme a v atmosfére je podstatné pochopenie šírenia tepla. Šírenie tepla zo Slnka na Zem a absorpcia tepla rôznymi látkami sú podstatné procesy, ktorým by malo vyučovanie venovať náležitú pozornosť. Predovšetkým porozumenie rôznej hmotnostnej tepelnej kapacity látok by mali byť využité na induktívne postupy, v ktorých je daný priestor na získavanie skúseností žiakov. Žiaci si dostatočne neuvedomujú, že rôzne látky potrebujú absorbovať iné množstvo tepla, aby sa zohriali o 1 °C.

Meteorologické pozorovania sú každodennou súčasťou života a porozumenie procesom, ktoré prebiehajú v atmosfére a podmieňujú počasie, patrí k prírodovednej gramotnosti už na základnej škole.

Didaktická sekvencia

1. Premena kvapaliny na plyn, vyparovanie, podmienky vyparovania na povrchu Zeme.
2. Premena vodnej pary na vodu, kondenzácia, teplota rosného bodu, vznik dažďa.
3. Šírenie tepla vedením, prúdením, žiarením. Vznik morských a vzdušných prúdov a ich vplyv na podnebie.
4. Meranie atmosférického tlaku.
5. Meteorologické pozorovania, meteorologická stanica, princíp prístrojov na meranie teploty, atmosférického tlaku, smeru a rýchlosti vetra, zachytávanie prachových nečistôt.
6. Negatívne vplyvy spaľovacích motorov a iných faktorov na životné prostredie.

Aktivity

- Objavenie faktorov ovplyvňujúcich vyparovanie z výsledkov experimentu (počiatočná teplota, veľkosť voľného povrchu kvapaliny, prúdenie vzduchu)
- Zisťovanie teploty rosného bodu v miestnosti
- Modelovanie vzniku dažďa
- Meranie výšky kvapalinových stĺpcov v Torricelliho rúrke pomocou kvapalín rôznej hustoty
- Zrealizovanie meteorologickej stanice s vyhotovenými jednoduchými meradlami (tlakomerom, vlhkomerom, anemometrom, zariadenie na zachytávanie prachových častíc) a vyhodnotenie meteorologického pozorovania a merania, prezentácia výsledkov pozorovania pred spolužiakmi; (Dlhodobé pozorovanie, výskumná správa)
- Experimentálne modelovanie zmeny hustoty vzduchu zmenou teploty, meteorologický balón
- Experimentálne modelovanie zmeny hustoty vody zmenou teploty (balón izbovej teploty, studený a horúci balón v akváriu), modelovanie vzniku Golského prúdu

NM 5.2 – Väčšina pevniny na zemskom povrchu je pokrytá pôdou – najvrchnejšou časťou zemskej kôry. Pôda je rôznorodou (heterogénnou) zmesou rozdrobenej materskej horniny a zvyškov živých organizmov, obsahuje tiež pôdny vzduch, vodu, humus (látky pochádzajúce z rozkladu živých organizmov), kúsky rastlín a rôzne živé organizmy ako hmyz, červy a pôdne mikroorganizmy.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Pôda je zmesou rôznych látok – obsahuje zvetranú materskú horninu, vodu, vzduch a mŕtvu či živú organickú hmotu. Môžeme teda konštatovať, že je prienikom litosféry, hydrosféry, atmosféry a biosféry. Pokiaľ niektorá z uvedených častí chýba, nejde o pôdu. Jej základnou funkciou je poskytovať živiny, je teda produktívnou zložkou ekosystému. Vo vzťahu k pôde vznikli mnohé miskoncepce, z ktorých najzávažnejšou je predstava, že pôda je „neživý, inertný materiál“.

Napriek každodennému styku s touto heterogénnou zmesou nie sú mnohé javy a funkcie pôdy a organizmov v nej žiakom, ba ani učiteľom zrozumiteľné. Problémy vznikajú v nedostatočnom pochopení fyzikálnych a chemických súvislostí – napríklad žiakom nie je jasné, že keď sa voda do piesčitej pôdy rýchlejšie vsiakne (v porovnaní s hlinitou pôdou), neznamená to, že piesčitá pôda lepšie zadržiava vodu. Objavujú sa miskoncepce aj v terminológii a pojmovom aparáte – synonymizácia pôda – hlina, zem, zemina; pojem zvetrávanie a erózia vo vzťahu k pôde.

Pôda je dynamický systém, ktorý podlieha rôznym biologickým, chemickým a fyzikálnym zmenám (môže byť erodovaná, znečistená, či obnovená). Problematika vzťahu času a deja sa spája so žiackou skúsenosťou, ktorá nie je dostatočne dlhá na spozorovanie dynamických zmien, nie len pri chápaní pôdneho systému, ale geologických dejov vôbec.

Z pohľadu žiackej skúsenosti sa pôda a Zem nijako viditeľne nemení: „Pôda sa nemení. Vždy tu bola v jej súčasnej podobe“. Schopnosť detí (žiakov) vnímať čas a plynutie času je obmedzená.

Ďalšou mylnou predstavou je názor, že pôda pochádza z rastlín, je „len pár rokov“ stará, k čomu prispieva aj fakt, že zdanlivá pôda (substrát) sa dá ľahko zakúpiť v obchode alebo pôda ako neoddeliteľná súčasť Zeme od doby jej stvorenia. Žiaci môžu mať skúsenosť s kompostovaním záhradného odpadu a kompost mylne považujú za pôdu. Masívna skúsenosť s pôdou v podobe záhradnej zeminy podporuje

predstavu o pôde ako o jedinej (identickej) látke, je teda potrebné predstaviť žiakom rôzne druhy pôd a vzťah medzi podkladom a spôsobom vzniku pôdy. Problematika vnímania horninového podkladu vychádza na povrch aj v názoroch, že pôda je prevládajúci materiál na zemskom povrchu, v ktorom sa môžu objaviť rozptýlené kusy skál, pričom je pod relatívne tenkou vrstvou pôdy (niekoľko cm až m) podložie tvorené materskou horninou. Objavuje sa aj mylná predstava, že pôda je zdrojom energie/potravy pre rastlinu: „Rastliny jedia pôdu, aby mohli rásť.“ Z pôdy však rastlina prijíma len minerály (napr. železo, dusík, vápnik) a vodu, heterotrofný organizmus prijíma z pôdy aj organické látky. Vzduch v pôde (často až 25 %) výrazne ovplyvňuje živú zložku pôdy. Živé organizmy v pôde rozkladajú organické zvyšky na anorganické látky, ktoré potrebujú rastliny a zároveň pôdu prevzdušňujú. Voda sa do nej môže ľahšie vsakovať.

U žiakov vzniká dojem, že pôda je ľahko obnoviteľná, dá sa „vyrobiť“. V skutočnosti pôda nie je ľahko obnoviteľná a vytvorenie pár centimetrov pôdy môže trvať stovky až tisíce rokov. Kvalitná pôda je prevenciou sucha. V dôsledku zmien klímy sa na Zemi vysušujú stále väčšie územia.

Didaktická sekvencia

1. Vymedzenie pojmov: pozorovanie a identifikácia zloženia pôdy (živé aj neživé súčasti). Pôda je rôznorodou (heterogénnou) zmesou rozdrobenej materskej horniny a zvyškov živých organizmov.
2. Pozorovanie a meranie základných vlastností pôdy (farba, vlhkosť, zrnitosť, štruktúra...)
3. Pôda sa v čase mení. Vznik pôdy je dlhodobý proces, na ktorom sa podieľajú viaceré činitele: počasie, klíma, zloženie materskej horniny...
4. Empirické štúdium samočistiacej schopnosti a sanitačných vlastností pôdy.
5. Empirické skúmanie a identifikácia rôznych druhov pôd. Rôzne druhy pôd majú rôzne vlastnosti (v závislosti od ich zloženia).
6. Empirické skúmanie väzby rôznych živých organizmov na jednotlivé druhy pôd. Rôzne zloženie pôdy vyhovuje rôznym živým organizmom. Úrodnosť pôdy závisí od jej zloženia: obsah minerálnych látok, obsah humusových látok...
7. Skúmanie ako môžeme úpravou pôdy (jej zavlažovaním a hnojením) zvýšiť (zabezpečiť jej úrodnosť).
8. Poznať spôsoby poškodzovania pôdy a jej ochrany (pred eróziou, znečisťovaním, mechanickým znehodnotením).
9. Empirické skúmanie zhutňovania pôdy (napr. ťažkými strojmi) a jeho vplyvu na schopnosť zadržiavať vodu, resp. schopnosť pôsobiť proti povodňam.

Aktivity

- Pozorovanie pôdy a určenie jednotlivých zložiek
- Pozorovanie vlastností rôznych vzoriek pôdy (farba, vlhkosť, zrnitosť, štruktúra...), maľovanie pôdou
- Znázornenie časovej škály (porovnanie časových úsekov ľudského života, vzniku pôdy, horniny)
- Gravitačné triedenie v zmesi s vodou a identifikácia zložiek na papieri (vytvořením suspenzie – zmes pôdy a vody – dôjde ku gravitačnému roztriedeniu jednotlivých štruktúrnych komponentov)
- Dôkaz prítomnosti pôdnej vody (Dokazuje sa odparovaním vody pri zahrievaní pôdy)
- Dôkaz prítomnosti pôdneho vzduchu (Dôkaz unikajúcimi bublinami vzduchu)
- Kapilarita (pozorovanie vzliňania vody v stĺpci pôdy)
- Pozorovanie pôdneho profilu a identifikácia jednotlivých vrstiev, ktoré naznačujú vývinové štádiá vzniku pôdy (terénne pozorovanie pôdneho odkryvu)
- Zostavenie pôdneho profilu – zostavenie prierezu pôdy v PET-flaši
- Filtrácia cez pôdny profil (pozorovanie samočistiacej schopnosti pôdy)
- Identifikácia pôdnych druhov hmatovým testom
- Schopnosť rôznych druhov pôd zadržiavať vodu (stanovenie sorpčnej kapacity pôdy)
- Klíčenie a rast rôznych druhov rastlín na rôznych druhoch pôd
- Ako ovplyvňuje hnojenie pôdy jej úrodnosť
- Schopnosť pôdy absorbovať vodu v závislosti od jej prevzdušnenia (pórovitosti, resp. hutnosti)
- Modelovanie veternej erózie pôdy (s rastlinným porastom a bez porastu)

- Zvetrávanie a erózia (Existujú dôkazy o erózii v prírode? Dajú sa pozorovať, prípadne merať? Navrhni vlastný postup) – zachytávanie prachových častíc na lepivom povrchu
- Znečisťovanie pôdy vplyvom dopravy (práca s informáciami – emisie olova a ich pretrvávajúce v pôde)

NM 5.3 – Pod vrstvou pôdy sa nachádza pevný materiál – hornina. Horniny sú zmesou látok. V závislosti od vzniku a chemického zloženia existuje veľké množstvo typov hornín. Minerály sú neživé prírodniny, ktoré majú rovnorodé látkové zloženie a majú rovnaké fyzikálne aj chemické vlastnosti vo všetkých svojich častiach. Horniny aj minerály sú využívané človekom a mnohé sú ekonomicky a technologicky veľmi významné.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Geologické miskoncepce u žiakov môžu mať rôzne formy a zdroje, vznikajú z obmedzenej skúsenosti a zo sémantického rozdielu v termínoch používaných vo vede a v bežnom diskurze laikov, zo zamerania sa na nepodstatné vlastnosti vzoriek (hornín, minerálov, skamenelín) z pohľadu ich klasifikácie, z nedostupnosti pozorovania a uvedomenia si existencie cyklu hornín a z nedostatočného pochopenia dimenzie geologického času.

Rozdiel v používaní pojmov v geologických vedách a v bežnej reči sa prejavuje napríklad pri termínoch hornina, kameň, nerast a minerál. Za kameň obyčajne žiaci považujú konkrétny úlomok horniny, čiže klast. V geológii termínom minerál (nerast) označujeme rovnorodú, za normálnych podmienok kryštalickú prírodninu, pod termínom hornina rozumieme nerovnorodú anorganickú prírodninu, zloženú z jedného, alebo viacerých minerálov. Minerál a kryštál sa používajú aj v bežnej reči, s rôznou konotáciou. Slovom minerál sa označujú aj rôzne anorganické látky v podobe výživových doplnkov a pojem kryštál žiakom evokuje skôr niečo čisté, dokonalé. Pre nedokonalé kryštály preferujú žiaci označenie skala, kameň alebo hornina. Problém dynamiky procesov sa odráža v miskoncepciách o vzniku a vlastnostiach minerálov a hornín:

- Každý kryštál, ktorý rýpe sklo je diamant.
- Horniny a minerály sú ťažké, horniny a minerály rastú.
- Zem je nemenná, bola taká, ako je teraz.
- Horniny sú stále na mieste.
- Hrubozrnné horniny sú ostré (hrubé) jemnozrnné sú hladké a jemné.

Žiaci pri pozorovaní vzoriek hornín a minerálov sústreďujú svoju pozornosť na nepodstatné znaky ako veľkosť a tvar klastu. Pravdepodobne ich k tomu vedie zastúpenie výrazov ako kamienok, okruhliak, kameň, balvan v slovnej zásobe.

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie problematiky minerálov a hornín.
2. Chemické látky, výskyt čistých prvkov v Zemskej kôre, minerály
3. Fyzikálne a chemické vlastnosti vrstiev zemskej kôry.
4. Empirické štúdium zloženia a vlastností hornín a ich následná klasifikácia podľa pôvodu, minerálneho zloženia a štruktúry.
5. Podmienky vzniku horniny
6. Horninový cyklus (Horniny vznikajú a zanikajú v závislosti od endogénnych a exogénnych procesov).
7. Magmatizmus – horniny a minerály späté s magmatickými procesmi.
8. Sedimentácia – horniny a minerály späté s usadzovaním a vyparovaním.
9. Premena hornín – horniny a minerály späté s metamorficnými procesmi.
10. Využívanie minerálov a hornín človekom.

Aktivity

- Empirické štúdium minerálov a hornín, identifikácia minerálu podľa kritérií definície minerálu, identifikácia rozdielu hornina – minerál
- Štruktúra minerálu (porovnanie minerálov s rovnakým zložením, avšak s rôznou štruktúrou)

- Vytvorenie slovníčka pojmov, slovná zásoba
- Štúdium vybraných minerálov a identifikácia ich fyzikálnych a chemických vlastností (hustota, magnetizmus, tvrdosť, rozpustnosť, elektrická vodivosť...)
- Tvorba poznávacieho kľúča minerálov a hornín
- Modelovanie horninového cyklu (animácia, brúsenie a tavenie rôznych materiálov – voskovky, cukríky)
- Modelovanie vzniku minerálov (procesom odparovania, kryštalizácie z nasýteného roztoku...)
- Modelovanie vzniku hornín
- Meranie pórovitosti horniny (piesok, jemný štrk, hrubý štrk)
- Identifikácia použitia minerálov v bežnom živote, štúdium aké prvky a minerály sú použité v bežne používaných objektoch (budova, mobil, televízia, bicykel, auto...)

NM 5.4 – Vzdušný obal Zeme je priepustný pre väčšinu žiarenia, ktoré pochádza zo Slnka. Žiarenie, prechádzajúce vzdušným obalom, býva pohlcované zemským povrchom a predstavuje vonkajší zdroj energie pre Zem. Reakcie látok, ktoré prebiehajú vo vnútri Zeme od jej samotného vzniku, predstavujú vnútorný zdroj energie Zeme.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Vo veku klimatických zmien je energia Zeme a energia vôbec otázkou, ktorá môže mať rozhodujúci vplyv na antropogénne emisie skleníkových plynov a z toho vyplývajúce zvýšenie teploty, extrémne výkyvy počasia atď. Geologické procesy na povrchu Zeme sú vyvolané vonkajšími (exogénnymi) alebo vnútornými (endogénnymi) činiteľmi. Vonkajšie činitele sú také, ktoré sú mimo našej planéty (hlavne Slnko) a vnútorné majú zdroj vo svojej vlastnej planéte. Hlavné energetické zdroje, ktoré riadia deje na zemskom povrchu sú: kinetická energia brzdenia zemskej rotácie pôsobením Mesiaca (slapové javy), žiarivá energia Slnka, tok vnútorného tepla Zeme. Každý rok dopadne zo Slnka na Zem asi desaťtisíckrát viac energie, ako ľudstvo za toto obdobie spotrebuje, slnečná energia je teda hnacím strojom života na Zemi. Zohrieva atmosféru a Zem, vytvára vietor, zohrieva oceány, spôsobuje odparovanie vody, dáva silu vodným tokom, rastlinám, aby mohli rásť a z dlhodobého hľadiska umožňuje aj vznik fosílnych palív. Povrch Zeme si udržuje približne stálu teplotu, teda energetický systém Zeme nie je uzatvorený, Zem energiu vyžaruje späť do priestoru, avšak už formou elektromagnetického žiarenia. Vo vzťahu k energii Zeme je niekoľko zakorenených mylných názorov.

- Jedným z najrozšírenejších je názor, že všetka energia Zeme pochádza z pretrvávajúceho tepla od jej vzniku.

Geotermálna energia je síce najstaršou energiou na našej planéte, pretože je to energia, ktorú získala Zem pri svojom vzniku z materskej hmloviny, ako aj následnými zrážkami kozmických telies, ale je to aj energia stále uvoľňovaná pri prirodzenom rádioaktívnom rozpade nestabilných izotopov niektorých prvkov. Ide hlavne o urán U^{238} a U^{235} , thórium Th^{232} a draslík K^{40} . Výpočtami bolo dokázané, že ak by Zem mala len počiatkové teplo a potom už žiadne ďalšie zdroje tepla, tak hodnota teplotného toku ako aj teplota v povrchových častiach Zeme by klesla pod dnes pozorované hodnoty už za 30 miliónov rokov (Zem má 4,6 miliardy rokov). Presné výpočty a merania ukazujú na to, že z počiatkového (zvyškového) tepla môže pochádzať len asi 20 % dnešného tepelného toku.

- Ďalšími miskoncepciami sú napríklad tvrdenia, že vnútorná energia Zeme vzniká rádioaktívnym rozpadom v jadre Zeme, že generátorom jadrovej energie je Slnko, že počasia je ovplyvnené geotermálnou energiou a podobne.

Z vedeckých štúdií vieme, že väčšina rádioaktívnych prvkov je koncentrovaná v zemskej kôre, teda nebude príčinou energie pochádzajúcej z jadra a primárnym zdrojom vnútornej energie Zeme je pravdepodobne fázová zmena na vnútornej hranici vonkajšieho jadra, nie rádioaktivita. Mylné predstavy o pôvode energie Zeme môžu viesť k predpojatosti voči špecifickým energetickým zdrojom zo strany širokej verejnosti. Niekedy ľudia čelia dezinformáciám o klimatických zmenách a energii, ktoré vyzerajú ako vedecké fakty, v podstate sú však propagandou, politicky zakotvenou v kontexte informačných zdrojov.

Didaktická sekvencia

1. Vymedzenie pojmov: formy energie v geologických procesoch (kinetická, potenciálna – tiažová, jadrová, tepelná, žiarivá energia).
2. Vzájomné premeny foriem energie.
3. Energetické zdroje Zeme vonkajšie (žiarivá energia Slnka).
4. Energetické zdroje Zeme vnútorné (rádioaktívny rozpad, tepelný tok Zeme – geotermický stupeň, kinetická energia slapových síl).
5. Využitie tepelných zásob Zeme, obnoviteľné zdroje energie.

Aktivity

- Meranie teploty na povrchu Zeme, vyhľadávanie informácií o teplote pod povrchom Zeme (uhľové bane, vrty a iné)
- Skúmanie hustoty teplotného toku na území Slovenska
- Zisťovanie využitia geotermálnej energie a porovnanie jej využitia na Slovensku a na Islande
- Modelovanie premien energie v Zemskom telese
- Ako uvariť čaj bez variča a bez ohňa?
- Ako mať v dome teplo bez kúrenia?

NM 5.5 – Svetelné žiarenie, ktoré prechádza atmosférou, je pohltené zemským povrchom. Zemský povrch sa týmto žiarením zohrieva a uvoľňuje infračervené žiarenie. Určité plyny v atmosfére (tzv. skleníkové plyny) pohlcujú časť tohto infračerveného žiarenia, čo spôsobuje zahrievanie atmosféry. Tento jav sa nazýva skleníkový efekt a je dôležitý pre život na Zemi. Zvýšený obsah skleníkových plynov v atmosfére spôsobený ľudskou činnosťou (napr. spaľovanie fosílnych palív, odlesňovanie), má za následok zvýšený skleníkový účinok. Aj malý nárast teploty Zeme môže mať ďalekosiahle dôsledky, akými sú napríklad topenie ľadovcov na pólach či zvyšovanie hladiny oceánov.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Medzi hlavné faktory, ktoré ovplyvňujú životné prostredie a vývoj organizmov na Zemi, patria neustále zmeny podnebia. V histórii Zeme sa v intervaloch zhruba po 60 – 80 miliónoch rokov menilo podnebie od extrémne chladného až po extrémne teplé. Zem vo svojej histórii prešla najmenej piatimi extrémne chladnými obdobiami, ktoré nazývame zaľadnenia. Veľkú časť morí pokrýval morský ľad, rozsiahle plochy pevnín kontinentálny ľadovec. Obdobia zaľadnení (ľadové doby, glaciály) sa striedali s relatívne teplými obdobiami (interglaciálmi). V súčasnosti sa naša planéta Zem nachádza uprostred jedného z teplých období (interglaciálov) ostatného, pliocénno-pleistocénneho zaľadnenia.

K zmene podnebia však prispieva aj človek produkciou skleníkových plynov, ktoré spôsobujú zintenzívňovanie skleníkového efektu.

Skleníkový efekt ako súčasť environmentálnej problematiky je na slovenských základných školách sprístupňovaný na formálnej aj neformálnej úrovni vzdelávania. Viaceré výskumy poukazujú na neuspokojivý stav realizácie environmentálnej výchovy na Slovensku. Predstavy žiakov a často aj učiteľov o skleníkovom efekte bývajú neúplné a nepresné.

Sprístupňovanie skleníkového efektu spolu s ďalšími environmentálnymi problémami – kyslé dažde, ozónové diery má za následok neschopnosť rozlišovať medzi týmito environmentálnymi fenoménmi.

- Zamieňanie si daných problémov vedie tiež k tomu, že deti predpokladajú, že každé environmentálne opatrenie pomôže znížiť skleníkový efekt, a naopak, všetky kroky, ktoré sa zdajú byť nebezpečné pre životné prostredie, vedú k zosilneniu skleníkového účinku.

Skleníkový efekt je vnímaný ako dôsledok výlučne ľudskej činnosti. Zanedbáva sa rozdiel medzi prirodzeným skleníkovým efektom, ktorý je nevyhnutný pre život na Zemi a zvýšením skleníkovým účinkom, ktorý je spôsobený negatívnou ľudskou aktivitou. Žiaci nie sú schopní správne vysvetliť samotný proces tvorby skleníkového efektu. Experimenty navrhnuté s cieľom demonštrovať skleníkový efekt sú zvyčajne zamerané na úlohu oxidu uhličitého ako skleníkového plynu, ktorý prispieva ku globálnemu otepľovaniu.

Po dostatočnom osvojení si pojmu *prírodný skleníkový efekt*, porozumení, prečo je skleníkový efekt taký dôležitý, a aká je úloha tzv. skleníkových plynov, je možné poukázať na vplyv človeka na zvyšujúce sa množstvo týchto plynov v atmosfére a na dôsledky, ktoré to prináša.

Skleníkový efekt predstavuje globálny problém, ktorý však môže mať vplyv na náš každodenný život. Žiaci majú k danej téme zvyčajne neutrálny postoj, pretože sa na prvý pohľad nedotýka ich bezprostredného okolia. Okrem nadobudnutia vedecky korektných predstáv o skleníkovom efekte, je potrebné, aby si žiaci uvedomovali tiež vplyv svojej vlastnej aktivity na zvyšovanie obsahu skleníkových plynov v atmosfére. To môže byť v súčasnom pretlaku informácií, ktorý so sebou často prináša viacero nepravdivých či zavádzajúcich správ, náročné. Téma ponúka možnosť diskusie nad možnými riešeniami problému v duchu „myslieť globálne, konať lokálne“.

Didaktická sekvencia

1. Prírodný skleníkový efekt a zvýšený skleníkový účinok.
2. Štúdium empirických dôkazov o tom, že niektoré plyny, ktoré sa nachádzajú v zemskej atmosfére, pohlcujú určitú časť tepelného žiarenia.
3. Pojmové vymedzenie termínu prírodný skleníkový efekt, antropogénny skleníkový efekt, skleníkové plyny, klimatická zmena.
4. Skúmanie úlohy oceánov v procese klimatických zmien.
5. Vplyv človeka na zvyšovanie emisií skleníkových plynov – merania nárastu oxidu uhličitého ako jedného zo skleníkových plynov.
6. Empirické zistenie vlastného podielu na zvyšovaní emisií skleníkových plynov.
7. Konkretizácia dôsledkov zosilňovania skleníkového efektu na globálnej aj lokálnej úrovni.
8. Hľadať možnosti riešenia znižovania emisií skleníkových plynov na globálnej a lokálnej úrovni.
9. Získanie skúseností s prácou s informačnými zdrojmi, vedieť sa rozhodovať na základe vedeckej argumentácie, obhájiť si svoje stanovisko.

Aktivity

- Analýza správ z novín – porovnanie procesu zvyšovania teploty vo vnútri auta vystaveného slnečnému žiareniu a v skleníku so skleníkovým efektom
- Zistenie úlohy skleníkových plynov v atmosfére
- Demonštrácia skleníkového efektu
- Experimentálne overiť dôsledky otepľovania oceánov na schopnosť oceánov absorbovať oxid uhličitý
- Opísať graf znázorňujúci zmeny priemernej teploty Zeme od obdobia pred priemyselnou revolúciou až po súčasnosť a zdôvodniť tieto zmeny
- Zistiť svoj vlastný podiel na znečisťovaní životného prostredia a zvyšovaní emisií skleníkových plynov pomocou výpočtu ekologickej stopy
- Navrhnuť konkrétne riešenia na minimalizáciu svojej ekologickej stopy
- Rolová hra – aktivita zameraná na hľadanie riešení ako znížiť emisie skleníkových plynov
- Dobrovoľná aktivita: napísanie listu starostovi – konkrétne kroky a opatrenia, ktoré by mal jednotlivec a obec uskutočniť s cieľom znížiť emisie skleníkových plynov

NM 5.6 – Kyslík v ovzduší je produkovaný zelenými rastlinami v procese fotosyntézy. Kyslík nepriamo chráni Zem pred nebezpečným ultrafialovým žiarením zo Slnka a to tak, že sa kyslík vo vyšších vrstvách atmosféry vplyvom ultrafialového žiarenia mení na ozón. Týmto spôsobom je nebezpečná časť žiarenia zo Slnka pohlcovaná. Ozón (ozónová vrstva) Zeme môže byť poškodzovaná vplyvom niektorých látok, ktoré pochádzajú z ľudskej činnosti.

Tradičné „školské obsahy“ súvisiace so skleníkovým efektom a ozónovou vrstvou vytvárajú miskoncepce a postoje, ktoré uvedené javy, resp. mechanizmy ich vzniku a pôsobenia dostatočne nerozlišujú. Vzhľadom na uvedenú skutočnosť ako aj náročnosť spracovania aktivít vyžadujúcich pochopenie radikálnych reakcií, je vhodné problematiku „ozónovej vrstvy“ oddeliť od „skleníkového efektu“ a realizovať až na úrovni ISCED 3.

NM 5.7 – Zloženie zemského telesa nie je homogénne a jeho vlastnosti sa menia s hĺbkou. Hustota hornín sa mení v závislosti od hĺbky a tieto zmeny vieme zisťovať z rýchlosti šírenia zemetrasných vln. Z takýchto meraní vieme, že Zem je tvorená z viacerých vrstiev: zemské jadro, zemský plášť a zemská kôra.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

S problematikou vnútornej stavby Zeme súvisí množstvo mylných predstáv u žiakov. Procesy prebiehajúce pod zemským povrchom sú pre žiakov skryté a ťažko predstaviteľné. Samotné poznávanie vnútornej stavby Zeme je aj pre odborníkov otázka nepriameho merania a následného vyvodzovania záverov.

- Miskonceptie sa dotýkajú napríklad aj konzistencie zemského jadra a plášťa (tekuté verzus pevné). Za normálnych podmienok by materiál Zeme bol v pevnom skupenstve; žiaci si neuvedomujú vplyv extrémnych teplotných a tlakových podmienok na zmeny skupenstva ako aj vplyv zloženia materiálu.
- Boli identifikované aj mylné predstavy o pôvode magmy, ktorú niektorí žiaci pokladajú za materiál pochádzajúci z jadra Zeme.
- Žiaci si zamieňajú pojmy tektonické dosky, zemská kôra, kontinenty a litosféra; napríklad si myslia, že každý kontinent je tektonickou doskou a že hranice tektonickej dosky sú vždy hranicami kontinentu.
- Mylne sa domnievajú, že oceánsku kôru vytvárajú oceány a podobne.
- Častá je aj domnienka o prítomnosti obrovských dutých podzemných priestorov, z čoho vyplýva názor, že zemetrasenia sa vyskytujú v dôsledku kolapsu týchto priestorov.

Didaktická sekvencia

1. Princípy a metodiky poznávania stavby Zeme, seizmické vlny.
2. Fyzikálne zákonitosti zmien na rozhraniach medzi vrstvami zemského telesa.
3. Analýza seizmických údajov.
4. Geologické mapy a geologické rezy.
5. Pôvod a zloženie oceánskej a pevninskej kôry, rozdiely v chemickom zložení a fyzikálnych vlastnostiach.
6. Model sopky, model vzniku kaldery.
7. Typy sopiek.
8. Prejavy erupcie sopky, vplyv erupcie na atmosféru, obmedzenie leteckej prevádzky a pod.

Aktivity

- Návrh modelu stavby Zeme a znázornenie dynamických zmien
- Identifikácia oceánskej a pevninskej zemskej kôry na mape sveta
- Porovnanie vulkanických erupcií podľa chemizmu lávy, testovanie viskozity tekutiny – vytváranie explózií
- Modelovanie vzniku kaldery
- Identifikácia aktívnych sopiek na mape sveta, identifikácia typu kontaktu litosferických dosiek
- Podmorský vulkanizmus
- Tvorba modelu oceánskeho chrbta
- Zostavenie improvizovaného seizmografu
- Štúdium typu budov v krajinách, kde je časté zemetrasenie, vlastný návrh odolnej budovy; Identifikácia aktívnych sopiek na mape sveta, vyhľadanie informácií o následkoch sopečných explózií
- Identifikácia vyhasnutých sopiek na mape Slovenska

NM 5.8 – V rámci zemského plášťa dochádza k pohybom, ktoré sa prenášajú aj na tuhé horninové (litosferické) platne (dosky), ktoré sú súčasťou zemskej kôry a vrchnej vrstvy zemského plášťa. Ak sa platne zrazia, dochádza k vytváraniu pohorí. Hranice zemských platin sa nazývajú aj zlomové línie, pozdĺž ktorých sa zvyčajne vyskytujú zemetrasenia alebo sopečná činnosť. Zemský povrch sa v priebehu času mení. Vietor a voda postupne rozrušujú horninu a rozdrobujú ju na malé kúsky. Pohoria a oceány vznikajú a zanikajú v dôsledku pohybov a nárazov litosferických dosiek.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Pedagogické štúdie a prax ukazuje, že s problematikou vnútornej stavby Zeme a procesov prebiehajúcich v nej súvisia viaceré problémy. Napr. problém s vizualizáciou obrovských tektonických platin, ktorých hranice nekorešpondujú so známymi hranicami svetadielov a v mnohých prípadoch sa nachádzajú pod hladinou oceánov. Žiaci si preto hranice tektonických platin stotožňujú s hranicami svetadielov. Žiaci si často mýlia príčinu a dôsledok zemetrasení a vulkanickej činnosti, nevnímajú ich súvislosť s pohybom tektonických platin a nerovnomerným rozložením tepla pod povrchom Zeme.

Nedokonalé až mylné vnímanie geologických javov predstavuje preceňovanie vonkajších a podceňovanie vnútorných formujúcich síl. Preceňovaný je tiež vplyv človeka na neživú prírodu. Nemeniaci sa model Zeme ilustruje predstava, že pohoria či pôda boli na Zemi už od jej vzniku. Mylné predstavy sa dotýkajú aj takých geologických pojmov ako horninový cyklus, zvetrávanie a erózia.

- Proces vzniku hornín je pre žiakov ťažšie pochopiteľný ako ich premena v procese zvetrávania a erózie.
- Procesy vzniku hornín nie sú súčasťou každodenných skúseností detí, keďže s výnimkou procesu tuhnutia lávy trvajú dlhé časové obdobia.
- Pohyb tektonickej dosky je na ľudskom časovom rámci nepostrehnuteľný.

Žiaci majú tendenciu vnímať geologické procesy v časových rámcach jedného ľudského života a aplikovať to na všetky geologické javy. Niektoré z geologických javov sú dostatočne rýchle na to, aby sa prejavili v časovom rámci ľudského života, niektoré sú však veľmi rýchle až katastrofické.

Otázka času nesúvisí iba s problémom zaradenia udalostí formujúcich našu Zem do časovej osi, ale predovšetkým s uchopením samotnej dĺžky ich trvania. Dominuje však predstava, že skúmané javy trvajú kratší čas, ako je to v skutočnosti, a to aj napriek tomu, že opýtaní tvrdia, že mnohé procesy trvajú „dlho“. Opis samotných fenoménov je pre žiaka jednoduchší ako identifikácia dĺžky ich trvania.

Didaktická sekvencia

1. Fyzikálne a chemické zákonitosti vzniku magmy a jej pohybov.
2. Vertikálna cirkulácia magmy v zemskom plášti a v zemskej kôre, ako príčina pohybu litosferických dosiek na zemskom povrchu. Identifikácie hybnej sily vertikálneho prúdenia magmy – vnútorná energia (teplo) Zeme.
3. Dôsledky pohybu litosférických dosiek (zemetrasenie, sopečná činnosť, horotvorná činnosť, stredoceánske chrbty, subdukčné zóny (zóny podsúvania), horúce škvryny nad chocholmi...).
4. Seizmologické dáta a ich využitie na poznávanie vnútornej stavby Zeme a na predpovedanie zemetrasenia.
5. Zmena zemského povrchu vplyvom erózie (rôzne druhy erózie zanechávajú rôzne stopy na erodovanom materiáli, resp. na morfológii krajiny). Modelovanie erózie a identifikácia hybných síl tohto procesu.
6. Znázornenie geologického času.

Aktivity

- Zostavenie geologickej časovej osi v reálnej mierke (pokladničná páska, toaletný papier...)
- Mechanizmy a identifikácia dynamických zmien v geologickej stavbe Zeme a ich časové rámce
- Model vertikálnej cirkulácie magmy v zemskom plášti a litosfére a pohyb litosferických dosiek
- Wilsonov cyklus (animácia, modelovanie z rôznych materiálov)
- Oceánske a kontinentálne rifty, vznik oceánov
- Aktívne okraje kontinentov, ostrovné oblúky a ich vzťah k subdukcii

- Vznik horských reťazcov
- Deformácia zemskej kôry – pukliny, zlomy, vrásky
- Modelovanie procesu sedimentácie
- Abrázia (obrusovanie) hornín a minerálov (model s kockovým cukrom)
- Modelovanie vzniku a kompaktie usadených hornín
- Pozorovanie a meranie v krajine na dôkaz vplyvu počasia alebo miery erózie vodou, ľadom, vetrom alebo vegetáciou
- Vznik fosílií – rôzne spôsoby vzniku, modelácie, animácie
- Vznik fosílií – odliatky, odtlačky (modelovanie vzniku pomocou rôznych materiálov)

6. kľúčová téza

Slnčná sústava je len veľmi malou súčasťou miliónov galaxií vo vesmíre.

NM 6.1 – Polohu Slnka a Mesiaca vieme určiť a predpovedať.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Na základe didaktickej sekvencie by sa žiak mal utvrdiť v tom, že sa poloha Slnka a Mesiaca počas dňa na oblohe mení. Mal by byť schopný opísať trajektóriu týchto vesmírnych objektov. Mal by chápať, prečo sa podoba Mesiaca mení a dokázať predpovedať podobu Mesiaca na ďalší deň, prípadne týždeň.

Je vhodné, aby žiak zaznamenával polohu Slnka. K tomu je potrebné zaviesť pojmy azimut a výška. Ich zmeraním je jednoznačne daná poloha každého vesmírneho objektu.

Žiaci by mali zaznamenávať polohu Slnka a Mesiaca počas jedného dňa, prípadne týždňa. V prípade Mesiaca aj jeho podobu. S podobami Mesiaca a jeho zmenami je spojených niekoľko nesprávnych prekonceptí, napr. že vznikajú tieňom Zeme.

V minulosti ľudia dokázali určovať čas pomocou prírody. Významnú úlohu pri tom zohrávalo Slnko a Mesiac. Mení sa poloha Slnka a Mesiaca na oblohe. Cieľom didaktickej sekvencie je, aby žiak našiel odpovede na otázky: Dá sa podľa Slnka a Mesiaca určovať čas počas dňa? Dá sa ich poloha a podoba Mesiaca predpovedať?

Po uskutočnení didaktickej sekvencie by žiak mal byť schopný na základe pozorovaní opísať trajektóriu Slnka a Mesiaca a predpovedať ich polohu v rámci dňa. Žiak by mal chápať ako vznikajú fázy Mesiaca.

Didaktická sekvencia

1. Zisťovanie polohy vesmírnych objektov.
2. Získanie skúseností s určovaním azimutu a výšky Slnka a Mesiaca.
3. Pozorovanie Mesiaca a jeho fáz.

Aktivity

- Zisťovanie polohy vesmírnych objektov
- Zaznamenávanie polohy Slnka a Mesiaca pomocou heliografu a teodolitu
- Demonštrácia modelu Mesiaca a Slnka a sledovanie podôb Mesiaca

NM 6.2 – Model vesmíru sa v histórii menil podľa stupňa poznania.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Na základe didaktickej sekvencie k nosnej myšlienke by mal žiak prísť k predstave, ako sa v histórii vyvíjali modely vesmíru. Tento vývoj bol spôsobený jednak neuspokojivým vysvetlením niektorých pozorovateľných (a pozorovaných) javov na základe modelov vesmíru tej doby. Pokrok bol zaznamenávaný aj vďaka zostrojeniu nových, prípadne presnejších prístrojov, ktoré umožnili zaznamenať údaje z astronomických pozorovaní, prípadne spresniť tie, ktoré už namerané boli. Cieľom didaktickej sekvencie je, aby si žiak vybudoval správnu predstavu o slnečnej sústave a vesmíre, aby sa oboznámil s modelmi, ktoré sa v priebehu histórie vyvíjali, a aby mu bolo jasné, prečo sa ľudstvo nemohlo uspokojiť s jednotlivými modelmi. Žiak by si mal na základe súčasného modelu slnečnej sústavy vybudovať predstavu o veľkostiach a vzdialenostiach planét.

Vhodnou metódou na realizáciu tejto didaktickej sekvencie je tímová práca. Učiteľ má pripravených niekoľko textov, ktoré obsahujú informácie o jednom modeli vesmíru, prípadne o astronómovi. Skupina žiakov dostane k dispozícii jeden text, ktorý si preštuduje, rozanalyzuje a informácie z neho predstaví ostatným žiakom v triede. V diskusii zodpovie na otázky, ako aj na kľúčovú otázku.

Je vhodné so žiakmi zostrojovať časovú os (napr. po celej dĺžke triedy), na základe ktorej môžu jasne vidieť, koľko boli v platnosti jednotlivé modely. Rovnako je zo zápisu jednotlivých udalostí na časovej osi zrejmé, aký pokrok znamenal objav prístrojov, ako napr. ďalekohľadu.

Hviezdy sa pohybujú po oblohe, ale pritom nemenia svoju vzájomnú polohu. Preto ich v minulosti nazvali stálice. Slnko, Mesiac a niektoré ďalšie „hviezdy“ sa z tohto poriadku vymykajú. Pohybujú sa po oblohe nepravidelne, akoby blúdili. Nazvali ich blúdivé hviezdy. Pri pozorovaní blúdivých hviezd vzhľadom na hviezdne pozadie sa nám zdá, že sa pohybujú smerom z východu na západ tak ako Slnko a Mesiac. Príležitostne sa tento pohyb zastaví a potom pozorujeme, že určitý čas sa planéty pohybujú akoby smerom na západ. Potom opäť pokračujú v pohybe východným smerom. Túto zvláštnosť nazývame spätný pohyb. Žiak v didaktickej sekvencii zisťuje, aké vysvetlenie spätného pohybu planét podávajú modely vesmíru, ktoré sa v histórii vyvíjali?

V rámci realizácie didaktickej sekvencie by si žiak mal budovať predstavu o veľkostiach a vzdialenostiach planét na základe súčasného modelu slnečnej sústavy.

Didaktická sekvencia

1. Štúdium jednotlivých modelov vesmíru.
2. Identifikácia rozporov jednotlivých modelov s pozorovaniami.
3. Prezentácia modelov a odpovedanie na kľúčové otázky.

Aktivity

- Teoretické štúdium jednotlivých modelov vesmíru a hľadanie odpovedí na kľúčové otázky

NM 6.3 – Pohyb Slnka po oblohe je zdanlivý a závisí od ročného obdobia.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiak už z predchádzajúcej témy vie, že Zem obieha okolo Slnka. Teraz by mal dospieť k záveru, že pohyb Slnka po oblohe je len zdanlivý. Začínáme s tým, že žiak by pomocou virtuálneho pozorovania mal zistiť, že Slnko nevychádza každý deň v roku na tom istom mieste. Ďalej pokračujeme tým, že žiakom ukážeme, prečo sa strieda deň a noc. Keďže je nemožné urobiť reálne pozorovanie je možné využiť aplikáciu Stellarium. Ide o virtuálne planetárium umožňujúce putovanie vo vesmíre i v čase.

Problém nastáva, ak chceme, aby porovnali trajektóriu Slnka počas rôznych ročných období. Možné riešenie je využiť aplikáciu Stellarium, ktorá je voľne prístupná, umožňuje sa pohybovať v čase a sledovať polohu objektov.

Najčastejšia odpoveď na otázku „Kde vychádza Slnko?“ je, že na východe. Podľa tohto tvrdenia vychádza Slnko bez ohľadu na deň v roku stále na východe a zapadá na západe, t. j. na tom istom mieste – prekoná rovnaký priestorový uhol. Didaktická sekvencia by žiakov mala priviesť k zisteniu, ako je možné, že v zime je Slnko na oblohe kratší čas ako v lete. Vari sa v lete po oblohe pohybuje väčšou rýchlosťou?

Po realizácii didaktickej sekvencie by žiak mal prísť k záveru, že poloha Slnka sa mení nielen počas dňa, ale i počas roka a že poloha Slnka na oblohe je len zdanlivá.

Didaktická sekvencia

1. Pozorovanie východu a západu Slnka (v programe Stellarium).
2. Empirické štúdium striedania dňa a noci.

Aktivity

- Pozorovanie východu Slnka pomocou aplikácie Stellarium
- Pozorovanie Zeme, jej osvetlenia Slnkom a ako dôsledok striedanie dňa a noci

NM 6.4 – Striedanie ročných období je spôsobené pohybom Zeme okolo Slnka a náklonom zemskej osi.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiak by už mal vedieť, že Zem obieha okolo Slnka a že sa otáča okolo svojej osi. V tejto didaktickej sekvencii by sa mal dozvedieť, že zemska os nie je kolmá na rovinu ekliptiky, ale je naklonená a práve vďaka tomu sa striedajú ročné obdobia. Je dôležité, aby si žiak uvedomil, že v zime dopadajú slnečné lúče na povrch Zeme pod iným uhlom ako v lete.

Využijeme na to jednak virtuálne pozorovanie v aplikácii Stellarium, ako aj reálny experiment.

S vysvetlením striedania ročných období je spojených niekoľko miskoncepcií.

- Za najzávažnejšiu z nich považujeme tú, podľa ktorej je zima na tej pologuli Zeme, ktorá je od Slnka vzdialenejšia, lebo slnečné lúče prekonávajú dlhšiu dráhu.

Ak však vypočítame, o koľko percent je táto dráha kratšia, ako pri dopade na bližšie položenú pologuľu, zistíme, že je to veľmi malé číslo. Preto je potrebné hľadať ďalšie argumenty, ktoré by žiakom striedanie ročných období zdôvodnili.

Po realizácii didaktickej sekvencie by žiak mal chápať, že striedanie ročných období je spôsobené pohybom Zeme okolo Slnka a náklonom zemskej osi. Tepelné žiarenie zo Slnka sa v prípade kolmého dopadu rozdelí na malú plochu (zohrieva ju viac), ako v prípade šikmého dopadu lúčov, kedy sa tepelné žiarenie rozdeľuje na väčšiu plochu (zohrieva ju menej).

Didaktická sekvencia

1. Empirické štúdium striedania ročných období.
2. Skúmanie závislosti uhla dopadu lúčov a teploty objektu.

Aktivity

- Pozorovanie uhla dopadu lúčov zo Slnka na Zem v aplikácii Stellarium
- Demonštrácia rôzneho zohrievania plôch v závislosti od uhla dopadu tepelných lúčov
- Modelovanie veľkosti zohrievanej plochy v závislosti od uhla dopadu lúčov

NM 6.5 – Slnečnú sústavu tvoria. Slnko, planéty a ich mesiace, kométy, meteoroidy a drobné prachové častice.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiak už vie, že centrálnym telesom slnečnej sústavy je Slnko. Je to jediná hviezda v slnečnej sústave. V didaktickej rekonštrukcii by žiak mal získať predstavy o rozmeroch vo vesmíre – o veľkostiach planét a o ich vzdialenostiach. Preto by mala byť zavedená fyzikálna veličina astronomická jednotka (AU). Predstava žiakov o slnečnej sústave je v prevažnej miere taká, že planéty obiehajú okolo Slnka po sústredných kružniciach rovnomerne vzdialených od seba.

Žiak už vie, že súčasťou slnečnej sústavy sú Slnko, Mesiac a Zem. Na základe didaktickej sekvencie by sa mal dozvedieť, ako sú planéty v slnečnej sústave rozložené a že jej súčasťou sú aj ich mesiace, kométy, meteoroidy a drobné prachové častice. Žiak by mal získať predstavu o rozmeroch vo vesmíre a o vzájomnej veľkosti a polohe planét.

Didaktická sekvencia

1. Štúdium planét slnečnej sústavy.
2. Získanie predstavy o vzdialenostiach a veľkosti planét vo vesmíre.
3. Vyhľadávanie informácií o ďalších objektoch slnečnej sústavy.

Aktivity

- Teoretické štúdium a spracovanie informácií o planétach slnečnej sústavy a výstup v podobe projektu
- Zostrojenie modelu slnečnej sústavy
- Vyhľadávanie informácií o iných objektoch tvoriacich slnečnú sústavu

NM 6.6 – Planéty sa okolo Slnka pohybujú približne po kružniciach.**Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch**

V rámci didaktickej rekonštrukcie by sa žiaci mali oboznámiť s obehom planét okolo Slnka a mesiacov okolo planét. Kruhový pohyb (približne) je spôsobený gravitačnou silou, ktorou Slnko pôsobí na planétu a ktorá neprestajne zakrivuje dráhu planéty.

Tiež by sa mali dozvedieť, že rok je daný obehom Zeme okolo Slnka a mesiac ako doba obehu Mesiaca okolo Zeme.

Obeh Zeme okolo Slnka, ako aj Mesiaca okolo Zeme je všeobecne akceptovaný fakt. Na priamu otázku týkajúcu sa gravitačného pôsobenia a obehu Zeme okolo Slnka je však málokedy uspokojivá odpoveď. Na základe didaktickej sekvencie by žiak mal pochopiť, že hoci na Mesiac pôsobí Zem gravitačnou silou, predsa nespadne na Zem ako iné telesá.

Po realizácii didaktickej sekvencie by žiak mal zistiť, že planéty sa okolo Slnka pohybujú približne po kružniciach a tento pohyb je spôsobený gravitačným pôsobením medzi objektami.

Didaktická sekvencia

1. Empirické pozorovanie pohybu planét okolo Slnka a Mesiaca okolo Zeme.
2. Vyhľadávanie informácií o priestupnom roku.

Aktivity

- Modelovanie pôsobenia gravitačnej sily medzi dvoma objektami
- Štúdium informácií o dĺžke obehu Zeme okolo Slnka

NM 6.7 – Hviezdy sú žeravé plynné telesá, ktoré sú v rôznej vzdialenosti od Zeme.**Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch**

Keď zapadne Slnko a Mesiac nesvieti, na oblohe môžeme pozorovať hviezdy. V tejto didaktickej sekvencii by mal žiak zistiť, prečo sú hviezdy na oblohe vidieť len v noci. Mali by sa oboznámiť so základnými súhvezdiami. S predstavou rozmiestnenia hviezd vo vesmíre je spojená miskonceptia, že sú umiestnené v rovnakej vzdialenosti od Slnka, teda na jednej sfére. Je dôležité, aby si žiak uvedomil, že ani hviezdy jedného súhvezdia nie sú v rovnakej vzdialenosti a že súhvezdia sú len zoskupenia hviezd podľa predstáv človeka.

V ďalšom by sa žiak mal oboznámiť s Herzsprung-Russellovým diagramom, ktorý znázorňuje závislosť medzi žiarivým výkonom hviezdy a jej povrchovou teplotou. Ponúka sa možnosť využiť tímovú prácu, pričom každá skupina žiakov sa zaoberá hviezdou inej veľkosti. Na záver žiaci odpovedajú na nastolené otázky a diskutujú o nich.

Hviezdy vznikajú, „rodia sa“, vyvíjajú sa, „rastú“ a po vyhorení „jadrového paliva“ prestávajú žiariť, „umierajú“. Celý proces „života“ konkrétnej hviezdy však nemožno sledovať bezprostredne, pretože prebieha miliardy rokov.

Žiak by po realizácii didaktickej sekvencie mal vedieť, že hviezdy sú žeravé plynné telesá, ktoré sú v rôznej vzdialenosti od Zeme. Je mu jasné, že ľudia hviezdy kvôli ľahšej orientácii na oblohe zoskupovali do rôznych obrazcov – súhvezdí. Mal by poznať významné súhvezdia, vedieť sa orientovať na mape hviezdnej oblohy, poznať vývojové štádia hviezdy a vedieť sa orientovať v Herzsprung-Russellovom diagrame.

Didaktická sekvencia

1. Pozorovanie svetla hviezd v noci a cez deň.
2. Rozvíjanie základnej orientácie na oblohe.
3. Analýza H-R diagramu.

Aktivity

- Modelovanie hviezdnej oblohy počas dňa a noci
- Pozorovanie a zobrazovanie súhvezdí v aplikácii Stellarium
- Teoretické štúdium H-R diagramu

NM 6.8 – Hviezdy rovnako ako Slnko a Mesiac vychádzajú, vrcholía a zapadajú.**Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch**

V tejto didaktickej sekvencii by si žiaci mali uvedomiť, že hviezdna obloha sa mení počas dňa i počas roka. Žiak by sa mal dozvedieť, ako možno podľa hviezdnej oblohy určiť svetové strany. Tiež by mal v rámci aktivity zistiť, že počas roka na sa na oblohe objavujú iné súhvezdia a niektoré na oblohe ani nemôžeme nájsť.

Hviezdy sú najpresnejším vodidlom pri orientácii na Zemi, plavbe na mori, ale aj pri kozmických letoch. Z polohy súhvezdí a jednotlivých jasných hviezd na oblohe možno určiť svetové strany, polohu, prípadne aj čas. Žiak na základe didaktickej sekvencie zistí, ako sa možno orientovať podľa hviezd.

Na základe didaktickej sekvencie by žiak mal zistiť, že hviezdy, rovnako ako Slnko a Mesiac, vychádzajú, vrcholía a zapadajú. Počas roka sa hviezdna obloha mení a možno sa pomocou nej orientovať, napr. určovať sever a orientovať sa v čase podľa súhvezdí.

Didaktická sekvencia

1. Orientácia podľa hviezd na oblohe.
2. Určovanie svetových strán podľa hviezdnej oblohy.
3. Empirické štúdium zmien nočnej oblohy počas roka.

Aktivity

- Určovanie svetových strán podľa Polárky
- Zaznamenávanie zmeny polohy súhvezdí počas dňa
- Zaznamenávanie hviezdnej oblohy a polohy súhvezdí počas roka

NM 6.9 – Galaxia je hviezdna sústava zložená z hviezd, hmlovín, hviezdokôp, medzihviezdnej hmoty a tmavej hmoty. Naša galaxia sa volá Mliečna dráha.**Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch**

V didaktickej sekvencii by sa mal žiak oboznámiť s pojmom galaxia. Mal by sa dozvedieť o Mliečnej dráhe, ako aj o iných galaxiách. Mal by si byť vedomý, že naša Galaxia nie je jediná a že podobných zoskupení je vo vesmíre mnoho.

Pri pohľade na nočnú oblohu môžeme za jasnej bezmesačnej noci pozorovať slabo žiariaci biely pás. Žiak sa v didaktickej sekvencii dozvie, o aký úkaz na nočnej oblohe ide a aký je model Galaxie.

Po realizácii didaktickej sekvencie by mal žiak vedieť, že galaxia je hviezdna sústava zložená z hviezd, hmlovín, hviezdokôp, medzihviezdnej hmoty a tmavej hmoty. Naša Galaxia sa volá Mliečna dráha. Súčasťou Galaxie je naša slnečná sústava. Vo vesmíre existujú aj ďalšie hviezdne sústavy zložené z miliónov až miliárd hviezd. Hvezdársym ďalekohľadom ich možno vidieť ako hmloviny alebo obláčky hmly.

Didaktická sekvencia

1. Pozorovanie Mliečnej cesty v aplikácii Stellarium.
2. Získanie predstavy o rozmeroch Galaxie.
3. Teoretické štúdium galaxií a hmlovín.

Aktivity

- Pozorovanie pomocou aplikácie Stellarium Mliečnej cesty
- Vytvorenie modelu Galaxie
- Identifikácia rôznych galaxií a hmlovín v aplikácii Stellarium

NM 6.10 – O vzniku vesmíru existuje niekoľko teórií.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

V didaktickej sekvencii by sa žiak mal oboznámiť so vznikom a vývojom vesmíru. Je dôležité, aby si uvedomil, že ide iba o teórie. V rámci tímovej práce žiak rozvíja sociálne kompetencie. Cieľom didaktickej sekvencie je, aby sa žiak zamyslel nad tým, ako mohol vesmír vzniknúť.

Po realizácii didaktickej sekvencie by žiak mal vedieť, že o vzniku vesmíru existuje niekoľko teórií. Žiak by sa mal s nimi oboznámiť a navzájom ich porovnať.

Didaktická sekvencia

1. Oboznámenie sa s modelom rozpínaveho vesmíru.
2. Štúdium a spracovanie informácií o kozmologických modeloch.

Aktivity

- Vytvorenie modelu rozpínaveho vesmíru
- Teoretické štúdium a spracovanie informácií o kozmologických modeloch, výstup v podobe projektu

7. kľúčová téza

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

NM 7.1 – Živú prírodu tvoria živé organizmy, ktoré sa od neživej prírody líšia schopnosťou pohybu, výmenou látok s okolitým prostredím, schopnosťou rozmnožovať sa a primerane reagovať na vonkajšie podnety.

Túto nosnú myšlienku uvádzame kvôli úplnosti, na úrovni ISCED 2 ju však nerozpracúvame, rieši sa na úrovni ISCED 1.

NM 7.2 – Bunky jednobunkových aj mnohobunkových organizmov optimálne fungujú v závislosti od vnútorných a vonkajších podmienok, ktoré umožňujú organizmu prežiť.

Túto nosnú myšlienku uvádzame kvôli úplnosti, na úrovni ISCED 2 ju však nerozpracúvame, rieši sa na úrovni ISCED 1.

NM 7.3 – 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.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Problematika jednobunkových a mnohobunkových organizmov je najmä o rozlišovaní. Rébusom aj v histórii vedeckých predstáv bola niekoľko storočí otázka, čo je živá a čo už nie je živá prírodnina. Prečo sú *vírusy* nebunkové organizmy a zároveň sú živé. Prečo sú niektoré bunky, napr. prvoky – *črievička*, *meňavka*, ale aj sinice, riasy (*drobnozrnko*, *červenoočko*) a nižšie huby (*kvasinky*) už samostatnými, autonómne fungujúcimi organizmami a ostatné, ktoré sú súčasťou mnohobunkových organizmov – špecializované bunky, napr. prieduchy, nervová, svalová bunka a i., nie sú schopné samostatného života, ale naopak, sú vzájomne prepojené a závislé od ostatných buniek.

Ďalším problémom, ktorý riešia aj v súčasnosti mnohé biologické disciplíny, je klasifikácia – triedenie buniek, respektíve bunkových organizmov, kedy musíme rozlišovať, ktoré sú rastlinné, ktoré živočíšne (vrátane človeka), prečo niektoré mikroorganizmy, napr. nižšie huby, sú jednobunkové (*kvasinky*), ale *plesne* a *paplesne* sú už mnohobunkové. Tieto otázky boli počas histórie vedy, už od čias Aristotela, zdrojom mnohých miskoncepcií, ktoré sa postupne odhaľovali a odstraňovali len vďaka objavu a postupnému zdokonaľovaniu mikroskopu. Aristoteles všetky jednobunkové organizmy zaradil do jednej ríše, ktorú označoval *Protista*. K tomuto chápaniu jednobunkovcov sa dnes veda vracia, pretože všeobecné vlastnosti jednobunkových organizmov fungujú na rovnakých princípoch.

Neprekvapuje preto, že aj súčasní žiaci a študenti v zhode s vývinom „vedeckých predstáv“, pokiaľ získajú vedomosti o týchto otázkach len transmisívne, t. j. sú nútení sa tieto vedecké fakty „len“ naučiť, nedokážu prekonať takto vzniknuté „miskoncepce“, ktoré často pretrvávajú aj na ďalších stupňoch vzdelávania.

„Živá príroda“, jednobunkové aj mnohobunkové organizmy sú dnes predmetom štúdia takmer všetkých biologických disciplín, čo je „paradoxne“ tiež jedným zo zdrojov miskoncepcií, ktoré sa prenášajú z jedného stupňa vzdelávania na ďalší. Súvisí to s tým, že jednotlivé vedné disciplíny, napr. zoológia – pro-

tistológia, mikrobiológia, bakteriológia a i. majú „zaškatul'kovaných“ svojich zástupcov jednobunkovcov, t. j. presnú z vedeckých metód výskumu vyplývajúcu charakteristiku a identifikáciu týchto organizmov a ich vedecké pomenovanie.

- Žiaci sa jednobunkovce učia raz ako *prvoky*, inokedy ako *jednobunkové riasy*, či *huby* a ich spoločné charakteristiky si nedokážu prepojiť.

Pokiaľ nemajú možnosť tieto organizmy pozorovať pod mikroskopom a pracovať vedeckými metódami (pozorovanie, pokus, experiment) si celkom logicky tieto, voľným okom „neviditeľné“ organizmy a ich charakteristiky vzájomne zamieňajú. Dôvodom je nepochopenie podstaty prečo je bunka bunkou, kedy je bunka organizmom a v čom je podstatný rozdiel medzi jednobunkovým organizmom a bunkou, ktorá je súčasťou mnohobunkových organizmov. Čo žiaci vnímajú, to je analógia človek – bunka, o čom svedčí miskonceptia, napr.:

- Časti tela, prsty, nechty, vlasy sú kontajnermi pre bunky.

Žiaci sa už od 5. roč. ZŠ stretávajú s učivom „prvoky“, s ktorými neskôr stotožňujú aj ďalšie jednobunkové organizmy, napr. *drobnozrnko*, ktoré patrí medzi riasy, t. j. rastlinné jednobunkovce. Na druhej strane typických zástupcov prvokov – *črievičku*, *meňavku* a rias, napr. *červenoočko*, považujú za mnohobunkový organizmus. Rovnako aj ľudské telo a kolónie *vál'ača gú'ľavého* za jednu veľkú bunku, aj keď ide o kolóniu – vývojovo prechodný stupeň medzi jedno a mnohobunkovcami. Paradoxne, slepačie vajce nepovažujú za bunku s argumentom, že je veľké.

- Často sa stretávame s miskonceptiou, že mikroorganizmy sú len *baktérie* a *vírusy*, prípadne *plesne*. Jednobunkovce – *sinice*, *riasy*, *prvoky*, *huby* žiaci s mikroorganizmami nespájajú.

Keďže *mikroorganizmy* nevidíme voľným okom, považujú ich len za jednobunkové, hoci tam patria aj *plesne* a *paplesne*, ktoré sú už mnohobunkové.

- Ďalšou rozšírenou miskonceptiou je, že *sinice* sú jednobunkové rastliny (*riasy*), pričom stavbou bunky patria k baktériám (*Cyanobacteria*), sú to prokaryota. Tvoria rôzne fotosyntetické pigmenty, preto sú niekedy (najmä podľa starších zdrojov) priradené k rastlinám. Boli nájdené vo fosíliách spred 3,5 miliard rokov a podľa endosymbiotickej teórie z nich môžu pochádzať chloroplasty rastlín.

Najviac miskonceptíí sme zaznamenali v súvislosti s baktériami.

- *Baktérie* považujú žiaci prevažne za choroboplodné (patogénne). Vôbec neuvažujú, že sú priekopníkmi fotosyntézy a obývajú všetky prostredia – vzduch, vodu, pôdu, organizmy – živé (rastliny, živočíchy, človek), neživé (odumreté zvyšky rastlín, živočíchov), rozkladajúce sa (hnilúce).
- *Rozkladné baktérie* podľa žiakov *kvasia* uhorky a kapustu alebo ich spájajú s *rozkladom mŕtvej hmoty* a nevedia, kde v ľudskom tele žijú a akú majú funkciu. Najpočetnejšiu baktériu tráviaceho traktu – *Escherichiu coli*, ktorá žije v hrubom čreve a bez prístupu vzduchu rozkladá nestrávené zvyšky potravy, žiaci nespájajú s patogénnymi účinkami, ktoré sa prejaví vždy, keď sa táto baktéria dostane mimo tráviaci trakt.

Žiaci a často ani študenti si neuvedomujú, že baktérie, ako súčasť mikroflóry, zabezpečujú biologickú rovnováhu v organizme. Na zmenu podmienok prostredia reagujú premnožením. Vyvolávajú tak rôzne zápalové ochorenia (napr. baktérie tráviacej, dýchacej sústavy, kožné a pod.). Zaznamenali sme aj miskonceptie, že:

- Mliečne baktérie parazitujú na živočíchoch produkujúcich mlieko alebo na koreňoch strukovín.
- Hľúzkové baktérie rozkladom svojich buniek uvoľňujú dusík do pôdy.

Na druhej strane *kvasinky* – jednobunkové huby si žiaci zamieňajú s „kvasnými“ baktériami. Prepojenie mikroorganizmov s reálnym životom vidia v tom, že spôsobujú ochorenia a niektoré sa využívajú pri výrobe jogurtov a vína. Za spoločné znaky všetkých mikroorganizmov označujú to, že „sú malé“ a voľným okom sú niektoré skupiny mikroorganizmov ťažko rozlíšiteľné. Problémom pre žiakov je pochopiť, čo tvorí hranicu medzi živým a neživým svetom, napr. nebunkové organizmy – *vírusy*, prečo nie sú bunky, keď patria medzi mikroorganizmy.

Rozmanitosť tvaru buniek a organely pohybu, žiaci nevnímajú ako výsledok prispôsobenia sa bunky vykonávanej funkcii, napr. špecializované bunky rastlín a živočíchov – *červená krvinka*, *neurón*, *pokožka cibule*, *svalové bunky*. Objavujú sa aj miskonceptie, typu:

- Pohyb prvokov brvami alebo bičkami spôsobujú svaly.
- Všetky bunky sú oválne.

- Rastlinné bunky sú šesťuholníkové a živočíšne sú guľaté.

Empirickým štúdiom, spojeným s pozorovaním by sa žiaci mali dostať k zisteniu, že existujú organizmy, ktorých telo tvorí len jedna bunka (*baktérie, sinice, riasy, prvoky, kvasinky*) schopná vykonávať všetky, pre život nevyhnutné funkcie. Mnohobunkové organizmy vykazujú už určitú „deľbu práce“, ktorá sa výraznejšie prejavuje aj voľným okom (prípadne lupou), pozorovateľných zástupcov rastlín (napr. *tulipán*), živočíchov (dážďovka, hmyz) alebo častí ich tela (kvety, listy, stonky, perie, krídla a i.). Aj dnes sa môžeme stretnúť s „prechodnými typmi“ medzi jednobunkovými a mnohobunkovými organizmami, napr. kolónia riasy *vál'ača gúl'avého*.

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, svetelný optický a elektrónový mikroskop, d'alekohľad).
3. Pojmové vymedzenie a empirické zistenie, čím sa vzájomne líšia mikroorganizmy – *prvoky, zelené riasy, huby (plesne, kvasinky, paplesne), baktérie, vírusy* s dôrazom na ich druhovú rozmanitosť, charakteristických zástupcov, životné prostredie, spôsob života a spôsob pohybu a podstatné rozdiely v štruktúre.
4. Empirické štúdium spoločných a rozdielných znakov buniek, napr. rozmanitosť tvaru, veľkosti a typu buniek jednobunkových organizmov v porovnaní so špecializovanými bunkami mnohobunkových organizmov (húb, 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 (*vírusov, baktérií, 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*) a význam pôdných baktérií. *Nálevníkov* ako indikátorov čistoty vôd, *kvasných baktérií* a *kvasiniek* v priemyselných biotechnológiách a i.

Aktivity

- Rozlišovanie prírodnín a ich častí (napr. *tulipán*, pokožka *cibule*, žilnatina listu a i.), ktoré možno pozorovať voľným okom, lupou alebo školským mikroskopom; Vyvodenie záverov z pozorovaní, nácvik prípravy natívných preparátov a mikroskopovanie
- Skúmanie variability tvaru, veľkosti a spôsobu pohybu rôznych zástupcov jednobunkovcov (*prvoky, riasy, sinice*) v závislosti od typu nálevu (senný nálev, machový vankúš, planktón, voda z kaluže a pod.) pozorovaním
- Rozlišovanie typu buniek – jednobunkové/mnohobunkové (*baktérie, kvasinky, plesne, paplesne*) v rôznom životnom prostredí pozorovaním pod mikroskopom
- Pozorovanie špecializovaných buniek rastlín a živočíchov (trvalé mikroskopické preparáty, obrázky a digitálne simulácie) a ich porovnanie s bunkami jednobunkových organizmov
- Digitálne simulácie pozorovaní, pokusov a experimentov mikroorganizmov, ktoré nemožno priamo pozorovať školskou mikroskopickou technikou, vymedzenie ich charakteristických znakov a vzájomných rozdielov
- Práca s odborným textom/učebnica/internet/pracovný list – rozlišovanie jednobunkových a mnohobunkových organizmov, tvaru a veľkosti buniek, typy špecializovaných buniek
- Práca s odborným textom/učebnica/internet/pracovný list – vymedzenie významu mikroorganizmov pre človeka a ich hospodárske využitie, napr. v biotechnológiách

NM 7.4 – Stavba (štruktúra) buniek všetkých organizmov je v princípe rovnaká (bunkové povrchy, cytoplazma, bunkové organely, neživé súčasti bunky – inklúzie). Rozdiely v stavbe buniek sú výsledkom prispôsobenia sa prostrediu a funkcie bunky, čo viedlo k vzniku stavbou jednoduchších buniek (baktérie) a stavbou zložitejších buniek (rastliny, živočíchy vrátane človeka).

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Všetky organizmy sú zložené z buniek. Niektoré bunky fungujú ako samostatné organizmy, napr. baktérie (*Laktobacily*), sinice, riasy (*Chlorela*), prvoky (*črievička*) a huby (*Kvasinky*). Rovnako aj pokožka, svaly, kosti, krv, nervová sústava a ďalšie časti tela organizmov (rastlín, živočíchov, človeka) tvoria bunky.

Bunková teória sa formovala od polovice 17. storočia vďaka objavu a postupnému zdokonaľovaniu mikroskopu do podoby konzistentnej teórie, ktorú zovšeobecnil v r. 1839 M. J. Schleiden, T. Schwann a český fyziológ J. E. Purkyňa. Neskôr bola jej platnosť a univerzálnosť potvrdená elektrónovým mikroskopom, ktorý v r. 1937 objavil spolu s M. Knollom, nemecký fyzik Ernst Ruska (1906 – 1988) a získal za tento objav v roku 1986 Nobelovu cenu.

Bunková stavba organizmov, tak ako ju poznáme dnes, je výsledkom rozvoja nielen cytológie a ďalších biologických disciplín, ale predovšetkým *elektrónovej mikroskopie*, ktorá umožnila už v r. 1937 trojrozmerné zobrazovanie objektov. Rozlišovacie techniky identifikácie bunkových štruktúr zásadne posunuli dopredu aj digitálne technológie, napríklad *digitálny mikroskop*, ktorý je už dnes súčasťou výbavy mnohých školských laboratórií. Jeho prednosť je v tom, že umožňuje žiakom posilniť vytváranie predstáv o stavbe bunky presnejším a transparentnejším zobrazením „*dynamiky bunkových štruktúr*“, ktoré sú v neustálom pohybe v porovnaní s možnosťami a rozlišovacou schopnosťou bežne dostupného školského, optického svetelného mikroskopu.

Na druhej strane, výhodou pozorovania bunkových štruktúr optickým svetelným mikroskopom je pre žiakov možnosť identifikácie základných, t. j. mikroskopických štruktúr, ktoré sú pri dostatočnom zväčšení a optimálnom farbení, celkom dobre rozlíšiteľné ako napr. jadro, vakuoly, pohyb cytoplazmy, škrobové zrná, chloroplasty (niekedy aj mitochondrie) a bunkové inklúzie. Tak si žiaci empirickým zistením sami „*ujasnia*“, že bunka je „*súbor dynamických štruktúr*“, ktorých funkcie sú vzájomne prepojené, funkčne prispôsobené prostrediu a umožňujú tak bunkám prežiť.

Didaktický problém, ktorý často vyúsťuje v miskoncepce je odborná terminológia v mnohých učebniciach biológie (prírodopisu) pretrvávajúcich ešte z 90. rokov, ktorá je často nepresná a zavádzajúca. Napríklad používanie pojmov *ústroj*, *ústrojček*, *ústrojné látky* vedie aj dnes k tomu, že žiaci nestotožňujú „*orgánčeky*“ prvkov s bunkovými organelami, čo potvrdzujú miskoncepce, napr.:

- Organely ovplyvňujú štruktúru buniek.
- Bunka je izba, kde namiesto vzduchu je plazma a namiesto nábytku jednotlivé bunkové štruktúry.

Zneistiť môže žiakov aj označenie „*bunková blana*“ (namiesto bunková stena) a „*cytoplazmatická blana*“ (namiesto cytoplazmatická membrána), čo vedie k zamieňaniu týchto dvoch významných bunkových štruktúr, a teda k častým miskonkepciám, lebo žiaci ich považujú štruktúrne aj funkčne za to isté. Prirodzeným dôsledkom sú potom aj miskoncepce, typu:

- Živočíšna bunka má bunkovú stenu a cytoplazmatickú membránu, ale rastlinné ju nemajú.
- Bunková stena je veľmi hrubá, čiže neprepúšťa žiadne látky a okolie nemá na bunku vplyv.
- Rozdiel medzi rastlinnou a živočíšnou bunkou je v počte menších buniek.
- Rastlinná bunka nemusí jesť a piť.
- Rastlinná bunka sa na rozdiel od živočíšnej bunky nepohybuje.

Žiakom je potrebné, napr. pozorovaním dokázať, že bunková stena a cytoplazmatická (bunková) membrána sú funkčne odlišné štruktúry. Kým cytoplazmatická (bunková) membrána funguje ako „*filter*“, ktorý je schopný reagovať na zmeny v prostredí, a tak rozhoduje o tom, čo do bunky vstúpi alebo sa z nej vylúči, bunková stena nie je membrána má ochrannú a mechanickú funkciu, čiže udržiava tvar bunky (rastlín, baktérií a húb). Odlišná funkcia je dôsledkom odlišného chemického zloženia cytoplazmatickej membrány a bunkovej steny.

Zdrojom miskonkepcií je aj podobnosť pojmov „*cytoplazma*“ a „*cytoplazmatická membrána*“. Vzájomné zamieňanie bunkových povrchov s inými organelami potvrdzujú aj ďalšie identifikované miskoncepce, napr.:

- Bunky sú niečo ako kruhové časti ohraničené membránou.
- Cytoplazmatická membrána je tvrdá a odolná látka. Vypĺňa vnútro všetkých organel.
- Cytoplazma chráni povrch bunky a dáva jej tvar.
- Bunková stena sa nachádza iba v rastlinnej bunke na povrchu chloroplastu. Nachádza sa vo vnútri bunkovej membrány, pretože ohraničuje bunkové organely.
- Bunkovú stenu majú rastlinné aj živočíšne bunky.

Paradoxne, bunky človeka nevnímajú žiaci ako bunky živočíšne, čo potvrdzuje miskoncepcia:

- Ľudské telo je jedna veľká bunka, ktorej bunky obsahujú iné bunky.

Na druhej strane, 55 % žiakov podľa zahraničných výskumov si myslí, že:

- Živočíšna bunka obsahuje črevá.

Problémom je aj rozlišovanie buniek jednobunkovcov, napr. *sinice* – *cyanobaktérie*, žiaci stotožňujú so *zelenými riasami* (vonkajšia zhoda), aj keď *sinica* je stavbou jednoduchá bunka (nemá pravé jadro, má len jednu membránovú organelu). *Riasy* sú stavbou zložitejšie bunky (majú pravé jadro a dve membránové organely), líšia sa aj sfarbením (sinice sú modrozelené, riasy sú zelené, hnedé a morské aj červené).

Podobne *rozsievky* (najrozšírenejšia skupina rias v prírode) sú planktónne jednobunkovce s kremičitou schránkou, obsahujúce chlorofyl a hnedé farbivo (fukoxantín). Žiaci ich práve preto nestotožňujú s rastlinami. Bičíkovec, *červenoočko* obsahuje chlorofyl, je schopný fotosyntézy, má preto znaky rastlín a patrí medzi *zelené riasy*. Ako sa ukázalo, aj to môže byť zdrojom miskonceptí u žiakov, lebo niektorí prítomnosť chlorofylu v bunkách rastlín, obmedzujú len na obdobie, „keď prebieha v rastline fotosyntéza“ a je to „niečo zelené, čo z rastliny vyteká“. Takéto chápanie prítomnosti zeleného farbiva v rastline vedie neskôr k nepochopeniu podstaty fotosyntézy.

Dôležitosť *jadra* v bunke učitelia prirovnávajú k dôležitosti napr. ľudského mozgu alebo srdca, čo je tiež dôvodom na miskonceptie, napr.:

- Jadro je najväčšia časť bunky.
- Funkcia jadra je riadiť bunku, podobne ako u človeka mozog.
- Jadro je organela, ktorá dodáva bunke kyslík, aby vedela žiť.
- Je ako srdce a tam idú cievy.
- Je vnútro celej bunky.
- Je hlavná bunka v tele a nachádza sa vždy v strede.
- Energetickým centrom bunky je jadro.
- Ak zanikne jadro, bunky zahynú a zostávajú z nich len bunkové steny.
- Všetky bunky obsahujú malé a veľké jadro“ (nesprávne uplatnená analógia z pozorovania črievičky).

Prítomnosť potravovej vakuoly v bunkách prvokov vedie k miskonceptii, že:

- Vakuolu majú všetky bunky, pretože črievička má potravovú vakuolu.

Didaktická sekvencia

1. Pozorovaním rastlinných aj živočíšnych buniek, pojmové vymedzenie a empirické zistenie typických organel rastlinnej a živočíšnej bunky: *bunkové povrchy, cytoplazma, bunkové organely, neživé súčasti bunky* – inklúzie, tukové kvapôčky.
2. Vymedzenie rozdielov v stavbe bunkových povrchov rastlinnej (*bunková stena, cytoplazmatická membrána*) a živočíšnej bunky vrátane človeka (*cytoplazmatická membrána, prvoky aj pelikula, t. j. spevnená membrána*) na základe praktickej skúsenosti.
3. Empirické zistenie podložené praktickou skúsenosťou, v čom je podstatný rozdiel v stavbe rastlinnej (*bunková stena, chloroplasty, vakuoly*) a živočíšnej bunky (nemajú bunkovú stenu a typickú vakuolu) a ktoré štruktúry majú spoločné (*cytoplazmatická membrána, cytoplazma, jadro, mitochondrie, inklúzie*).
4. Empirické zistenie prečo ľudská bunka patrí medzi bunky živočíšne.
5. Na základe praktickej skúsenosti pojmové vymedzenie rozdielov v stavbe buniek *baktérií* (napr. *sinice* – *cyanobaktérie*) v porovnaní s bunkami rastlín a živočíchov.

Aktivity

- Identifikovanie *jadra* v bunkách pokožky *cibule* pozorovaním a odvodenie jeho umiestnenia v bunke
- Pozorovanie *chloroplastov* v rastlinných bunkách listov (napr. *ibištek čínsky*) a na základe tejto skúsenosti odvodenie príčiny zelenej farby rastlín prítomnosťou zeleného farbiva chlorofylu v chloroplastoch
- Pozorovanie *vakuol* v bunkách dužiny bobúľ *zobu vtáčieho* a na základe ich počtu a veľkosti odvodenie záveru, či ide o mladé alebo staršie bunky. Na základe empirickej skúsenosti pozorovaním vakuol *prvokov*, porovnať umiestnenie a funkcie vakuol v rastlinnej a v živočíšnej bunke
- Pozorovanie živočíšnych buniek (ster z ústnej dutiny alebo jazyka) a porovnanie ich stavby s rastlinnými (pokožka *cibule*)
- Digitálne simulácie spojené s pozorovaním bunkových štruktúr rastlín, živočíchov (vrátane človeka), ich vzájomné porovnávanie aj s bunkami siníc (*cyanobaktérie*), ktoré nemožno, vrátane špecializovaných buniek človeka, priamo pozorovať školskou mikroskopickou technikou (práca informačným textom, obrázkami, animáciami, videami, interaktívnymi cvičeniami) a vymedzenie vzájomných rozdielov
- Práca s odborným textom/učebnica/internet/pracovný list na potvrdenie *stavby rastlinnej, živočíšnej* bunky v porovnaní s bunkou *baktérií*

NM 7.5 – Látky (chemické zlúčeniny), ktoré tvoria telo bunky, vzájomnou spoluprácou (súčinnosťou) zabezpečujú priebeh všetkých životných funkcií, ktoré bunka vykonáva predovšetkým prostredníctvom bielkovín.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Bunka, ako základný stavebný kameň všetkých organizmov, zabezpečuje ich fungovanie prostredníctvom látok, z ktorých je bunka zložená, ktoré sa v bunke tvoria alebo ich bunka podľa svojich potrieb prijíma. Bunka, aby mohla existovať, potrebuje prijímať látky z vonkajšieho prostredia (potrava) a premieňať ich na látky, ktoré dokáže využiť na svoje životné procesy.

Pre pochopenie látkového zloženia bunky žiakmi je nevyhnutné optimálne „prepojiť“ poznatky z *chémie*, pretože tieto dávajú pojmový základ pre uvedenie si biologického významu látkového zloženia bunky a všetkých živých organizmov. Ide predovšetkým o pojmy – prvky, atómy, molekuly, látky, anorganické látky (*voda, soli*), ióny (*katióny, anióny*) a organické látky (*cukry/sacharidy, tuky/lipidy, bielkovin/proteíny, nukleové kyseliny, enzýmy, vitamíny, hormóny*), rozpúšťadlo, roztok, chemická väzba a energia. O tom, že mnohé z týchto pojmov sa žiakom prekrývajú alebo nie sú pochopené, svedčia napr. miskoncepce:

- Bunky neobsahujú atómy.
- Voda sa v bunke vôbec nenachádza.

Osvojenie chemickej podstaty týchto pojmov žiakmi je aj základným predpokladom predchádzania miskonceptí a pochopenia biologického významu chemických látok pre bunku a živé organizmy. Žiaci na základe skúseností z bežného života, spájajú chemické látky so škodlivým účinkom na bunku. Až po usmernení, že aj voda je tiež látka, si uvedomili „potrebu“ chemických látok v bunke. Fakt, že najvyšší podiel látok, ktoré tvoria obsah bunky pripadá na *vodu a minerálne látky*, môžu žiaci zistiť empiricky. Voda je nielen životným prostredím bunky, ako často jej význam redukujú žiaci, ale je aj limitujúcim faktorom života, ktorý ovplyvňuje obeh telových tekutín, funguje ako rozpúšťadlo, zabezpečuje rozvádzanie živín, ovplyvňuje termoreguláciu a ďalšie, pre život nevyhnutné funkcie. Zaznamenali sme aj miskoncepce typu:

- Množstvo vody závisí od typu bunky, čím je bunka staršia, tým viac vody obsahuje.
- Všetky bunky obsahujú približne rovnaké množstvo vody.

Živý systém robia živým základné organické látky – cukry, tuky, bielkoviny a nukleové kyseliny. Ich spoločným znakom je „uhlíková kostra“, t. j. uhlík, ktorý tvorí chemické väzby s ďalšími, pre živý systém nenahraditeľnými, prvkami a to – vodík, kyslík, dusík, síra, fosfor, draslík, vápnik, horčík a železo. Keďže sú pre život nevyhnutné, nazývajú sa biogénne prvky. O tom, že to nie je jasné až 45 % žiakov, svedčí miskonceptia:

- Uhlík nie je v bunke prítomný.

Medzi časté miskoncepce, vyplývajúce z nepochopenia „chemickej podstaty“ anorganických a organických látok tvoriacich bunku a živé organizmy, patrí obmedzenie významu *bielkovín* len na ich stavebnú funkciu. Žiaci neuvažujú o bielkovinách ako o „pracovnej sile bunky“, ktorá zabezpečuje *všetky kľúčové funkcie*. Sú súčasťou membrán každej bunky (cytoplazmatická membrána, jadro, vakuola, chloroplasty, mitochondrie), a tak sa podieľajú na prenose látok do bunky a z bunky. Sú aj zložkou enzýmov, ktoré podmieňujú priebeh životných procesov. Podieľajú sa na stavbe rastlinných hormónov (napr. rastové látky), vitamínov (biologické katalyzátory) a majú aj *obrannú funkciu*, keďže tvoria podstatnú zložku protilátok (ochrana pred infekciou). Bielkoviny však fungujú aj ako *zásobné látky* v plodoch a semenách (napr. strukoviny, obilniny).

Podobne sa miskoncepce objavujú aj v chápaní *sacharidov*, ktoré žiaci zasa vnímajú predovšetkým ako zdroj energie a zásobné látky (škroby). Pritom cukry majú aj *stavebnú funkciu* (bunková stena rastlín) a sú aj súčasťou nukleových kyselín, enzýmov, vitamínov a hormónov, ktoré sa spolu s nimi podieľajú na *premene látok a energie* v bunkách všetkých organizmov. Ak sa žiakov pýtame na pôvod *vitamínov* a iných *špecifických organických látok* v telách organizmov, nemajú žiadnu predstavu. Učia sa, že fotosyntézou vzniká glukóza (cukry), proteosyntézou bielkoviny. Ostatné prírodné látky jednoducho v tele „sú“. Biosyntéza látok nekončí glukózou pri fotosyntéze, tá vstupuje do ďalších procesov látkovej premeny. Mení sa základná štruktúra molekúl glukózy a zapájajú rôzne biogénne prvky.

Predovšetkým ako zdroj energie a zásobných látok (olej v semenách slnečnice, maku, repky olejnej, olivách) vnímajú žiaci aj *tuky*. Ako súčasť membrán, majú však aj *stavebnú funkciu*. *Ochrannú a mechanic- kú funkciu* majú *tuky* vo forme *voskov a korku*.

Nukleové kyseliny sú súčasťou jadra každej bunky, pretože obsahujú chemickým spôsobom napísanú správu – inštrukcie, ako má vyzerat' a správať sa bunka a aj celý organizmus. Nie je dôležité, aby sa žiaci zaoberali chemickou štruktúrou nukleových kyselín, ale ich pozornosť by sa mala zamerať najmä na neza- stupiteľnú funkcia DNA, ktorá kontroluje všetko, čo sa v bunke deje. To je dôvod, pre ktorý je funkcia nukleových kyselín spojená s *prenosom znakov a vlastností* (farba očí, strakatost' mačiek, farba kvetov a i.) z rodičov na potomkov, čo je východiskový poznatok pre pochopenie delenia bunky, rozmnožovania orga- nismov a základov genetiky.

Miskoncepce sa objavujú aj v súvislosti s nepochopením funkcie *farbív* v organizmoch.

- Žiaci považujú za červenú, len okysličenú krv a neokysličenú krv za modrú.

Červené sfarbenie krvi však nespôsobuje kyslík, ale farbivo naviazané na bielkovinu – *hemoglobín*, ktorý obsahuje aj železo. Krv nemôže byť nikdy modrá, len žily, ktoré sa tak javia pôsobením svetla, preto- že koža svetlo rozptyľuje. Podobne v rastlinách je horčík viazaný v zelenom farbive *chlorofyl*, ktoré pod- mieňuje fotosyntézu. Farbivá – pigmentové bunky tvoria *melanín*, ktorý nájdeme v koži živočíchov a člo- veka. Melanín spolu s hemoglobínom a jeho rozpadovými produktmi ovplyvňuje farbu kože a chráni ju pred účinkom ultrafialového žiarenia. Rastliny okrem chlorofylu obsahujú aj *žlté, oranžové a červené farbi- vá*, ktoré spôsobujú zafarbenie listov, kvetov a plodov.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenie a pojmové vymedzenie biologického významu *vody a solí* v bunke a porovnanie ich obsahu v mladých a starších bunkách, ako aj v mladom a staršom organizme (rastlín, živočí- chov, človeka).
2. Empirické štúdium biologického významu *cukrov, tukov, bielkovín a nukleových kyselín* v bunke rastlín, živočíchov a človeka. Štúdium dôkazov, ktoré potvrdzujú, že predovšetkým *bielkoviny* sa v bunke podieľajú na stavebnej, metabolickej a regulačnej funkcii.
3. Empirické zistenie podložené praktickou skúsenosťou, že bunky všetkých organizmov obsahujú *farbivá*, ktoré sú súčasťou rôznych štruktúr, napr. červené krvinky, chloroplasty, pigmentové bunky živočíchov a človeka.

Aktivity

- Dôkaz prítomnosti uhlíka v buničine a analogické odvodenie jeho prítomnosti v prihorenom kolá- či, pečenom mäse alebo grilovanej zelenine
- Dôkaz bielkovín v semenách hrachu (sóje) alebo vybraných potravinách
- Dôkaz škrobu v listoch
- Dôkaz tukov v semenách slnečnice alebo vybraných potravinách

- Pozorovanie zelených a žltých farieb listov *ibišteka čínskeho*
- Test na prítomnosť vitamínu C v ovocí a zelenine (jablká, citróny, šípky a i.)
- Digitálne simulácie zamerané na obsah vody a chemických látok v bunke (informačný text, obrázky, animácie, videá, interaktívne cvičenia) a vymedzenie hlavných funkcií a rozdielov prítomných chemických látok
- Práca s odborným textom/učebnica/internet/odborný text/pracovný list na potvrdenie základného chemického zloženia bunky

NM 7.6 – Základné životné prejavy buniek všetkých organizmov sú rovnaké (reakcie na podnety – dráždivosť, pohyb, príjem a výdaj látok, spracovanie látok – premena látok a energie, tvorba a vylučovanie nepotrebných látok, rozmnožovanie, rast a vývin). Reguláciu príjmu a výdaja látok do bunky a z bunky zabezpečuje membrána, ktorá chráni každú bunku. Zákonitosti, ktoré platia pre bunku, platia aj pre celý organizmus, t. j. základné životné procesy prebiehajúce v bunke, prebiehajú na rovnakom princípe aj v bunkách mnohobunkového organizmu.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Život bunky je zmenšenou analógiou života mnohobunkových organizmov, pretože tieto sú tvorené bunkami. Rovnako ako rastliny, živočíchy alebo človek, aj bunka má vlastnosti – *životné prejavy*, ktoré charakterizuje *dráždivosť* alebo reakcie na podnety, *pohyb a zmyslové vnímanie, príjem, prenos a výdaj látok, premena látok a energie* – metabolizmus, *vylučovanie nepotrebných látok, rozmnožovanie* – bunkové delenie, ktorým život bunky začína a pokračuje rastom a vývinom. Bez týchto vlastností by bunka a ani mnohobunkový organizmus tvorený z buniek, nemohli existovať.

S vymenovaním a jednoduchou charakteristikou životných prejavov organizmov sa žiaci stretli už na hodinách prírodovedy. Neskôr sa stretli s pojmom „*pohyb*“ pri zavedení pojmu bunka, napr. pohyb cytoplazmy (bunky machu *meríka*) a tiež jednobunkovcov, u ktorých pozorovaním (napr. *črievičky, meňavky* alebo *červenoočka*) mohli porovnávať spôsob pohybu *brvami, panôžkami* – lokomočný pohyb alebo pohyb *bičkom*. U živočíchov sa v priebehu vývoja postupne vyvíjali rôzne pohybové orgány a spôsoby pohybu v závislosti od podmienok životného prostredia. Menej aktívne živočíchy, napr. jednoduché bezstavovce, spravidla len *lezú, skáču, plazia sa*, a takto sa premiestňujú z miesta na miesto. Pozorovaním pohybu *dážďovky* môžu žiaci zistiť, že už *bezstavovce* majú svaly, ale na rozdiel od svalov stavovcov a človeka je jednoduchá svalová sústava tvorená len *hladkým svalstvom*. Funkcia pohybu sa neobmedzuje len na presúvanie organizmov a ich ochranu ako to často žiaci prezentujú, ale pohybom sa rozvídzajú napr. živiny, potrava a je prepojený aj s rozmnožovaním a i.

Kým pohyb živočíchov už na úrovni jednobunkovcov je zjavný, rastliny majú obmedzenú schopnosť pohybu, ktorá sa vzťahuje len na niektoré časti tela rastlín. Pozorovateľný je napr. pohyb kvetov rastlín za svetlom, ktoré sa môžu podľa aktivity slnka otvárať a zatvárať (kvety slnečnice) alebo ohýbanie stonky, listov. Pohybové reakcie rastlín sú odpoveďou na faktory fyzikálne (zemská gravitácia, žiarenie, svetlo, teplo, tlak, vzduch), chemické (voda, rastové látky typu hormónov) a biologické (vírusy, parazity a i.).

Podobne téma *dráždivosť* organizmov (alebo aj buniek) sa prelína celým biologickým učivom. Mechanizmy dráždivosti sa vyvinuli ako schopnosť prijímať vonkajšie a vnútorné podnety a adekvátne na ne reagovať. Začína prvokmi (reakcie *črievičky* na svetlo) a pokračuje vývinom rôznych spôsobov pohybu alebo správania (reakcií) buniek, rastlín, živočíchov a človeka až po reakcie zmyslových buniek – receptorov a reflexné reakcie nervovej sústavy.

Problematika životných prejavov (procesov) bunky je pre žiakov základnej školy náročná, lebo sa v nej prepája učivo biológie, chémie aj fyziky. Ak napr. žiak nemá dostatočnú skúsenosť s pojmami *difúzia, osmóza, osmotické javy, chemická látka, roztok, rozpúšťadlo, koncentrácia, anorganické a organické zlúčeniny, chemické látky, enzýmy, ATP* z chémie alebo *silu, fotón, žiarenie a premeny energie* z fyziky, ťažko pochopí na hodinách biológie najdôležitejšie procesy, ktoré charakterizujú živý systém – prenos látok bunkou a metabolizmus. Miskonceptie, ktoré pri osvojovaní tejto témy vznikajú, sa stávajú zdrojom nevedomosti a nepochopenia napríklad následných fyziologických procesov prebiehajúcich v rastlinných a živočíšnych organizmoch – príjem, vedenie, výdaj vody rastlín, fotosyntéza, dýchanie, ale aj mechanizmus fungovania obličky ako orgánu vylučovania, metabolické a regulačné funkcie enzýmov, hormónov, vitamínov a rozmnožovanie organizmov.

Vzhľadom na to, že procesy metabolizmu sú prepojené s fotosyntézou a dýchaním, rozmnožovanie, rast a vývin sú riešené v rámci nadväzných nosných myšlienok biológie, na tomto mieste zameriame pozornosť najmä na *prejavy dráždivosti a pohybu* jednoduchých organizmov a *osmotické javy* spojené s príjmom a výdajom látok bunkou, ako aj žiacke predstavy o týchto procesoch.

Identifikované miskoncepce osmotických dejov potvrdili, že používanie odborného pojmu, ešte neznamená jeho pochopenie. Napr. podľa žiakov v hypotonickom prostredí:

- Bunka odovzdáva vodu do okolia, a preto vplyvom podtlaku vo svojom vnútri praská.
- Bunka sa vyfúkne.
- Bunka odovzdáva do prostredia vodu, aby sa vyrovnali tlaky.
- Bunka zvädne, lebo rozpustené látky budú prechádzať z bunky do okolia, aby sa vyrovnali koncentrácie v oboch prostrediach.

Žiaci nevidia rozdiel medzi prenosom vody a chemických látok cez cytoplazmatickú membránu. Tvrdenia typu:

- „Cytoplazmatická membrána sa oddiali od bunkovej steny a voda a látky prenikajú do bunky.“
- Alebo: „Látky rozpustené v cytoplazme môžu voľne prenikať von z bunky“

nás utvrdzujú v domnienke, že žiaci nechápu podstatu týchto procesov.

Mnohé zaznamenané miskoncepce vyplývajú z nepochopenia učiva o *bunkovej stavbe*, čo má za následok nesprávne chápanie správania sa bunky pri prenose látok. Napr.:

- Bunková stena je veľmi hrubá, čiže neprepúšťa žiadne látky a okolie nemá na bunku vplyv.
- Rastlinná bunka v hypotonickom prostredí zostane nezmenená, lebo bunková stena spevňuje povrch bunky a neprebíha teda medzi bunkou a okolím nijaký dej, ale živočíšna bunka sa správa inak.

Vyskytli sa aj naivné typy odpovedí, ako napr.:

- Osmotické javy môžu vyvolávať len slané roztoky.
- Sladké jedlá nevyvolávajú smäd.
- Cukor reaguje pri ADP na ATP, a preto treba piť vodu, aby sa zriedil roztok.
- Pijeme, aby sme vyrovnali koncentrácie v žalúdku.
- Keď prechádza kvapkou vody na čerešni slnečný lúč, pôsobí to na povrch čerešne ako lupa, urobí to diery a praskne.
- Dažďové kvapky narušia povrch bunky, a preto úderom ovocie praská. Keby pršalo jemne, nič by sa nestalo.

Tieto príklady potvrdzujú, že skúmané pojmy nenadväzujú na dosiahnuté skúsenostné poznanie žiakov, čo vedie k formálnemu osvojeniu kľúčových pojmov bez pochopenia ich podstaty, funkcie a vzájomných súvislostí. V problematike osmotických dejov, ide najmä o pojmy *difúzia* a *osmóza*. Príkladom sú miskoncepce:

- Rastlinná bunka v hypotonickom prostredí „zvädne“, lebo rozpustené látky budú prechádzať z bunky do okolia, aby sa vyrovnali koncentrácie v oboch prostrediach.
- Pri plazmolýze prenikajú rozpustné látky (cukry, soľ, škrob) z bunky do prostredia.
- Látky rozpustené v cytoplazme môžu voľne prenikať von z bunky.
- Rozpustené látky prenikajú voľne cytoplazmatickou membránou smerom dnu i von.

Nepochopenie rozdielu medzi procesmi difúzie a osmózy majú za následok, aj vznik miskonceptí v chápaní pojmov, ktoré s nimi úzko súvisia. V našej didaktickej skúsenosti sme ako problémové vyhodnotili pojmy súvisiace so správaním sa bunky v hypotonickom a v hypertonickom prostredí, ktorých nepochopenie na ZŠ viedlo k vzniku miskonceptí, aj u stredoškólkov a dokonca študentov na vysokej škole. Početné miskoncepce sme zaznamenali v chápaní pojmu „*plazmolýza*“, napr.:

- Je to dej, pri ktorom živočíšna bunka vložená do hypotonického prostredia praskne.
- Dej, pri ktorom sa živočíšna bunka vložená do hypotonického prostredia zmrští, pretože voda z bunky preniká do okolitého prostredia.
- Pri plazmolýze sa cytoplazmatická membrána rastlinnej bunky vlozenej do hypertonického prostredia oddiali, lebo voda z okolia preniká do bunky, aby sa vyrovnali koncentrácie látok v bunke a v jej okolí.
- Je najideálnejšia v izotonickom prostredí.

U žiakov ZŠ boli v súvislosti s osmotickými javmi zaznamenané typické naivné typy výpovedí, ako napr.:

- Sol' vodu vysáva.
- Sol' je silná, vyžerie rastliny.

V kontexte detského chápania je jasné, že pojem „sila“ si budú vysvetľovať po svojom, teda to, čo je silnejšie, „zvíťazí“ a v tomto konkrétnom prípade „môže sol', lebo je silnejšia, odobrať rastline to, čo potrebuje“. Za pozornosť stojí skutočnosť, že pojem „sila soli“ zostáva zafixovaná i u žiakov vyššieho veku. Tam sa pojem „sila“ prepája aj s jeho chemickým významom. Žiaci potom hovoria o „agresívnej reakcii soli“. Podobne ako v iných témach, aj v tomto učive sa objavujú miskoncepcie, ktoré sú rezistentné a pretrvávajú aj u žiakov gymnázií. Napr. spomínaná naivná predstava o soli, ako veľmi agresívnej látky, ktorá „všetko vyžerie“.

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie základných životných prejavov buniek a živých organizmov – reakcie na podnety (dráždivosť), pohyb, príjem a výdaj látok (spracovanie látok – premena látok a energie, tvorba a vylučovanie nepotrebných látok, rozmnožovanie, rast a vývin), podložené praktickou skúsenosťou.
2. Empirické zistenie rôznych prejavov dráždivosti (citlivosti) buniek a organizmov, ako spôsob reakcie na vnútorné a vonkajšie podnety (fyzikálne, chemické, biologické).
3. Na základe praktickej skúsenosti vymedzenie rôznych spôsobov pohybu a orgánov pohybu jednobunkových organizmov (brvy, bičíky, panôžky), rastlín (ohyby, reakcia na svetlo, klíčenie, rast koreňa v smere gravitácie, ovíjanie fazule, viniča okolo opory a i.) a živočíchov (bezstavovcov), ktorým sa vyvinuli svalové bunky zabezpečujúce pohyb (plazenie, behanie a skákanie).
4. Empirické zistenie podložené praktickou skúsenosťou v čom je podstata osmotických javov (difúzia, osmóza), ktoré zabezpečujú príjem a výdaj vody a látok cez membránu do bunky a z bunky.
5. Keďže pri osmóze cez cytoplazmatickú membránu prechádza voda a nie molekuly v nej rozpustené, ostatné látky potrebné pre život, napr. v prípade rastlín minerálne látky z pôdy sa v podobe iónov dostávajú do buniek aktívnym transportom. Ten môže prebiehať aj formou endocytózy a exocytózy. Týmito mechanizmami sa do buniek dostávajú látky z potravy, liekov a pod. Uvedené procesy môžeme žiakom modelovať využitím digitálnych simulácií.

Aktivity

- Pozorovanie aktívneho a pasívneho pohybu živočíchov (*prvoky, drobné bezstavovce* a i.) v sennom náleve a formulovanie záverov
- Príprava experimentu a pozorovanie pohybových reakcií *črievičky končistej* v závislosti od teploty; Na základe pozorovania vysvetlenie príčiny pohybových reakcií *črievičky*
- Príprava senného nálevu a dôkaz dráždivosti buniek *črievičky končistej* na kuchynskú sol' a vysvetlenie jej reakcie
- Pozorovanie reakcie *dážďovky zemnej* na svetlo a vysvetlenie jej správania
- Dôkaz dráždivosti *slimáka* na dotyk na rôznych častiach tela a pozorovanie pohybu po hladkej a drsnej ploche
- Porovnanie spôsobu pohybu *slimáka* a *dážďovky* a vysvetlenie záverov pozorovania
- Dôkaz dráždivosti rastlín (napr. klíčiace *semená fazule* a i.) na svetlo a vysvetlenie pozorovaných javov
- Demonštrácia difúzie na príklade čaju v dvoch šálkach vody s cukrom (jednu šálku premiešame a druhú nie)
- Pozorovanie osmotických javov v bunkách prieduchov *tradeskancie* alebo *muškátu* využitím roztoku chloridu sodného alebo destilovanej vody
- Demonštrácia osmotických javov na hranolčekoch *hl'uze zemiaka* s využitím fyziologického roztoku, roztoku chloridu sodného a destilovanej vody; Porovnanie reakcií zemiakového hranolčeka v jednotlivých roztokoch a vysvetlenie príčiny pozorovaných zmien
- Pozorovanie životných procesov bunky *cibule* a reakcie bunkovej steny na chemické látky, napr. chlorid sodný

- Digitálne simulácie spojené s pozorovaním osmotických javov – (informačný text, obrázky, animácie, videá, interaktívne cvičenia), vymedzenie rozdielov medzi difúziou a osmózou a odvodenie ich významu pre bunku
- Práca s odborným textom/učebnica/internet/pracovný list na potvrdenie podstaty osmotických dejov a ich významu pre prenos látok do bunky a z bunky
- Digitálne simulácie aktívneho transportu látok cez cytoplazmatickú membránu využitím animácií

NM 7.7 – Bunkové delenie zabezpečuje rast a rozmnožovanie všetkých buniek jednobunkových, aj mnohobunkových organizmov. Spôsob vzniku telových (somatických) a pohlavných buniek (gaméty) je principiálne rovnaký vo všetkých živých systémoch.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Problematika rozmnožovania patrí medzi *základné biologické koncepty*, a preto sa objavuje už v učive základnej školy. Rast každého jedinca – rastlín, živočíchov a človeka a jeho rozmnožovanie je spojené s *delením buniek*. V prípade všetkých telových buniek sa jedna materská bunka „rozdelí“ na dve dcérske bunky. Výsledkom delenia sú nové generácie buniek a mnohobunkových organizmov.

Veľmi častým prekonceptom tejto problematiky je, že žiaci nespájajú *rast organizmov s rozmnožovaním*. Pod rozmnožovaním si predstavujú len „*narodenie potomkov (detí)*“, ktoré neprepájajú s *delením buniek* a dokonca ani *so splývaním samčej a samičej pohlavnej bunky*. Preto je dôležité začať najprv s významom rozmnožovania pre organizmy, aby žiaci dospeli k poznaniu, že jeho výsledkom nie je len vznik mnohobunkových organizmov a rast buniek, ale aj obnova poškodených (hojenie rán, buniek zlomenej kosti) a opotrebovaných buniek (napr. pokožky, červených krviniek), čo sa nevyhnutne deje v každom organizme počas celého života.

O tom, že žiaci vnímajú priebeh životného cyklu buniek podobne ako u človeka, svedčí identifikovaná žiacka predstava:

- Bunky musia prejsť etapami vývoja, rodia sa, rastú a zomierajú rovnako ako človek.

Učivo je náročné aj preto, lebo si vyžaduje pochopenie funkcie *DNA* a *chromozómov v jadre* každej bunky a tiež s chromozómami spojené odlíšenie *telových a pohlavných buniek*. Preto je dôležité rozmnožovanie prezentovať ako časť života bunky, v ktorom sa bunky delia, rastú a vyvíjajú sa podľa inštrukcií, ktoré sú uložené v DNA (nukleová kyselina v jadre bunky) a ktorú získali od materskej bunky delením. Ak by sa tieto inštrukcie nedostali v plnom rozsahu do dcérskych buniek, dcérske bunky by nemohli byť rovnaké ako sú materské bunky, ale boli by rôznym spôsobom poškodené alebo zmenené.

Delenie bunky si môžu žiaci ľahko predstaviť ako napr. rozpolenie jablka na dve polovice. Akokoľvek sa budeme snažiť, nikdy tie polovice jablka nebudú rovnaké.

Žiaci by na základe učiva o stavbe bunky mali prísť na to, že základnou štruktúrou bunkového delenia je *jadro*, pretože v ňom sú uložené inštrukcie ako má vyzerat' a správať sa nový jedinec, zapísané chemickým zápisom v DNA. Ak sa majú tieto inštrukcie presne rozdeliť z materskej bunky do dvoch dcérskych buniek, musí sa tento materiál s inštrukciami – DNA, pred delením bunky znásobiť, t. j. zdvojiť. Deje sa to „skopírovaním“ inštrukcií v DNA tak, ako skopírujeme na počítači jeden odsek textu do ďalšieho odseku, takže sa text „zdvojí“. Len bunka s takto zdvojenou – skopírovanou DNA sa bude môcť pri delení rovnomerne rozdeliť do dcérskych buniek tak, že dcérske bunky budú identické s materskou, lebo budú mať rovnakú DNA.

V tomto kontexte zavedieme aj pojem *chromozóm*, ako štruktúru jadra bunky, v ktorej sú uložené nukleové kyseliny (DNA) s inštrukciami a v ktorej sa všetky tieto zmeny dejú. *Chromozóm* sa ako dlhé tenké vlákno objavuje v bunke na začiatku delenia, preto by sme ho márne hľadali v bunke, ktorá sa momentálne nedelí. O tom, že tieto súvislosti žiaci sú schopní pochopiť, svedčí žiacka predstava:

- Jadro je kontajner pre informácie, gény, chromozómy.

Počet chromozómov je pre všetky druhy organizmov charakteristický a delenie buniek v organizme musí prebehnúť tak, aby sa tento počet zachoval. Nepochopenie tohto východiskového procesu bunkového delenia je často zdrojom miskonceptí a vedie k zamieňaniu jednotlivých spôsobov delenia bunky, nepochopeniu funkcie chromozómov v procese delenia a pod.

Delenie jednobunkových organizmov, napr. *prvokov* si žiaci dokážu predstaviť, lebo tiež sa rozmnožujú rozdelením materskej bunky (*bičíkovce, meňavky*), čím vzniknú dva rovnaké, dcérske jedince. Po rozde-

lení meňavka prestane existovať ako jedinec, lebo celý obsah jej bunkového tela je odovzdaný dcérskym bunkám, preto prvky v tomto zmysle považujeme za „nesmrteľné“. Smrť – uhynutie, nastáva iba pôsobením vonkajších vplyvov (stanú sa potravou iných organizmov, nedostatok potravy a pod.).

Pučaním kvasiniek nový jedinec vyrastá z „pupeňa“ na tele materskej kvasinky. *Pučanie* zabezpečuje, že dcérske bunky sú rovnaké/identické s materskou bunkou a žiaci ho môžu pozorovať aj pod mikroskopom. V prípade baktérií sme zaznamenali miskoncepciu, že:

- Množenie baktérií je podobné ako rozmnožovanie človeka.

Delenie telových buniek rastlín, živočíchov a človeka je komplikovanejšie, ale podobne ako u jednobunkovcov platí, že *sú dcérske bunky identické s materskou bunkou*. Nespočetné množstvo delení musí prebehnúť, aby sa vytvorili špecializované pletivá rastlín a tkanivá živočíchov a aby sa nahradili opotrebované bunky. Výsledkom týchto delení sú vždy telové bunky. Jedna deliaca sa bunka predstavuje spojenie – mostík, medzi rodičovskou bunkou a budúcou generáciou. Zovšeobecnenie „pučania kvasiniek“ na telové bunky, môže viesť k miskoncepcii, napr.:

- Bunky sa rozmnožujú tak, že na tele jednej bunky narastie druhá.

Spôsob delenia buniek, ktorému predchádza „zdvojenie chromozómov“ (analógia skopírovaného textu) sa nazýva „*nepriame delenie*“. Nepriame preto, lebo rozdelenie takejto bunky nenastane naraz, ako napr. v prípade *baktérií*, ale „zmeny“ v jadre a na chromozómoch prebiehajú postupne, až potom sa materská bunka rozdelí na dve dcérske bunky. Proces ako to prebieha, je dôležité argumentovať nielen digitálnymi simuláciami (animácie, video), ale aj nákresom, aby si deti vedeli predstaviť, že výsledkom nepriameho delenia materskej bunky sú identické – rovnaké dcérske bunky, t. j. bunky s rovnakým počtom chromozómov (a teda aj vlastnosťami), ako mala materská bunka. Takýto spôsob delenia sa nazýva *mitóza* a je charakteristický len pre delenie telových buniek. *Mitózu* môžu žiaci pozorovať pod mikroskopom, napr. v preparáte pripravenom z koreňového vrcholu *cibule*. Budú môcť pozorovať nielen jednotlivé fázy nepriameho delenia telových buniek – teda zmeny v jadre a na chromozómoch, ale osvoja si aj niektoré spôsobilosti vedeckej práce, napr. príprava natívneho preparátu, jeho fixácia v maceračnej tekutine, farbenie chromozómov (aby sme ich lepšie rozlíšili) a interpretácia záverov pozorovania.

Častým zdrojom miskoncepcií sú pojmy – *telové a pohlavné bunky*. Žiakom musíme názorným spôsobom priblížiť, že telové bunky majú chromozómy vždy v pároch (od otca aj od matky). Napr. človek má 23 párov, pretože 23 chromozómov má od otca a 23 chromozómov má od matky. Počet chromozómov získaný od jedného rodiča sa nazýva *chromozómová sada* (n) a bunky s polovičným počtom chromozómov (získaných buď od otca alebo od matky) sú *haploidné* (n). Haploidné sú preto aj všetky *pohlavné bunky* – *gaméty*, ktoré majú v chromozóme zapísanú inštrukciu – ty si samček a ty samička. Bunky, ktoré majú párové chromozómy sú *diploidné*, tvoria ich *dve chromozómové sady* ($2n$).

Pochopenie vzťahu medzi pojmami *jadro – chromozóm – nukleové kyseliny*, ako aj *haploidná* (n) – *diploidná* ($2n$) bunka, je východiskom nielen pre osvojenie si podstaty bunkového delenia, ale aj rozmnožovania organizmov, pretože *vznik nového života vždy začína bunkou*. Tieto zákonitosti, bez ktorých je náročné vysvetliť podstatu *telových* ($2n$) a *pohlavných buniek* (n), je možné úspešne demonštrovať napr. didaktickou metódou „hrania rolí“, kde deti budú v role *jadra, chromozómov, haploidnej, diploidnej bunky*, kým im tieto pojmy nebudú celkom jasné. Na potvrdenie a spresnenie takto získaných žiackych predstáv je vhodné pracovať aj s digitálnymi simuláciami prostredníctvom edukačných animácií digitálneho vzdelávacieho obsahu *Planéta vedomostí*.

Osobitný spôsob nepriameho delenia, pri ktorom sa počet chromozómov materskej bunky zníži v dcérskych bunkách o polovicu, sa nazýva *redukčné delenie – meióza*. Takto vznikajú bunky, potrebné na rozmnožovanie, t. j. samičie a samčie pohlavné bunky – *gaméty* (n) v pohlavných orgánoch rastlín, živočíchov a človeka, ako aj bunky *výtrusov* vo výtrusniciach (napr. machov alebo papradí).

V záujme predchádzania miskoncepcií, ktoré v téme *meióza* identifikujeme aj u stredoškôľakov a u študentov vysokých škôl je, aby žiaci a študenti porozumeli, že podstatou redukčného delenia je zníženie počtu chromozómov v dcérskych bunkách oproti počtu chromozómov materskej bunky na polovicu. Práve zníženie počtu chromozómov na polovicu je mechanizmus, ktorý zabezpečuje, aby pri vzniku nového jedinca mohli samčie a samičie gaméty vzájomne splývať, a vytvoriť tak základ vzniku nového jedinca s rovnakým počtom chromozómov ako mala materská bunka. Napr. ak človek má 46 chromozómov, samčie materská bunka v semenníkoch a samičie vo vaječníkoch sa rozdelí tak, aby dcérske bunky – *spermie* a *vajcové bunky*, mali polovičný počet chromozómov, t. j., $n = 23$.

„Okamih redukcie chromozómov“, teda kedy a ako v bunke prebehne, pokiaľ žiaci správne nezachytia, ale sa to len naučia, je cesta k nepochopeniu a miskoncepciám. Vznik pohlavných buniek (aj výtrusov), pozostáva na rozdiel od mitózy z *dvoch delení*. Toto je kľúčové pochopiť. Ak má materská bunka napr. dva chromozómy, t. j. $2n = 2$, v prvom delení obidva zdvojené chromozómy po rozdelení materskej bunky na dve dcérske sa rozostúpia tak, že jeden celý (zdvojený) chromozóm, prechádza do jednej dcérskej bunky a druhý (zdvojený) chromozóm, do druhej. Tak sa zníži – *redukuje počet chromozómov* v jednej bunke z $(2n)$ na polovicu (n) .

Druhé delenie pokračuje rozdelením obidvoch dcérskych buniek, avšak podobným spôsobom ako mitóza. Výsledkom sú potom štyri dcérske bunky s jedným chromozómom (nezdvojeným), teda polovičným počtom ako mala materská bunka na začiatku delenia.

Mitózu telových buniek, ako aj *meiózu* (redukčné delenie) môžu žiaci sledovať prostredníctvom digitálnych simulácií, aby si vytvorili reálnu predstavu a interaktívnymi cvičeniami precvičili, čo má spoločné a čím sa líši spôsob vzniku *telových buniek* – mitóza od redukčného delenia – *meióza*, ktorým vznikajú *pohlavné bunky a výtrusy*.

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie *rozmnožovania* ako všeobecnej vlastnosti buniek rastlín, živočíchov a človeka, ale aj mikroorganizmov, ktorým vznikajú a rastú všetky bunky mnohobunkových organizmov. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie *významu* rozmnožovania buniek pre organizmus, ako aj pre zachovanie života. Keby nebolo bunkové delenie, bola by na svete len jedna bunka.
2. Odvodenie pojmu *bunkové delenie*, na základe vysvetlení vo vyššie uvedených teoretických východiskách.
3. Zavedenie pojmu *chromozóm, chromozómová sada, haploidná(n) a diploidná (2n) bunka*, využitím východiskových poznatkov – *jadro, DNA (nukleová kyselina)*. Prostredníctvom digitálnych simulácií alebo využitím metódy „hrania rolí“ alebo didaktickej hry so zápalkami (chromozómy), by žiaci mali sami prísť na to, ako a prečo dochádza k „zdvojeniu“ chromozómov a teda aj DNA.
4. Na tomto základe empirické zistenie podstaty *nepriameho delenia* telových buniek – *mitóza*, t. j. vznik rovnakých (identických) jedincov.
5. Demonštrovanie priebehu *mitózy* pozorovaním delenia buniek *cibule* pod mikroskopom a porovnanie záverov z pozorovania s priebehom *mitózy* využitím digitálnej simulácie.
6. Zavedenie pojmu *pohlavné bunky – gaméty (n)* a empirické zistenie podstaty *nepriameho redukčného delenia – meióza*, ktorá ako jediný spôsob delenia umožňuje vznik pohlavných buniek.
7. Porovnanie *mitózy* a *meiózy* využitím digitálnych simulácií a vymedzenie spoločných znakov, keďže obe delenia sú nepriame a rozdielov medzi obidvoma deleniami.

Aktivity

- Metóda „hrania rolí“, kde deti budú hrať základné pojmy bunkového delenia (*chromozóm, haploidné, diploidné bunky, materskú bunku, dcérske bunky*), a tak budú demonštrovať jeho podstatu
- Modelovanie chromozómu (Např. pomocou gummy. Natiahnutá guma – analógia chromozómu v bunke, ktorá sa nedelí. Uvoľnená guma sa začne spontánne skracovať – hrubnúť, je veľmi dobre rozlíšiteľná, podobne ako chromozóm v bunke, ktorá sa začína deliť.)
- Didaktická hra so zápalkami, ktoré predstavujú *chromozómy* v bunke a na tomto základe demonštrovanie podstaty *mitózy* a *meiózy*
- Príprava natívneho preparátu a pozorovanie *mitózy* v bunkách *cibule*
- Porovnanie priebehu *mitózy* pozorovaním natívneho preparátu buniek *cibule* v porovnaní s priebehom *mitózy* pozorovanej na trvácich mikroskopických preparátoch
- Pozorovanie priebehu pučania *kvasiniek* školským mikroskopom s vyšším zväčšením
- Digitálne simulácie pozorovaní delenia jednobunkovcov (*kvasinky, bičičkovce, meňavky*), *mitózy* a *meiózy* buniek mnohobunkových organizmov, ktoré nemožno priamo pozorovať školskou mikroskopickou technikou – práca s *DVO Planéta vedomostí* (informačný text, obrázky, animácie, videá, interaktívne cvičenia), vymedzenie podstaty a vzájomných rozdielov
- Práca s pracovným listom – identifikovanie jednotlivých spôsobov delenia ako vzťahov medzi pojmi – *jadro, chromozóm, nukleová kyselina, DNA, chromozómová sada, haploidná, diploidná bunka, telová, pohlavná bunka – gaméta, priame delenie, nepriame delenie – mitóza, nepriame delenie – meióza*

NM 7.8 – Bunky mnohobunkových organizmov sa zoskupujú do pletív (rastliny) alebo tkanív (živočíchov, človek), tkanivá do orgánov a orgány do orgánových sústav, ktoré vykonávajú životne dôležité funkcie – pokryv, opora a pohyb tela, dýchanie, obeh látok, trávenie a vylučovanie.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Organizácia živých systémov je pre žiakov náročné učivo najmä preto, lebo mnohé pojmy nemožno uchopiť na základe bezprostrednej skúsenosti, napr. *vodivé pletivá, tkanivový mok, krvomiazga, malý, veľký krvný obeh, kostné tkanivo* a i. Ďalším problémom je, že osvojenie podstaty organizácie *pletív/tkanív, orgánov, orgánových sústav* rastlín a živočíchov si vyžaduje konkrétne príklady z rôznorodých skupín organizmov. Princípy fungovania je potrebné zovšeobecniť na širšiu skupinu organizmov. Väčšinu príkladov nie je možné demonštrovať priamo, ale len sprostredkované – obrázkami, digitálnymi simuláciami a pod. Tým, že sa problematika organizácie tela rastlín, živočíchov a človeka učí oddelene taxatívnym vymenovaním skupín organizmov a spôsobu ich fungovania, učivo je preplnené faktami a žiaci pre množstvo detailov prehľadnu podstatu a môžu vznikať miskoncepce, napr:

- Ak bunka funguje samostatne nič nerobí alebo nám v takomto prípade škodí.

Nevnímajú fakt, že organizácia a fungovanie organizmov má aj spoločné znaky, napr. všetky organizmy (okrem parazitov), musia mať orgány/orgánové sústavy, ktoré zabezpečujú príjem živín, ich spracovanie, transport a vylučovanie (analógia s bunkovými organelami). Prepojenie funkcií jednotlivých orgánov sa uskutočňuje prostredníctvom chemických látok (enzýmy, vitamíny, hormóny) a regulačných mechanizmov.

Pravdepodobne neexistuje téma tejto nosnej myšlienky, ktorá by nebola zdrojom miskonceptí, napr. zamieňanie *pletív a tkanív*, ale aj *častí kvetu* žiakmi, *redukovanie funkcie obehovej sústavy a jej častí len na prúdenie krvi*, *nespájanie malého a veľkého krvného obehu so srdcom* a i.

Je všeobecne známy problém, že žiaci vnímajú aj sústavy orgánov oddelene, napr. nepostrehnú súvislosť medzi dýchacou a obehovou funkciou alebo tráviacou a obehovou sústavou. Riešením by mohlo byť aj počítačom podporované, prípadne úplne jednoduché meranie, keď žiaci overujú svoj predpoklad, či fyzická námaha (drepy, beh a pod.) ovplyvňuje frekvenciu tepu aj dýchania, zakresľujú závislosť do grafu a diskutujú o príčinách. Vo všeobecnosti oddelenie stavby orgánov od ich fyziologických funkcií vedie k miskonceptiám alebo k neúplným predstavám, napríklad žiak netuší, ako sa dostanú živiny z potravy do krvi a z krvi do tkanív – tu sa žiada dokonca vrátiť sa k procesom o príjme a výdaji látok bunkami, aby vznikol celistvý obraz. Znamená to prepojiť poznatky na úrovni buniek, tkanív a pletív s makroskopickou štruktúrou tela a základnými fyziologickými dejmi, ktoré ponúkajú veľa možností na pozorovanie.

K pochopeniu, napr. *stavby a funkcie pletív/tkanív* žiakom môže pomôcť pozorovanie nielen mikroskopických preparátov (natívných, trvácich), ale aj rozčlenenie rastliny na jednotlivé orgány a vzájomné porovnanie ich základnej stavby (voľným okom, pod mikroskopom, lupou), odvodzovanie funkcie pletív, ktoré tvoria orgány rastlín v porovnaní s tkanivami orgánov a orgánovými sústavami živočíchov (človeka). Žiaci tak zistia, že rastlinné telo je jednoduchšie organizované vzhľadom na svoj *spôsob života* (nepohybuje sa) a *výživy*, preto nepotrebuje toľko orgánov a nemá takú komplikovanú stavbu ako živočíchov.

Aj keď sú živočíchov svojou stavbou veľmi variabilné (*prvky, bezstavovce, stavovce*), základné znaky a vlastnosti majú všetky živočíchov, vrátane človeka spoločné. Najvýznamnejšou je *aktívny pohyb* a *spôsob výživy* (bylinožravce, mäsožravce, všežravce).

Žiaci na základe praktickej skúsenosti zistia, že rastliny nemajú „kostru“ ako živočíchov. Potrebujú byť pevne ukotvené v zemi na čo im slúžia korene tvoriace koreňový systém. Koreň, keďže je v zemi, sa stavbou a funkciami líši od stonky napriek tomu, že stonka je pokračovaním koreňa nad zemou. Stonka rastie proti smeru „gravitácie“ a musí sa udržať vzpriamene, čomu sa prispôsobila jej vonkajšia aj vnútorná stavba, napr. krycie a mechanické pletivá. Všetky bunky rastliny majú celulóзовú bunkovú stenu, ktorú bunky živočíchov nepotrebujú, lebo živočíchov sa pohybujú, majú iný spôsob života a ich tkanivá sú preto inak organizované ako pletivá rastlín. Rastliny potrebujú aj pletivá na transport živín – vodivé pletivá, ktoré tvoria *cievne zväzky*. Sú ľahko rozlíšiteľné aj žiakmi, napr. na listoch v podobe *žilnatin*, ktorá je takmer na každom liste inak vetvená. Žiaci zo skúsenosti vedia, že rastlinu musíme polievať, aby koreňmi mohla prijímať vodu a minerálne látky, ktoré *vodivé pletivá* stonkou privedú až k listom, a tak zabezpečia, aby rastlina mala potrebnú výživu. Takto žiaci vlastným pozorovaním zistia rozdiel v stavbe aj vo funkcii medzi „zelenými“ časťami rastlín, ktorú tvorí *stonka a listy* v porovnaní s rôznofarebnými *kvetmi* a bezfa-

rebnými *koreňmi*. Empirickým zistením dokážu rozlíšiť, prečo sú *koreň*, *stonka* a *listy* vegetatívne, čiže život udržujúce rastlinné orgány, zabezpečujúce *príjem*, *vedenie* a *výdaj vody* rastlinou. Stavba *kvetu* a jeho častí, je prispôbena *rozmnožovaniu*, čo môžeme *demonštrovať*, napr. rozčlenením kvetu *tulipánu*. Zistené fakty sú východiskom pre rozmnožovanie, pretože žiaci si na základe praktickej skúsenosti osvoja pojem – *piestik*, *vajíčko*, *tyčinka*, *peľnica*, *semená* a *plody*.

Živočíchy sa od rastlín v mnohom odlišujú. Žiaci pozorovaním *prvkov* (živočíšne bunky) a ich porovnávaním s *riasami* zistia, že rozdiely sú už na bunkovej úrovni. Toto poznanie je východiskom pre štúdium spoločných znakov a rozdielov v stavbe *orgánov* a *orgánových sústav* živočíchov, ktoré je vhodné začať študovať od človeka a porovnávať jeho stavbu s vybranými skupinami živočíchov. Porovnávaním *bezstavovcov*, t. j. živočíchov bez chrbtice so *stavovcami* s pevnou kostrou, na ktorú sa upínajú *svaly* si žiaci skôr uvedomia rozdiely v stavbe, ktoré vyplývajú z postupného vývoja organizmov a ich prispôsobovania sa životnému prostrediu a podmienkam života. Nemusia poznať podrobnú stavbu orgánov a ich sústav, ale opisom obrázkov a porovnávaním „umiestnenia“ jednotlivých orgánov v tele živočíchov a človeka zistia, že *orgány majú v tele* každej skupiny organizmov *svoje pevné miesto*. Práve tu sa stretávame s mnohými miskoncepciami, lebo žiaci v slepých nákresoch, do ktorých majú zakresliť jednotlivé orgány si často zamieňajú ich umiestnenie, napr. *srdce* umiestnia na pravú stranu alebo do stredu tela, *žalúdok* do spodnej časti brucha a pod., čo často súvisí s nepochopením funkcie týchto orgánov. Žiakom treba na príkladoch demonštrovať, že *orgány* sú funkčné celky tvorené viacerými *typmi tkanív*. Podobne ako u rastlín pletivá, musia zabezpečovať rôznorodé funkcie, napr. vonkajšiu ochranu – *pokryv* tela, ale aj vnútorných orgánov (napr. výstelka ciev), *spojivové tkanivá* a i.

Podobne ako *transport živín* do jednotlivých častí *rastliny* zabezpečujú *vodivé pletivá*, v tele *živočíchov* túto funkciu preberajú *rôzne typy obehovej sústavy*. U *stavovcov* je to krv (krvná plazma, krvné telieska). Pohyb zabezpečuje *svalové tkanivo* (hladké, priečne pruhované a srdcový sval) a dráždivosť *nervové tkanivo*. Prevládajúce tkanivá zabezpečujú hlavnú funkciu, ostatné pomocné funkcie, a tak sú jednotlivé orgány stavbou a funkciami vzájomne prepojené. Napr. *krycia*, *oporná* a *pohybová sústava* vzájomnou súčinnosťou zabezpečujú veľkosť a tvar tela, ochranu a pohyb. *Tráviaca*, *dýchacia*, *obehová* a *vylučovacia sústava* sa podieľajú na látkovej výmene a metabolizme – premene látok a energie. Vzhľadom na to, že *tráviaca sústava*, procesy *fotosyntézy*, *dýchania* a *vylučovanie* spojené s metabolizmom sú obsahom inej nosnej myšlienky, na tomto mieste sa im nebudeme bližšie venovať.

Oporná a pohybová sústava tvorí *kostra*, na ktorú sa upínajú *svaly*. Zdrojom častých miskoncepcií, ktoré vedú k neschopnosti žiakov identifikovať podstatné rozdiely v stavbe tejto sústavy u *bezstavovcov* a *stavovcov* sa spájajú práve s nepochopením pojmov – *vonkajšia a vnútorná kostra*, *chrbtica*, *stavce*. Mnohé *bezstavovce* (slimák, lastúrniky), keďže majú mäkké telo, musí ho chrániť *vonkajšia kostra*, napr. *schránky* – ulity, lastúry. Na vonkajšiu kostru hmyzu – *chitínovú kutikulu* sa upínajú *svaly*. *Pancier*, ako pozostatok vonkajšej kostry, s ochrannou funkciou majú napr. rak a korytnačky. Pre *stavovce* je charakteristická *vnútorná kostra*, ktorú vonkajším pozorovaním nevidíme. Tvoria ju *väzivo*, *chrupka* a *kosť* a jej základom je pevná a pružná *chrbtica* tvorená *stavcami*. Na vybraných zástupcoch nižších *stavovcov* možno demonštrovať (modely, animácie, videá), že ich kostra je *chrupkovitá* (žraloky), ostatné *stavovce* ju majú *kostenú*. Jednotlivé časti kostry – *kosti* sú pohyblivo *spojené kĺbmi*. Tým sa zabezpečuje pohyb celého organizmu.

Aktívny pohyb živočíchov je viazaný na *pohybové orgány* tvorené *svalovým tkanivom* schopným kontrakcie. Práve toto empiricky získané poznanie, že akýkoľvek pohyb (*hlavy*, *trupu*, *končatín*), napr. aj človeka je podmienený svalmi, vysvetľuje časté miskoncepce žiakov, ktorí pripisujú pohyb *prvkov bičikmi*, *brvami* a *panôžkami* tiež svalom, ktoré však nemajú u *prvkov* z čoho a prečo vzniknúť. Žiaci pozorovaním vybraných živočíchov zistia, že spôsobu pohybu je prispôbena aj kostra a svaly. Pri pohybe niektorým živočíchom často pomáha vylučovanie slizu, napr. *svalnatá noha* slimákov. Najaktívnejší je pohyb pomocou *končatín* pri článkonožcoch (pavúky, hmyz) a *stavovcoch*. Pri *stavovcoch* ho zabezpečuje *priečne pruhovaná svalovina*. Porovnávaním *končatín* (obrázkov, animácií, videí) *bezstavovcov* (kobylika, koník) a *stavovcov* (zajac, klokan, ryby, vtáky, netopier), žijúcich v rôznom prostredí (voda, vzduch, pohyb po zemi, lezenie po stromoch a i.), žiaci zistia, že rozmanité spôsoby pohybu viedli k vývoju rôznych typov *končatín* – *plutvy*, *krídla*, *kráčavé nohy* a pod.

Žiaci z vlastnej skúsenosti vedia, že telo človeka chráni *pokožka*. Na rozdiel od pokožky väčšiny živočíchov, človek nemá slizkú, vlhkú pokožku, ani šupiny, perie alebo srst'. Jediné, čo nám z týchto útvarov pokožky zostalo je ochlpenie, podstatne miernejšie ako napr. u opíc. Živočíchom sa rôznorodý *pokryv tela* vyvinul úmerne podmienkam životného prostredia, v ktorom žijú. Žiaci si uvedomia, že človek srst' nepotrebuje, pretože má oblečenie. Tým, že koža obopína celé telo, je aj najväčší orgán tela. Logicky sa podieľa

na mnohých významných funkciách, ktoré by mali odvodiť žiaci skúmaním kože vlastného tela a porovnávaním (analogiami) so živočíchmi. Napr. početnými receptormi *prijíma podnety* z vonkajšieho prostredia (teplo, chlad, drsný, hladký povrch a i.), je základom pre tvorbu pokožkových útvarov – *chlpý, nechty, vlasy*, u živočíchov *perie, šupiny, srst'* a i. Chráni telo suchozemských živočíchov pred vyparovaním a má aj *termoregulačnú funkciu* (potenie). U bezstavovcov tvorí *vonkajšiu kostru* (schránky, koraly). Na potvrdenie a spresnenie týchto empiricky zistených faktov je vhodné priamo pozorovať prírodniny a ich časti, ale pracovať aj s digitálnymi simuláciami prostredníctvom edukačných animácií a interaktívnych cvičení, obrazovým materiálom, modelmi (stavba *kože*) a i. Žiaci sa na základe skúsenosti (praktickej, sprostredkovanej) dopracujú k zisteniu, že *oporná* (kostra) a *pohybová sústava* (svaly) úzko spolupracujú.

Sústava obehu telových tekutín zabezpečuje prenos látok (živiny, kyslík a i.) nepretržitou cirkuláciou telových tekutín na miesto spotreby medzi všetkými časťami tela živočíchov a človeka. Porovnávaním rozvádzania živín v rastline žiaci zistia, že u živočíchov je výrazne komplikovanejšie. Základom telových tekutín je, podobne ako u rastlín, *voda a soli*. Čím má živočích zložitejšiu stavbu, tým viac pribúdajú v telovej tekutine aj *transportné bielkoviny s farbivami*, ktoré sú na seba schopné viazať kyslík, podobne ako sa viaže na hemoglobín v krvi človeka. Krví podobná telová tekutina – *krvomiazga* sa objavuje až pri mäkkýšoch (slimák), pretože tie, vzhľadom na zložitejšiu stavbu, už potrebujú rozvádzat' kyslík do tkanív na podstatne väčšej ploche. *Krv, tkanivový mok* je typická telová tekutina obrúčkavcov a stavovcov (vrátane človeka). Miazga (lymfá) je charakteristická len pre stavovce.

Problematika pochopenia funkcie telových tekutín a obehových sústav je o porovnávaní, a preto si vyžaduje prácu s obrazovým materiálom, ale hlavne s digitálnymi simuláciami, aby mali žiaci reálnu predstavu ako tieto procesy prebiehajú. Práve pre náročnosť tejto problematiky bol identifikovaný celý rad miskonceptí, napr.:

- Obehová sústava slúži na prekrvenie organizmu.
- Keby krv neprúdila, necítili by sme si prsty.
- Dodáva krv do organizmu.
- Krv potrebujeme hlavne preto, aby prúdila. Ak by krv neprúdila, tak by srdce nebilo.
- Otvorená sústava má otvorené tie cievy a tepny, zatvorená ich má zatvorené.
- Zatvorená je vo vnútri tela, otvorená má nejaký súvis s vonkajším prostredím.

Ani zmienka o podstate – prenos kyslíka a živín. Základom, ktorému by sme mali venovať najväčšiu pozornosť, by mal byť krvný obeh *stavovcov*, ktorý tvorí sústava ciev (*tepny, žily, vlásočnice*) a *srdce*, ktoré pracuje ako pumpa, a tak nepretržite poháňa krv. Krv človeka je životne dôležitá tekutina (analogia s vodivými pletivami rastlín), ktorej funkcie, vlastnosti a zloženie sú zatiaľ nezastupiteľné. Miskonceptie v tejto problematike sú veľmi časté a svedčia o zamieňaní si funkcie krvných teliesok. Napr.:

- Červené krvinky sú „diskovité telieska, bunky slúžiace na obranu organizmu. Sú súčasťou krvnej plazmy, obsahujú živiny, minerálne látky a bielkoviny, pretože zabezpečujú zrážanlivosť krvi. Prenášajú kyslík a oxid uhličitý do buniek.
- Krvné doštičky zabezpečujú prenos kyslíka, obranu voči vírusom, transport živín, pretože privádzajú k bunkám živiny a odvádzajú odpadové látky, zabezpečujú transport vírusov z poraneného miesta.

Typ obehovej sústavy je priamo prepojený so stavbou *srdca*. Porovnávaním krvného obehu vybraných skupín živočíchov žiaci zistia, že len v srdci *rýb* prúdi odkysličená krv. Na príklade *obojživelníkov* prostredníctvom schém a digitálnych simulácií žiaci zistia rozdiel medzi malým a veľkým krvným obehom, ktorý doplníme o *stavbu srdca a krvného obehu cicavcov* na príklade vtákov a človeka. Krvný obeh plazov nie je nutné prezentovať, lebo žiaci si to potom zamieňajú a strácajú sa, najmä v stavbe srdca. Na opis a porovnávanie obehových sústav je potrebné využiť schémy, nákresy, ale hlavne digitálne simulácie a interaktívne cvičenia. Žiaci pomocou takejto vizualizácie a využitím interaktívnych metód zistia, že obehová sústava prešla zložitým vývojom a že najvýkonnejší obehový systém majú *vtáky a cicavce* (človek). Je to tak preto, lebo *suchozemské stavovce*, vrátane *človeka*, majú pri pohybe vyššiu spotrebu energie, a preto majú aj vyššie nároky na zásobovanie organizmu kyslíkom. Žiakovi treba viesť k tomu, aby pochopili, že stúpajúce nároky organizmov (suchozemské *stavovce*) na kyslík počas vývoja ovplyvnili stavbu srdca, ktoré sa postupne člení a úmerne tomu sa vyvinul *veľký a malý krvný obeh*. Tým sa oddelila okysličená krv od odkysličenej. Je to dôležité preto, lebo najmä v tejto časti témy sa objavujú mnohé miskonceptie, napr.:

- Okysličená krv prechádza cez pravú predsieň do pravej komory.
- Rybám sa okysličuje krv v pľúcach.
- Kyslík prechádza do srdca, dodáva mu silu aby bilo.

- Plúcny krvný obeh tvoria srdce, tepny a pľúca; pľúca a cievy; srdce a cievy.
- Veľký krvný obeh nazývame tiež „plúcny krvný obeh, krv prúdi zo srdca do pľúc, kde sa okysličuje.
- Odkysličená krv prúdi zo srdca do celého tela, kde sa okysličuje.
- Veľký krvný obeh obsahuje viac krvi, ako malý krvný obeh.
- Veľký, keď máme veľa krvi a malý, keď máme málo krvi.
- Malý krvný obeh je v určitej časti tela a veľký v celom tele.

Didaktická sekvencia

1. Empirickým zistením vymedzenie pojmov organizácie tela rastlín – *pletivá, orgány, organizmus* porovnávaním stavby a funkcie pletív a rastlinných orgánov – *koreň, stonka, listy*. Na základe pozorovania a pokusov a s podporou digitálnych simulácií, zavedenie pojmu *vegetatívne orgány* rastliny.
2. Empirické zistenie stavby kvetu pozorovaním a rozčleňovaním, napr. kvetu *tulipánu*, rôznych semien (*chia, ľanové, konopné*) a plodov ovocia (*jablko, slivka, čučoriedky* a i.), podporené digitálnou simuláciou a opisom obrazových materiálov. Vymedzenie pojmov *rozmnožovacie orgány rastlín* – *kvet, piestik, vajíčko, tyčinka, peľnica, semená, plody*.
3. Vymedzenie pojmov organizácie tela živočíchov – *tkanivá, orgány, orgánové sústavy, organizmus* porovnávaním rôznych typov *tkanív* živočíchov a človeka (trváce preparáty). Potvrdenie stavby a funkcie vybraných tkanív živočíchov a človeka – *spojivové, svalové, výstelkové, nervové* prostredníctvom digitálnych simulácií (animácie, videá).
4. Empirické zistenie vybraných znakov a vlastností živočíchov, ktorými sa odlišujú od rastlín, na príklade *aktívneho pohybu* pomocou rôznych typov končatín stavovcov – *plutvy, krídla, kráčavé nohy* a i., na základe porovnávania (mikroskopické preparáty prvkov, obrazový materiál, preparované živočích, digitálne simulácie – animácie, videá).
5. Zavedenie základných pojmov *opornej* (*kostra* – vnútorná, vonkajšia, kosti hlavy, trupu, končatín), *pohybovej sústavy* (hladké, priečne pruhované svaly) a *pokryvu* tela (koža a útvary pokožky) empirickou skúsenosťou s využitím prírodnín (*ulita, lastúry, šupiny, srst', vlasy, rohy* a i.) a modelov (*kostra človeka, prierez kožou*) s podporou digitálnych simulácií na vybraných typoch bezstavovcov a stavovcov vrátane človeka. Poruchy držania tela človeka, ochorenia opornej a pohybovej sústavy, predlekárska prvá pomoc.
6. Zavedenie základných pojmov sústavy obehu telových tekutín (krvomiazga, krv, tkanivový mok a miazga/lymfa, okysličená, odkysličená krv) a typy krvného obehu rýb, obojživelníkov a cicavcov empirickou skúsenosťou na vybraných typoch bezstavovcov (dážďovka, slimák) a stavovcov (človek) s využitím metódy „hrania rolí“ s podporou digitálnych technológií. Pojmové vymedzenie zloženia krvi – krvná plazma, krvné telieska (červené a biele krvinky, krvné doštičky) a ich funkcie. Darcovstvo krvi. Poruchy a ochorenia srdca a obehovej sústavy človeka, predlekárska prvá pomoc.

Aktivity

Pletivá a orgány rastlín

- Pozorovanie buniek pokožky *cibule* pod mikroskopom
- Pozorovanie cievnych zväzkov v stonke jednoklíčnolistových rastlín (napr. *Tradescantia*)
- Pozorovanie koreňkov a koreňových vláskov na naklíčených semenách *maku siateho* (*hrachu, fazule, pšenice*) pod mikroskopom
- Pozorovanie tvaru stonky podľa prierezu rôznych dostupných rastlín – *púpava, hluchavka, praslička* a i., identifikovanie a zakreslenie tvaru stoniek
- Určovanie typu žilnatiny listov rôznych rastlín – *kosatec, čerešňa, javor, lipa* a i., podľa kľúča na určovanie rastlín
- Dôkaz pevnosti cievnych zväzkov čepele listu *skorocelu väčšieho*
- Dôkaz vedenia vody v rastline na zápalkách
- Pozorovanie stavby kvetu lupou
- Určovanie a rozlišovanie semien (slnečnicové, ľanové, chia, konopné) a plodov (jablko, hruška, slivka, rajčiak, mak, kukurica a i.)

Oporná a pohybová sústava, pokrýv tela

- Pozorovanie a vymedzenie vzájomných rozdielov špecializovaných buniek (červené krvinky, nervová, kostná, tuková bunka) a tkanív mnohobunkových organizmov (výstelkové, kostené, svalové) za použitia priameho pozorovania školskou mikroskopickou technikou alebo, ak priame pozorovanie nie je možné, práca s animáciami a videami
- Pozorovanie daktyloskopických útvarov na dlani a otláčkov rýh na bruškách prstov
- Nácvik prvej pomoci pri poraneniach kože a popáleninách
- Pozorovanie šupiny ryby pod mikroskopom
- Pozorovanie pera vtáka pod mikroskopom
- Pozorovanie pohybu *slimáka* a porovnanie s pohybom *žaby* vo vode a na súši
- Zisťovanie chemického zloženia ulity slimáka
- Pozorovanie kostry stavovcov na modeloch
- Demonštrovanie pevnosti kostí
- Zisťovanie unaviteľnosti svalov
- Poznávanie kostí a nácvik prvej pomoci pri poranení kostí
- Prvá pomoc pri zlomenine a vyklbenine

Cievna sústava a srdce

- Počúvanie *zvukových prejavov srdca* fonendoskopom
- Zisťovanie počtu *tepov srdca* v pokoji a po námahe
- Jednoduché meranie krvného tlaku a tepu digitálnymi meracími prístrojmi a porovnanie zistených údajov s údajmi nameranými pri zmene podmienok merania (v klude, po fyzickej námahe a i.)
- Hranie rolí, kde deti budú hrať základné *pojmy krvného obehu* (srdce, žily, tepny, pl'úca), a tak budú demonštrovať malý a veľký krvný obeh
- Nácvik predlekárskej pomoci pri tepnovom/žilovom krvácaní, pri porezaní prsta na ruke a pri zastavení činnosti srdca
- Digitálne simulácie pozorovaní *krvného obehu* rýb, obojživelníkov, vtákov a cicavcov (človek) a vymedzenie podstaty a vzájomných rozdielov (napr. digitálny vzdelávací obsah Planéta vedomostí)

Obehová a dýchacia sústava

- Počítačom podporované merania jednoduchej fyzickej aktivity (drepy, kl'uky, beh na mieste a i.) s cieľom overiť predpoklad, či fyzická námaha ovplyvňuje frekvenciu tepu aj dýchania; Zakresliť závislosť do grafu a diskutovať o príčinách

NM 7.9 – Funkcie v rámci rôzneho typu buniek sú regulované enzýmami. Aktivitu orgánov a tkanív v organizme regulujú hormóny prenášané telovými tekutinami (u človeka krvou), ktoré svojou činnosťou ovplyvňujú fungovanie celého organizmu. Centrálné riadenie organizmu zabezpečuje nervová sústava – mozog a miecha, ktorá v spolupráci s ďalšími regulačnými mechanizmami (hormonálna, imunitná sústava) vrátane zmyslov, prepája reguláciu bunkovej aktivity až po riadenie činnosti orgánov a celého organizmu. Dôsledkom nesprávnej funkcie buniek a regulačných mechanizmov – enzýmov, hormónov a jednotlivých častí nervovej sústavy je choroba.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Regulačné mechanizmy patria do tej skupiny orgánových sústav, ktoré vo vývoji vedeckého poznania boli najviac vystavené nevedeckým, až špekulatívnym interpretáciám, z ktorých mnohé pretrvali do dnes a logicky sa stali odolnými miskonceptami aj pre žiakov. Všeobecne známym mýtom a nielen pre žiakov zavádzajúcim presvedčením je fakt, že mozog pracuje len na 10 %. Ak by to bola pravda, potom, potom by pri úrazoch hlavy, mozgovej mŕtvice a ďalších ochoreniach, zasahujúcich mozog, nedochádzalo k ochrnutiu a k ďalším invazívnym neurologickým poruchám s celoživotnými následkami. Príroda sa správa ekonomicky. Ak by nejaký orgán alebo jeho časť bola nefunkčná, tak časom zakrpatie, degeneruje. Dnes môžeme s istotou povedať, že strata akéhokolvek kúska mozgu okamžite znemožní človeku vykonávať rôzne činnosti. Magnetoencefalografiou (MEG) bolo potvrdené, že „mozog človeka je aktívny počas celého dňa“. Neu-

róny, nervové bunky, ktoré sú zapojené v myslení, „vždy niečo robia“ a to aj vtedy, keď mozog nezaťažujeme úlohami. Takže konštatovanie o 10 % využívaní kapacity mozgu je dnes už vyvrátený mýtus.

Na druhej strane, mnohé predstavy dávnovekých mysliteľov o regulačných sústavách sa ukázali ako vedecky správne. Napr. už v roku 170 n. l. Galénos potvrdil funkčnú súvislosť miechy s mozgom a prezentoval správne poznatky o funkcii nervov. Hippokrates je autorom „*humorálnej teórie*“, ktorú neskôr rozpracoval Galénos o štyroch živloch (oheň, voda, vzduch, zem). Jednotlivým živlom zodpovedajú štyri základné šťavy ľudského tela – krv, hlien, žltá a čierna žlč. Prevalha niektorých z týchto štiav formuje temperament človeka. Tieto, dnes už prekonané predstavy antických lekárov potvrdzujú, že už v tom čase si doboví učenci uvedomovali význam telových tekutín pre organizmus a predpokladali ich vplyv na správne činnosť človeka.

Dnes už s istotou vieme, že regulačné mechanizmy zabezpečujú rovnováhu vnútorného prostredia organizmov – *homeostázu* a umožňujú organizmom primerane odpovedať na podnety prostredia, a tak sa neustále prispôsobovať meniacim sa životným podmienkam. Pre žiakov základnej školy nie je nutné poznať stavbu všetkých súčastí regulačných sústav. Dôležité je, aby si vytvorili správnu predstavu ako tieto sústavy fungujú, že sú vzájomne prepojené a ak dôjde k „chybe“ v regulácii, prejaví sa to najprv na bunkovej úrovni a potom aj v rámci celého organizmu, napr. chorobou.

Žiaci pozorovaním pohybových reakcií *črievičky* v závislosti od meniacej sa teploty získali skúsenosť, že aj jednobunkové organizmy majú vyvinuté mechanizmy jednoduchej odpovede na podnet. V tomto experimente bol reakciou *črievičky* zrýchlený pohyb. No bunky a jednobunkové organizmy musia regulovať celý rad ďalších procesov, napr. tvorba a rast buniek/organel, syntéza, príjem a vylučovanie látok. Riadenie týchto procesov v rámci bunky a jednobunkových organizmov zabezpečujú rôzne mechanizmy, z ktorých najvýznamnejšie sú chemické látky – *enzýmy* tým, že urýchľujú alebo spomaľujú chemické reakcie. Tak zabezpečujú napr. zodpovedajúci počet buniek v tkanivách a v orgánoch a ovplyvňujú životné procesy bunky a celého organizmu.

Na základe praktickej skúsenosti žiaci zistia, že aj rôzne typy *zmyslových orgánov živočíchov* (vrátane človeka) sú reakciou na podnety vonkajšieho prostredia. Zo skúsenosti z reálneho života dospejú k poznaniu, že mnohobunkovým organizmom sa postupne vyvinuli *tri základné regulačné mechanizmy* – *hormonálne* (látkové), *nervové* (dráždivé) a *obranné* (imunitné), ktorých činnosť je vzájomne prepojená. Keďže problematika „obranschopnosti“ vyžaduje vysokú mieru abstrakcie a má aj náročný pojmový aparát, nebudeme učivo „imunitných mechanizmov“ bližšie rozvíjať v tejto nosnej myšlienke v rámci obsahu základnej školy. Obmedzíme sa len na hormonálnu, nervovú reguláciu a vybrané zmysly živočíchov a človeka (*čuch, chuť, hmat*) – reakcie zmyslových buniek – receptorov a reflexné reakcie nervovej sústavy.

Spoločným pre hormonálnu aj nervovú sústavu je fakt, že „*špecificky*“ prijímajú a spracúvajú podnety a odovzdávajú orgánom pokyny na činnosť. Žiaci využitím východiskových poznatkov aj ďalších skúseností dospejú k poznaniu, že *základné životné procesy* – hospodárenie organizmu s vodou, srdcová činnosť, uvoľňovanie energie v bunkách, rozmnožovanie, rast a vývin, nemôžu prebiehať chaoticky, ale naopak musia byť regulované, aby prebiehali vtedy kedy majú. Biologicky účinné látky, ktoré tieto procesy regulujú sú výlučky žliaz s vnútorným alebo vonkajším vylučovaním – *hormóny*. Zabezpečujú látkovú reguláciu aj u živočíchov, napr. zvliekanie lariev a kukiel, zimný spánok, obranné, únikové reakcie hmyzu – mravce, včely; priamy a nepriamy vývin hmyzu, vývin pohlavných orgánov, procesy spojené s rozmnožovaním stavovcov a i.

Početné miskoncepce vznikajú z dôvodu *nepochopenia samotného pojmu „hormón“*. Žiaci si tento pojem zamieňajú s vitamínmi alebo enzýmami. Nechápu rozdiel medzi žľazou s vnútorným a s vonkajším vylučovaním. Preto je dôležité aj tomuto odlíšeniu venovať náležitú pozornosť. Vzhľadom na šírku problematiky, odporúčame základnú stavbu a fungovanie hormonálnej a nervovej sústavy sústrediť na človeka a tieto poznatky porovnávať s vybranými skupinami živočíchov.

Žiaci s podporou digitálnych simulácií a využitím analógií dospejú k poznaniu, že látková *hormonálna regulácia* je pomalšia ako nervová, pretože chemické látky – *hormóny* sú v minimálnych koncentráciách telovými tekutinami (u stavovcov krvou alebo lymfou) prenášané do všetkých častí tela, ale vždy ich „zachytí“ len ten jeden, špecifický – cieľový orgán. Funguje to podobne ako signál mobilu, ktorý zachytí len toho „svojho“ operátora. Na rozdiel od nervovej sústavy, reakcia cieľového orgánu na hladinu hormónov môže trvať niekoľko minút, ale aj mesiacov až rokov s fyziologickým dopadom na organizmus (cukrovka, poruchy štítnej žľazy, poruchy rastu, rozmnožovacích orgánov a i.). V učive o *hormonálnej regulácii* (s využitím aktivít, analógií, jednoduchých pokusov a pozorovaní s podporou digitálnych technológií) sa

treba zamerať na tie najdôležitejšie *hormóny žliaz s vnútorným vylučovaním* a ich biologický účinok na konkrétny orgán alebo orgánový systém. O tom, kedy, s akou intenzitou a za akých podmienok má väčšina hormónov účinkovať, rozhoduje podmozgová žľaza – *hypofýza*, ktorá pri riadení vylučovania hormónov funguje ako dirigent orchestra. Ak z rôznych dôvodov nastane chyba vo vylučovaní ktoréhokolvek hormónu, dôsledkom je nerovnováha, ktorá sa prejaví špecifickým ochorením. Medzi najčastejšie choroby, vyvolané poruchami hormónov, patrí – *cukrovka*, ochorenie *štítnej žľazy*, deformácie z nadbytku alebo nedostatku *rastového hormónu*, nepravidelnosti *menštruačného cyklu* a i. Miskonceptie u žiakov sa objavujú napr. v *zamieňaní si funkcie jednotlivých hormónov* a v neschopnosti žiakov vysvetliť nevyhnutnosť celoživotného pôsobenia hormónov v regulácii životných procesov.

Naopak, *nervová regulácia (reflexná)*, funguje na princípe dráždivosti, pričom nervový vzruch putuje priamo k svalu, žľaze alebo k orgánu. Je preto výrazne *rýchlejšia* (napr. patelárny-kladivkový reflex, zrenicový reflex a pod.). Základnou stavebnou a funkčnou jednotkou nervovej sústavy je neurón, ktorého stavbu opísal v r. 1835 J. E. Purkyně. Na rozdiel od všetkých ostatných orgánov, *mozog „necíti bolesť“*, pretože nemá receptory bolesti. Tento fakt umožňuje lekárom aj pri vážnych mozgových operáciách, napr. pri odstraňovaní nádoru, komunikovať bez uspania s pacientom. Pochopenie základných princípov nervovej regulácie by malo vychádzať z porovnania nervovej regulácie vybraných skupín *bezzstavovcov*, ktorá odzrkadľuje stupeň dráždivosti v určitom type nervovej sústavy – *rozptýlená* (nezmar), *pásová* (ploskuľa), *rebríčková* (píjavica, hmyz). Špecifickú odpoveď na vonkajšie podnety môžeme sprostredkovať prostredníctvom *zmyslových orgánov*. Spojenie medzi vonkajším a vnútorným prostredím umožňujú *zmyslové útvary – receptory*. Môžu to byť voľné zakončenia nervových buniek, samostatná bunka alebo skupina buniek zmyslového tkaniva, ktoré sú pre bezstavovce veľmi dôležitým kontaktom s vonkajším svetom, napr. *tykadlá, svetlo citlivé bunky, hmatové telieska, telieska na vnímanie tlaku* a i. Stavovce majú vyvinutý predovšetkým *čuch, chuť, hmat, zrak a sluch* o čom sa môžu žiaci presvedčiť jednoduchými pokusmi a aktivitami s podporou digitálnych simulácií.

Stavovce (vrátane človeka) majú už *rúrkovú nervovú sústavu*, v ktorej má dominantné postavenie *mozog a miecha*, preto tvoria centrálnu nervovú sústavu (CNS). Princíp fungovania je však u bezstavovcov aj stavovcov rovnaký. *Informácia* z prostredia prebieha v podobe *nervového vzruchu* nervovými vláknami *do centrálnej NS*, ktorá ho *spracuje a vytvorí odpoveď* pre výkonné orgány – svaly. Tento mechanizmus sa nazýva *reflexný oblúk*. Odpoveďou organizmu na podnet je *reflex*. V jednotlivých častiach mozgu sú centrá zodpovedajúce za činnosť vnútorných orgánov, životné prejavy a správanie. Nervy spájajú CNS so všetkými časťami tela tak, že zabezpečujú „prenos“ nervových vzruchov pomocou „zapojenia“ medzi neurónmi. Zapojenie sprostredkuje „kontakt“ *medzi membránami dvoch buniek*, z ktorých aspoň jedna je nervová (napr. zmyslová a nervová). Na rozdiel od prenosu elektrónov v elektrickom kábli, vzruch vzniká podráždením membrány chemickým alebo elektrickým podnetom na základe zmeny napätia medzi vonkajším a vnútorným prostredím membrány.

Dráždivosť nervovej sústavy, môžeme demonštrovať žiakom využitím vybraných aktivít, napr. pokusov, ktoré pomôžu aj na základe skúseností žiakov pochopiť princíp fungovania *podmiienených* (učenie sa) a *nepodmiienených* (vrodených) reflexov. Napr. mláďatá napodobňujú svojich rodičov pri chytaní koristi, reakcie psa na povel pri výcviku, potvrdzujú fungovanie „*podmiienených reflexov*“. Naopak, vrodené, automatické reakcie sú aj *inštinky*, ktoré môžeme sledovať aj pri správaní sa zvierat v prírode, napr. stavanie hniezda, starostlivosť o potomstvo, kŕmenie mláďat a i.

O nezastupiteľnosti *mozgu a miechy* v riadení všetkých častí tela sa žiaci môžu presvedčiť na základe skúsenosti napr. z vážnych dôsledkov autohavárií v prípade poranenia mozgu alebo miechy. Práve zranenia mozgu a chrbtice – miechy, potvrdzujú prepojenie CNS s *obvodovou nervovou sústavou*, ktorú tvoria – *mozgové, miechové nervy* a nervy zabezpečujúce *činnosť vnútorných orgánov*. Skúsenosť zo života môžeme podporiť digitálnymi simuláciami (film, animácia, video) k týmto problémom. Živočíchy na rozdiel od človeka, nie sú schopné *vyššej nervovej činnosti*, teda nedokážu myslieť a rozprávať a aj využívaním emócií sa prispôsobovať vonkajšiemu prostrediu a jeho zmenám.

Didaktická sekvencia

1. Pozorovaním, analógiou a digitálnymi simuláciami „*životných procesov bunky*“ na živnom médiu žiaci zistia, že reakcie buniek môžu byť ovplyvňované faktormi vonkajšieho prostredia (živiny, teplota, rastové látky, bunkové jedy a i.) alebo faktormi, ktoré na úrovni bunky a jednobunkových organizmov ovplyvňujú *enzýmy* (urýchľujú alebo spomaľujú všetky procesy v bunke).

2. V rámci mnohobunkového organizmu sa život bunky (napr. príjem a výdaj látok, delenie spojené s rastom a vznikom špecializovaných buniek) podriadi potrebám organizmu, teda *riadeniu na centrálnej úrovni*, ktoré sprostredkuje *imunitný systém, hormonálna a nervová regulácia*. K tomuto poznaniu žiaci dospejú pozorovaním a vyvodzovaním záverov z jednoduchých pokusov delenia buniek ovplyvňovaného chemickými látkami na podporu alebo zastavenie delenia, ale aj digitálnymi simuláciami, analógiou a pod.
3. Empirické zistenie typických prejavov *dráždivosti a reakcie zmyslových buniek a orgánov* na vonkajšie podnety na príklade vybraných živočíchov a človeka využitím pozorovania, experimentu, analógie a digitálnych simulácií.
4. Vymedzenie pojmov spojených s *nervovou reguláciou živočíchov* na príklade typu nervovej sústavy vybraných bezstavovcov – *rozptýlená, pásová, rebríčková* a stavovcov – *rúrková*, s využitím digitálnej simulácie, porovnávania a analógie a tiež zovšeobecňovania.
5. Zavedenie základných pojmov (*hormón, žľazy s vnútorným a vonkajším vylučovaním, telové tekutiny – krv, cieľový orgán*) a *princíp fungovania hormonálnej regulácie* na príklade vybraných skupín hormónov živočíchov a človeka s podporou digitálnych simulácií, porovnávania, analógie a zovšeobecňovania (napr. hormonálna regulácia a stres). Poruchy hormonálnej regulácie, príklady ochorení – *cukrovka, poruchy štítnej žľazy, menštruačného cyklu* a i. a spôsoby ako im predchádzať.
6. Zavedenie základných pojmov a *princíp fungovania nervovej regulácie človeka – CNS, mozog, miecha, nervová bunka, prenos vzruchu zapojením prostredníctvom membrán neurónov, reflex – podmienený, nepodmienený, reflexný oblúk, obvodové a periférne nervy, vyššia nervová činnosť*. Na základe skúseností detí z reálneho života, vymedzenie dôležitých ochorení spojených s poruchami nervovej sústavy – *mozgová príhoda, zranenie rôznych častí nervovej sústavy a predlekárska prvá pomoc, stres a jeho dôsledky, rovnováha práce a odpočinku – aktívne (fyzická aktivita, rekreačný šport), pasívne (spánok)*.

Aktivity

- Pohyb a dráždivosť *dážďovky* na podnety vonkajšieho prostredia, napr. dotyk sklenenej tyčinky v prednej, strednej a zadnej časti tela a modifikácie tohto pozorovania (tyčinka namočená v octe a i.)
- Pozorovanie reakcie *dážďovky* na svetlo
- Dôkaz vzájomného pôsobenia tlakových receptorov s chladovými a tepelnými receptormi
- Zisťovanie *intenzity čuchového vnemu* a vyhodnotenie výsledkov pokusu
- Zisťovanie *závislosti chuťového vnemu od teploty* ochutnávaných látok a vyhodnotenie výsledkov pokusu
- Zistenie *dominantnej ruky* kreslením obrazcov súčasne dvoma rukami a vysvetlenie výsledkov pokusu využitím informačných zdrojov a digitálneho vzdelávacieho obsahu *Planéta vedomostí*
- Dôkaz *zrenicového reflexu* oka človeka a jeho vysvetlenie
- Dôkaz *patelárneho (kolenového) reflexu* a jeho vysvetlenie
- Reflex Achilovej šľachy a jeho vysvetlenie
- Vyvolanie *podmieneného reflexu* pomocou balónika a písťalky
- Dôkaz *citlivosti kože na dotyk* na rôznych častiach tela človeka (brušná prstov, chrbát ruky, dlaň ruky a predkolenie)
- Zásady prvej pomoci pri poranení *mozgu a miechy*
- Návčik predlekárskej pomoci pri poranení *chrbtice a miechy*
- Digitálne simulácie mechanizmu *hormonálnej regulácie* a vymedzenie základných pojmov a ich vysvetlenie (práca s odborným textom a pracovným listom a digitálnym vzdelávacím obsahom *Planéta vedomostí*)
- Digitálne simulácie mechanizmu *nervovej regulácie* a porovnanie typov NS vybraných skupín živočíchov a človeka, vymedzenie základných pojmov a ich vysvetlenie (práca s odborným textom a pracovným listom a digitálnym vzdelávacím obsahom *Planéta vedomostí*)

8. kľúčová téza

Organizmy potrebujú zásobu energie a látky, od ktorých sú často závislé a o ktoré súťažia s inými organizmami.

NM 8.1 – Organizmy potrebujú pre svoj život potravu, ktorá im poskytuje látky a energiu pre vykonávanie životných funkcií a rast, ale aj vzduch, vodu, slnko, pôdu a určité teplotné podmienky.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Skúsenosť žiaka s prírodnými javmi je rôzna. Tento fakt je dôsledkom určitých kultúrnych modelov, viery podporovanej komunitou a v neposlednom rade prostredím, ktoré žiaka obklopuje (vidiecke vs. mestské), príležitosťami na neformálne vzdelávanie (priame zaangažovanie sa do prác napr. na záhrade, rybačke, aktivity v letných táboroch), či viac formálne formy vzdelávania (napr. prístup ku knihám, filmom, zoo či botanickej záhrade). Určité prvky naivného vnímania prírodných javov sa objavujú naprieč rôznymi kultúrnymi prostrediami.

Systematické a objektívne skúmanie prostredia, v ktorom dieťa vyrastá, mu poskytuje relevantnú skúsenosť vedúcu k rozdielnej kvalite v poznávaní v porovnaní s učením sa bez tejto skúsenosti. Aj keď žiaci následne môžu mať veľmi podobné faktické informácie, tí, ktorí jav systematicky a objektívne pozorovali či inak skúmali, použili túto skúsenosť ako zdroj analógií, predpokladov či možných vysvetlení zatiaľ pre nich neznámych javov.

Aktívne spoznávanie ekologickej niky konkrétnych organizmov takúto skúsenosť zabezpečuje. Žiak postupuje od skúmania jemu známych organizmov, prostredí a faktorov k menej známym až neznámym. Očakávame, že sa zoznamuje s faktormi ako svetelné podmienky, teplota, typ pôdy, potrava či priestor, ktorý skúmaný druh vyžaduje. Detailnejšie skúmanie predstavuje sledovanie rozpätia teplôt či vlhkosti, v ktorom môže sledovaný organizmus prosperovať, veľkosť či množstvo potravy, ktorú prijíma, koncentrácia živín v prijímanej strave, a pod. Poukazujeme tak i na rôznorodosť organizmov, ktorá jednotlivé druhy v rámci určitej skupiny od seba odlišuje. V opačnom prípade môžu byť žiakom charakterizované napr. všetky bylinožravce rovnako, a to podľa druhu, ktorý je posudzovateľovi z bylinožravcov (dobré) známy. Žiaci majú totiž tendenciu pripisovať rovnaké vlastnosti, potreby i úlohy organizmom podobných druhov. Skúmaním získané údaje žiak analyzuje a vytvára závery charakterizujúce organizmy, ich životné podmienky a vzájomné vzťahy (prekrývajúce či neprekrývajúce sa niky). Takýmto postupom je žiak priamo konfrontovaný s bežnými miskoncepciami mladšieho školského veku (pretrvávajúce aj vyššie), napr.:

- Rastliny nie sú živé.
- Živočíchy sú divo žijúce, úžitkové alebo také, ktoré robia spoločnosť človeku.
- Živočíchy sú veľké, majú srst', štyri nohy, robia hluk a žijú na súši.
- Rôzne druhy živočíchov žijú spoločne (v ekosystéme), pretože majú podobné potreby a podobne sa správajú.
- V extrémnych podmienkach (púšť, Antarktída, horúce pramene atď.) nič nežije.

Ďalšie často identifikované príčiny vedúce k vzniku rôznych miskonceptov o životných podmienkach organizmov sa týkajú neznalosti prostredia, čo vedie k neakceptovaniu akéhokoľvek prejavu života v tomto neznámom prostredí. Ako nevyhnutné podmienky pre život rastlín žiaci uvádzajú ľahko identifikovateľné podmienky akými sú pôda, voda a slnečné žiarenie. Neidentifikujú plyny (O₂, CO₂). Pre život konzumentov sú dôležitými životnými faktormi potrava, voda a úkryt. Mladší žiaci (do 13 rokov) vnímajú potreby na život jednotlivých organizmov, nie celej populácie. Žiak nevie opísať prirodzené životné podmienky organizmu. Jeho životné prostredie spája iba s človekom. Žiaci majú tendenciu používať teleologické

a antropomorfné zdôvodňovanie pri vysvetľovaní vzťahu medzi organizmom a životnými podmienkami, v ktorom žije. Sú tiež presvedčení, že rastliny sú závislé od človeka, nie naopak.

Skúmanie známeho okolitého prostredia je možné začať mapovaním potravy jednotlivých organizmov ako nevyhnutnej podmienky pre život. Koncept potravy sa formuje zvlášť veľkým množstvom vplyvných faktorov z domácnosti, školy či médií. Predstavuje poznanie zložiek potravy, ich funkcie a množstva potrebného pre zdravé fungovanie organizmu. U človeka sa prepája so životným štýlom a zdravím. Žiaci preto rozlišujú medzi zdravým a nezdravým jedlom, avšak čo tá ktorá zložka v jedle pre organizmus znamená a koľko jej vlastne potrebuje je už pre nich problematickejšie. Problematické je tiež posúdenie energetickej hodnoty prijímanej potravy, ktorá nie je pre dieťa reprezentovaná obsahom cukrov alebo tukov. Niečo je jednoducho „pre človeka dobré“ či „zdravé“. Energia je zložkou jedla, napr. „je to pre teba dobré, má to veľa energie“. Žiaci vnímajú zeleninu ako bohatú na energiu a naopak, lízanky, koláče či olej ako tie, ktoré majú málo energie. Rozdelenie jedla dieťaťom nekorešponduje s jeho nutričnými hodnotami. Dieťa má tiež často predstavu, že väčšina jedál obsahuje iba jednu živinu, napr. mlieko obsahuje vápnik, mäso obsahuje bielkoviny, chlieb obsahuje škrob. To, čo je do jedla pridávané, napr. soľ, olej, cukor a pod., jedlom nie je. Jedlo je považované za potrebné pre rast a zdravie. Nie je vnímané ako zdroj materiálu a energie. Problematické je tiež vnímanie vzťahu jedlo a energia. Objavujú sa predstavy, že jedlo sa na energiu premení. Častou miskoncepciou je predstava, že všetky organizmy (živočíchy – zvieratá) prijímajú rovnakú potravu a prijímajú ju rovnakým spôsobom, teda ústami. Skúmanie toho, ako organizmus prijíma potravu, pomáha tiež k rozvoju porozumenia životného cyklu konkrétneho organizmu.

Pretrvávajúcou a rezistentnou miskoncepciou je „potrava“, ktorou sa živia rastliny. Za ich zdroj energie je považovaný CO_2 , O_2 , CO_2 i H_2O , príp. že potravu rastliny získavajú z pôdy.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenie, že rôzne živočíchy prijímajú rôznu potravu – bylinožravce, mäsožravce, všežravce, potrava môže byť surová i tepelne upravená.
2. Empirické zistenie, že rastliny získavajú energiu potrebnú pre svoje životné deje rozkladom sacharidov, ktoré si vytvorili v procese fotosyntézy.
3. Empirické zistenie, že potrava je zložená z „opakujúcich“ sa zložiek: cukry, tuky, bielkoviny, voda, minerály, vitamíny.
4. Empirické štúdium funkcií rôznych zložiek potravy pre organizmus – stavebná, dôležitosť pri metabolických procesoch, zdroj energie.
5. Empirické zistenie, že rôzne organizmy žijú v rôznych podmienkach (plyn, voda, slnko, pôda, teplotné požiadavky a iné).
6. Empirické zistenie, že rôzne organizmy majú rôzne potreby pre život.

Aktivity

- Prieskum, čím sa živia známe i menej známe živočíchy, vrátane človeka
- Skúmanie zloženia potravy jednoduchými testami (cukry, tuky, bielkoviny, voda, minerály, vitamíny), štúdiom obalov a etikiet
- Zisťovanie účelu jednotlivých zložiek potravy pre organizmus
- Porovnávanie zloženia rovnakého množstva potravy
- Zisťovanie, ktorá zo skúmaných potravín obsahuje najväčšie množstvo energie (experiment – oxidácia / pálenie vzoriek a zachytenie uvoľnenej energie na ohrev vody v kalorimetri)
- Skúmanie výskytu rôznych organizmov v rôznych najprv žiakovi blízkych a pozorovateľných prostrediach (mapovanie výskytu druhov na vyznačenom území, napr. v okolí školy, slnečnom vs. tienistom prostredí, vlhkom vs. suchom, vysokohorskom vs. nížinnom, vodnom vs. suchozemskom, a pod.), následne v menej známom prostredí (prostredníctvom literatúry, filmu, odborníkov) (napr. suché, anaeróbne, slané, chladné, horúce prostredie a pod.)
- Skúmanie potrieb vybraných organizmov pozorovaním (živočíchy), experimentom (rastliny), príp. štúdiom literatúry
- Navrhnutie najvhodnejších podmienok pre život (rast a rozmnožovanie) vybraného druhu rastliny alebo živočicha a následné pozorovanie

NM 8.2 – Vzájomne závislé organizmy žijúce spoločne v konkrétnych podmienkach prostredia formujú ekosystém. Vzťahy medzi organizmami v ekosystéme sa môžu znázorniť ako potravné reťazce a potravné siete. Živočíchy a rastliny nie sú od seba len potravnovo závislé. V každom ekosystéme existuje aj konkurencia (súťaženie) medzi druhmi kvôli energii a látkam, ktoré sú potrebné pre život.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Hlavnou koncepciou vyučovania ekológie je pochopenie žiakov, že organizmy existujú v rámci systému vzájomných vzťahov medzi biotickými a abiotickými faktormi. Mali by si uvedomovať prenos látok a energie medzi organizmami, výmenu látok a energie medzi organizmami a prostredím, vzťah medzi organizmami a ich biotopom a význam fotosyntézy, dýchania a rozkladu látok v ekosystéme. Je dôležité, aby žiaci pochopili, že všetky zmeny v ekosystéme sú dôležité a majú naň vplyv. Zmena populácie organizmov ovplyvňuje v rôznej miere ostatné organizmy v ekosystéme.

Predstavy žiakov o ekologických fenoménoch sú často ovplyvnené ich skúsenosťami s prírodou. Deti prichádzajú do školy s predstavami, ktoré získali pozorovaním okolitej prírody alebo sledovaním prírodopisných filmov v televízii. Tieto ich predstavy sú veľmi zjednodušené a obmedzené často len na vybrané javy, napr. živočíchy sa živia rastlinami alebo inými živočíchmi, hmyz opel'uje rastliny, živočíchy rozširujú semená rastlín, človek využíva rastliny na výrobu oblečenia a pod. Vedecké vysvetlenia vzťahov medzi organizmami v ekosystémoch sú však komplexné a využívajú mnohé kľúčové prírodovedné koncepty ako napríklad tok energie a obeh látok v ekosystéme a s tým súvisiace procesy a javy ako fotosyntéza, dýchanie, rozklad, atď.

Aj napriek skúsenostiam, ktoré žiaci získavajú z bežného života, majú množstvo miskonceptí týkajúcich sa potravných reťazcov a sietí. Pri interpretácii potravného reťazca majú žiaci problém určiť trofické vzťahy v ekosystéme, často len opisujú alebo pomenúvajú organizmy zobrazené na obrázku. Potravné siete žiaci interpretujú ako jednoduché potravné reťazce. Domnievajú sa, že organizmy nachádzajúce sa na vyššej trofickej úrovni konzumujú všetky organizmy nachádzajúce sa nižšie a najvyššie postavené organizmy majú najviac energie nakoľko sa energia v potravnom reťazci/sieti hromadí. Čo sa týka početnosti populácii, žiaci si neraz myslia, že najväčšiu početnosť má populácia na najvyššej úrovni v potravnovej sieti, pretože organizmy tejto populácie sa živia organizmami na nižšej trofickej úrovni a tým znižujú ich počet. Žiaci často veria, že organizmus ovplyvnia len zmeny v populácii organizmov, s ktorými je priamo spojený prostredníctvom potravného reťazca. Dokonca sa domnievajú, že niektoré druhy organizmov nie sú dôležité pre ekosystém a ich populácie sa môžu meniť bez toho, aby to ovplyvnilo ekosystém.

Didaktická sekvencia

1. Empirické štúdium vybraných ekosystémov. Vymedzenie pojmu ekosystém, biotop, spoločenstvo, populácia. Klasifikácia ekosystémov na pôvodné, prírodné a umelé.
2. Empirické štúdium živých organizmov žijúcich vo vybraných ekosystémoch. Klasifikácia organizmov do skupín na základe bežne pozorovaných charakteristík, spoločných a rozdielnych znakov. Vymedzenie pojmu druh.
3. Empirické štúdium vzájomných vzťahov organizmov v ekosystéme.
4. Modelovanie narušenia biologickej rovnováhy v ekosystéme.

Aktivity

- Pozorovanie lokálneho ekosystému (les, lúka, voda), rozlíšenie živých a neživých súčastí prírody, pozorovanie interakcií medzi živou a neživou prírodou
- Porovnanie rôznych ekosystémov, triedenie na prírodné a umelé
- Pozorovanie konkrétneho ekosystému (napr. les) z pohľadu výskytu rôznych druhov organizmov; Porovnanie organizmov, hľadanie spoločných a rozdielnych znakov; Triedenie organizmov do skupín na základe spoločných a rozdielnych znakov
- Pozorovanie vzájomných vzťahov organizmov v prírode (napr. hmyz opel'uje rastliny, stromy poskytujú úkryt vtákom, živočíchy sa živia rastlinami alebo inými živočíchmi, boj o potravu a priestor, ale aj vzťahy medzi organizmami v rámci druhu – rozmnožovanie, boj o priestor...); Rozlíšenie, že vzťahy môžu byť mezidruhové aj vnútrodruhové, pozitívne, negatívne aj neutrálne
- Zostavenie rozličných potravných reťazcov; Určenie trofických vzťahov medzi organizmami

- Zostavenie rozličných potravných sietí; Rozlíšenie potravného reťazca a potravných sietí; Určenie trofických vzťahov medzi organizmami v rámci potravných sietí
- Zostavenie potravných pyramíd – vzťah z hľadiska množstva potravy a energie medzi producentami a konzumentami, odvodenie postavenia producentov a konzumentov (bylinožravce, mäsožravce) v potravných pyramídach
- Modelovanie narušenia biologickej rovnováhy v ekosystéme a jeho dôsledky na ekosystém

NM 8.3 – Zelené rastliny a baktérie sú schopné využívať slnečnú energiu a jednoduché látky (anorganické) na tvorbu energeticky bohatých (organických) látok prítomných v potrave. Časť tejto potravy rastliny využívajú pre svoj život, nevyužitú potravu dokážu uskladniť.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Pre žiakov je problematické pochopiť, že rastliny produkujú látky, ktoré sú pre ne zároveň „potravou“. Človek ako heterotrofný organizmus prijíma jedlo „zvonka“, a tak je uvedená forma získavania a prijímania potravy prisudzovaná aj rastlinám (antropocentrický spôsob uvažovania žiakov). Predstava, že rastlina získava potravu z vonkajšieho prostredia (najmä pôdy alebo vody) pramení tiež z pozorovania a interakcie s okolitým svetom a kopíruje historické pravidlá uvažovania o fotosyntéze. Podobne aj Aristoteles (384 – 322 pred n. l.) sa domnieval, že rastliny prijímajú už spracovanú potravu z pôdy. Neskôr Van Helmont (1677 – 1644) tvrdil, že rastliny využívajú pre svoj rast len vodu.

Kľúčovým konceptom pri fotosyntéze je premena energie. Žiaci sa často zaoberajú fotosyntézou bez toho, aby mali jasnú predstavu o koncepte energie a jej premeny. Často sa mylne domnievajú, že:

- Energia je pohyb, práca alebo sila, energiu je možné vyrobiť alebo že energia u človeka vzniká v mozgu, keď spíme.

Pre pochopenie fotosyntézy žiaci musia dať do súvislosti vzťahy medzi premenou energie a pozorovateľným rastom rastlín. Pochopenie premeny energie v procese fotosyntézy je pre žiakov náročné, nakoľko proces transformácie svetelnej energie na chemickú je abstraktný.

Predstava rastlín ako producentov je prevažne spájaná s „produkciou kyslíka“, prípadne obmedzená na proces fotosyntézy a produkty s ňou spojené. Žiaci si neuvedomujú, že glukóza, ktorá vzniká fotosyntézou, je základom pre vznik všetkých ostatných organických látok ako napríklad škrobu, bielkovín, nukleových kyselín, tukov, vitamínov, liečivých a jedovatých látok a pod. Proces ich vlastnej respirácie je úplne odmietaný alebo obmedzovaný iba na noc, keď rastlina nemá zdroj slnečného žiarenia a nemôže tak prebiehať fotosyntéza. Je mylne vnímané, že tieto dve reakcie sa navzájom vylučujú alebo nemôžu bežať simultánne. Táto miskoncepcia môže prameniť v demonštráciách a príkladoch, ktoré sú žiakom predkladané vo vyučovaní, kedy pri dýchaní sa ako príklad organizmov uvádzajú heterotrofné organizmy (živočíchy a človek) a fotosyntéza je spájaná so zelenými rastlinami a prítomnosťou svetla. Predstava tvorby a potenciálu glukózy ako ďalšieho produktu fotosyntézy, v ktorej sa energia akumuluje, je žiakom nejasná. Rastlinou produkovaný cukor nie je vnímaný ako substrát v procese bunkového dýchania, kedy sa z molekuly metabolickými dráhami uvoľňuje energia.

Dýchanie rastlín žiaci často vnímajú len ako výmenu plynov, nie ako komplexný biochemický dej, pri ktorom dochádza k premeny energie. Táto miskoncepcia je často posilňovaná aj samotnými učiteľmi v priebehu učenia, kedy svoju pozornosť príliš sústreďujú na výmenu plynov (vstupné látky a produkty) medzi rastlinou a prostredím. Žiaci často dýchanie zelených rastlín opisujú ako inverzné dýchanie (výmenu plynov) živočíchov/človeka, t. j. príjem oxidu uhličitého zo vzduchu a výdaj kyslíka (korene miskoncepce siahajú do 18. storočia – Priestley). Myslia si, že toto „inverzné dýchanie rastlín“ prebieha nepretržite alebo že je to forma dýchania počas dňa. Miskoncepciu o fotosyntéze ako o inverznom dýchaní získavajú žiaci už na základnej škole a pretrváva u nich aj na strednej škole. Vyššie uvedené uvažovanie má za následok aj ďalšie podobné miskoncepce, ako napr.:

- Fotosyntéza je dýchanie rastlín.
- Fotosyntéza je druh dýchania rastlín.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenie, že slnko je zdrojom energie a slnečné žiarenie je merateľné v podobe tepla.
2. Empirické zistenie, že energia sa môže meniť z jednej formy na inú.
3. Empirické zistenie, že svetlo, ktoré dopadá na predmet, môže ním prejsť, odraziť sa alebo byť predmetom pohltene (absorbované).
4. Empirické zistenie, že svetlo môžeme rozložiť na zložky – spektrum.
5. Empirické zistenie, že rastliny potrebujú pre svoj rast slnečné svetlo, vodu a minerálne látky.
6. Empirické zistenie, že rastliny obsahujú v bunkách listov farbivá (pigmenty), ktoré pohlcujú energiu (časť) slnečného svetla, vďaka čomu rastlina rastie a vytvára biomasu.
7. Empirické štúdium zloženia rastlinnej biomasy (látkové zloženie, energia).
8. Empirické štúdium zloženia sacharidov (uhlík, energia).
9. Empirické zistenie, že zelené rastliny v procese fotosyntézy tvoria sacharidy (energeticky bohaté látky, biomasu) za prítomnosti chlorofylu, slnečného svetla, vody a oxidu uhličitého, pričom vzniká kyslík ako vedľajší produkt.
10. Empirické zistenie, že rastliny prijímajú vodu a v nej rozpustené minerálne látky prostredníctvom koreňov a oxid uhličitý z ovzdušia cez prieduchy.
11. Empirické zistenie, že rastliny získavajú energiu potrebnú pre svoje životné deje rozkladom sacharidov na jednoduchšie látky, pričom sa uvoľňuje energia a oxid uhličitý (dýchanie).
12. Empirické zistenie, že dýchanie prebieha v každej bunke.
13. Empirické zistenie, že látky, ktoré rastliny nespotrebojú pre svoj život dokážu uskladniť v zásobných orgánoch.

Aktivity

- Navrhnuť a zrealizovať experiment na transformovanie energie svetelného žiarenia na teplo
- Skúmanie, že svetlo sa môže odraziť, pohltiť alebo prejsť predmetom
- Skúmanie, že svetlo možno rozdeliť na zložky – spektrum
- Navrhnuť a zrealizovať experimenty na vplyv množstva slnečného svetla, vody a minerálnych látok na rast rastlín (napr. formou dlhodobého projektu – pestovanie rastlín (svetlo/ tma, voda/bez vody, zalievanie vodou s obsahom rôznych minerálnych látok, príp. voda/destilovaná voda)
- Skúmanie rôznych pigmentov rastlín
- Identifikácia prítomnosti energie v rastlinnej biomase (spaľovanie biomasy)
- Identifikácia sacharidov, bielkovín, tukov a vitamínov v rastlinnej biomase
- Identifikácia prítomnosti uhlíka a vodíka v sacharidoch
- Skúmanie, že spaľovaním kocky cukru sa uvoľňuje teplo
- Navrhnuť a zrealizovať experiment na dôkaz vplyvu svetla na priebeh fotosyntézy
- Navrhnuť a zrealizovať experiment na dôkaz vplyvu oxidu uhličitého na priebeh fotosyntézy
- Identifikácia kyslíka ako produktu fotosyntézy
- Pozorovanie chloroplastov v bunkách listov pod mikroskopom
- Skúmanie, v ktorých častiach rastliny prebieha fotosyntéza
- Skúmanie príjmu vody a v nej rozpustených látok prostredníctvom koreňa
- Pozorovanie prieduchov v spodnej pokožke listov
- Dokázať, že rastliny, čo sa týka potravy, nie sú závislé od iných organizmov (pozorovanie rastlín v prírode, pestovanie izbovej rastliny...)
- Navrhnuť a zrealizovať experiment na dôkaz dýchania rastlín (uvoľňovanie CO₂)
- Dokázať, že pri dýchaní (kvasení) sa rozkladajú cukry na jednoduchšie látky
- Pozorovanie kvasiniek pod mikroskopom (dýchanie prebieha v každej bunke)
- Dokázať, že rastliny ukladajú zásobnú látku škrob do zásobných orgánov

NM 8.4 – Živočíchy potrebujú potravu, z ktorej rozkladom zložitých molekúl získavajú energiu a látky pre život. Živočíchy sú v konečnom dôsledku životne závislé od zelených rastlín.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Mnohé koncepty v biológii sú vzájomne previazané a kľúčové pre porozumenie ďalším konceptom. Pre pochopenie základných biologických dejov, akými sú fotosyntéza, dýchanie a výživa, sú kľúčové koncepty potravy a energie. S pojmom potrava a energia sa však stretávame v rôznych súvislostiach aj v bežnom živote. V dôsledku každodenných skúseností sa u detí a dospelých vyvinul celý rad významov týchto pojmov, ktoré sú v rozpore s ich vedeckým chápaním.

Deti a mnohí dospelí považujú za potravu to, čo je vhodné pre ľudskú spotrebu, to znamená, že potrava je niečo, čo sa konzumuje. Chápanie potravy je v tomto prípade antropocentrické. Pri širšom pohľade potravu vnímajú ako niečo, čo je pre organizmus užitočné a čo môže prijať. V uvedenom kontexte je potravou aj voda, minerálne látky, v prípade rastlín oxid uhličitý a slnečná energia. Naopak, škrob v kontexte výživy rastlín deti často nechápu ako potravu, nakoľko ho rastlina neprijíma.

Význam potravy deti vnímajú len z pohľadu udržania života živočíchov a rastlín bez toho, aby pochopili úlohu potravy v metabolizme, t. j. nechápu potravu ako substrát pre dýchanie. Potrava je spájaná s materiálom pre rast, najmä vo vzťahu k rastlinám o nej deti neuvažujú ako o zdroji energie. Výsledkom je, že deti (a často aj dospelí) nerozlišujú medzi potravou a živinami.

Výskumy realizované na našich základných školách ukázali, že mnohé prekoncepty u žiakov pretrvávajú aj po sprístupnení konceptov spojených s metabolizmom rastlín a živočíchov. Zistili sme, že žiaci nepovažujú potravu vytvorenú vo fotosyntéze za zdroj energie pre rastliny a živočíchy (vrátane človeka). Vo vzťahu k človeku sa domnievajú, že energiu získava z vody, slnka, kyslíka, spánku, rozpustením potravy v žalúdku, prípadne z vlastného tela, keď je nahnevaný. Niektorí žiaci sa dokonca domnievajú, že energia vzniká priamo v ľudskom organizme, pričom ako miesto jej vzniku uvádzali mozog alebo obehovú sústavu. Uvažovanie žiakov o dôležitosti rastlín sa obmedzuje len na tvorbu kyslíka ako plynu nevyhnutného pre život živočíchov.

Význam prijímania potravy žiaci často spájajú len s uspokojením pocitu hladu. Dôkazom nepochopenia dôležitosti potravy sú aj žiacke miskoncepce týkajúce sa funkcie tráviacej sústavy, kedy žiaci uvádzali len príjem a vylúčenie potravy. Vo vzťahu ku konceptu potravy žiaci vôbec neuvažujú o energii a premene látok (metabolických procesoch).

Početné miskoncepce sme zaznamenali aj pri zisťovaní predstáv žiakov, ktoré sa týkali trávenia a vstrebávania živín. Mnohí žiaci chápu trávenie a vstrebávanie ako jeden proces. Mechanické spracovanie potravy vnímajú len ako spracovanie potravy zubami v ústnej dutine. V tejto súvislosti vôbec neuvažujú o pohyboch žalúdka, pomocou ktorých sa premiešava a rozomieľa potrava. Čo sa týka chemického spracovania, žiaci sa často domnievajú, že potravu v ústnej dutine rozkladajú sliny, teda sliny považujú za enzým. Žalúdok často vnímajú ako miesto, kde sa začína trávenie, prípadne miesto, kde sa potrava len hromadí alebo len ním prechádza. Pri vysvetľovaní procesu trávenia v žalúdku žiaci používali pojem „kyseliny“, neuvádzali konkrétne enzým pepsín a kyselinu chlorovodíkovú, ktoré obsahuje žalúdočná šťava. Pri otázkach týkajúcich sa funkcie tenkého čreva, žiaci neuvažovali o procesoch trávenia, len vstrebávania. Najčastejšie vyskytujúcimi sa miskoncepami boli predstavy, že vstrebávanie sa uskutočňuje len v hrubom čreve, živiny sú vedené „rúrkami“ do celého tela alebo že prijaté živiny si telo „len“ ukladá (nespotrebúva ich). Pri vysvetľovaní procesu vstrebávania živín sme zaznamenali aj naivné predstavy žiakov, kedy tenké črevo opisovali ako dierkované, pričom sa živiny cez tieto dierky dostanú k ďalším orgánom ľudského tela.

Význam pečene žiaci spájajú len s detoxikačnou funkciou, pričom nevedia vysvetliť mechanizmus, akým pečeň odstraňuje škodlivé látky z tela. Vo svojich odpovediach vôbec neuvažovali o krvi a obehovej sústave a vytvárali si vlastné naivné teórie, napr. že pečeň čistí telo prostredníctvom kyseliny, ktorá sa vyleje a následne sa aj so škodlivými látkami zbiera v žalúdku a vylučuje von z tela. Možno predpokladať, že žiak si spojil detoxikáciu organizmu s čistením odtokov a bazénov kyselinou chlorovodíkovou. Táto jeho predstava mu dáva zmysel, keďže žalúdok obsahuje kyselinu chlorovodíkovú. Zároveň si predstavoval brušnú dutinu ako otvorený systém, kde sa voľne pohybujú telové tekutiny. Ďalším príkladom naivnej predstavy o mechanizme odstraňovania škodlivých látok prostredníctvom pečene je predstava, že pečeň je akási „deka“, ktorá pokrýva a chráni orgány brušnej dutiny, a tým zneškodňuje telu škodlivé látky.

Dôležitú úlohu pri pochopení konceptu potravy má pochopenie žiakov, že živiny, ktoré sú vstrebávané tenkým črevom do krvi, sú následne krvou transportované k bunkám, kde sa pôsobením kyslíka rozklada-

jú, pričom sa uvoľňuje energia (dýchanie). Časť tejto energie sa následne spotrebuje na tvorbu vlastného tepla a nových látok potrebných pre organizmus. Pochopenie dýchania ako komplexného biochemického deja, pri ktorom dochádza k premene energie, je pre žiakov veľmi náročné, nakoľko proces uvoľňovania a transformácie energie je abstraktný a nepozorovateľný. Dýchanie živočíchov (vrátane človeka) vnímajú len na úrovni výmeny plynov medzi organizmom a prostredím. Táto miskonceptia je často posilňovaná aj samotnými učiteľmi a vyučovaním, kedy sa pozornosť príliš sústreďuje na vstupné látky a produkty dýchania (kyslík, oxid uhličitý). Žiaci majú často mylnú predstavu, že dýchaním okrem výmeny plynov človek prijíma živiny zo vzduchu. Ak žiaci uvažujú o dýchaní v súvislosti s energiou, mylne sa domnievajú, že pri dýchaní sa energia spotrebuje. Výsledkom dostatočného nepochopenia procesov fotosyntézy a dýchania je mylná predstava, že dýchanie človeka je to isté, čo fotosyntéza rastlín, teda dýchanie a fotosyntéza je rovnaký proces.

Pri metabolizme vznikajú aj nepotrebné látky, ktoré sa z organizmu vylučujú. Myšlienka metabolického odpadu je koncept, ktorý je pre žiakov rôznych vekových skupín ťažký a abstraktný. V rámci vylučovania sa pozornosť sústreďuje na odvádzanie: a) nestráviteľných látok prostredníctvom tráviacej sústavy, b) nepotrebných látok prostredníctvom telových tekutín do vylučovacích orgánov, kde sa prečisťujú prostredníctvom filtrácie, a c) nepotrebných a škodlivých látok zmiešaných s vodou prostredníctvom potu. Žiaci močovú sústavu mylne prepájajú s tráviacou, tvorbu a vylučovanie moču si predstavujú jednoducho ako napojenie močovodu na hrubé črevo a jednoduché rozdelenie odpadových látok na základe skupenstva. Pri vysvetľovaní funkcie obličky sa mylne domnievajú, že v obličkách sa filtruje nejaká tekutina alebo moč, často si zamieňajú filtráciu krvi s filtráciou moču. Počas vyučovania konceptu vylučovania sa nevenuje pozornosť výdychu ako procesu, ktorým sa vylučuje z organizmu nepotrebný oxid uhličitý. Preto vylučovanie oxidu uhličitého žiaci prostredníctvom výdychu nespájajú s konceptom vylučovania.

Didaktická sekvencia

1. Empirické štúdium zloženia rastlinnej biomasy.
2. Empirické zistenie, že horením rastlinnej biomasy sa vyprodukuje teplo.
3. Vymedzenie pojmov potrava a živiny. Vnímanie potreby vyváženej stravy na vykonávanie životne dôležitých funkcií.
4. Vymedzenie pojmov autotrofná a heterotrofná výživa.
5. Empirické štúdium mechanického a chemického spracovania potravy.
6. Empirické štúdium biochemických parametrov krvi (prítomnosť cukrov, tukov, bielkovín v krvi).
7. Pojmové vymedzenie trávenia a vstrebávania.
8. Empirické zistenie závislosti frekvencie dýchania a tepu.
9. Empirická identifikácia zloženia vdychovaného a vydychovaného vzduchu.
10. Vymedzenie pojmov výmena plynov a bunkové dýchanie.
11. Empirické štúdium biochemických parametrov krvi (prítomnosť nepotrebných látok v krvi).
12. Empirické štúdium vylučovania nepotrebných a škodlivých látok močovou sústavou, kožou a dýchacou sústavou.
13. Vymedzenie funkcie obehového systému.
14. Vymedzenie pojmu metabolizmus (anabolické, katabolické, endotermické, exotermické reakcie).

Aktivity

- Identifikácia prítomnosti sacharidov, bielkovín a tukov v rastlinnej biomase
- Identifikácia prítomnosti energie v rastlinnej biomase
- Výpočty energetických potrieb v zdravom dennom jedálničku; Potravinová pyramída a návrh vyváženého denného príjmu potravy
- Demonštrácia mechanického a chemického spracovania potravy v ústnej dutine
- Demonštrácia trávenia v tenkom čreve
- Demonštrácia procesu trávenia a vstrebávania v jednotlivých častiach tráviacej sústavy (animácia)
- Analýza výsledkov hematologického vyšetrenia, identifikácia vybraných látok prítomných v krvi (glukóza, cholesterol, triacylglycerol)
- Zistenie a porovnanie frekvencie dýchania a tepu v pokoji a po fyzickej námahe
- Dôkaz spotreby kyslíka pri dýchaní
- Porovnanie množstva oxidu uhličitého prítomného vo vdychovanom a vydychovanom vzduchu

- Analýza výsledkov hematologického vyšetrenia, identifikácia vybraných látok prítomných v krvi (metabolity vylučovania)
- Demonštrácia procesu filtrácie krvi v obličkách (animácia)
- Vyšetrenie moču prostredníctvom diagnostických prúžkov Heptaphan
- Dôkaz vylučovania nepotrebných látok kožou (voda vo forme vodnej pary, pot)
- Dôkaz vylučovania nepotrebných látok prostredníctvom dýchacej sústavy (voda vo forme vodnej pary, oxid uhličitý)

NM 8.5 – Látky získavajú organizmy z potravy a okolia. Nespotrebované látky vylučujú a zároveň sa dostávajú do prostredia aj pri rozklade uhynutých organizmov. Výsledkom týchto procesov je trvalý obeh látok (živín) medzi živou a neživou prírodou.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Proces obehu látok (živín) a toku energie v prírode je komplexný a predpokladá porozumenie čiastkovým problematikám. Ich obeh a presun medzi živou a neživou prírodou v ekosystéme i za jeho hranice spôsobujú biologické, ekologické, geologické a meteorologické procesy. Komplexnosť pertraktovaného procesu ilustruje súbor konceptov potrebných na zvládnutie celej problematiky, akými sú napr. porozumenie časticovému zloženiu látok, rozdielom medzi živým a neživým, pojmu živiny, potrava, chemická zmena, fotosyntéza, dýchanie, rast, základné životné funkcie, potravinová reťaz, rozklad, energia a pod. Žiaci sa oboznamujú s uvedenými konceptmi prostredníctvom oddelených tém a často i vyučovacích predmetov. Je pomerne náročné sklbiť tieto témy v spoločnom nazeraní na obeh látok a energie v prírode.

Rozdiel v procese prenosu energie a látok

Prenos energie v ekosystéme sa deje viac-menej jednosmerne. Energia sa prenáša prostredníctvom „potravy“ v potravinovej sieti, kde zároveň jej časť z organizmu uniká v inej forme. Energia prijímaná organizmami z ekosystému sa rozptýli v podobe tepla v procese dýchania. Rastliny premieňajú slnečnú energiu na formu energie, ktorá je organizmami využiteľná (1 % – 6 %). Iba malé množstvo uskladnenej energie v rastlinách (asi 10 % – 20 %) je využité bylinožravcami a iba malé množstvo energie (asi 10 %) je využiteľné sekundárnymi konzumentmi. Posledné zvyšky energie pôvodne fixovanej zelenými rastlinami unikajú pri konečnej mineralizácii organických látok na konci dekompozičného procesu. V dôsledku úniku veľkého množstva energie z ekosystému je nutné, aby bol neustále k dispozícii zdroj, ktorým je slnečné žiarenie využité zelenými rastlinami vo fotosyntéze.

Látky sa naopak v ekosystéme nestrácajú a neustále v ňom obiehajú. Anorganické látky sa stávajú súčasťou organickej hmoty, prechádzajú ekosystémom a po smrti organizmov, ktorých boli súčasťou, ich dekompozítory opäť vracajú do vonkajšieho prostredia organizmov a môžu byť zabudované do nového organizmu. Hmota nemôže vznikáť ani zanikať, môže sa iba meniť. V určitej forme tu existuje od vzniku Zeme a je jediným zdrojom materiálu pre všetko, čo nás obklopuje, vrátane organizmu človeka. Z tohto vyplýva, že materiál organickej hmoty sa v určitom momente stáva hmotou anorganickou a naopak.

Vnímanie procesu toku energie a obehu látok žiakom

Žiaci nevnímajú prepojenie toku energie so vzájomnou potravinovou závislosťou organizmov. Dýchanie nie je vnímané ako súčasť procesu obehu látok a toku energie. Žiaci si mýlia dominový efekt prenosu energie v ekosystéme s cyklickým oběhom látok. Myslia si, že energia v ekosystéme obieha a keď je jej v ekosystéme dostatok, živočíchy potrebujú slnko už len na to, aby sa zohriali. Tvrdia tiež, že energia sa v ekosystéme akumuluje. Predátor, ktorý je na vrchole, je najsilnejší, pretože získava energiu z organizmov, ktoré sú pod ním, čiže mäsožravce majú viac energie a sily ako bylinožravce. Energia sa podľa žiakov predstáv akumuluje na vrchole potravinovej siete, nestráca sa. Na druhej strane stojí predstava, že energia neprechádza z jedného organizmu do druhého, pretože každý živý organizmus má svoju vlastnú energiu. Žiaci nevedia identifikovať zdroj využiteľnej energie pre určitý typ organizmu. Majú problém porozumieť, že živočíchy nemôžu žiť bez rastlín. Tvrdia tiež, že rastliny získavajú potravu z pôdy prostredníctvom koreňov a že kvalita potravy je okrem rastlinných toxínov pre bylinožravce rovnaká ako pre mäsožravce.

Predstava žiakov o kolobehu látok v prírode v mnohých prípadoch nepredstavuje uzavretý cyklus, ale skôr sekvenciu, na začiatku ktorej látky vznikajú a v určitom štádiu zanikajú. Následne vzniká nová sekvencia pričom rozkladajúci sa materiál spôsobí zväčšenie objemu Zeme. Žiakom chýba koncept o zachovaní hmoty aj po tom, čo sa o jave v škole učili. Objavuje sa predstava, že hmota/materiál stráca hmotnosť

alebo objem. Žiaci neberú do úvahy kvantitatívny aspekt chemickej zmeny a s tým súvisiace zachovanie celkového množstva hmoty.

Zvlášť problematickým je vnímanie plynov ako časti hmoty, čo je problémom vzhľadom na to, že veľká časť obehu látok sa odohráva v atmosfére. Ak je plyn považovaný za látku, ktorá nemá hmotnosť, je predstava zachovania hmoty nepravdepodobná. Plyn je „neviditeľný“, preto v procese dekompozície nefiguruje.

Žiaci si nie sú vedomí rozkladu organického materiálu až na anorganické zložky a absentuje predstava akéhokoľvek špecifického cyklu (cykly dusíka, uhlíka). Majú problém s porozumením, že látky sa v ekosystéme dostávajú z jedného organizmu do ďalšieho a že sa vlastne stávajú súčasťou jeho tela.

Všeobecne tiež možno povedať, že žiaci si nie sú vedomí úlohy mikroorganizmov v prírode a obzvlášť nie v procese rozkladu. Ak ich úlohu aj vedia opísať, nevedomujú si, ako je dôležitá a ako je dôležité uvoľňovanie látok do obehu pre ich využitie ďalšími organizmami (rastlinami, ktoré sú následne požívané živočíchmi a prijíma ich aj človek ako zdroj energie a živín, atď.). Až porozumenie kolobehu látok môže viesť k štúdiu toku energie spojenej so syntézou a štiepením určitých zlúčenín.

Úrovne vnímania rozkladu a zachovávaní, resp. straty hmoty sa rôznia a majú rôznu úroveň. Najjednoduchšie sú predstavy vedúce k strate hmoty, k jej akumulácii v pôde či premene na pôdu (napr. i vznik popola bez identifikovania plyných „zvyškov“ a bez ďalšieho kolobehu), až po jej kolobeh v ekosystéme. Predstavu žiakov o rozklade môžeme tiež rozdeliť do piatich kategórií: 1. zmiznutie, 2. premiestnenie, 3. zmena (niektorých častí), 4. premena (bez chemického kontextu, napr. polámanie), 5. chemická reakcia. Prítomnosť látok rozloženého organizmu v pôde nevedie automaticky k predstave, že tieto látky sa dostávajú do obehu a stávajú sa súčasťou iných organizmov. Úrodnosť pôdy je podľa častých žiackych predstáv podmienená tým, že ju človek hnojí. Ak sú dekompozítory súčasťou predstavy žiaka o rozklade, ich činnosť býva u žiakov spojená s ich požívaním, pričom sa mŕtvy organizmus stáva súčasťou dekompozítora.

Žiaci si v mnohých prípadoch nevedomujú, že mikroorganizmy iniciujú proces rozkladu. Opisujú často iba to, čo pozorujú, t. j. že hmyz a larvy organizmus rozložia, ale až potom, čo sa začne „rozkladať“ sám. Žiacka predstava o rozklade je striktnie viazaná na kontext. Nie sú identifikované žiadne všeobecne aplikovateľné predstavy, ktoré by proces vysvetlili. Ďalšie faktory, ktoré žiaci uvádzajú ako dôvod rozkladu organizmu je vplyv človeka či živočícha, fyzikálnych faktorov (dážď, vietor, pôda), alebo je tento jav identifikovaný ako prirodzená vlastnosť organizmu.

Na základe uvedeného je potrebné sa sústrediť predovšetkým na nasledovné prerekvizity a na nich budované koncepty:

- Porozumenie fotosyntéze ako dôležitému článku v procese kolobehu látok a toku energie, kedy sa anorganické látky stávajú organickými.
- Sústredenie na fakt, že plyny sú súčasťou hmoty, ktorá nás obklopuje.
- Sústredenie sa na fakt, že prijímaním potravy dochádza k zmene prijímaných látok a tie sa stávajú súčasťou konzumenta.
- Proces dýchania je štádiom, kedy sa organický materiál (materiál živého organizmu) stáva opäť súčasťou anorganických látok.
- Kľúčové v porozumení rozkladu materiálu, ktorý sa tak posúva ďalej v kolobehu, je zistenie, že materiál (organizmy, exkrementy) sa nestráca, keď sa rozkladá. Respirujúce mikroorganizmy premieňajú organický materiál na anorganický a ten sa posúva ďalej v obehu látok.

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenie, že uhynuté organizmy sa menia (vzhľad, konzistencia, pH, teplota, hmotnosť) – rozkladajú sa. Dej je sprevádzaný únikom tepla a zmenou zloženia materiálu.
2. Empirické zistenie, že rozklad je biologický proces, na ktorom sa zúčastňujú živé organizmy (makroskopické i mikroskopické).
3. Empirické zistenie, že pri rozklade sa komplexné organické zlúčeniny štiepia na jednoduchšie a anorganické látky.
4. Empirické zistenie, rozložený materiál organizmov sa vracia do obehu tým, že sa stáva súčasťou iných organizmov.
5. Empirické zistenie, že organizmy prijímajú látky zo svojho okolia (potrava, plyny, voda).
6. Empirické zistenie, že energia sa prenáša prostredníctvom „potravy“ v potravovej sieti, kde sa zároveň jej veľká časť zo systému stráca, najmä vo forme tepla.

Aktivity

- Aeróbne a anaeróbne kompostovanie – sledovanie vzhľadu, konzistencie, zápachu, pH, teploty, hmotnosti
- Skúmanie kompostu – identifikovanie predovšetkým makroskopických organizmov
- Sledovanie rozkladu papiera na vyžihanej a nevyžihanej pôde
- Kultivácia (v zjednodušených podmienkach) pôdných mikroorganizmov
- Dôkazové reakcie na vzorke kompostu a biomasy, ktorá ešte nepodľahla rozkladu; Okrem iných organických a anorganických zložiek aj dôkaz CO₂ ako prejav dýchania
- Využitie kompostu rastlinami – realizácia experimentu – sledovanie rastu rastlín v hnojenej a nehnojenej pôde
- Sledovanie množstva energie (kJ) v rovnakom množstve biomasy producenta a konzumentov rôznych rádov

NM 8.6 – Rastlinné druhy sa prispôbili priestoru a získavaniu vody, svetla, minerálnych látok potrebných pre rast a rozmnožovanie v konkrétnych lokalitách, ktoré sú charakterizované klimatickými, geologickými a hydrologickými podmienkami. Ak sa zmenia podmienky, populácie rastlín sa môžu meniť, čo vedie k zmene populácií živočíchov.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Koncept adaptácie zahŕňa aj pochopenie koncepcie prírodného výberu a evolúcie. Je dôležité, aby žiaci chápali adaptácie ako výsledok interakcií medzi jedincami (ich vlastnosťami) a ich prostredím. V súčasnosti žijúce organizmy sú výsledkom adaptácií, ktoré sa udiali v minulosti. Adaptácie prebiehajú stále a sú výsledkom evolučných procesov. Na ich vzniku sa podieľajú gény, ako aj vývinové interakcie jedinca s prostredím (epigenetické mechanizmy).

Žiaci majú mylné predstavy o tom, ako sa znaky týkajú populácie. Domnievajú sa, že znaky sú vlastnosti populácie, nie jedinca. Rovnako majú miskoncepce aj o mechanizmoch vzniku a odovzdávania znakov budúcim generáciám. Myšlienka, že jedinec sa v prípade potreby môže prispôbiť zmenám v životnom prostredí, a že tieto adaptácie sa dedia (tzv. Lamarckovská interpretácia) sa často vyskytuje nie len u žiakov, ale aj dospelých. Ďalšia mylná predstava o vzniku znakov ako súčasti vopred určeného veľkého plánu má svoje korene v náboženskej viere (religiozita). Predstava, že najschopnejšie organizmy v populácii sú tie najsilnejšie a najväčšie naznačuje, že žiaci posudzujú zdatnosť jedinca z pohľadu jeho veľkosti a sily, nie v súvislosti so schopnosťou prežiť a v súvislosti s reprodukčným potenciálom.

Prírodný výber žiaci vnímajú ako proces, ktorým sa tvoria organizmy dokonale prispôbené prostrediu. Tiež nechápu vzťah medzi prírodným výberom a adaptáciou. Mylne sa domnievajú, že všetky znaky organizmov sú adaptácie, nakoľko sa organizmus musí prispôbiť prostrediu, v ktorom žije. Adaptáciu nevnímajú ako výsledok prírodného výberu, ale ako jeho účel.

Vzťahy organizmov k prostrediu sú rozhodujúce pre ich život. Každý jedinec potrebuje určité množstvo a zloženie vzduchu a vody, svetlo a teplo, živiny a prítomnosť iných organizmov v prostredí, v ktorom žije (ekologické faktory). Žiaci základnej školy si často neuvedomujú adaptácie rastlín na podmienky typické pre lokalitu ich výskytu. Napríklad sa mylne domnievajú, že kaktusy nemajú listy. Je zrejmé, že trne kaktusu nevnímajú ako modifikované listy, ktorými rastlina znižuje stratu vody, čím sa adaptuje na život v suchých stanovištiach (púšte a polopúšte), kde limitujúcim ekologickým faktorom pre výskyt rastlín a živočíchov je voda.

Didaktická sekvencia

1. Empirické štúdium potrieb rastlín pre život a rast.
2. Klasifikácia ekologických faktorov. Vymedzenie pojmov adaptácia a tolerancia.
3. Empirické zistenie, ako sa rastliny prispôbili (adaptovali) rôznym životným podmienkam (púšte, dažďový prales, vysokohorské rastliny).
4. Empirické zistenie, že organizmus sa nemôže adaptovať na svoje životné prostredie počas svojho života.
5. Modelovanie zmien populácie rastlín a ich dôsledkov na populáciu živočíchov v rámci biotopu (lokality).

Aktivity

- Identifikovanie faktorov, ktoré ovplyvňujú rast rastlín
- Porovnanie výskytu niektorých rastlín z pohľadu tolerancie na životné podmienky (výtrusné rastliny – lišajníky)
- Dokumentovanie klimatických, geologických a hydrologických podmienok rôznych biotopov; Zisťovanie, ako sa rastliny prispôbili danému biotopu
- Pozorovanie rastu rastlín smerom ku svetlu (fototropizmus), otáčanie smerom za slnkom (helio-centrizmus)
- Skúmanie adaptácií poloparazitických rastlín (imelo biele) na nedostatok svetla, mäsožravých rastlín na nedostatok minerálnych látok
- Zisťovanie, ako sa rastliny prispôbili za účelom rozmnožovania (farba kvetov, vôňa – lákanie živočíchov kvôli opeleniu, semená prispôbolené na rozširovanie vetrom a živočíchmi)
- Simulácia, že organizmus s vyvinutou adaptáciou má väčšiu šancu na prežitie ako organizmus bez adaptácie
- Simulácie potravných sietí a skúmanie, aký vplyv na populáciu živočíchov bude mať zväčšenie alebo zmenšenie populácie rastlín

9. kľúčová téza

Genetická informácia sa prenáša z jednej generácie organizmov na ďalšiu.

NM 9.1 – V mnohých prípadoch potomkovia nie sú identickí s rodičmi, a nie sú identickí ani navzájom medzi sebou. Rastliny a živočíchy, vrátane človeka sa v mnohých znakoch, vlastnostiach a funkciách podobajú na svojich rodičov, nakoľko sa informácie odovzdávajú z generácie na generáciu. Niektoré vlastnosti, zručnosti a správanie sa, nie sú odovzdávané z generácie na generáciu rovnakým spôsobom – musia byť získané počas života jedinca.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Genetika je odbor, ktorý v poslednej dobe zaznamenal obrovský rozmach. Pestujeme väčšie ovocie a zeleninu, máme väčšie hektárové výnosy poľnohospodárskych plodín, liečime choroby, ktoré sa v minulosti liečiť nedali, prostredníctvom genetického poradenstva dokážeme poskytnúť pomoc rodičom pri plánovaní svojich potomkov a prevencii vrodených vývojových porúch atď. Nové poznatky prinášajú dôležité informácie do ďalších vedných odborov a oblastí ľudskej činnosti. S týmto všetkým sa spája mnoho otázok. Rozumieme naozaj, čo sa v takýchto situáciách deje? Ako sú vôbec možné takéto zmeny? Zamýšľali sme sa nad tým, kedy nám nové poznatky v genetike prinášajú úžitok a kedy nám môžu uškodiť?

Genetika je nákladná experimentálna veda, preto sa na úrovni ZŠ a SŠ učí teoreticky, kde pojmy a procesy prebiehajú na takej úrovni, že je ťažké si ich predstaviť, pochopiť a dávať do súvislostí. Tieto okolnosti nahrávajú vzniku miskonceptí. Pokiaľ je problematické pochopiť základné pojmy a procesy v tomto vednom odbore, je potom ťažké nájsť správne odpovede na otázky týkajúce sa genetiky ako celého vedného odboru.

Pre zavedenie pojmu genetika je potrebné na úvodných hodinách žiakov upozorniť aj na historické hľadisko rozvoja tejto vednej disciplíny (uvádzame v bodoch), napríklad:

- Uviesť zaujímavosti zo života mysliteľov – Pythagoras, Hyppokrates, Aristoteles, Galenos – ich úsilie spočívalo v snahe poznať a porozumieť zákonom, ktoré riadia dedičnosť a premenlivosť (väčšina z nich považovala za nositeľa dedičnosti krv, ktorá podľa nich mala kľúčovú úlohu aj pri vzniku pohlavných buniek).
- Jakub Bobart (17. storočie) – prvé pokusy s rastlinami, týkajúce sa rozmnožovania (zistil, že peľ je vlastne samčou pohlavnou bunkou – vďaka tomuto poznatku sa prešlo od tzv. špekulácií k pokusom, čo malo veľký význam pre rozvoj vedy).
- Prvé pokusy kríženia (v 18. storočí) priniesli nové poznatky. P. L. Marpetuisa (hlásal, že dedičné zmeny organizmov v prírode sú náhle a že druhy vznikajú rozmnožením a udržaním týchto zmien. Jeho tvrdenie zostalo nedocenené, ale predbehol ním dobu o 150 rokov.
- Zhromažďovanie čiastkových poznatkov až do 19. storočia.
- Johann Gregor Mendel (1822 – 1884) – stal sa v tom čase symbolom modernej genetiky. Uviesť kľúčové body jeho života, zamerať sa predovšetkým na priebeh pokusov a výsledky jeho práce (pokusy s krížením hrachu, sledovanie pozorovateľných dedičných znakov; zistil, že sa nededia znaky a vlastnosti ako také, ale čosi, čo ich vznik podmieňuje. Mendel zaviedol pojem elementy (faktory), ktoré sa od roku 1909 nazývajú gény). Práce Mendela boli vzorom presnosti a originality, upadli však do zabudnutia.
- Nadobudnutie významu vedeckých prác J. G. Mendela (r. 1900). V tomto období je už genetika považovaná za exaktnú vedu. Objavy genetikov – Hugo de Vries, William Bateson, Carl Correns a Erich von Tschemark.
- Rozmach genetiky nastal po úspešných objavoch v cytológii štúdiom bunkového jadra (vytvorili sa predpoklady o hmotných nositeľoch dedičnosti, získané poznatky vyústili do chromozómovej

- teórie dedičnosti). Objavenie pohlavných chromozómov (dôležitá úloha pri určovaní pohlavia). T. H. Morgan – zakladateľ chromozómovej teórie dedičnosti (v r. 1933 získal Nobelovu cenu za vysvetlenie funkcie chromozómov pri dedičnosti).
- V roku 1947 sa zaviedol termín „genetická konzultácia“, ktorá je chápaná ako rozhovor medzi lekárom (zdravotníckym pracovníkom) a jedincom alebo manželským párom o ich individuálnom probléme. Úroveň genetického poradenstva však môže zodpovedať len úrovni zistených poznatkov, ktorými v aktuálnom období vedný odbor disponuje. V začiatkoch to boli iba poznatky odpozorované priamo z prírody a sformulované do všeobecne platných pravidiel (Mendelove a Morganove zákony dedičnosti).
 - Veľkým objavom bolo v roku 1959 zistenie príčiny Downho syndrómu a následný rozvoj cyto-genetických techník.
 - Spolupráca genetiky a chémie. Objasnenie dôležitosti a stavby nukleových kyselín. J. Watson a F. Crick opísali sekundárnu štruktúru DNA (ako pravotočivú závitnicu, ktorú tvoria dve vlákna spojené vodíkovou väzbou medzi bázami – „písmenami“ – v strede závitnice.). Watson a Crick, spolu s Wilkinsonom získali v r. 1962 Nobelovu cenu za objav molekuly štruktúry nukleových kyselín.
 - Koncom 60. a začiatkom 70. rokov v rámci prenatalnej diagnostiky zavedenie vyšetrenia plodovej vody, získanej amniocentézou od rizikových gravidných žien (detekcie chromozomálnych anomálií a niektorých metabolických ochorení v pomerne včasnom štádiu vývinu plodu).
 - V 80. – 90. rokoch minulého storočia vďaka rozvoju techník molekulárnej biológie veda dospela k objasneniu mnohých príčin monogénnych dedičných ochorení.
 - V rokoch 1990 – 2001 – medzinárodný kolaboratívny výskumný projekt „The Human Genome Project“ – mapovanie ľudského genómu znamenalo výrazný pokrok v oblasti molekulárnej genetiky (V ľudskej DNA bolo identifikovaných približne 30 000 štruktúrnych génov, boli pozorované určité varianty (tzv. polymorfizmy) v DNA, ktoré vzájomným pôsobením s faktormi prostredia zohrávajú úlohu pri vzniku často sa vyskytujúcich civilizačných ochorení (diabetes, kardiovaskulárne ochorenia, hypertenzia a i.). Bolo identifikované množstvo génov zodpovedných za genetické ochorenia.
 - Otvorenie možností využívania DNA diagnostických testov, ktoré majú veľký význam v klinickej praxi.
 - Epigenetika (progresívne sa rozvíjajúci odbor genetiky 21. storočia, zameraný na štúdium mechanizmov zodpovedných za reguláciu prejavu génov).
 - V súčasnosti pod klasickou genetikou rozumieme Mendelovské kríženie organizmov spojené s pozorovaním rozdelenia znakov u potomkov. Pod modernou genetikou dnes chápeme molekulárnu genetikú.

Pojem genetika je pre žiakov pojmom abstraktným. Učivo tejto biologickej vednej disciplíny je úzko späté s procesmi pohlavného rozmnožovania a s procesmi rastu a vývinu organizmu – či už ide o rastliny, živočíchy alebo človeka. Žiaci si vo väčšine prípadov spájajú rozmnožovanie iba so vznikom nového jedinca – so vznikom potomstva a tým pádom úzko súvisiace delenie buniek chápu izolovane. Žiaci sa stretnú s pojmom pohlavné (aj nepohlavné) rozmnožovanie v 7. ročníku základnej školy.

Výskumných prác zameraných na zisťovanie miskonceptí žiakov druhého stupňa základnej školy z genetiky nie je veľa. Dôvodom je fakt, že genetika sa na základných školách vyučuje len v malom rozsahu. Preto predmetom výskumov je skôr zisťovanie prekonceptov ako zisťovanie miskonceptí. Deti vo veku 7 – 10 rokov sa s genetickými pojmami stretávajú prostredníctvom neformálnych rozhovorov v rodine a prostredníctvom masmédií. Odpovede na otázku „Čo je genetika?“ sa dajú rozdeliť do troch kategórií. Prvá kategória v sebe zahŕňa všeobecné odpovede typu „... je to niečo, čo nám pomáha...“; do druhej kategórie patria odpovede detí, ktoré sa rozpravili o dedičnosti v rodine; odpovede detí spadajúce do tretej kategórie pojem genetika vnímali negatívne „... znamená to, že je niečo s človekom v neporiadku...“. U žiakov gymnázií sme zistili, že vo väčšine prípadov ovládajú základné genetické pojmy, avšak definície konkrétnych pojmov si najčastejšie osvojujú mechanickým zapamätaním, pričom sa nezamýšľajú nad ich významom. Čo je vážnejšie, majú však problém s hierarchickým usporiadaním týchto pojmov a nechápu spojitosť medzi jednotlivými pojmami, čo vytvára bariéru pre hlbšie pochopenie podstaty učiva.

Žiaci ZŠ identifikovali štyri typy genetických znakov vo svojej rodine - fyzické znaky, schopnosti, choroby a opakujúce sa javy, situácie a tradície. Autori skúmali aj pochopenie dedičnosti na príklade známych detských filmových hrdinov (Harry Potter, Spiderman a X-Men). Prostredníctvom takéhoto príkladu deti vždy dokázali rozpoznať, či svoje vlastnosti filmová postava zdedila alebo ich získala iným spôsobom.

U žiakov 2. stupňa ZŠ autori zaznamenali nejasnosti až zmätenosť v ich predstavách o dedičnosti na úrovni populácií. Čo sa týka dedičnej a nededičnej premenlivosti, žiaci ovládali tieto pojmy na úrovni definícií, avšak už nedokázali na konkrétnom príklade zo života určiť, o aký typ premenlivosti ide. Ako bolo zistené z rozhovorov, niektorí žiaci nepripúšťali vplyv prostredia na výzor človeka. Jeden žiak uviedol, že rozdiely medzi potomkom a rodičmi sú spôsobené len dedičnou premenlivosťou, nebral do úvahy procesy pri rozdeľovaní genetickej informácie do pohlavných buniek. Niektorí žiaci si dedičnú premenlivosť spájali s fenoménom smrti a s chorobami, ktoré prostredníctvom dedičnej premenlivosti vznikajú. Neuvedomili si však, že nie všetky dedičné choroby musia byť smrteľné. V rozhovoroch realizovaných po sprístupnení témy Dedičnosť a premenlivosť sa odpovede žiakov veľmi nelíšili od predchádzajúcich odpovedí, ktoré autori získali pred sprístupnením učiva. Žiaci len zaregistrovali nové pojmy a definície, ktoré nedokázali dostatočne vysvetliť a aplikovať v inom kontexte.

Súbežne s osvojením si abstraktného pojmu *genetika* si žiaci musia osvojiť pojmy *dedičnosť* a *premenlivosť*. Vychádzajúc z definície pojmu je genetika náuka o dedičnosti a premenlivosti. Poukážeme na to, že *dedičnosť* je biologický proces, schopnosť rodičovských organizmov odovzdávať svojim potomkom charakteristické morfológické a fyziologické *znaky* (napr. farba kvetu, veľkosť a tvar tela, farba očnej dúhovky, ľavorukosť, tvar listov, krvná skupina, Rh-faktor, dedičné ochorenia a pod.) a *vlastností* (napr. odolnosť voči chorobám, chladu, suchu a pod.). Vieme, že deti v jednej rodine sa podobajú jednému alebo obojmu rodičom, prípadne starým rodičom. Dedičnosť je schopnosť všetkých živých organizmov odovzdávať vlohy svojich znakov a vlastností potomkom, resp. že dedičnosť je schopnosť organizmov reagovať na podobné životné podmienky rovnakým spôsobom. Podstata dedičnosti súvisí so základnou vlastnosťou živých sústav, s ich schopnosťou rozmnožovať sa. Výsledkom rozmnožovania je vznik novej generácie potomkov, ktorá má veľa zhodných znakov a vlastností so svojimi rodičmi. Informácie o znakoch a vlastnostiach sa prenášajú z generácie na generáciu (z rodičov na potomkov) pohlavnými bunkami (gamétami), pričom sa môžu rôzne kombinovať, a preto môžu mať potomkovia odlišné znaky a vlastnosti od rodičov. Čiže pri pohlavnom rozmnožovaní získava jedinec informácie od oboch rodičov, pri nepohlavnom rozmnožovaní od jedného rodičovského organizmu.

Žiaci si uvedomia, že podobnosť rodičov a ich potomkov nie je dokonalá. Jedince tej istej generácie, ktoré sú potomstvom toho istého rodičovského páru, sa odlišujú nielen od rodičov, ale aj navzájom medzi sebou. Tento rozdiel medzi jedincami toho istého druhu, teda ich rôznorodosť, je spôsobená premenlivosťou. Prejavuje sa to vo vzhľade organizmov (veľkosť, hmotnosť, tvar tela alebo jeho častí, výkonnosť, inteligencia a i.). *Premenlivosť* umožňuje vznik foriem najlepšie prispôbených podmienkam existencie v danom prostredí. Ak ide o *nededičnú premenlivosť*, rozdiely medzi jedincami sú spôsobené vplyvom podmienok vonkajšieho prostredia, tieto zmeny sa neprenášajú na potomkov (ide o zmeny vo fenotype). *Dedičná premenlivosť (mutácia)* predstavuje zmeny na úrovni genetickej informácie prenášanej z rodičov na potomkov (ide o zmeny v genotype organizmu). Na základe pochopenia pojmov dedičnosť a premenlivosť odvodíme pojem *genetika* = biologická veda, ktorá sa zaoberá zákonitostami dedičnosti a premenlivosti.

Žiaci ZŠ sa stretávajú s pojmi *nededičná* a *dedičná premenlivosť*.

Nededičná premenlivosť (modifikácia) spôsobuje dočasné zmeny (napr. vzhľad organizmov), ktorými sa organizmy prispôbujú vonkajšiemu prostrediu. Pri tomto type nenastávajú zmeny v génoch pohlavných buniek, preto sa tieto znaky/vlastnosti nededia. Táto premenlivosť umožňuje organizmom prispôbovať sa prostrediu a žiť aj v zhoršených podmienkach – čo vlastne predstavuje adaptáciu organizmov (konkrétny pojem *adaptácia* sa v časti genetika nespomína). Ako príklad uvedieme semeno smreka rastúceho v lese, ktoré môže zaviatím vetra alebo prenosom prostredníctvom zveri vyklíčiť na lúke pri lese. V dôsledku dostatočného priestoru z neho vyrastie strom s dobre vyvinutými všetkými konármi. Zo semena toho istého smreka vyrastie v lese strom, ktorému budú postupne spodné konáre ubúdať.

Dedičná premenlivosť (mutácia) vzniká ako dôsledok vplyvu vnútorných faktorov, teda trvalých zmien v génoch pohlavných buniek. Trvalé zmeny sa týkajú stavby chromozómov a DNA. Tieto zmeny znakov a vlastností sa v tomto prípade z rodičov na potomkov dedia. Dedičná premenlivosť spôsobuje sklon k dedičným chorobám (hluchonemnosť, farbosleposť, cukrovka, hemofília, cystická fibróza, rázštep pery, resp. chrbtice). Ako príklad uvádzame premenlivosť druhov lienok spôsobených dedičnými zmenami vo sfarbení.

Pri šľachtení sa jedince navzájom zámerne krížia a získavajú sa tak nové odrody rastlín a plemená zvierat. Rozličné odrody rastlín a plemená zvierat ľudia pestujú a chovajú pre úžitok alebo zo záľuby. Z kapusty obyčajnej sa vyšľachtil karfiol, kapusta hlávková, brokolica...

Žiaci musia pochopiť, ako súvisí dedičnosť a premenlivosť, dôsledky a význam premenlivosti v prírode, príčiny spôsobujúce dedičnú a nededičnú premenlivosť, vplyv dedičnej premenlivosti na život človeka a ako súvisí so vznikom dedičných ochorení, význam kríženia rastlín a živočíchov.

Didaktická sekvencia

1. Štúdium empirických dôkazov o tom, že na vonkajší vzhľad organizmu má okrem genetiky vplyv aj prostredie.
2. Pojmové vymedzenie a klasifikácia premenlivosti.
3. Porovnanie dedičnej a nededičnej premenlivosti na konkrétnych príkladoch využitím digitálnych simulácií.
4. Získanie skúsenosti s pestovaním rastlín (sadenie, príprava vhodných podmienok pre sadenice, zalievanie...).
5. Zavedenie pojmov dedičnosť, znaky, vlastnosti.

Aktivity

- Vplyv prostredia na rast a vývin rastlinného organizmu; Porovnanie stavby tela rastlín, ktoré rastú v odlišných životných podmienkach (ideálne podmienky verzus nevhodné podmienky – sporadická zálievka, málo svetla, prievan a pod.) – školský experiment
- Práca s pracovným listom – na základe obrazového materiálu (prírodniny) rôznych odrôd hrachu (kvitnúce rastliny, aj ich plody) porovnať a zistiť odlišnosti týchto odrôd (žiaci zistia odlišnosti vo farbe a v tvare kvetov, semien a plodov)
- Práca s pracovným listom – úlohou je zatriediť jednotlivé výroky podľa toho, či charakterizujú dedičnú alebo nededičnú premenlivosť (*napr. spôsobuje dočasné zmeny, umožňuje organizmom žiť v zhoršených podmienkach, spôsobuje sklon k dedičným chorobám, nastávajú trvalé zmeny v génoch pohlavných buniek, znaky alebo vlastnosti sa nededia a pod.*)
- Poznanie osobností (*Louis Pasteur, Charles Darwin, Jan Janský, Ivan P. Pavlov, Johan G. Mendel, J. Watson, F. Crick*), ktoré sa preslávili v súvislosti s objasnením podstaty rozmnožovania a dedičnosti (práca s informačnými zdrojmi a príprava krátkej prezentácie pre spolužiakov)
- Pozorovanie prenosu dedičných znakov z rodičov na potomstvo (napr. v chove mačiatok alebo šteniatok sledovať farbu srsti, pozorovanie a porovnávanie charakteristických dedičných znakov – tvar tváre, brada, nos, tvar ušnice, prípadne farba očí, vlasov a podobne – s využitím fotografií členov známych rodín/vlastnej rodiny)
- Pozorovaním zistiť premenlivosť vybraných znakov organizmov žijúcich v odlišných životných podmienkach
- Pozorovanie variability určitých znakov v populácii (meranie a porovnávanie dĺžky chodidla, telesnej výšky, hmotnosti tela a dĺžky malíčka na ľavej ruke medzi spolužiakmi)
- Pozorovanie rôznych jedincov – sledovanie znakov a vlastností, ktoré sú zhodné a ktorými sa od seba odlišujú
- Analýza krátkeho videa s tematikou dedičnosti a premenlivosti (podľa vlastného výberu učiteľa napríklad z Planéty vedomostí)
- Riadená diskusia na vybrané témy súvisiace s premenlivosťou (druhovú znaky a osobitné znaky jedinca, zmeny dedičné a nededičné)

NM 9.2 – Súčasťou jadra rastlinných a živočíšnych buniek sú štruktúry zvané chromozómy, ktoré pozostávajú z veľkých zložitých komplexných molekúl DNA. Gén je určitá dĺžka DNA. Stovky až tisíce génov tvoria jeden chromozóm. Telové bunky človeka obsahujú 23 párov chromozómov s celkovým množstvom okolo 25 000 génov. Tieto obsahujú potrebné informácie pre vznik nových buniek v procese rastu, rozmnožovania a výmeny odumretých buniek.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Pre väčšinu organizmov je nositeľom genetickej informácie DNA – deoxyribonukleová kyselina, ktorá sa nachádza v jadre bunky (výnimkou sú len RNA-vírusy, kde túto funkciu vykonáva ribonukleová kyselina – RNA). Pod genetickej informáciou rozumieme súbor „správ“ o tom, ako bude určitý organizmus vyzeráť. Súčasťou jadra rastlinných a živočíšnych buniek sú chromozómy. Chromozómy sú zložené z veľkých zložitých komplexných molekúl DNA. Telové bunky človeka obsahujú 23 párov chromozómov. Jeden chromozóm pozostáva z veľkého množstva génov (rádovo tisíce). Gén predstavuje určitú dĺžku DNA. Gén (dedičná vlna) je základnou funkčnou jednotkou dedičnosti. Nesie úplnú genetickej informáciu pre určitý biologický prejav (biologickú vlastnosť alebo funkciu). V bunkách eukaryotických organizmov má gén obyčajne viac foriem, ktoré nazývame alely. Rôzne alely jedného génu podmieňujú rozdielny prejav znaku. Gény určujú vývoj a štruktúru organizmov a obsahujú potrebné informácie pre vznik nových buniek v procese rastu, rozmnožovania a výmeny odumretých buniek. Jedinec, ktorý vznikne procesom pohlavného rozmnožovania, nesie polovicu génov od jedného a polovicu génov od druhého rodiča.

Najčastejšie miskoncepce:

- Žiaci majú mylnú predstavu, že muži „odovzdávajú“ viac genetickej informácie budúcemu dieťaťu ako ženy – matky.
- Deti mali nakresliť, čo je vidno pod mikroskopom. Vytvorili sa 2 skupiny – skupina I: deti kreslili miniatúry orgánov; skupina II: kreslili skôr bunku alebo DNA, niektoré kreslili baktérie. Všetky deti poznali pojem DNA, žiadne dieťa nepoznalo pojem RNA.
- Žiadne z detí nedalo do súvislosti pojmy bielkovina a DNA a ako jediný zdroj bielkovín pre človeka uvádzali potravu.
- Porozumenie pojmu DNA bolo rôzne. Deti uvádzali, že DNA je v celom tele, je stočená a vyzerá ako rebrík; je šéfom všetkého, je hlboko v tele; je to to, čo nás robí živými a že neživé veci nemajú DNA.

Skúmané genetickej pojmy sa dajú rozdeliť do troch úrovní: makroskopická, mikroskopická a submikroskopická. Autori zisťovali porozumenie žiakov základných a stredných škôl, zároveň aj študentov vysokých škôl v uvedených úrovniach genetiky a ich vzájomné prepojenie. Pre vysvetlenie pojmov použili modelové organizmy (mačka, hrach, baktérie). Žiaci najlepšie chápali pojmy vo vzťahu k mačke a to iba na makroskopickej úrovni, pričom žiaci sa počas štúdia v tejto problematike stretávali zároveň so všetkými úrovňami učiva a napriek tomu neboli schopní ich súbežne vnímať a pochopiť ich prepojenosť. Vysokoškólači sa dostali pri všetkých modelových organizmoch až na mikroskopickú úroveň, avšak ako problematický sa ukázal pojem RNA a jej funkcie.

- Nedostatočné porozumenie úlohe X a Y chromozómu pri určovaní pohlavia.
- Matka prispieva viac zo svojej genetickej výbavy ako otec.
- Žiaci nerozlišujú pojmy DNA, gén, chromozóm, alela, bunka... pojmy si navzájom zamieňajú.
- Pohlavné bunky obsahujú viac genetickej informácie ako bunky telové.
- Žiaci veria, že pohlavie dieťaťa závisí od počtu génov rodičov, ak sa viac génov zdedí od otca, bude to chlapec, ak od matky, bude to dievča.
- S pribúdajúcim vekom človeka sa počet génov zvyšuje.
- DNA je nástroj, ktorým sa usvedčujú vrahovia.
- Žiaci mali značné problémy v chápaní hierarchickej štruktúry a vzťahov medzi pojmami gén - DNA - chromozóm.
- Žiaci nepoznali pojem RNA a nevedeli, kde do štruktúry učiva ho majú zaradiť a s ktorými pojmami ho spájať.
- Žiaci nechápali pojem alela a nedokázali určiť vzťahy medzi pojmom alela a ostatnými pojmami, nepoznali ich vonkajší prejav v prípade úplnej a neúplnej dominancie.

Realizované výskumy odhalili množstvo miskonceptí, ktoré sa vyskytujú už pri základných pojmoch, čo samozrejme komplikuje ďalšie učenie sa a chápanie ďalších pojmov, ktoré na seba nadväzujú. Nepo-

chopenie základných pojmov vedie zákonite k nepochopeniu genetiky v celej jej šírke. Tak vznikajú mis-konceptie o možnostiach a limitoch genetiky alebo dochádza k problematickému chápaniu ďalších dôležitých otázok spojených s genetikou. Genetika ako moderný a progresívny vedný odbor si zaslúži pozornosť vo vzdelávaní, je dôležitá ju žiakom a študentom priblížiť a zamerať sa na reálny praktický význam. Rovnako dôležitá je orientácia na modernú genetiku, a nielen na jej tradičné pasívne poňatie. Ukazuje sa, že žiaci a študenti majú nekonzistentné vedomosti z genetiky, a tie pozostávajú predovšetkým z definícií a vysvetlenia pojmov, pričom vzťahy medzi nimi sa ukazujú už problematické. Žiaci dostatočne nepochopili podstatu genetickej výbavy rodičov a jej rovnocennosť. Taktiež majú zmätok vo svojich predstavách o dedičnosti v populáciách. Medzi žiakmi a študentmi často prevláda staršie (tradičné) poňatie pojmu *gén*, tento pojem vnímajú skôr staticky a pasívne. Súčasné chápanie pojmu *gén* je skôr aktívne a dynamické. Na druhej strane zasa genetika ako abstraktná a pre mnohých študentov náročná téma má svoje využitie vo vysvetlení a pochopení inej problematickej tematiky – napr. využitie genetiky pre výučbu pravdepodobnosti v matematike. Genetika sa tak ocitá vo svetle nových medzipredmetových vzťahov.

Didaktická sekvencia

1. Niekedy vidíme podobu s jedným z rodičov, niekedy sa dieťa podobá určitými znakmi na otca a inými znakmi zasa na matku (napr. farba očí, farba vlasov, tvar nosa, sfarbenie pokožky). Tieto znaky a vlastnosti sú fenotypovým prejavom (vonkajším prejavom) dedičných informácií, ktoré dieťa získalo (zdedilo) od svojich rodičov.
2. Chromozómy sú umiestnené v jadre každej bunky a vyskytujú sa vo dvojiciach (v pároch – jeden je od otca, druhý od matky). Sú to tenké vláknité útvary. Celkový počet párov chromozómov je u rôznych organizmov rôzny. Niektoré rastliny majú viac ako 100 párov chromozómov v každej bunke (napr. pes 39 párov, cibuľa 8, komár 3 a myš 20 párov).
3. Človek má v každej telovej bunke 23 párov chromozómov. Týchto 46 chromozómov obsahuje všetky informácie potrebné pre všetky telové bunky. Každý chromozóm môže obsahovať stovky génov (napr. gény pre výšku tela, gény pre farbu očí, farbu vlasov, tvar nosa a pod.). Celkový počet génov ľudského organizmu je cca 25 000.
4. Každý jedinec má v jadre buniek iný počet chromozómov, ktorý je pre daný druh typický a stály (napr. človek – 46, šimpanz – 48, kapor – 104). Súbor chromozómov bunky vytvára chromozómovú sadu, ktorú označujeme – n . Chromozómová sada je súbor chromozómov získaný od jedného rodiča. Haploidná bunka má jednu chromozómovú sadu (n) – jednu kópiu toho istého chromozómu (nesúceho rovnaké znaky) a diploidná dve chromozómové sady ($2n$) – dve kópie toho istého chromozómu (nesúceho tie isté znaky). Ako organizmus rastie, tak pribúdajú nové telové bunky. Tie sa vytvoria tak, že delením materskej bunky vzniknú dve bunky dcérske s rovnakým počtom chromozómov ako mala materská bunka. Preto majú všetky telové bunky rovnaký počet chromozómov.
5. Chromozómy v páre sú rovnaké, t. j. nesú genetickú informáciu tých istých znakov a vlastností. Odlišujú sa iba v tom, že jeden chromozóm je od otca a druhý od matky. Genetická informácia je tak v jadrách všetkých telových buniek prítomná dvakrát. Všetky telové bunky majú dve sady chromozómov, sú diploidné.
6. Človek má v somatických (telových) bunkách 46 chromozómov, hovoríme diploidný počet, označujeme $2n$. To znamená, že chromozómy sa nachádzajú v páre, pričom jeden pochádza od matky a druhý od otca. Takéto chromozómy označujeme ako homologické chromozómy. Pri meióze dostane každá pohlavná bunka (spermia alebo vajíčko) po jednom súbore homologických chromozómov, teda haploidný počet chromozómov, označujeme n a to z dôvodu, aby splynutím spermie a vajíčka mohol byť prinavrátený diploidný stav. Každá somatická bunka má teda 23 párov homologických chromozómov (spolu 46 chromozómov) a každá pohlavná bunka má len 23 chromozómov (nie párov). Chromozómy z rozličných párov sa označujú ako nehomologické chromozómy.
7. Jeden pár chromozómov v ľudskej bunke sú pohlavné chromozómy. Sú dvojakého druhu, X a Y. Žena má dva chromozómy XX, muž XY.
8. Ženská pohlavná bunka – vajíčko – obsahuje 22 „telových“ chromozómov a 1 pohlavný chromozóm (X). Mužská pohlavná bunka – spermia – obsahuje rovnako 22 „telových“ chromozómov a buď pohlavný chromozóm X alebo Y.

9. Chromozóm je vláknitý, tyčinkovitý, prípadne kruhovitý útvar, tvorený bielkovinou a molekulou DNA (deoxyribonukleová kyselina). DNA je chemická látka, ktorá zodpovedá aj za to ako vyzerá a ako sa správa každá bunka a tiež mnohobunkový organizmus – jedinec.
10. Nukleové kyseliny sú organické zlúčeniny, od ktorých závisí existencia živých sústav, hoci tvoria iba malé percento hmotnosti bunky (3 %). Názov dostali podľa toho, že boli objavené v jadre (lat. jadro = *nucleus*). Vznikajú spájaním sa menších molekúl do rôzne dlhých reťazcov.
11. Molekula DNA je dvojzávitnicová, je tvorená dvoma reťazcami. DNA obsahuje 4 typy chemických zlúčenín, ktoré sú vzájomne viazané do dvojíc – adenín (A) sa viaže s tymínom (T), a cytozín (C) s guanínom (G) takto: A-T, C-G. Každá priečka medzi špirálami sa skladá z jednej takejto dvojice chemických látok. Štruktúru DNA objavili James Watson a Francis Crick v r. 1953 v Cambridge. Za tento objav im bola udelená Nobelova cena.
12. Gény sú rôzne dlhé úseky DNA, obsahujú informácie, na základe ktorých sa vytvorí určitý znak alebo vlastnosť (napr. gény pre farbu kvetu, gény pre výšku tela a pod.). Gény rozhodujú o tom, ako môže organizmus vyzerieť. Každý organizmus je jedinečnou kombináciou génov získaných od svojich rodičov. Rodičia potomstvu neodovzdávajú hotové znaky (vlastnosti), ale iba vlohy, teda predpoklady pre tieto znaky. Tieto vlohy nazývame gény.
13. Znaky a vlastnosti sa nededia, dedia sa gény, vlohy, alely, ktoré ich vývoj podmieňujú.
14. Každý gén sa vyskytuje v konkrétnej forme, označovanej ako alela (napr. alela pre červenú farbu kvetu, alela pre bielu farbu kvetu a pod.). Na konkrétnom úseku DNA sa vždy nachádza iba jedna alela určitého génu.
15. Súbor všetkých znakov a vlastností organizmu tvorí fenotyp (tvar tela, metabolizmus, farba očí, temperament a pod.). Fenotyp je vonkajším prejavom všetkých dedičných informácií. Je to teda konkrétny prejav génu, ktorý sa prejaví vo forme znakov.
16. Bunky organizmu obsahujú aspoň dve alely pre každý znak (vlastnosť). Napr. gén pre sfarbenie semien hrachu sa vyskytuje v dvoch formách – jedna alela nesie informáciu pre žlté sfarbenie, druhá alela pre zelené sfarbenie. Rôzne alely jedného génu (sfarbenie semien hrachu) podmieňujú rozdielny prejav znaku (žlté, zelené sfarbenie semien).
17. Jedinec, ktorý má pre určitý znak na oboch chromozómoch (jeden od matky, druhý od otca) rovnaké alely, nazývame homozygot. Ak má jedinec pre znak rôzne alely, nazývame ho heterozygot.
18. Alela, ktorá v homozygotnom a heterozygotnom stave podmieňuje rovnaký fenotypový prejav znaku, sa nazýva dominantná (označuje sa veľkým písmenom). Alela, ktorej fenotypový prejav bol potlačený, sa nazýva recesívna (symbolicky označujeme rovnakým, ale malým písmenom).
19. Aký bude fenotypový prejav, závisí od dominancie jednotlivých alel (ktoré jedinec získal od svojich rodičov) a od spôsobu dedičnosti daného znaku alebo vlastnosti.

Aktivity

- Pozorovanie chromozómov pod mikroskopom počas delenia buniek (trvalý preparát); Žiaci odlišia (trvalý preparát) deliace sa bunky od nedeliacich sa a identifikujú chromozómy
- Riešenie úloh zameraných na delenie buniek, rozdiely medzi telovými a pohlavnými bunkami, porovnanie počtu chromozómov rôznych organizmov, rozdiely medzi pohlavím, chromozómové sady – pracovný list
- Pozorovanie odlišností medzi chromozómami muža a ženy, porovnanie počtu chromozómov rôznych organizmov – prostredníctvom obrazového materiálu, digitálneho vzdelávacieho obsahu Planéta vedomostí, pracovných listov
- Sprostredkované pozorovanie experimentov J. G. Mendela prostredníctvom animácií, interaktívne cvičenia – vyvodenie záverov
- Experiment – extrakcia DNA z paradajky a cibule (alternatíva banán)
- Určenie vybraných vlastností organizmu na základe dominancie a recesivity alel – simulačná didaktická hra
- Zistiť a zdôvodniť, aké potomstvo vznikne po krížení jedincov s konkrétnymi génmi v pozorovanom znaku – farba srsti; „Počítanie“ jednoduchých genetických príkladov; Jednoduché genetické kríženia, schéma kríženia (názov: Kráľičie potomstvo)
- Tvorba pojmovej mapy

NM 9.3 – Genetická informácia v bunke, potrebná na „výrobu“ nových buniek sa realizuje na chemickej úrovni prostredníctvom DNA. Informácia sa odovzdáva z generácie na generáciu vo forme kódu, ktorý je „poskladaný“ z častí molekuly DNA.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Žiaci z predchádzajúcich učív (delenie buniek) už vedia, že bunka s určitým počtom chromozómov sa rozdelí na 2 dcérske bunky (telové), ktoré majú rovnaký počet chromozómov ako pôvodná, deliaca sa materská bunka. Rovnako vedia, že výsledkom vzniku pohlavných buniek sú 4 bunky s polovičným počtom chromozómov a polovičným množstvom DNA.

Tiež vedia (téma: Delenie buniek), že delením bunky sa dostáva genetická informácia z materskej bunky do dvoch dcérskych buniek. Pred každým delením materskej bunky sa musí DNA a jej genetická informácia zdvojiť (vytvorí si kópiu). Počas delenia bunky novovzniknuté molekuly DNA prechádzajú do dcérskych buniek. Pri mnohobunkových organizmoch sa takto zabezpečí prenos kompletného súboru genetických informácií (génov) do všetkých buniek organizmu. Žiakov však upozorníme na to, že ak by pri vzniku pohlavných buniek nenastala redukcia chromozómov, telové bunky nového jedinca by mali dvojnásobný počet chromozómov (jeho genetický obsah by sa zdvojnásobil, telové bunky by obsahovali štyri chromozómové sady namiesto dvoch).

Počas riadeného rozhovoru so žiakmi vedíme diskusiu o funkcii Morseovej abecedy. Poukážeme na to, že Morseova abeceda sa skladá iba z dvoch prvkov – bodky, čiarky – kde kombináciou týchto dvoch prvkov sa dá zostaviť celá abeceda, ktorou vyjadríme akúkoľvek správu. Následne žiaci riešia v skupinách úlohy, kde z vopred určených písmen abecedy budú zostavovať rôzne slová (tie majú rôzny význam) – podobne ako správy odosielané Morzeovou abecedou. Po vyriešení viacerých úloh použijeme analógiu – takýto systém usporiadania základných prvkov, ktorých kombinácie dávajú zmysel, nazývame kód. Takýmto spôsobom sa kódujú aj genetické informácie, ktoré sa odovzdávajú z generácie na generáciu a zavedieme pojem genetický kód.

Vlákno DNA sa znázorňuje symbolmi A, T, C, G. Sú to začiatkové písmená „stavebných kameňov“ DNA. Keďže gén predstavuje určitý úsek DNA, zhoduje sa s poradím písmen.

Podobne základné prvky DNA (A, T, C, G) usporiadané podľa určitého systému do akýchsi „svojrých trojpísmen“ určujú genetický kód. Inak povedané, v molekule DNA je zapísaná genetická informácia o tom, aké znaky a vlastnosti sa budú v organizme vyvíjať počas jeho života.

Skôr ako sa dostane genetická informácia do dcérskych buniek, musí sa zdvojiť – urobiť si kópiu. Základné „prvky“ DNA, usporiadané do určitého zmysluplného systému nazývame genetický kód. Vzájomný vzťah génov súvisí s tým, či sa daný znak alebo vlastnosť prejaví alebo nie.

Žiakom uvedieme príklad vzniku určitého znaku/vlastnosti – napr. sfarbenie semien hrachu.

Zdôrazníme, že v genetickom výskume sa nikdy nesleduje dedičnosť všetkých znakov a vlastností (nie je to z praktického hľadiska možné). V bunkách eukaryotických organizmov má gén obyčajne viac foriem a tie nazývame alely. Napr. gén pre sfarbenie semien hrachu sa vyskytuje v dvoch formách, ktoré majú dedičný charakter. Jedna alela nesie informáciu pre žlté sfarbenie, druhá pre zelené sfarbenie semien hrachu. Rôzne alely jedného génu (*gén pre sfarbenie semien hrachu*) podmieňujú rozdielny prejav znaku (žlté, zelené sfarbenie semien). Eukaryotické organizmy majú každý gén v genotype zastúpený jedným alelickým párom = dvoma alelami (jedna pochádza od otcovského a druhá od materského organizmu).

Žiakom na konkrétnom príklade vysvetlíme ako sa zapisuje kríženie dvoch jedincov a kríženie prevedieme (x – znak kríženia).

Príklad: Hrach siaty

Žltá farba semien hrachu siateho je podmienená dominantnou alelou **A**, zelená recesívnou alelou **a**. Krížime rodičovské rastliny s genotypom **AA** × **aa**. Rodičovská rastlina genotypu **AA** má žlté semená, rodičovská rastlina genotypu **aa** má zelené semená.

Akú farbu semien bude mať generácia potomkov?

	žlté semená	zelené semená	
rodičovská generácia	AA	×	aa
gaméty	A		a
generácia potomkov	Aa	Aa	Aa Aa žlté semená

Odpoveď: Celá generácia potomkov bude rovnaká (heterozygoti) a bude mať žltú farbu semien.

Na ďalších príkladoch si žiaci precvičujú dominanciu a recesivitu alel a riešia jednoduché genetické príklady.

Najčastejšie miskoncepce:

- DNA je v celom tele, je stočená a vyzerá ako rebrík.
- DNA je šéfom všetkého, je hlboko v tele; je to to, čo nás robí živými.
- Muži „odovzdávajú“ viac genetickej informácie budúcemu dieťaťu ako ženy – matky.
- Pohlavné bunky obsahujú viac genetickej informácie ako bunky telové.
- Genetická informácia (GI) sa medzi bunkami aj generáciami navzájom vymieňajú.
- Pohlavné bunky obsahujú viac GI ako bunky telové.

Miskoncepce ohľadom genetického kódu u žiakov ZŠ nemáme zmapované (nakolko tento pojem nie je obsahom učiva ZŠ).

Vo všeobecnosti môžeme povedať, že žiaci chápu pojmy izolovane, bez vzájomného prepojenia a súvislostí. Žiaci nedostatočne porozumeli pojmom dominancia a recesivita, rovnako nedostatočne porozumeli úlohe X a Y chromozómu pri určovaní pohlavia. Žiadne z detí nedalo do súvislosti pojmy bielkovina a DNA a ako jediný zdroj bielkovín pre človeka uvádzali potravu.

Didaktická sekvencia

1. Jadro je základná bunková štruktúra všetkých organizmov, v ktorej je uložená genetická informácia, nevyhnutná pre život (opakovanie).
2. Rozmnožovaním organizmu nukleové kyseliny zabezpečia prenos znakov a vlastností z rodičov na potomkov. Nukleové kyseliny sú nositeľmi genetickej informácie.
3. Genetická informácia v bunke, potrebná na „výrobu“ nových buniek sa realizuje na chemickej úrovni prostredníctvom DNA. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie pojmu genetická informácia.
4. Informácia sa odovzdáva z generácie na generáciu vo forme kódu, ktorý je „poskladaný“ z častí molekuly DNA.
5. Usporiadanie chemických látok medzi špirálami DNA sa mení podľa obsahu príkazov, ktoré kódujú. Zavedenie pojmu „kód“ resp. „genetický kód“. Analógia (Morseova abeceda). Hra s kombináciou písmen abecedy za účelom vytvorenia čo najviac slov rôznych významov.
6. Nukleové kyseliny zohrávajú dôležitú úlohu aj v tvorbe bielkovín – preto ich považujeme za hmotný základ dedičnosti.
7. Žiakom sprístupníme schému kríženia.
8. Riešenie jednoduchých príkladov z genetiky (prenos určitého znaku alebo vlastnosti z generácie rodičov na generáciu potomkov).
9. Demonštrovanie genetického využitiem digitálnej simulácie

Aktivity

- Didaktická hra – Analógia „šifrovania“ genetickej informácie (Práca v skupinách – každá skupina žiakov dostane rovnaký súbor písmen abecedy. Z týchto písmen každá skupina poskladá minimálne 1 slovo. Na konci hry sa urobí zoznam všetkých vytvorených slov. Poukážeme na počet kombinácií písmen, z ktorých vznikli slová rôznych významov, pričom záleží na usporiadaní písmen. Každé vzniknuté slovo má iný význam – analógia „šifrovania“ genetickej informácie.)
- Didaktická hra – Analógia „šifrovania“ genetickej informácie s LEGOM (Obdoba predchádzajúcej hry – žiaci dostanú rovnaký počet dielov skladačky LEGO. Z týchto dielov každá skupina vytvorí niečo zmysluplné a svoj výtvor pomenuje.)
- Didaktická hra – Replikácia DNA – párovanie dusíkatých báz na základe komplementarity (Žiaci budú mať na bielych tričkách farebne odlišené a riadne označené „stavebné kamene“ DNA – písmená A, T, C, G (jeden žiak = 1 „stavebný kameň“).)
- Riešenie úloh o komplementarite dusíkatých báz (Na základe obrázka žiaci zistia, ako sa navzájom párujú „základné kamene“ – A, C, G, T. Prostredníctvom pracovného listu žiaci riešia úlohy, napr. je dané vlákno DNA, žiaci vytvoria k nemu komplementárne 2. vlákno DNA.)
- Riešenie úloh z genetiky, týkajúcich sa dedičnosti vybraných znakov/vlastností na základe jednoduchého genetického kríženia (genetický zápis)

NM 9.4 – Viac vedomostí ohľadom genetickej informácie získavame práve mapovaním genómu rôznych druhov organizmov. Genóm je súbor všetkých génov v jednej bunke.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Až do polovice 20. storočia vedci nevedeli s istotou povedať, čo je dedičným materiálom (Mendelove elementy) bunky. Isté však je, že si uvedomovali, že táto „hmota“ musí spĺňať určité vlastnosti – schopnosť preniesť informácie z rodičov na potomkov, kódovať informáciu pre vývin bunky, schopnosť meniť sa. Po objasnení štruktúry DNA, ktorá predstavuje dedičný materiál sa v druhej polovici 20. storočia vedci snažili určiť poradie nukleotidov v molekulách DNA, t. j. ich snahou bolo „určiť sekvenciu DNA“. Ku koncu minulého storočia sa im podarilo zrealizovať projekt stanovenia sekvencie DNA niektorých organizmov, vrátane človeka. Tento projekt sekvenovania DNA prispel k analýze génov – genómu sekvenovaných organizmov.

Genóm je celkový genetický materiál bunky (resp. jedinca). Inak povedané, je to haploidný súbor chromozómov a v ňom lokalizované dedičné vlohy – gény; súbor všetkých génov jednej bunky; génový obsah chromozómov bunkového jadra.

Genóm eukaryotickej bunky je v porovnaní s prokaryotickou väčší a zložitejší. Až na malé množstvo DNA v chloroplastoch a mitochondriách je eukaryotická DNA uložená v podobe chromozómov v jadre každej bunky.

Vo výskumoch zameraných na zisťovanie miskonceptí žiakov ZŠ z genetiky sme nezaznamenali žiadne výsledky. Pojem „genóm“ nebol skúmaný, a tento pojem nebol slovenským žiakom v školských podmienkach sprístupňovaný (vyplýva z analýzy slovenských a českých učebníc Biológie). Keďže genetika je dynamickou disciplínou, ktorá zaznamenáva neustále nové a nové poznatky, je potrebné, aby si aj žiaci základnej školy pojem „genóm“ osvojili. Doteraz sa s týmto pojmom stretávame až na gymnáziách.

Túto potrebu zavedenia nového pojmu zdôvodňujeme tým, že v r. 2003 sa podarilo dokončiť mapu ľudského genómu s presnosťou na 99,99 %. Ako sme už spomínali, genóm je súborom génov, ktoré tvoria dvojité špirály DNA obsahujúcu informácie potrebné pre život. V tomto najznámejšom projekte sekvenovania Projekt ľudského genómu (Human Genome Organisation – HUGO), vedci určili približne 3 miliardy nukleotidových párov v ľudskej DNA (asi 25 000 génov). Projekt sa začal v r. 1990 a bol realizovaný v spolupráci vedcov z viacerých krajín. V súčasnosti sa pracuje na zisťovaní možných funkcií osekvenovaných génov. Táto udalosť sa stala medzníkom novej éry na poli biológie a medicíny. Sekvencia je v podstate kompletná a voľne dostupná v počítačových databázach pre vedcov z celého sveta. Rozlúštenie genómu človeka zasiahne v budúcich storočiach každú oblasť medicíny a spôsob liečby. Chybné gény môžu viesť k vzniku rôznych ochorení. Odborníci dúfajú, že ak budú schopní prečítať celý ľudský genóm, dokážu určiť, kde je problém a jedného dňa ho aj priamo napraviť.

Žiakov oboznámime s *modelovými organizmami*, ktoré sa používajú na výskumné účely v genetike. Na základe porovnania genómu rôznych organizmov by sa žiaci mohli pokúsiť o stanovenie niektorých kritérií, ktorým má modelový organizmus vyhovovať.

Príklad modelového organizmu – vlnna muška (octomilka) *Drosophila melanogaster*:

- krátky životný cyklus, ktorý umožňuje získať veľký počet generácií (časový odstup medzi generáciami 10 – 14 dní),
- dostatočne početné potomstvo z kríženia (samička nakladie až 500 vajíčok za 10 dní),
- jednoduchá manipulácia s modelovým objektom (t. j. možnosť jednoduchého pestovania, kultivácie alebo chovu a kríženia),
- nízky počet chromozómov ($2n = 8$, štyri páry chromozómov),
- genetická variabilita medzi jedincami v populácii (t. j. existencia línii s rozdielnymi geneticky podmienenými znakmi).

Tiež boli sekvenované genómy mnohých modelových organizmov využívaných v genetike a biológii. Dnes sú známe dokonca aj sekvencie genómov napr. včely, topoľa, parazita malárie a komára, ktorý ho prenáša. Význam týchto štúdií môžeme nájsť v medicíne, vo farmácii, v poľnohospodárstve, ale môžu mať aj čisto komerčný význam pri produkcii niektorých priemyselne využívaných látok, napr. možnosť vložiť gén na produkciu určitej látky do baktérie *Escherichia coli* a umelo syntetizovať rastový hormón, inzulín, liečivá tlmiace bolesť a pod.

Za dlhé obdobie sa genetikom podarilo vytvoriť rozsiahle zbierky kmeňov modelových organizmov. Genotypy týchto kmeňov sa navzájom líšia vďaka mutáciám – dedičným zmenám na úrovni DNA. Mnohé z genómov sú dnes aj kompletne osekvenované. Predstava kompletne osekvenovaných genómov vyvoláva pocit, že genetici v budúcnosti nebudú mať prácu. Zistilo sa, že časť genetickej informácie (GI) je naozaj zhodná – zakonzervovaná a len na malé odchýlky rovnaká pre všetky živé organizmy na Zemi. Prečo potom organizmy, ktoré sú oveľa jednoduchšie a vývojovo nižšie majú väčšiu GI ako napr. človek? Prečo máme toľko „nadbytočnej“ GI, ktorej funkcia dnes nie je známa? Tieto a iné otázky čakajú na vyriešenie.

Didaktická sekvencia

1. Zavedenie pojmu *genóm*, *sekvenovanie DNA*, využitím východiskových poznatkov – bunka, jadro, štruktúra DNA, poradie nukleotidov v molekulách DNA. Prostredníctvom obrázkov – „Porovnanie veľkosti jednotlivých genómov od baktérií až po cicavce“ a využitím digitálnych simulácií o sekvenovaní ľudského genómu a genómu vybraných organizmov, by žiaci mali sami prísť na to, že veľkosť genómu nerozhoduje o zložitosti organizmu.
2. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie pojmu modelový organizmus s konkretizáciou na príkladoch (*hrach siaty*, *myš domáca*, *zelená riasa*, *Escherichia coli*, *pšenica letná*, *kura domáca*, *kurica siata*, *kvasinky Saccharomyces cerevisiae*, *Drosophila* a i.). Na základe porovnania genómu rôznych modelových organizmov by sa žiaci mali pokúsiť o sformulovanie niektorých kritérií, ktorým má modelový organizmus vyhovovať a tieto kritériá aj zdôvodniť. Pochopenie, ako sú jednotlivé genómy organizované, nám pomôže vidieť súvislosti aj pri vzniku života na Zemi.

Aktivity

- Porovnanie veľkosti jednotlivých genómov od baktérií až po cicavce
 - Digitálne simulácie sekvenovania ľudského genómu a genómu vybraných organizmov, vymedzenie podstaty a vzájomných rozdielov rôznych živých organizmov (DNA, gény a genóm)
- Digitálny vzdelávací obsah *Planéta vedomostí*. Prírodovedné predmety, úroveň 2, Biológia, I. Bunka – základná jednotka živých organizmov, 4. Jadro ako zdroj genetického materiálu, (<http://planetavedomosti.iedu.sk/>)
The Human Genome Project (<https://www.youtube.com/watch?v=PwdDa6QCDWw>)
The Animated Genome (<https://unlockinglifescode.org/media/animations/659#660>)

NM 9.5 – Nové bunky vznikajú delením materskej bunky. Keď sa bunka delí, jej genetická informácia je skopírovaná tak, že každá nová bunka nesie repliku materskej bunky.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Problematika delenia buniek je úzko spätá s procesom rozmnožovania. S rozmnožovaním baktérií a húb, rastlín, s rozmnožovaním a vývinom živočíchov sa žiaci v súčasnosti stretávajú na základnej škole v 9. ročníku (podľa inovovaného ŠVP už v 8. ročníku). Rozmnožovanie patrí k základným životným procesom organizmov a zároveň patrí medzi základné biologické koncepty. Toto učivo je pre žiakov náročné a abstraktné.

Žiakom bude prístupné učivo o delení buniek. Skôr, ako pristúpime k deleniu buniek v rámci genetiky, žiaci budú vedieť, že:

- Pučaním kvasiniek nový jedinec vyrastá z „pupeňa“ na tele materskej kvasinky. Pučaním vzniknú rovnaké – identické dcérske bunky s materskou bunkou.
- Delenie jednobunkových organizmov, napr. prvokov si žiaci dokážu predstaviť, lebo tiež sa rozmnožujú rozdelením materskej bunky, čím vzniknú dva rovnaké, dcérske jedince.
- Každá materská bunka sa delí na dve dcérske bunky, výsledkom delenia sú nové generácie buniek a mnohobunkových organizmov. Dcérske bunky majú rovnaký počet chromozómov ako materská bunka. Rozdelenie bunky nenastane naraz, v jadre a na chromozómoch prebiehajú postupne zmeny, až potom sa materská bunka rozdelí na dve dcérske bunky.
- Osobitný spôsob nepriameho delenia, pri ktorom sa počet chromozómov materskej bunky zníži v dcérskych bunkách o polovicu, sa nazýva redukčné delenie – meióza. Takto vznikajú bunky, potrebné k rozmnožovaniu, t. j. samičie a samčie pohlavné bunky – gaméty (n) v pohlavných orgánoch rastlín, živočíchov a človeka, ako aj bunky výtrusov vo výtrusniciach (napr. machov alebo papradí).

Učivo je pre žiakov náročné, vyžaduje si pochopenie funkcie DNA a chromozómov v jadre každej bunky. S počtom chromozómov sa tiež spája rozdiel v telových a pohlavných bunkách ($2n, n$). Je dôležité prezentovať delenie bunky ako časť života bunky. Bunky ďalej rastú a vyvíjajú sa, čo sa deje podľa určitých pravidiel (príkazov). Príkazy sú uložené v DNA (nukleová kyselina v jadre bunky). DNA získala bunka od materskej bunky delením. Ak by sa tieto príkazy nedostali v plnej miere do dcérskych buniek, bunky by sa nevyvíjali tým správnym smerom, mohli by byť pozmenené, poškodené a neboli by rovnaké ako bola materská bunka.

Žiaci na základe učiva o stavbe bunky by mali prísť na to, že základnou štruktúrou bunkového delenia je jadro, pretože v ňom sú uložené inštrukcie ako má vyzerat' a správať sa nový jedinec, zapísané chemickým zápisom v DNA. Ak sa majú tieto inštrukcie presne rozdeliť z materskej bunky do dvoch dcérskych buniek, musí sa tento materiál s inštrukciami – DNA, pred delením bunky znásobiť, t. j. zdvojiť. Deje sa to „skopírovaním“ inštrukcií v DNA tak, ako skopírujeme na počítači jeden odsek textu do ďalšieho odseku, takže sa text „zdvojiť“. Len bunka s takto zdvojenou – skopírovanou DNA sa bude môcť pri delení rovnomerne rozdeliť do dcérskych buniek, tak že dcérske bunky budú identické s materskou, lebo budú mať rovnakú DNA. Pojem chromozóm (už zavedený – pozri 7. KT, NM 7.7).

Najčastejšie miskoncepce:

- Žiaci si pod rozmnožovaním nepredstavujú delenie buniek (s rozmnožovaním si spájajú najmä vznik novej generácie – potomstva, delenie buniek chápu izolovane).
- Žiaci nespájajú rast organizmu s rozmnožovaním buniek.
- Žiaci si myslia, že bunky rôzneho typu majú rôznu genetickú informáciu, t. j. že bunky s rôznou funkciou obsahujú iba informácie nutné pre vykonávanie svojej funkcie.
- Žiaci si zamieňajú procesy mitóza a meióza.
- Žiaci nevidia rozdiel medzi somatickou (telovou) bunkou a spermou (pohlavnou bunkou).

Z výskumov vyplýva, že poznatky žiakov sú skôr na úrovni faktov. Pri procese delenia buniek, či už mitóza alebo meióza je dôležité, aby sa žiaci naučili tento proces aj schematicky kresliť. Ukazuje sa, že napriek tomu, že žiak dokáže proces delenia bunky dobre opísať (ide však najmä o reprodukciu), nie vždy dokáže tento proces aj zakresliť, ak učiteľ zadá konkrétny počet chromozómov v bunke (toto sa stalo už niekoľkokrát aj na seminároch z didaktiky biológie u budúcich učiteľov biológie). U žiakov SŠ a študentov VŠ sa stretávame s nepochopením podstaty delenia pohlavných buniek, t. j. redukčného delenia – zníženie počtu chromozómov v dcérskych bunkách oproti počtu chromozómov materskej bunky na polovicu. Ne-

pochopenie funkcie chromozómov v procese delenia. Žiaci majú nedostatočné vedomosti o bunkovom delení, čo je téma potrebná pre pochopenie ďalších dejov.

Didaktická sekvencia

1. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie významu rozmnožovania buniek pre organizmus, ako aj pre zachovanie života.
2. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie pojmu mitóza a konkretizácia na príkladoch.
3. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie pojmu- meióza (redukčné delenie), ktorá ako jediný spôsob delenia umožňuje vznik pohlavných buniek.
4. Prostredníctvom digitálnych simulácií alebo využitím metódy „hrania rolí“ by žiaci mali sami prísť na to, ako a prečo dochádza k „zdvojeniu“ chromozómov a teda aj DNA.
5. Demonštrovanie priebehu mitózy pozorovaním delenia buniek cibule a bôbu pod mikroskopom (pozorovanie *trvalého* preparátu alebo *natívneho* preparátu, ktorý zhotovia žiaci, koreňové vrcholy cibule a bôbu upravené po fixácii v maceračnej tekutine a farbení, pripravené na pozorovanie – vopred pripraví učiteľ), porovnanie záverov z pozorovania priebehu *mitózy* s využitím digitálnej simulácie.
6. Porovnanie mitózy a meiózy využitím digitálnych simulácií a vymedzenie spoločných znakov a rozdielov medzi obidvoma deleniami.

Aktivity

- Rolová hra – MITÓZA (s pomôckami: guma, špagát, papiera, nožnice, fixky, farebné oblečenie – napr. trička a pod.) – žiaci predstavujú základné pojmy bunkového delenia, prostredníctvom neverbálnej komunikácie demonštrujú podstatu delenia telových buniek
- Pozorovanie priebehu mitózy pozorovaním natívnych preparátov – buniek cibule a buniek bôbu (porovnanie jednotlivých fáz mitózy, porovnanie počtu chromozómov oboch objektov, identifikácia jednotlivých fáz mitózy prostredníctvom trvalých aj natívnych preparátov)
- Jednoduchá simulácia mitotického delenia buniek, zameraná na počet vzniknutých buniek (z jednej materskej bunky vznikne niekoľko generácií buniek – simulácia, ako z jednej bunky vždy vzniknú dve ďalšie bunky – realizujeme za pomoci plastelíny, kde bude na začiatku jedna veľká bunka)
- Digitálne simulácie pozorovaní delenia buniek, ktoré nemožno pozorovať mikroskopickou technikou v školskom prostredí – pozorovanie delenia jednobunkovcov, mitózy a meiózy
- Identifikovanie jednotlivých spôsobov delenia ako vzťahov medzi pojmi – jadro, chromozóm, nukleová kyselina, DNA, chromozómová sada, haploidná, diploidná bunka, telová, pohlavná bunka - gaméta, mitóza, redukčné delenie – meióza (práca s pracovným listom)

NM 9.6 – Pri kopírovaní (replikácii) genetickej informácie z materskej bunky do novovzniknutých dcérskych buniek dôjde niekedy ku chybe, čím vznikajú mutácie. Mutácia môže alebo nemusí byť pre organizmus škodlivá. Tieto zmeny v génoch môžu byť spôsobené environmentálnymi podmienkami (podmienky prostredia), ako je žiarenie, chemické látky a pod. Mutácie môžu mať vplyv na jedinca, najmä však na jeho potomkov, ak k nim došlo pri tvorbe pohlavných buniek (spermia, vajíčko).

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

S pojmom mutácia sa v súčasnej dobe stretnú žiaci ZŠ iba v súvislosti s dedičnou premenlivosťou, kde majú v učebnici zadefinované: „Dedičná premenlivosť (mutácia) vzniká ako dôsledok vplyvu vnútorných faktorov – trvalých zmien v génoch“. Bližšie o mutáciách sa dozvedia až na gymnáziu, kde majú mutáciu definovanú ako „zmenu genetickej informácie na úrovni DNA, ktorá môže spôsobiť zmenu niektorých vlastností organizmu, napr. neschopnosť syntézy určitého enzýmu a podobne. Organizmus, ktorý má v dôsledku mutácie zmenený fenotyp, sa nazýva mutant.“

Po odučení tejto témy by mali žiaci ZŠ pochopiť, že mutácie vznikajú náhodne a môžu sa vyskytnúť vo všetkých génoch a u všetkých organizmov. Dôsledkom mutácie je to, že sú zdrojom novej genetickej variability, ktorá umožňuje adaptáciu organizmov na zmeny životného prostredia.

Učivo o mutáciách je náročné, preto na úrovni základnej školy určite nepôjdeme do hĺbky, nebudeme sa zaoberať chromozómovými (aberácie) a gényovými mutáciami (zámeny báz, posunové mutácie) ani genómovými mutáciami tak ako na gymnáziu. Čo je však dôležité uvedomiť si, a to zvládnu aj žiaci ZŠ je to, čím môžu byť mutácie vyvolané. Okrem náhodného vzniku môžu byť mutácie vyvolané aj zámerne, pôsobením rôznych látok s mutagénnym účinkom. Takéto látky nazývame mutagény. Mutagény môžu byť fyzikálne (UV žiarenie, ionizačné, röntgenové žiarenie), chemické (liečivá, pesticídy, konzervačné látky) alebo biologické (vírusy spôsobujúce rakovinu). Výsledkom má byť pochopenie, že dedičná premenlivosť, t. j. mutácia predstavuje zmeny na úrovni genetickej informácie prenášanej z rodičov na potomkov.

Najčastejšie miskoncepcie:

- Mutácie vždy vedú k novým druhom organizmov.
- Všetky mutácie sa hneď prejavajú.
- Ak má matka predpoklad vzniku rakoviny prsníka, tak dieťa určite dostane rakovinu prsníka.

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie *dedičnej premenlivosti = mutácií*, vyskytujúcich sa v širokom spektre organizmov (demonštrované na konkrétnych príkladoch).
2. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie významu mutácií, ako spôsobu vzniku novej genetickej variability, ktorá umožňuje adaptáciu organizmov na zmeny životného prostredia.
3. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie pojmov a konkretizácia na príkladoch – fyzikálne, chemické a biologické mutagény, konkrétne dôsledky uvedené na konkrétnych príkladoch.
4. Demonštrovanie priebehu vzniku mutácie na zjednodušenom príklade použitím analógie.
5. Porovnanie rôznych typov mutagénov a ich dôsledkov na organizmy využitím digitálnych simulácií.

Aktivity

- Simulácia mutácie (analógia so vznikom chýb pri prenose informácií– napr. hra na telefóny)
- Žiaci prostredníctvom internetu alebo odborných článkov zistia dôsledky rádioaktívneho žiarenia a UV žiarenia na rastliny, živočíchy a človeka
- Žiaci prostredníctvom internetu alebo odborných článkov zistia dôsledky pôsobenia onkogénnych vírusov na zdravie človeka
- Pozorovanie vplyvu vybranej chemickej látky na rast rastlinného organizmu a jeho celkový vzhľad (dlhodobý školský experiment)
- Pozorovanie vplyvu mutagénov na organizmy prostredníctvom digitálnych simulácií
- Porovnanie rôznych typov mutagénov a ich dôsledkov na organizmy, vznik mutácií

NM 9.7 – Pri pohlavnom rozmnožovaní sa mužská (samčia) pohlavná bunka (spermia) spája so ženskou (samičou) pohlavnou bunkou (vajíčkou). Spermie a vajíčka sú špecializované bunky, z ktorých každá má jednu z dvoch verzií každého génu rodiča, vybranú náhodne. Keď sa spermia a vajíčko spoja, polovica genetického materiálu v oplodnenom vajíčku pochádza zo spermatickej bunky a polovica z vajíčka. Ako sa oplodnené vajíčko znova a znova delí, tento genetický materiál sa opakuje v každej novovzniknutej bunke. Rozdelenie a rekombinácia genetického materiálu, keď vznikajú pohlavné bunky, zabezpečia obrovskú variabilitu možných kombinácií génov a rozdielov, ktoré sa dedia z jednej generácie na ďalšiu.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Rozmnožovanie – reprodukcia – je mechanizmom nepretržitého procesu v prírode, kde život neustále vzniká, vyvíja sa a zaniká.

Pri pohlavnom rozmnožovaní vznikajú nové jedince splynutím 2 pohlavných buniek, ktoré pochádzajú od rodičov.

Baktérie – ich pohlavné rozmnožovanie sa nazýva konjugácia (2 baktérie – samčia a samičia – sa k sebe priložia a vytvorí sa medzi nimi mostík, ktorým prejde časť chromozómu zo samčej bunky do samičej, potom sa bunky oddelia a vznikajú nové baktérie.

Huby s plodnicou sa okrem nepohlavného spôsobu rozmnožovania rozmnožujú aj pohlavne, väčšinou na jeseň (splynutím pohlavných buniek, pohlavných výtrusov alebo splynutím pohlavných orgánov, alebo spájaním (spájanie – v pôde sa z výtrusov vyvíjajú vlákna. Vlákna rôznych výtrusov splynú, vznikne podhubie, na ktorom sa neskôr vytvárajú plodnice. Spojenie takýchto dvoch vlákien sa nazýva spájanie – pohlavné rozmnožovanie húb).

Rastliny

Väčšina kvitnúcich rastlín sa rozmnožuje pohlavne – semenami, z ktorých vyrastú nové rastliny. Rozmnožovacím orgánom rastlín je kvet, v ktorom sú umiestnené samčie rozmnožovacie časti – tyčinky, a samičie piestiky. Listnaté dreviny a byliny majú vajíčka (samičie pohlavné bunky) umiestnené v piestiku a samčie pohlavné bunky v peľovom zrnku v tyčinke.

Opelenie žiakom vysvetlíme ako prenesenie peľu z tyčinky na piestik. Proces opelenia si môžu aj sami vyskúšať pomocou štetca napr. na rastline *tulipán*. V súvislosti s opelením žiakom sprístupníme aj pojmy samoopelenie (opelenie peľom toho istého kvetu alebo iného kvetu tej istej rastliny) a cudzoopelenie (opelenie kvetu peľom z kvetu inej rastliny toho istého druhu). Peľ prenáša vietor, hmyz alebo vtáky.

Proces oplodnenia a vývin novej rastliny je nutné žiakom sprístupniť aj prostredníctvom zjednodušených nákresov a je potrebné, aby sami žiaci dokázali takéto nákresy zhotoviť – peľové zrnko v piestiku klíči a vytvára sa tenké vlákno – peľové vrecúško – a to preniká k vajíčku v piestiku. Splynutím samčej a samičej pohlavnej bunky (vajíčko + peľové zrnko) vznikne oplodnené vajíčko a z neho sa vyvíja zárodok novej rastliny. Zárodok sa postupne mení na semeno a dolná časť piestika na plod.

Uloženie pohlavných buniek a semien je odlišné u ihličnatých a listnatých drevín a bylín. Je dôležité upozorniť na tento zásadný rozdiel – semená listnatých bylín a drevín sú ukryté v plode, u ihličnatých drevín sú voľne uložené na drevnatých šupinách šišky. Samčia šištička má na tyčinke umiestnené peľové zrnká a samičia šištička má vajíčka uložené na šupine.

Pri oplodnení sa zlučujú súbory chromozómov rodičovských organizmov (samčí, samičí), a preto je biologicky nevyhnutná redukcia počtu chromozómov na polovicu, a to ešte pred oplodnením. Po oplodnení (po splynutí samčej a samičej pohlavnej bunky) sa znova obnoví diploidný počet chromozómov u novovznikajúceho organizmu. Pohlavné bunky vznikajú meiózou, ktorá zabezpečí potrebnú redukciu počtu chromozómov na polovicu. Preto meiózu nazývame redukčné delenie. Takýmto spôsobom vznikajú v pohlavných orgánoch rastlín, živočíchov a človeka pohlavné bunky – gaméty (n), ako aj bunky výtrusov (n) vo výtrusniciach (napr. machorasty, paprad'orasty). Porovnanie mitózy (vznik diploidných telových buniek – $2n$) a meiózy (vznik haploidných pohlavných buniek a výtrusov – n) uvádzame v kapitole 7.7 Rozmnožovanie – delenie bunky.

Živočíchy

Rozmnožovanie umožňuje zachovanie druhov živočíchov. Pohlavné rozmnožovanie zabezpečuje prenos znakov a vlastností z oboch rodičov na potomkov. Pohlavné bunky sa tvoria v pohlavných orgánoch – samčie – spermie a samičie – vajíčka. Hlavnou funkciou pohlavných buniek je odovzdať potomkom genetickú informáciu. Spájaním pohlavných buniek sa kombinujú genetické informácie od oboch rodičov. V živočíšnej ríši sa vyvinuli rozličné spôsoby pohlavného rozmnožovania. Ak sa pohlavné bunky (spermie a vajíčka) vyvíjajú v tele toho istého jedinca, ide o obojpohlavnosť (hermafroditizmus), pozorujeme napr. u dážd'ovky, slimáka. Hermafroditi si navzájom vymieňajú spermie, aby nedošlo k samooplodneniu, spermie a vajíčka v jedincovi dozrievajú v rozdielnom období. Pri väčšine živočíchov vidíme pohlavnú dvojtvarosť, t. j. viditeľné rozdiely medzi oboma pohlaviami. Tu sa samčie a samičie pohlavné bunky tvoria v odlišných samčích a samičích pohlavných orgánoch, zvlášť v samčom a samičom jedincovi. Prejavom pohlavnej dvojtvarosti sú aj telesné odlišnosti (veľkosť, sfarbenie, parohy, hrebeň a pod.).

Pri oplodnení vnikne spermia do vnútra vajíčka, samčia a samičia pohlavná bunka spolu splynú. Takto sa vajíčko oplodní spermiou. Pri živočíchoch rozoznávame vonkajšie (prebieha mimo tela, samčie a samičie pohlavné bunky sa uvoľňujú do vodného prostredia a splynú mimo rodičovského organizmu – vodné živočíchy, väčšina bezstavovcov, ryby, obojživelníky) a vnútorné oplodnenie (prebieha v pohlavných orgánoch samice a predchádza mu párenie).

K páreniu dochádza len v určitom období, zabezpečujú sa tým vhodné podmienky na život mláďat po vyliahnutí alebo narodení. Po oplodnení vzniká zárodok a začína sa vývin nového jedinca.

Pri párení sa spoja samčie a samičie pohlavné orgány a to umožní preniesť spermie samca do pohlavných orgánov samice (väčšina suchozemských živočíchov – hmyz, plazy, vtáky, cicavce).

Spôsoby rozmnožovania sú rôzne, napr. niektorým druhom hmyzu sa zárodok vyvíja vo vajíčku bez oplodnenia (napr. vošky). Iné druhy hmyzu zasa kladú vajíčka pod kôru stromov (lykožrút, roháč), do pôdy (chrúst), pod listy (pásavka), do lariev iného hmyzu (lumok), do odumretých živočíchov (hrobárík), do hnoja, odpadkov, kompostu (mucha), do bunky plástov (včely), na hladinu vody (komár), do vody (vodné mäkkýše, vodný hmyz).

Slimák kladie vajíčka do jamky v pôde, vajíčka dážd'ovky sa vyvíjajú v hlienovitom kokóne, vajíčka pavúkov v hustom kokóne z hustej pavučiny, samica raka pridŕža vajíčka nožičkami na brušku.

Pri rozmnožovaní rastlín a živočíchov je potrebné žiakom sprístupniť nové pojmy: tyčinka, piestik, samčie a samičie rozmnožovacie časti, opelenie, oplodnenie, rozmnožovací orgán rastlín – kvet, vajíčko, samoopelenie, cudzoopelenie, peľové zrnko, peľové vrecúško, zárodok, semeno, plod, samčia a samičia šištička, spermia, obojpohlavnosť (hermafroditizmus), pohlavná dvojtvarosť, vonkajšie a vnútorné oplodnenie, párenie, zárodok.

Miskonceptie žiakov:

- Žiakom uniká podstata, funkcia a význam pojmu plod.
- Žiaci majú problém s diferencovaním funkcií jednotlivých častí rozmnožovacích orgánov rastlín.
- Žiaci sú schopní pojmy opisovať, definovať a do istej miery pochopiť ich význam; problémy sa vyskytujú pri vysvetľovaní procesov, ktorých obsah sa už pohybuje v rovine abstrakcie.
- Žiaci si zamieňajú význam pojmov embryo, plod.
- Zámena obsahu pojmov telové a pohlavné bunky (potreba zdôrazniť, že telové bunky majú chromozómy vždy v pároch, jeden od otca, jeden od matky; počet chromozómov, ktoré jedinec získal od jedného rodiča nazývame chromozómová sada (n); bunky s polovičným počtom chromozómov (od otca alebo od matky) sú haploidné (n); pohlavné bunky – gaméty sú haploidné (n); bunky ktoré majú párové chromozómy sú diploidné, tvoria ich dve chromozómové sady ($2n$).
- Žiaci vo väčšine prípadov spájajú rozmnožovanie iba so vznikom nového jedinca (vznik potomstva) a preto úzko súvisiace delenie buniek chápu izolovane.
- Študenti obyčajne majú tieto mylné predstavy o reprodukcii: 1) Živočích plánujú svoje reprodukčné stratégie; 2) Sexuálna reprodukcia musí zahŕňať samostatný samčí a samičí organizmus; 3) Súčasťou sexuálnej reprodukcie je nevyhnutne párenie. V skutočnosti žiadna z vyššie uvedených skutočností nie je nevyhnutne pravdivá pre všetky živočích.

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie pohlavného rozmnožovania, vyskytujúceho sa v širokom spektre organizmov, (demonštrované na konkrétnych príkladoch z ríše rastlín a živočíchov).
2. Pri pohlavnom rozmnožovaní vznikajú nové jedince splynutím dvoch pohlavných buniek (vznikajú v rozmnožovacích orgánoch), ktoré pochádzajú z rodičovských jedincov.
3. Pojmové vymedzenie pohlavného rozmnožovania rastlín – väčšina kvitnúcich rastlín sa rozmnožuje pohlavne semenami, z ktorých vyrastú nové rastliny.
4. Rozmnožovacím orgánom rastlín je kvet (v ňom uložené rozmnožovacie časti – samčie tyčinky, samičie piestiky). Listnaté dreviny a byliny – samičie pohlavné bunky sú umiestnené vo vajíčku (a tie sú uložené v piestiku); samčie pohlavné bunky sú v peľovom zrnku na tyčinke.
5. Pojmové vymedzenie procesu opelenia (prenesenie peľu z tyčinky na piestik), samoopelenie (opelenie peľom toho istého kvetu alebo iného kvetu tej istej rastliny) a cudzoopelenie (opelenie kvetu peľom kvetu z inej rastliny, ale toho istého druhu). Opelenie rastlín hmyzom, vetrom, vtákmi a i.
6. Zavedenie pojmu oplodnenie (splynutie samičej pohlavnej bunky so samčou pohlavnou bunkou). Vývin (oplodnené vajíčko – zárodok novej rastliny; vajíčko sa postupne mení na semeno, spodná časť piestika zasa na plod).
7. Porovnanie ihličnatých a listnatých drevín a bylín z hľadiska uloženia semien (semená listnatých drevín a bylín sú ukryté v plode; semená ihličnatých drevín sú voľne uložené na drevnatých šupinách šišky). Ihličnaté dreviny majú umiestnené peľové zrnká na tyčinke samčej šištinky a vajíčka na šupine samičej šištinky.
8. Na základe empirickej skúsenosti žiaci pochopia proces opelenia.
9. Pojmové vymedzenie pohlavného rozmnožovania živočíchov. V pohlavných orgánoch samca a samice sa tvoria pohlavné bunky (vajíčka, spermie).

10. Samčia pohlavná bunka – spermia sa spája so samičou pohlavnou bunkou – vajíčkom buď mimo tela alebo v pohlavných orgánoch samice.
11. Zavedenie pojmov oplodnenie (vonkajšie, vnútorné), párenie.
12. Spermie a vajíčka sú špecializované bunky, z ktorých každá má jednu z dvoch verzií každého génu rodiča, vybranú náhodne (žiaci už vedia, z témy „Delenie buniek“, že pohlavné bunky obsahujú haploidnú sadu chromozómov (n), tieto bunky vznikli redukčným delením – na základe empirickej skúsenosti (didaktická hra) žiak pochopí náhodnú distribúciu alel pri vzniku pohlavných buniek.
13. Keď sa spermia a vajíčko spoja, polovica genetického materiálu v oplodnenom vajíčku pochádza zo spermatocytnej bunky a polovica z vajíčka. Na základe empirickej skúsenosti žiaci pochopia, že rozdelenie a rekombinácia genetického materiálu, keď vznikajú pohlavné bunky zabezpečia obrovskú variabilitu možných kombinácií alel a rozdielov, ktoré sa dedia z jednej generácie na ďalšiu.
14. Ako sa oplodnené vajíčko znova a znova delí, tento genetický materiál sa opakuje v každej novovzniknutej bunke (opakovanie poznatkov o delení buniek – mitóza, meióza).
15. Demonštrovanie priebehu pohlavného rozmnožovania (rastlín a živočíchov) na príkladoch zo života.

Aktivity

- Simulácia segregácie vybraných alel do pohlavných buniek formou didaktickej hry (vybrané alely budú predstavovať farebné guľôčky – zoznam bude v prehľadnej tabuľke, kde bude uvedená aj ich dominancia, resp. recesivita; žiaci robia náhodný výber z dvojíc vybraných alel a po náhodne vytvorených kombináciách „prečítajú“, aké alely „nesú“ pohlavné bunky – spermie a vajíčka a aký bude fenotypový prejav uvedeného znaku)
- Žiaci urobia jednoduchý experiment: opelia umelo kvet *tulipánu*, pozorujú zmeny na kvete, postupné odkvitanie a premenu piestika na plod
- Pozorovanie: Kvitnutie ihličnatých drevín, tvorba semien a ich uloženie v šiškách. Proces opelenia si môžu žiaci aj sami vyskúšať pomocou štetca (napr. objekt – *tulipán*)
- Pozorovanie priebehu rôznych spôsobov pohlavného rozmnožovania prostredníctvom digitálnych simulácií
- Porovnanie jednotlivých spôsobov pohlavného rozmnožovania, v čom sú zhodné, v čom sa líšia
- Vyhľadať na internete a v odbornej literatúre príklady organizmov, ktoré sa rozmnožujú pohlavne
- Riadená diskusia na vybrané témy súvisiace s dedičnosťou (napríklad: význam rozmnožovania pre zachovanie druhu, podobnosť medzi rodičmi a ich potomkami, história genetiky ai)

NM 9.8 – Variabilita možných kombinácií génov a rozdielov, ktoré sa dedia z jednej generácie na ďalšiu, poskytuje potenciál pre prírodný výber – lepšia adaptácia organizmov na rôzne environmentálne podmienky prostredia a vytváranie organizmov lepšie prispôbených na určité podmienky prostredia.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Ak sa na vyučovaní zaoberáme prírodným výberom, je dôležité pre pochopenie tohto pojmu uvádzať príklady zo života. Prírodný výber nazývame aj prírodnou selekciou. Ide o proces, ktorý sa deje v prirodzenom prostredí, pričom z rôznorodej skupiny jedincov prednostne prežívajú a rozmnožujú sa tie, ktorých vlastnosti sú v podmienkach prostredia, v ktorom žijú, výhodnejšie. V nosnej myšlienke 9.7. sme sa zaoberali pohlavným rozmnožovaním.

V biologických systémoch je spolu s premenlivosťou organizmov hnacím motorom evolúcie. Môže mať mnoho podôb a môže pôsobiť v akýchkoľvek štádiách vývoja organizmu. Všetky fázy života organizmu sú vystavené pôsobeniu selekčných tlakov. Inak povedané prirodzená selekcia znamená, že sa rozmnožujú najlepšie prispôbené jedince, ktoré sú životaschopnejšie, priebornejšie, silnejšie, rýchlejšie, zoženu viac potravy, uniknú skôr predátorom, prípadne sú atraktívnejšie pre samičku. Do ďalších generácií sa teda dostáva len genetická informácia od tých najschopnejších jedincov a takto dochádza k určitému vývoju.

S pojmom prírodný výber sa v rámci učiva genetiky žiaci ZŠ u nás nestretnú. Preto nemáme v rámci genetiky zmapovaný výskyt miskonceptí, ktoré by súviseli s prírodným výberom.

Ak sprístupníme žiakom pojem prírodný výber, je nutné sa zaoberať aj výberom umelým. Umelý výber resp. selekcia pod kontrolou človeka je tiež evolučný proces, ktorý je však úplne podriadený človeku. V tomto prípade sa prihliada iba na potreby človeka, za účasti častého nerešpektovania prírodných zákonov.

Žiaci na konkrétnych príkladoch zo života pochopia základné rozdiely medzi prírodným a umelým výberom. Žiaci prostredníctvom aktivít zistia, že prírodný aj umelý výber smerujú k akejsi dokonalosti živočíchov a rastlín, pričom postrehnú zásadný rozdiel medzi nimi – v prirodzenom výbere ide o „prirodzenú dokonalosť“ výhodnú pre organizmy, pričom umelý výber sa riadi len požiadavkami človeka a často pri ňom vznikajú znaky a vlastnosti, ktoré sú z prirodzeného hľadiska úplnými nezmyslami a spôsobujú plnú závislosť organizmu na človeku. Ako príklad umelej selekcie môže učiteľ uviesť vývin plemien psa.

Pre správne pochopenie procesu prírodného a umelého výberu je potrebné, aby žiaci chápali základné pojmy – gén, variabilita, znak, vlastnosť, mutácia, dedičná a nededičná premenlivosť, šľachtenie.

Didaktická sekvencia

1. Prírodný výber znamená úspešné prežívanie a rozmnožovanie najlepšie prispôbosených jedincov v danom prostredí (sú životaschopnejšie, priebojnejšie, silnejšie, rýchlejšie, zoženú viac potravy, uniknú skôr predátorom, preto sú samci atraktívnejší pre samičku a vice versa).
2. Do ďalších generácií sa dostáva len genetická informácia od tých najschopnejších jedincov, dochádza k určitému vývoju.
3. Darwinova teória prírodného výberu – jednotlivci v rámci populácie sa líšia.
4. Rozdiely sú aspoň čiastočne prenesené z rodičov na potomstvo.
5. Niektorí jednotlivci sú úspešní pri prežití a reprodukcii v porovnaní s inými.
6. Úspešní jednotlivci uspeli kvôli variantným vlastnostiam, ktoré zdedili a prenesú ich na svojich potomkov.
7. „Darwinove pinky“ – tvar zobáka prispôbosený typu potravy.
8. Ľudia pri pestovaní rastlín a chove zvierat robia výber jedincov podľa vlastností, ktoré uprednostňujú. Nové jedince s uprednostnenými vlastnosťami získavajú šľachtením. Pri šľachtení sa využíva dedičnosť a premenlivosť. Jedince sa navzájom krížia a získavajú sa tak nové odrody rastlín a plemena zvierat. Rozličné odrody rastlín a plemena zvierat ľudia pestujú a chovajú pre úžitok alebo zo záľuby.
9. Umelý výber resp. selekcia pod kontrolou človeka je tiež evolučný proces. Je podriadený človeku. Z ríše rastlín a živočíchov učiteľ uvedie príklad na umelý výber. Príklad 1: vznik plemena kokeršpaniel (taliansky španiel → norfolk španiel). Príklad 2: Z pôvodne divorastúcej kapusty obyčajnej vznikli výberom vyšľachtené druhy zeleniny → karfiol, kel ružičkový, kel hlávkový, kaleráb, křmny kel, kapusta hlávková).

Aktivity

- Interaktívne cvičenia zamerané na základné mechanizmy evolúcie a ich charakteristické vlastnosti (jedným z troch základných mechanizmov je prírodný výber, ďalšie sú dedičnosť a variabilita) – evolučné zákony a vznik druhov (digitálny vzdelávací obsah Planéta vedomostí)
- Riešenie úloh, zameraných na identifikáciu prírodného a umelého výberu (napr. pozorovaním 5 plemien psov žiaci identifikujú po dva základné znaky/vlastnosti, typické pre konkrétne plemeno, kvôli ktorým bolo vyšľachtené, výsledky zapíšu do vopred pripravenej tabuľky, do tabuľky zapíšu aj možné zdravotné riziká, resp. problémy konkrétneho plemena, žiaci porovnávajú aj hustotu srsti polárnej líšky trvalo žijúcej v polárnej oblasti a u nás v zoologickej záhrade)
- Žiaci prostredníctvom internetu alebo odborných článkov zistia dôsledky rádioaktívneho žiarenia na rastliny, živočíchy a človeka
- Žiaci si pripravia projekt o dôsledkoch dedičnej premenlivosti na vývoj organizmov na Zemi

NM 9.9 – Spôsob rozmnožovania, prirodzene sa vyskytujúci v širokom spektre organizmov, vrátane niektorých baktérií, hmyzu a rastlín. Nepohlavné rozmnožovanie vedie ku vzniku populácií s identickým genetickým materiálom, pretože všetky gény potomkov pochádzajú od jedného rodiča.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Základným životným procesom živých organizmov je rozmnožovanie (reprodukcia), ktoré zabezpečuje vznik nových jedincov a zachovanie druhu. Problematika reprodukcie patrí k základným biologickým konceptom. Rast organizmu (rastliny, živočíchy, človek) a rozmnožovanie súvisí s delením buniek. Delením telových buniek vznikajú nové a nové generácie buniek. Výsledkom je vznik mnohobunkových organizmov, rast buniek ale aj proces obnovy poškodených buniek – vid' nosná myšlienka 7.7.

Organizmy sa môžu rozmnožovať pohlavne alebo nepohlavne. Na rozdiel od vývinu jedinca, ktorý je výsledkom pohlavného rozmnožovania, vývin jedinca vzniknutého nepohlavným rozmnožovaním býva jednoduchší, a do istej miery sa podobá procesu regenerácie.

Podstatou nepohlavného rozmnožovania je vznik nového jedinca z častí tela (telových buniek) jedného materského organizmu (jedinca). Takýto novovzniknutý jedinec je z hľadiska dedičnosti úplne geneticke zhodný s rodičovským organizmom, čiže klon rodičovského organizmu. Pri nepohlavnom rozmnožovaní, rovnako ako aj pri pohlavnom, sa genetická informácia prenáša na potomkov, s tým rozdielom, že nie sú potrebné dva rodičovské organizmy, ktorých gény by sa kombinovali. Nepohlavné rozmnožovanie je rýchly a jednoduchý spôsob rozmnožovania, vzniknuté nové jedince sú geneticke zhodné s rodičmi.

Čo sa týka procesu rozmnožovania, žiaci ZŠ sú schopní pojmy opisovať, definovať a do istej miery význam týchto pojmov aj pochopiť. Problémy nastávajú, ak majú procesy rozmnožovania vysvetliť. Učivo je pre žiakov náročné, do istej miery abstraktné. Od žiakov sa vyžaduje istá dávka predstavivosti a pochopenie funkcie chromozómov a DNA v jadre každej bunky. Žiaci musia taktiež pochopiť rozdiel medzi pohlavnými a telovými bunkami na úrovni chromozómov.

Keď sa bunka delí, neskôr rastie a vyvíja sa, všetko sa deje na základe „návodu“, ktorý je uložený v DNA, a tú dcérska bunka získala od materskej bunky v procese delenia. Ak celý proces prebehne podľa „návodu“, zabezpečí sa zhoda dcérskych buniek s materskou bunkou. V opačnom prípade dcérske bunky nebudú zhodné s materskou bunkou (budú zmenené alebo poškodené).

Je dôležité, aby žiaci pochopili, že nepohlavný spôsob rozmnožovania sa prirodzene vyskytuje v širokom spektre organizmov, vrátane baktérií, húb, rastlín aj živočíchov. Poukážeme na rôzne spôsoby nepohlavného rozmnožovania týchto organizmov s uvedením príkladov zo života.

Baktérie

Baktérie sa rozmnožujú nepohlavne – delením. Aj pri jednoduchom delení bakteriálnych buniek je nutné, aby sa genetická informácia vo forme DNA v bunke zdvojila, až potom sa bunka rozdelí. Bakteriálny chromozóm je však kruhovitý a nie je oddelený od cytoplamy membránou, preto je delenie rýchlejšie v porovnaní s rastlinnou a živočíšnou bunkou, ktoré majú jadro.

Je potrebné, aby si žiaci tento mechanizmus delenia bakteriálnej bunky osvojili nielen na úrovni fotografickej, ale aby bol demonštrovaný prostredníctvom obrázkov, schém a časozberných videí z mikroskopu a ich zakresľovaním žiakmi. Rovnako hodnotné je priblíženie tohto spôsobu rozmnožovania prostredníctvom digitálnych animácií.

Niektoré druhy baktérií sa rozmnožujú pučaním. Žiaci sa oboznámia aj s týmto spôsobom rozmnožovania baktérií. Na povrchu baktérie sa vytvorí hrbolček/výrastok, ktorý dorastie, odtrhne sa od pôvodnej bunky baktérie a začne existovať ako samostatný jedinec, schopný sa ďalej rozmnožovať. Týmto spôsobom sa rozmnožujú niektoré druhy baktérií. Vlákňité baktérie sa rozmnožujú oddelením alebo rozpadom vlákien, kde nový jedinec dorastá z oddeleného/rozpadnutého vlákna.

Kvasinky – pozri nosnú myšlienku 7.7

Rastliny

Rastliny sa nepohlavne rozmnožujú rôznymi časťami tela – koreň, stonka, list, odrezky, podzemky, hl'uzy, cibule, poplazy, výtrusy (okrem semena). Ovocné dreviny sa rozmnožujú očkovaním a vrúbľovaním. Nekvitnúce rastliny (machy, paprade, prasličky) – nepohlavne sa rozmnožujú podzemkom a výtrusmi. Kvitnúce rastliny – nepohlavne sa rozmnožujú podzemkom (veternica, konvalinka), odrezkami koreňa (chren, malina), stonky (izbové rastliny – muškát, fuksia), listov (izbové rastliny – sansevieria), vrcholo-

vými odrezkami (okrasné dreviny a kry – krušpán) alebo delením trsov (trvalky s hustými trsmi – begónia, chryzantéma, okrasná tráva). Poplazy – vyrastajú z pazúch listov a plazia sa po pôde, z nich vyrastú korene a listy, po ich odumretí sa nová rastlina oddelí od materskej rastliny (jahoda); hľuzy – (ľuľok zemiakový, georgína), cibuľa (*tulipán*, *snežienka*, *cesnak cibuľový*). Ríbezle, vinič, ktoré horšie zakoreňujú sa rozmnožujú potápaním (oblúkovité ohnutie jednoročných výhonkov materskej rastliny).

Nepohlavné rozmnožovanie rastlín, inak nazývané aj vegetatívne rozmnožovanie (asexuálne), je výhodné pre poľnohospodárov a záhradníkov, pretože môžu pokračovať v pestovaní rastlín, ktoré majú napr. pekné kvety, chutné plody. Tak majú istotu, že mladé rastliny (dcérske) budú mať presne tie isté vlastnosti ako materská rastlina. Nepohlavný spôsob rozmnožovania vedie ku vzniku populácií s identickým genetickým materiálom, pretože všetky gény potomkov pochádzajú od jedného rodiča. Nepohlavný spôsob rozmnožovania sa využíva v šľachtiteľstve, v okrasnom sadovníctve, záhradkárstve a ovocinárstve, na získanie nových odrôd okrasných a ovocných rastlín.

Živočíchy

Zo živočíšnej ríše sa nepohlavným spôsobom rozmnožujú najjednoduchšie organizmy – prvoky (delením), nezmar (pučaním). Nepohlavné rozmnožovanie môže u jednobunkovcov súvisieť so vznikom kolónií. Jednotlivé bunky vznikajúce delením materského jedinca zostanú spojené buď v spoločnom rôsolovitom obale, alebo pomocou siete výbežkov vzniknutých z povrchových vrstiev cytoplazmy.

Vyššie živočíchy si nepohlavné rozmnožovanie zachovali len čiastočne, v podobe regenerácie poškodených tkanív a orgánov – napr. regenerácia kože, kde sa nefunkčné alebo chýbajúce bunky nahradia delením existujúcich buniek.

Ako vidno, žiaci prichádzajú do styku s množstvom nových pojmov, čo je náročné na pochopenie. Aby pochopili princíp nepohlavného rozmnožovania, je dôležité poznať stavbu a funkciu jednotlivých častí organizmu, ktorý sa týmto spôsobom rozmnožuje. Pozorovaním si žiaci uvedomia, že na nepohlavnom rozmnožovaní sa podieľa iba jeden materský organizmus (jedinec), a tak nepohlavné rozmnožovanie vedie ku vzniku populácií s identickým genetickým materiálom, pretože všetky gény potomkov pochádzajú iba od jedného rodiča.

Najčastejšie miskoncepce:

- Huby sa rozmnožujú semenami.
- Huby majú koreň, stonku a kvety.
- Huby sú parazity (generalizácia).
- Každá huba má klobúk (generalizácia).
- Huby rastú v tmavom a vlhkom prostredí (neúplné vysvetlenie).
- Žiaci pojem baktéria spájajú s niečím „zlým“, „patogénnym“, „škodlivým“ (generalizácia).
- Výskumami sa zistilo, že funkcie vegetatívnych orgánov chápu žiaci nejednoznačne.

Žiaci ZŠ sú schopní pojmy opisovať, definovať a do istej miery pochopiť ich význam. Problémy však nastávajú pri vysvetľovaní procesov, ktorých obsah sa už pohybuje v rovine abstrakcie. Žiaci si často zamieňajú pojmy vegetatívneho rozmnožovania rastlín.

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie nepohlavného rozmnožovania, vyskytujúceho sa v širokom spektre organizmov, vrátane baktérií, húb, rastlín a živočíchov (demonštrované na konkrétnych príkladoch).
2. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie významu nepohlavného rozmnožovania, ako spôsobu zachovania jedincov s istými výhodnými znakmi a vlastnosťami – (poľnohospodárstvo, záhradníctvo, šľachtenie, ovocinárstvo – získavanie nových odrôd okrasných a ovocných rastlín).
3. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie pojmov a konkretizácia na príkladoch – klon, priečne delenie, pučanie, rozpad vláken, výtrusy, očkovanie, vrúbľovanie, rozmnožovanie odrezkami, podzemkami, poplazmi, hľuzami, potápaním.
4. Empirické zistenie podstaty nepohlavného rozmnožovania vybraných organizmov – t. j. vznik jedincov a populácií s identickým genetickým materiálom ako mal rodičovský organizmus, pretože všetky gény potomkov pochádzajú od jedného rodiča.
5. Demonštrovanie priebehu rôznych spôsobov nepohlavného rozmnožovania organizmov – pozorovanie dlhodobého experimentu zameraného na vegetatívne rozmnoženie vybraných rastlín; pozorovanie na základe priebehu experimentu (pučanie kvasiniek, rozmnožovanie nálevníkov; pozorovanie rôznych spôsobov nepohlavného rozmnožovania využitím digitálnej simulácie).

6. Porovnanie nepohlavného a pohlavného rozmnožovania využitím digitálnych simulácií a vymedzenie rozdielov medzi obidvoma spôsobmi rozmnožovania.

Aktivity

- Experiment (dlhodobý) – vybrané rastliny rozmnožiť viacerými spôsobmi – výsledky pozorovania zapísať do tabuľky, porovnať, zdôvodniť
- Pozorovanie priebehu rôznych spôsobov nepohlavného rozmnožovania prostredníctvom digitálnych simulácií
- Porovnanie jednotlivých spôsobov nepohlavného rozmnožovania
- Žiaci vyhľadajú na internete a v odbornej literatúre príklady organizmov, ktoré sa rozmnožujú delením, pučaním, výtrusmi.
- Žiaci sami vyhľadajú na internete (v prípade, že delenie baktérií nebolo demonštrované videonámkou) časozberné videá z mikroskopu demonštrujúce rozmnožovanie baktérií, kvasiniek, húb a pod.
- Empirické zistenie, že sa dá z vrcholového alebo listového odrezku vypestovať nová dcérska izbová rastlina, ktorá je zhodná s rastlinou materskou

NM 9.10 – Ak sú známe sekvencie génov, genetický materiál môže byť umelo zmenený za účelom konkrétnych (žiaducích) vlastností, znakov alebo funkcií. Biotechnológie umožnili prostredníctvom klonovania vznik geneticky identických organizmov rôznych druhov, vrátane cicavcov (napr. ovca Dolly). Intenzívne sa rozvíjajúcim odvetvím biotechnológie sú génové manipulácie, kde sa do jedného organizmu cielene vnáša určitý gén (alebo gény) iného organizmu. Tieto špeciálne techniky pomáhajú napr. v procese liečby rôznych ochorení. Vzniknuté geneticky modifikované organizmy (GMO) majú dnes široké uplatnenie v medicíne, poľnohospodárstve a potravinárskom priemysle.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Široká verejnosť sa o problematike biotechnológií, klonovaní, GMO a génových manipuláciách dozvedá z masmediálnych komunikačných prostriedkov. Masmédiá tak v širokom spektre ovplyvňujú mienku širokej verejnosti. Nové poznatky v genetike prinášajú dôležité informácie do ďalších vedných odborov a oblastí ľudskej činnosti (poľnohospodárstvo, medicína, farmácia a i.). S týmto všetkým sa spája mnoho otázok. Rozumieme naozaj, čo sa v takýchto situáciách deje? Ako sú vôbec možné takéto zmeny? Zamýšľali sme sa nad tým, kedy nám nové poznatky v genetike prinášajú úžitok a kedy nám môžu uškodiť?

Výskumami, kde sme použili pojmové mapovanie sme zistili, že žiaci väčšine genetických pojmov rozumejú, majú však problém s ich hierarchickým usporiadaním. Žiaci majú problém s pochopením vzťahov medzi jednotlivými pojmami, čo vytvára bariéru pre hlbšie pochopenie obsahu učiva. Žiaci si definície konkrétnych pojmov najčastejšie osvojujú mechanickým zapamätaním, pričom sa nezamýšľajú nad ich významom.

Predstavy žiakov ZŠ o krížení a šľachtení sa po odučení učiva nijako nezmenili. Žiaci ich stále spájajú hlavne so psami. Niektorí vedia, že šľachtenie sa využíva na zisk nejakého špeciálneho znaku „*Napríklad šľachtí sa kukurica aby bola lepšia*“, „*Kríženie a šľachtenie je skoro to isté, len pri šľachtení chceme získať nejaký špeciálny znak*“.

Na stredných školách v USA výskumníci hĺbkovo analyzovali 500 esejí, v ktorých bolo identifikovaných niekoľko sto individuálnych miskoncepcií, ktoré sa zatriedili do 20 kategórií. Jednu z kategórií nazvali „genetické technológie“. Podľa žiakov sa výskumník v genetike snaží objaviť liek na rôzne ochorenia, čo je v rozpore s realitou, pretože snahou výskumníka je rozšíriť si znalosti o chorobe, zistiť ako ochorenie funguje na molekulovej úrovni, a tak chce prispieť k rozšíreniu možností liečby. Ďalej sa žiaci domnievali, že genetické inžinierstvo umožňuje zobrať gén jedného druhu a dať ho druhému druhu organizmu, a tak preniesť určitý znak s rovnakým spôsobom prejavu.

Pojmy, viažuce sa k problematike biotechnológií a génových manipulácií sú pre žiakov abstraktné. Predstavujú zložité procesy, ktoré nedokážeme žiakom priblížiť experimentálne. Môžeme im ich iba sprostredkovanne priblížiť, aby im porozumeli. Výskumy zaoberajúce sa zisťovaním miskoncepcií v genetike

ukazujú, že žiaci majú nekonzistentné poznatky. Ich vedomosti sú tvorené predovšetkým definíciami a vysvetlením pojmov. Vzťahy a súvislosti medzi nimi sú problematické.

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie biotechnológií ako technológií založených na využívaní poznatkov z biológie, ktorá má svoje uplatnenie v poľnohospodárstve, potravinárskom priemysle a v medicíne.
2. Demonštrovanie ukážok konkrétneho využitia biotechnológií v praxi s využitím digitálnych simulácií.
3. Zavedenie pojmov génové inžinierstvo, génové manipulácie, GMO (geneticky modifikované organizmy), klonovanie. Prostredníctvom digitálnych simulácií by žiaci mali sami prísť na to, čo je podstatou génového inžinierstva, génových manipulácií, klonovania a GMO.
4. Vyhľadávanie relevantných informácií v odbornej literatúre a na webe.

Aktivity

- Práca s digitálnym vzdelávacím obsahom Planéta vedomostí – témy Génové inžinierstvo a jeho biotechnologické aplikácie, Ďalšie využitie génového inžinierstva, Génové inžinierstvo v biotechnológii, Lekárske uplatnenie génového inžinierstva, Génové inžinierstvo v súdnom lekárstve, Tradičné farmárske techniky a génové inžinierstvo, Priemyselné využitie génového inžinierstva, Metódy génového inžinierstva v poľnohospodárstve, Legislatíva a využitie génového inžinierstva (dostupné na: <http://planetavedomosti.iedu.sk>)
- Rolová hra na tému *Geneticky modifikované organizmy* – žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť vyvodzovať, predpokladať, klasifikovať, tvoriť závery a zovšeobecnenia. Tým, že žiaci riešia (zbierajú argumenty) v dvoch skupinách, kde jedna je za pestovanie GMO zemiakov a druhá za pestovanie zemiakov tradičným spôsobom, rozvíjajú spôsobilosť klasifikovať a na tomto základe správne usudzovať a vyvodzovať závery a zovšeobecnenia porovnávaním týchto simulovaných situácií. Žiaci tvoria predpoklady, kde výsledkom tejto schopnosti je vytváranie odborných odhadov (na základe predošlých pozorovaní a skúseností) o tom, čo sa má v blízkej budúcnosti stať (čo sa stane, ak budeme dodávať na trh GMO zemiaky a čo ak budeme dodávať zemiaky pestované tradičným spôsobom). Vytvorené predpoklady sú tým hodnotnejšie, čím premyslenejšie sa pristupuje k tvorbe úsudkov a čím kvalitnejšie pozorovanie sa zrealizuje. Schopnosť argumentovať je tiež jednou z foriem komunikácie, ktorú využijú žiaci v úlohách pracovného listu. Tu žiaci objasňujú, zdôvodňujú svoje názory a postoje. Na základe prečítaného, počutého a videného si žiaci dokážu vytvárať názor a zaujať k danej veci postoj a pod vedením učiteľa rozvíjať spôsobilosť formulovať závery a zovšeobecnenia.
- Vyhľadávanie informácií o konkrétnom využití biotechnológií v poľnohospodárstve (rastlinné a živočíšne biotechnológie), v potravinárstve a v medicíne – napr. o využití baktérií pri príprave inzulínu; ako sa dajú uplatniť poznatky z genetiky v kriminalistike, čím (akou potravinou) dokážeme nahradiť chronický nedostatok vitamínu A v ľudskom organizme, aké vyhliadky majú v blízkej budúcnosti ľudia s chronickým ochorením pečene, ako dokážu moderné rastlinné biotechnológie upraviť rastliny „na mieru“ (snaha o zlepšenie vlastností a celkovej kvality), zlepšenie chovu a zdravia živočíchov a mnohé ďalšie...
- Diskusia o smerovaní biotechnológií v budúcnosti

10. kľúčová téza

Rôznorodosť organizmov, ich prežitie a vyhynutie je výsledkom evolúcie.

NM 10.1 – Na svete existuje veľké množstvo rôznorodých rastlín, živočíchov, ekosystémov. Diverzita organizmov znamená rozmanitosť rastlinných, živočíšnych druhov, húb i rozmanitosť mikroorganizmov súčasných a fosílnych. Mnohé druhy, ktoré žili kedysi alebo nedávno, vyhynuli, vieme o nich aj na základe fosílií. Rastlinné i živočíšne druhy zaraďujeme do skupín podľa určitých pravidiel.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Klasifikácia živých organizmov nám umožňuje zoskupovať podobné druhy a rozlišovať ich od ostatných. Živé organizmy sa klasifikujú identifikáciou podobných a rozdielnych znakov medzi nimi. Klasifikácia kladie obrovské množstvo živočíchov a rastlín na našej planéte do určitých skupín, na základe ktorých si vytvoríme lepšiu predstavu o ich vzájomných vzťahoch a fylogenetických súvislostiach. Podobnosť medzi organizmami indikuje, že majú spoločného predka. Počnúc vlastnosťami, vedecký systém klasifikácie nám pomáha rozpoznať genetické vzťahy a lepšie pochopiť ako organizmy, i človek, zapadá do prirodzeného poriadku. Žiaci by mali vedieť rozlíšiť živé organizmy od neživých a následne pozorovať živé organizmy.

Rozmanitosť prispieva k udržaniu života na Zemi – Zem bola vždy premenlivým miestom, v ktorom abiotické faktory ovplyvňovali prežitie určitých foriem života. Prežitie určitej formy života závisí od aktuálnych okolností. Živé organizmy osídlili aj nehostinné prostredia na Zemi. V boji o prežitie rozhodujú aj drobné výhody o prežití organizmu a o schopnosti ďalej sa rozmnožovať. Variety druhu oddelené prostredím, potravou či vodou, sa môžu izolovať natolko, že sa nakoniec nemôžu medzi sebou páriť a stane sa z nich nový druh. Tento proces, evolúcia, vytvára extrémnu diverzitu rastlín a živočíchov.

Diverzita zvyhodňuje nielen jednotlivé druhy, ale život na Zemi všeobecne. Človek získal nielen kontrolu nad prostredím, ale svoje prostredie aj zásadne ovplyvňuje. Neznamená to, že sme oslobodení od negatívneho vplyvu faktorov prostredia či s nimi súvisiacimi problémami. Rovnako ako dinosaury, sme senzitívni na zmeny prostredia. Bez ohľadu na to, aký osud nás čaká, diverzita organizmov zabezpečí udržanie života samého osebe.

Pátranie po pochopení pôvodu života pokračuje, avšak v súčasnosti vieme s istotou povedať, aké chemické látky tvoria živé organizmy a aké vlastnosti zložitých molekúl ako bielkoviny, sacharidy alebo enzýmy umožňujú živým organizmom fungovať. Veda objavila väzby medzi živými organizmami: podobnosti a rozdiely na základe vzhľadu, ekologické vzťahy ako napr. potravné reťazce. Dynamická interakcia medzi organizmami a medzi organizmami a prostredím môže viesť k takým zmenám ako nárast organizmu na úkor iných alebo k zániku celej skupiny. Vieme, že malé rozdiely medzi jedincami môžu ovplyvniť či prežijú alebo nie, a či sa tieto rozdiely prenesú na potomstvo v genetickom kóde rodičov. Tie, ktoré prežijú a úspešne sa rozmnožia, prenášajú kópie na ďalšie potomstvo. Tie organizmy sa najlepšie prispôsobili danému prostrediu.

Pozorovaním podobných črt organizmov môžeme rozlíšiť skupiny, ktoré sú si vzájomne príbuzné. Klasifikovanie živých organizmov nám pomáha pochopiť a oceniť diverzitu života. V degradovanom prostredí riskujeme stratu diverzity prostredia a v konečnom dôsledku výkyvy vo fungovaní ekosystémov, čo priamo vplyva aj na prežitie človeka. Jednotlivec alebo istá skupina sa môže zdať zanedbateľnou, ale vyváženosť rastlín, živočíchov, húb a baktérií je nevyhnutná pre ľudskú existenciu.

Mylné predstavy o evolučných stromoch:

- Taxóny, susediace na špičkách fylogeny sú viac príbuzné jeden druhému ako ku taxónom, ktoré sú na vzdialenejších zakončeníach.
- Taxóny, ktoré sa dostali na vrchol alebo pravú stranu sú vyspelejšie ako ostatné organizmy na iných pozíciách.
- Taxóny, ktoré sú bližšie k spodnej časti a ľavej strane stromu reprezentujú predkov ostatných taxónov na strome.
- Taxóny, ktoré sú bližšie k spodnej časti a ľavej strane stromu sa vyvinuli oveľa skôr ako ostatné taxóny.
- Na Zemi bol vždy iba jeden druh ľudí v danom čase.

Evolúcia je ako lezenie po rebríku pokroku. Organizmy sa neustále zlepšujú. – Prírodný výber vyradí jednotlivcov, ktorí sú nevhodní pre konkrétnu situáciu. Žiadny organizmus nemusí byť dokonalý. Musí byť však dostatočne zdatný, aby prežil a aby sa rozmnožoval v danom prostredí a čase. Mnohé taxóny sa zmenili, no neznamená to, že sú lepšie, keďže na inom mieste by to nemuselo tak dobre fungovať. Zdatnosť súvisí s prostredím, nie pokrokom.

Didaktická sekvencia

1. Biologická rozmanitosť života (mikroorganizmov, rastlín, živočíchov, húb). Živé organizmy sa líšia jeden od druhého.
2. Diverzita prirodzená a umelá.
3. Odchýlky existujú v rámci populácie, medzi jedincami, medzi skupinami. Podobnosť jedincov toho istého druhu a zároveň vzájomná odlišnosť – nie sú identické. Fenotyp – druh.
4. Vyhynuté organizmy – fosílie.
5. Charakteristika a klasifikácia živých organizmov. Životné prejavy organizmov, ktoré sú spoločné pre všetky živé organizmy.
6. Triedenie prírodných reálií podľa rôznych identifikovateľných znakov – klasifikačná spôsobilosť.

Aktivity

- Poznávanie rozmanitosti prírody rozmanitými spôsobmi – pozorovanie školského dvora
- Skúmanie ekosystému – pozorovanie objektov a subjektov v danom prostredí, skúmanie faktorov prostredia a identifikácia vzájomných vzťahov a vplyv prostredia na život organizmov
- Skúmanie a pozorovanie drevín so zameraním na rozmanitosť drevín (tvar koruny, listov, variácie ihlič); Rozlíšenie príkladov rôznorodosti organizmov na základe morfológických znakov
- Skúmanie a pozorovanie ekosystému so zameraním na rozmanitosť bylín. Tvorba herbáru
- Skúmanie vlastností pôdy, spoznávanie rôznych druhov pôd; Analýza jednotlivých druhov pôd a pozorovanie ich vlastností (zrornosť, vlhkosť, zisťovanie výskytu živých a neživých zložiek v pôde)
- Skúmanie životných procesov živých organizmov; Skúmanie piatich objektov (živočích, rastlina, huba, kameň a hračka) a zdôvodňovanie, ktoré z nich patria medzi živé a neživé prírodniny
- Skúmanie variability rozmnožovania rastlín a živočíchov pozorovaním a kategorizovaním; Skúmanie rôznorodosti organizmov – húb, stavovcov, bezstavovcov, ich symetrie na príklade vybraných druhov
- Experimenty s mravcami – chápanie vnútro- a medzidruhových vzťahov mravcov, evolúcie sociálneho správania a vzťahov mravcov k abiotickým zložkám prostredia
- Fosílie ako dôkaz pre evolučnú teóriu a pozorovanie vývoja života v čase – zhotovenie a porovnanie odtlačkov
- Polčas rozpadu – odhadovanie veku fosílií
- Tvorba „stromu života“ – pochopenie fylogenetických vzťahov

NM 10.2 – Pod premenlivosťou (variabilitou) rozumieme tvarovú a funkčnú rozmanitosť živých organizmov a ich schopnosť reagovať na rôzne podmienky prostredia odlišným spôsobom, ide o prispôsobovanie sa organizmov prostrediu. Organizmy dokážu žiť v istom prostredí, pretože majú vlastnosti, ktoré im umožňujú v ňom prežiť. Do ďalšej generácie prechádzajú len jedince, ktoré majú v danom priestore a čase dostatočnú zdatnosť (fitnes).

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Prispôsobenie sa prostrediu bolo možné na základe odlišností počas reprodukcie, čo umožnilo jednotlivci prispôbiť sa prostrediu a iným nie. Organizmy, ktoré sa hodia do prostredia s obmedzenými zdrojmi prostredia sú adaptované napr. kaktus, polárny medveď, ťava. Lev má adaptácie, ktoré mu umožňujú účinne zabiť korisť a to štrukturálne – zuby, pazúry, biochemické – extra proteíny, tráviace enzýmy a tiež správanie – lov v organizovaných skupinách. Jedince, ktoré sú lepšie prispôbené danému prostrediu majú väčšiu šancu na odovzdanie svojich alel potomstvu.

Časom môžu, naakumulované zmeny viesť k vzniku nového druhu. Ak dve populácie antilop boli napr. abiotickými faktormi oddelené jeden od druhej, prírodný výber môže zvýhodniť odlišné adaptácie v dvoch prostrediach. Formovanie nového druhu – dve populácie rovnakého druhu budú separované pohorím – na opačných stranách môže existovať odlišný selekčný tlak. Na jednej strane nastane prírodný výber dostupnosťou potravy na vysokých stromoch – uprednostnené budú vysoké antilopy a na druhej strane bude prírodný výber ovplyvnený predátormi, ktoré lepšie vidia vysoké antilopy, čím budú zvýhodnené nižšie antilopy. Obe populácie získajú postupom času rozdielne adaptácie, ktoré im neumožňujú sa medzi sebou krížiť. Stali sa z nich dva odlišné druhy.

Okrem prírodného výberu vplýva na organizmy podľa Darwina aj pohlavný výber. Darwin si všimol, že mnohé druhy živočíchov sú pohlavne dimorfné, t. j. samce bývajú pestrejšie sfarbené ako samice a/alebo majú rôzne ďalšie sekundárne pohlavné znaky ako napr. parohy, výrastky na štítoch a pod. Pohlavný výber delíme na intersexuálnu selekciu, kam patrí výber samca samicou a opačne a na intrasexuálnu kompetíciu, t. j. súťaž jedného pohlavia o druhé pohlavie. Samice bývajú selektívnejším pohlavím, pretože vo väčšine prípadov investujú do potomkov viac ako samce (napr. produkcia väčších gamét, gravidita, laktácia, starostlivosť o potomstvo), preto sa samce, ktoré sú menej vyberavé, pária s väčším počtom samíc. Samce tým, že investujú do potomstva menej, bývajú kompetitívnejším pohlavím, t. j. častejšie medzi sebou súperia o priazeň samice. Znamená to, že pohlavný výber je zodpovedný za selekciu rôznych extravagantných pohlavných znakov, ktoré nemusia priamo súvisieť s prírodným výberom. Napr. nadchvostové krovky páva sú výsledkom intersexuálnej selekcie, lebo perie s viacerými ornamentmi je pre samice atraktívnejšie. Parohy jeleňov sú výsledkom intrasexuálnej kompetície medzi samcami o samice, pretože samce bez parohov nie sú pre samice menej atraktívne, ale boli by silne handicapované v boji s rivalmi. Úloha pohlavného výberu sa v evolúcii nesmie podceňovať, pretože aj keby akýkoľvek jedinec dokázal odolať faktorom prostredia, bez reprodukcie, t. j. bez pohlavného výberu by bol evolučne neúspešný.

Miskoncepce o prírodnom výbere a adaptácii:

- Evolúcia je ako lezenie po rebríku pokroku. Organizmy sa neustále zlepšujú.
- Prírodný výber sa týka organizmov, ktoré sa snažia prispôbiť.
- Organizmy si našli v priebehu evolúcie vhodné prostredie samy.
- Prírodný výber dáva organizmom to, čo potrebujú.
- Prírodný výber zahŕňa organizmy, ktoré sa snažia adaptovať.
- Prírodný výber dáva organizmu to, čo potrebuje.
- Ľudia nemôžu negatívne ovplyvniť ekosystémy, pretože druh bude rozvíjať to, čo potrebuje pre prežitie.
- Prírodný výber pôsobí pre dobro druhu.
- Najzdatnejšie organizmy v populácii sú tie, ktoré sú najsilnejšie, najzdravšie, najrýchlejšie a/alebo najväčšie.
- Prírodný výber je o prežití najzdatnejších jedincov v populácii.
- Prírodný výber produkuje organizmy perfektne sa hodiace do prostredia.
- Všetky vlastnosti organizmov sú adaptáciami.
- Nový druh vznikne, ak sa začne krížiť s iným druhom.

Didaktická sekvencia

1. Živé organizmy sa navzájom líšia jeden od druhého znakmi, morfológickými a fyziologickými vlastnosťami. Odchýlky existujú v rámci populácie, medzi jedincami, medzi skupinami.
2. Vnútrodruhové kríženie – potomstvo nikdy nie je totožné s rodičmi.
3. Medzidruhové kríženie. Rôzne druhy sa medzi sebou nemôžu krížiť tak, aby mali plodné potomstvo.
4. Prírodný a umelý výber (šľachtenie).
5. Pohlavný výber.
6. Variácie vplyvom prostredia. Adaptácia na prostredie. Rôzne typy prostredí a príklady organizmov žijúcich v nich. Mnohé variácie umožňujú organizmom dobre zapadnúť do prostredia, nemajú vplyv alebo nevýhodujú iné organizmy.
7. Prispôbenie sa živočíchov tvarom tela, spôsobom života prostrediu. Prispôbenie sa rastlín podmienkam, v ktorých žijú.
8. Vnútrodruhová a medzidruhová konkurencia – kompetícia kvôli materiálnym a energetickým zdrojom. Prírodný výber môže viesť k novému druhu. Niektoré organizmy sú lepšie prispôbené svojmu prostrediu ako iné. Tieto organizmy skôr prežijú a budú mať potomkov ako ich kompetítory. Charakteristiky, ktoré vlastní, sa stanú bežnými u druhu v ďalších generáciách.
9. Prežitie organizmov (jedovaté rastliny, popínave rastliny). Ak prostredie uplatní selekčný tlak, ako napr. obmedzená dostupnosť listov, upredností jednu populáciu pred druhou.
10. Vymieranie organizmov. Menej prispôsobivé jedince zahynú pred reprodukciou.
11. Adaptovanejšie organizmy majú väčšiu šancu na prežitie, čo im umožňuje odovzdať vhodnú kombináciu génov potomkom. Týka sa to len zmien v pohlavných bunkách, mutácie v somatických bunkách sa neodovzdávajú.
12. Genetická variácia. Kontinuum predka a potomkov. Spôsobujú dedičnú premenlivosť organizmu, pretože dochádza k zmene genotypu a tým celej genetickej informácie. Vznikajú vplyvom určitých faktorov – mutagénov (napr. rastlinný chameleón – v Kodani v laboratóriu boli genetickými mutáciami vytvorené rastliny, ktoré majú zachraňovať životy. Rozšíria sa ako bežná burina, ale vplyvom oxidu dusičitého, ktorý vylučujú míny osadené v pôde, sa sfarbia na červeno, a tak informujú o prítomnosti mín).
13. Speciácia – vznik nových druhov ako zdroj rozmanitosti.

Aktivity

- Prácou s textom spoznať život Charlesa Darwina
- Adaptácie rastlín a živočíchov – protistojný palec ako jedna z adaptácií
- Adaptácia primátov – binokulárne videnie a jeho vplyv na videnie objektov
- Adaptácia piniek na zdroje potravy na rôznych ostrovoch
- Adaptácia rastlín – odlišnosť listov rastlín z mierneho pásma a rastlín z dažďového pralesa
- Model „ideálneho druhu“ živočícha – vplyv farby tela a vzorov na ochranu pred predátormi, maskovanie sa v prírode a prilákanie partnera
- Prispôbenie zubov charakteru prijímanej potravy
- Skúmanie adaptácie živočíchov na rôznych príkladoch modelových organizmov (slimák záhradný, žižľavka obyčajná, dážd'ovka zemná)

NM 10.3 – Teória spoločného predka. Prírodný výber – selekcia od prvej formy života na Zemi. Prírodný výber ako príležitosť pre prenos génov organizmami, ktoré sú najlepšie prispôbené prostrediu. Pozornosť zamerať na vývoj druhu v priebehu času, vývoj druhu zo spoločného predka, vznik nových druhov.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Prírodný výber organizmov s určitými vlastnosťami, ktoré im umožňujú prežiť v konkrétnych podmienkach životného prostredia prebieha už od prvej formy života, ktorá sa objavila na Zemi pred viac ako 3,5 miliónmi rokov. Neskôr vznikli jednobunkové organizmy a zhruba pred 2 miliónmi rokov sa z niekto-

rých z nich vyvinuli mnohobunkové organizmy, ktoré nakoniec viedli k súčasným rastlinám, živočíchom a hubám. Ostatné formy zostali jednobunkovými.

Prírodný výber zahŕňa organizmy, ktoré sa snažia adaptovať. – Prírodný výber vedie k adaptácii, ale tento proces nezahŕňa snaženie. Prírodný výber zahŕňa genetickú variabilitu a selekciu medzi variantmi prítomnými v populácii. Jedinec má alebo nemá gény, ktoré sú v danom priestore a čase dost' dobré na to, aby prežil a rozmnožoval sa.

Prírodný výber dáva organizmu to, čo potrebuje. – Prírodný výber nemá žiadne zámery či úmysly. Ak genetická variabilita umožňuje niektorým jedincom prežiť lepšie ako ostatným, budú mať viacej potomkov v ďalšej generácii a populácia sa bude vyvíjať. Ak to tak nie je, populácia môže prežívať, ale nemení sa a môže aj zaniknúť. Jej potreby nie sú udelené prírodným výberom.

Mylné predstavy o evolúcii a vede:

- Evolúcia nie je veda, pretože nie je pozorovateľná a testovateľná.
- Evolúcia je len teóriou.
- Evolúcia je teória o pôvode života.
- Evolučná teória je neplatná, pretože je neúplná a nemôže dať celkové vysvetlenie biodiverzity, ktorú vidíme.
- Medzery vo fosílnych záznamoch vyvracajú evolúciu.

Evolúcia znamená, že život sa zmenil náhodou. – Náhoda je jedným z faktorov, ale existujú aj nenáhodné evolučné mechanizmy. Náhodná mutácia je ultimátnym zdrojom genetickej variability. Prírodný výber je proces, pri ktorom niektoré varianty prežijú a iní nie, nie je náhodný.

Chýbajúce fosílie sú dôkazmi proti evolúcii. – Mnohé „medzičlánky“, resp. fosílie, dokazujúce prechod z jedného druhu na iné, chýbajú. Tieto chýbajúce fosílie nie sú dôkazmi proti evolúcii. Skôr je otázkou času kedy sa nájdu, resp. aj v prípade ich absencie môžeme predpokladať ich existenciu, prípadne si pomáhať v odvodzovaní pomocou línií príbuzných druhov.

Okrem fosílií dnes skúmajú vedci proces evolúcie aj pomocou metód molekulovej biológie a bioinformatiky. Jedným spôsobom, ako zistiť, aké blízke sú dva druhy, je porovnať ich genómy, a zistiť, koľko majú spoločného genetického materiálu. Robiť tieto porovnania je náročné na dáta – genómy môžu byť dlhé miliardy párov báz – preto biológovia pre tento účel používajú počítače.

Didaktická sekvencia

1. Nadmerná produkcia. Všetky organizmy produkujú viac potomkov ako môže prežiť, ale napriek tomu zostáva ich populácia relatívne stabilná. Samičky môžu mať aj 500 vajčiek, ale populácia nerastie v rovnakom pomere.
2. Boj o prežitie. Organizmy sú do určitej miery odolné voči negatívnym faktorom prostredia – napr. bojovali o limitované zdroje prostredia. Viaceré motýle sa môžu pokúsiť konzumovať nektár na jednej rastline.
3. Zmena. V populácii sú charakteristiky, ktoré niektoré organizmy zvýhodňujú v tejto ťažkej kompetícii. Môžu to byť lepší letci, môžu mať lepšie ústne orgány, či sfarbenie – maskovanie počas odpočinku.
4. Prežitie najschopnejších. Jednotlivci, ktorí sú najúspešnejší v boji o existenciu (sú lepšie prispôsobení prostrediu) – je u nich vyššia pravdepodobnosť prežitia ako u tých bez výhod. Tmavo sfarbené piadivky brezové (*Biston betularia*) odpočívajúce na sadzami pokrytých kmeňoch stromov sú menej predované vtákmi ako ich druhá, biela forma, ktorá mala v minulosti pred priemyselnou revolúciou na bielych kmeňoch briez selekčnú výhodu. K zvratu v prevahe čiernej formy nad bielou došlo len nedávno (1850 – 1950).
5. Zvýhodnené vlastnosti sú prenášané na potomstvo. Dobré prispôsobené jedince sú s väčšou pravdepodobnosťou schopné množiť sa a odovzdajú dobré gény potomstvu – tento proces sa nazýva prírodným výberom. Napr. tmavo sfarbené mole budú produkovať prevažne tmavo sfarbené potomstvo. Získané vlastnosti sa však nededia (lamarckizmus), dedia sa len vlastnosti, ktoré sú prenášané génmi. Napr. ak sa šimpanz naučí drviť orechy kameňom, jeho potomok sa s touto vlastnosťou nenarodí, bude sa to tiež musieť naučiť.
6. Evolúcia prebieha už dost' dlhý čas. Evolúcia napr. koňa trvá dlhšie ako napríklad evolúcia organizmov, ktoré sa rozmnožujú veľmi rýchlo ako napr. mikroorganizmy či hmyz. Obrázok vzniku fosílie ako sa formuje, fosílie rôzneho veku ukazujú rôznu štruktúru, ale podobnosti medzi nimi dokazujú, že sa vyvinuli jeden z druhého.

7. Geologický vývoj Zeme – vývoj živých organizmov zo spoločného predka pôsobením prírodného výberu v priebehu času.
8. Zvrátenie evolúcie. Umelo šľachtené akváriové ryby majú požadovaný fenotyp (napr. lýrovitý chvost), ale po ich vypustení späť do prírodného prostredia už o niekoľko generácií začne prevládať pôvodná forma, lebo selekčný tlak bol v prírodnom prostredí iný ako predstavy šľachtiteľov.
9. Vyhynutie. Evolúcia pokračuje adaptáciou organizmov na prostredie. Ak sa v prostredí udeje veľká zmena nemusia sa dostatočne adaptovať. Nebudú dlhodobo úspešné vo využívaní zdrojov prostredia a druh zanikne. Príklad zániku –mamut – boli znevýhodnené oteplením podnebia. Tiež človek môže ovplyvniť zánik mnohých druhov, pretože zmeny, ktorými ovplyvňuje prírodné prostredie, sú príliš rýchle. Napr. vtáky sa nedokázali zatiaľ adaptovať na sklené tabule, ktoré sú buď priehľadné alebo odrážajú objekty z okolitého prostredia.

Aktivity

- Skúmanie prírodného výberu manipuláciou s vybranými modelovými druhmi organizmov – pľavivka brezová, drozofila obyčajná, myš domová, lienka sedembodková
- Pozorovanie prírodnej selekcie na slnečnicových semienkach
- Simulácia prírodného výberu alel pre kosáčikovú anémiu s použitím fazuliek a mince
- Pohlavný výber – pozorovanie svadobného kŕmenia (prezencia svadobných darov) u lovcíka hájneho a svrčka dúbavového

NM 10.4 – Proces adaptácie je pomalý, ale urýchľuje sa zásahom človeka, selekciou pestovania rastlín a chovu živočíchov, ktoré človeku vyhovujú. Ľudská činnosť môže zmeniť prostredie veľmi rýchlo a natoľko, že organizmy sa nestihnú adaptovať. Rýchlosť zániku druhov vplyvom človeka je stonásobne rýchlejšia ako bez jeho existencie. Redukcia diverzity života môže viesť k degradácii ekosystémov a strate schopnosti reagovať na tieto zmeny prostredia adaptáciou.

Teoretické východiská a predstavy žiakov o študovaných javoch

Rýchlosť zániku druhov vplyvom človeka je stonásobne rýchlejšia ako bez jeho existencie. Redukcia diverzity života môže viesť k degradácii ekosystémov a strate schopnosti reagovať na tieto zmeny prostredia adaptáciou.

Pochopenie genetických princípov je podľa mnohých autorov nevyhnutnou prerekvizitou pre pochopenie evolúcie. Najlepšie vedomosti boli potvrdené práve z genetiky avšak neboli na dostatočnej úrovni. I napriek mnohým správnym odpovediam zo základov genetiky, sa vyskytli žiaci, ktorí si neboli istí ani len determináciou pohlavia či prítomnosťou DNA v rastlinách či živočíchoch. Žiaci získali veľmi nízke skóre z modernej genetiky, čo naznačuje, že na škole sa venovala pozornosť klasickej genetike, a nie prepojeniu genetiky s biotechnológiami a bioinformatikou. Vedomosti z evolúcie boli na najnižšej úrovni, čo je alarmujúce vzhľadom na pochopenie evolúcie ako vedeckého základu pre iné témy. Bez evolučného prepojenia bude biológia encyklopédiou nesúvisiacich faktov. Je šokujúce, že iba tretina žiakov vedela, že blchy sa nemôžu vyvinúť z prachu. Zdá sa, že je pozornosť nedostatočne upriamená na vznik života a často sa zaoberáme nepodstatnými faktami.

Evolúcia sa nedá testovať ani pozorovať. – Práve naopak, stále sme svedkami evolučných zmien, napr. rezistencie patogénov voči antibiotikám, zmenám v migráciách vtákov a podobne. Tzv. experimentálna evolúcia je nový smer, ktorý podrobuje organizmy selekčným tlakom a po desiatky alebo stovky generácií zisťuje, či došlo k očakávaným zmenám. Ostatne, šľachtiteľstvo je svojím spôsobom človekom riadená evolúcia – netreba nič testovať, len sa pozrieť späť ako sme z pôvodných druhov vyšľachtili nové odrody s odlišnými vlastnosťami.

Nie je dôležité učiť o evolúcii. – Biologické problémy sa vyvíjajú, čo znamená, že premenné sa neustále menia a história je vždy dôležitá. Ak evolúciu neberieme do úvahy, naše riešenia biologických problémov môžu ľahko zlyhať. Práve porozumenie evolúcie napomáha riešeniu biologických problémov v medicíne, poľnohospodárstve, ekonomike, ktoré ovplyvňujú naše životy ako napr. pochopenie, ako sa vyvíjajú ochorenia, umožňuje spravovať vakcíny efektívnejšie. Pochopenie evolúcie hmyzu napomáha vyvinúť účinnejšie spôsoby boja proti škodcom.

Miskoncepce o evolučnej teórii a procesoch:

- Evolúcia je teória o pôvode života.
- Evolučná teória predpokladá, že život sa vyvinul (a ďalej vyvíja) náhodne, alebo náhodou.
- Prebiehajúce výsledky evolúcie: organizmy sú vždy lepšie a dokonalejšie.
- Evolúcia prebieha iba pomaly a postupne.
- Keďže evolúcia je pomalá, ľudia evolúciu nemôžu ovplyvniť.
- Ľudia sa v súčasnosti nevyvíjajú.
- Chýbajúce fosílie sú dôkazmi proti evolúcii.
- Ak organizmy začnú používať určitú časť tela, začnú sa v priebehu evolúcie meniť.
- Za dobrých podmienok sa blchy môžu vyvinúť z prachu.

Evolúcia je teória o pôvode života. – Evolúcia sa zaoberá predovšetkým tým, ako sa život menil po jeho vzniku. Veda sa síce snaží zistiť ako život vznikol, ale nie je to jediné zameranie evolučnej teórie. Bez ohľadu na to, či vieme alebo nevieme vysvetliť ako vznikol život, pochopili sme, čo sa udialo v priebehu histórie života.

Didaktická sekvencia

1. Ekosystémová diverzita.
2. Vplyv klimatických, geologických zmien či nárast populácie ako výhoda určitých dedičných vlastností môže byť zvýšená alebo aj znížená. Napr. vďaka globálnemu otepľovaniu môžu expandovať druhy prispôsobené vyšším teplotám, ale naopak ubúdajú druhy prispôsobené studenej klíme.
3. Znečistenie vody, pôdy, ovzdušia, poľnohospodárska činnosť majú ďalekosiahly vplyv na životné prostredie a vedú k zmenám, ktoré poškodzujú mnohé organizmy.
4. Rezistencia voči antibiotikám. V súčasnej dobe dochádza k selekcii takých bakteriálnych alebo plesňových ochorení, ktoré sa vyznačujú rezistenciou voči antibiotikám. Tento selekčný tlak komplikuje a predražuje liečbu mnohých závažných ochorení a zároveň pozitívne vplyva na ich zvýšenú prevalenciu (napr. tuberkulóza).
5. Šľachtenie. Zrýchlená evolúcia ľudskou činnosťou (umelý výber) prostredníctvom selekcie pre chov živočíchov a pestovanie rastlín s vlastnosťami, ktoré zodpovedajú podmienkam prostredia. Ak by sa o ne človek viac nestaral, tak by zanikli, lebo nemajú vlastnosti na prežitie v prírode. Príkladka morušová, ktorá je domestikovaným hmyzom a nie je schopná prežiť bez starostlivosti človeka.
6. Redukcia diverzity života – degradácia ekosystémov a strata schopnosti reagovať na zmeny v prostredí adaptáciou. Nedostatok genotypov spôsobený redukciami populácií zvyšuje inbríding, homozygotnosť a výskyt recesívnych ochorení. Napríklad výstavbou ciest dochádza k fragmentácii habitatov, pričom mnohé druhy nie sú schopné prekonať tieto nebezpečné prekážky, ktoré postavil človek.

Aktivity

- Skúmanie rezistencie baktérií na antibiotiká
- Evolučný telefón – vysvetlenie fungovania mutácií a pochopenie princípu mikroevolúcie
- Skúmanie vzájomnej závislosti rastlín a opel'ovačov; Štúdium opel'ovania a porovnanie rôznych pozorovacích techník používaných pri správaní zvierat

3 Ukážky aktivít smerujúcich k napĺňaniu Konceptie prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020

Aktivita **JE ČISTÁ VODA NAOZAJ ČISTÁ?** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (1.)

Všetky látky okolo nás sú zložené z veľmi malých častíc.

Nosná myšlienka (1.3)

Ak sa niektoré látky zmiešajú, tvoria sa nové látky s odlišnými vlastnosťami ako mali pôvodné látky. Iné látky sa zmiešajú bez trvalej zmeny a možno ich opäť oddeliť.

(V doterajšom obsahu prezentovaná ako tradičná téma: Čisté látky a zmesi látok.)

Didaktická sekvencia

1. *Štúdium empirických dôkazov o tom, že látky bežne vnímané ako čisté, napríklad voda alebo vzduch, sú zmesami látok alebo roztokmi.*
2. Pojmové vymedzenie a klasifikácia heterogénnych zmesí ako pena, dym, suspenzia, emulzia a vnímanie homogénnych zmesí (roztokov) vo viacerých skupenstvách.
3. Empirické štúdium vlastností niektorých zmesí a ich porovnanie s čistými látkami na základe ich charakteristických fyzikálnych vlastností.
4. Vyjadrovanie zloženia roztokov. Empirická identifikácia zloženia roztokov (vizuálna kolorimetria, meranie hustoty a pod.).
5. Získanie skúseností s viacerými technikami oddelovania zložiek zmesí (filtrácia, destilácia, kryštalizácia, chromatografia, adsorpcia, usadzovanie).

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou prvého kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Jej cieľom je rozlíšiť pojmy bežného jazyka a odborného termínu „čistý a chemicky čistý“ a tiež prispieť k pochopeniu pojmu rovnorodá zmes, aj keď sa tu tento pojem zatiaľ nedefinuje.

Aktivita je pojmovo relatívne málo sýtená zato realizovanými činnosťami sa posilňujú viaceré spôsobilosti vedeckej práce, zručnosti súvisiace so špecifickými chemickými činnosťami ako odparovanie, vedenie elektrického prúdu. Napokon práca prináša praktické poznatky súvisiace so zložením minerálnych vôd užitočných pre zdravie.

Aktivita vychádza z kontextu denného života žiaka, využíva predchádzajúce vedomosti o vlastnostiach látok, empiricky dokumentuje základné pojmy a je výraznou motiváciou pre realizáciu ďalších aktivít.

JE ČISTÁ VODA NAOZAJ ČISTÁ? (pracovný list žiaka)

Príprava

Voda je najrozšírenejšia látka na Zemi. Bežne sa v prírode vyskytuje vo forme vodnej pary, dažďa, ľadu alebo snehu. V bežnom živote sa stretávame s rôznymi pojmi ako destilovaná voda, minerálna voda, voda z vodovodu, dažďová voda atď. Naším cieľom bude zistiť, či ide o zmesi látok alebo o chemicky čisté látky.

Problém

Voda je spravidla číra a bezfarebná kvapalina bez chuti a zápachu. Odhadni, ktorá z prítomných vzoriek vody obsahuje najviac minerálov. Na základe odhadu zorad' vzorky od najmenšieho obsahu minerálov po najvyšší obsah minerálov. Svoj predpoklad zapíš do Tabuľky č. 1.

Tabuľka č. 1

Názov vzorky vody	Predpoklad	Poradie vzoriek na základe elektrickej vodivosti (od najmenej po najväčšiu)	Poradie vzoriek na základe odparku (od najmenšieho odparku po najväčší)	Poradie vzoriek na základe porovnania etikiet (od najmenšieho množstva po najväčšie)
voda z vodovodu				
destilovaná voda				
Vincentka				
Fatra extra silná				
Rajec nesýtený				
Mitická perlivá				
dažďová voda				

Pomôcky

baterka 4,5 V, dióda (farebná na 3,5 V), gumička (alebo alobal), plastové poháriky (40 ml), fixky (alebo samolepiace etikety a pero), voda z vodovodu, destilovaná voda, Vincentka, Fatra extra silná, Rajec nesýtený, Mitická perlivá, dažďová voda, kartónová škatuľa, papierové obrúsky, Petriho misky, pipety



Obr. č. 1 Zariadenie na meranie elektrickej vodivosti

Postup A

1. Priprav si zariadenie z baterky, alobalu (alebo gumičky) a diódy podľa Obr. č. 1.
2. Otestuj funkčnosť vytvoreného zariadenia tak, že do obvodu budeš na krátky čas zapájať rôzne vodivé predmety (napr. klinec, strieborný prsteň) a nevodivé predmety (napr. pastelka, guma).
3. Priprav si 7 plastových pohárikov (40 ml) a označ ich.
4. Do plastových pohárikov nalej po úplný okraj z každej vzorky vôd.
5. Do prvého pohárika so vzorkou č. 1 ponor pripravené zariadenie. Následne zrealizuj kvantifikované pozorovanie, kde budeš pozorovať intenzitu svietenia diódy v príslušnej vzorke na štvorstupňovej škále:

- 0** nesvieti
+ slabá intenzita svietenia
++ stredná intenzita svietenia
+++ silná intenzita svietenia

Výsledky zapíš do Tabuľky č. 2.

Tabuľka č. 2

Názov vzorky vody	Intenzita svietenia diódy
destilovaná voda	
voda z vodovodu	
Vincentka	
Fatra extra silná	
Rajec nesýtený	
Mitická perlivá	
dažd'ová voda	

6. Vytiahnuté zariadenie dôkladne osuš papierovým obrúskom. Postup opakuj pri všetkých vzorkách.
7. V prípade veľkého osvetlenia triedy použi kartónovú škatuľu ako tienidlo pre lepšie pozorovanie. Priprav si kartónovú škatuľu tak, že vystrihneš primeraný otvor do ktorého budeš umiestňovať poháriky so vzorkami.
8. Na základe výsledkov pozorovaní zorad' jednotlivé vzorky podľa intenzity svietenia diódy od najmenej intenzity po najväčšiu intenzitu svietenia diódy.
9. Zapíš poradie vzoriek vôd do Tabuľky č. 1.

Postup B

1. Pozorne si prezri zloženie minerálnych vôd na etiketách.
2. Na základe zloženia zorad' vzorky minerálnych vôd (Vincentka, Fatra extra silná, Mitická perlivá, Rajec nesýtený) od najmenšieho obsahu minerálov po najvyšší obsah minerálov.
3. Zapíš poradie vzoriek minerálnych vôd do Tabuľky č. 1

Postup C

1. Priprav si 7 rovnakých Petriho misiek.
2. Petriho misky dôkladne vylešti a označ podľa vzoriek vôd, ktoré máš k dispozícii.
3. Následne z každej vzorky odober pipetou 1 ml a kvapni na príslušné označené hodinové sklíčko. Postupuj tak, že budeš odoberať pipetou po 1 ml podľa poradia, ktoré si určil v predchádzajúcich úlohách (od vody s najmenším množstvom minerálov po vodu s najvyšším množstvom minerálov).
4. Petriho misky opatrne prenes na miesto, kde môžu zostať do najbližšej vyučovacej hodiny.
5. Na nasledujúcej hodine zapíš svoje pozorovania do Tabuľky č. 1. Jednotlivé vzorky zorad' od najmenšieho množstva odparku po najväčšie množstvo odparku.

Zhrnutie

1. Jednotlivé výsledky vykonaného pozorovania medzi sebou porovnaj. Je intenzita svietenia diódy u všetkých vzoriek rovnaká?

2. Porovnaj navzájom poradie vzoriek vôd usporiadaných podľa intenzity svietenia diódy s poradím vôd, ktoré si určil na základe preštudovania etikiet.
3. Na základe predchádzajúcej diskusie skús vysvetliť, čo spôsobuje rozsvietenie diódy?

4. Aký je vzťah medzi intenzitou rozsvietenia diódy a typom použitej vzorky (vody)?

5. Na základe výsledku odparovania jednotlivých vzoriek skús znova odpovedať na otázky č. 3 a č. 4.

6. Naším cieľom bolo zistiť, či ide o zmesi látok alebo ide o chemicky čisté látky. Na základe vykonaných činností roztried' jednotlivé vzorky medzi dve skupiny: zmes látok a chemicky čistá látka
zmes látok: _____
chemicky čistá látka: _____
7. Svoje tvrdenie vysvetli.

8. Diskutuj so spolužiakmi v skupine, ktorý spôsob bol najlepší pre určenie množstva minerálov v daných vodách. Aké problémy sa vyskytli a ako by ste ich v budúcnosti riešili, poprípade ako by ste zlepšili jednotlivé postupy.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity JE ČISTÁ VODA NAOZAJ ČISTÁ?

Kontext

V súvislosti so znečistením životného prostredia a v konečnom dôsledku aj vody sa používajú termíny ako „chemikálie“ alebo „chemické látky“, čo podporuje vytváranie negatívneho obrazu o chémii v spoločnosti. Ani doterajšie učebnice tento negatívny obraz chémie v spoločnosti nezlepšujú, pretože namiesto adekvátneho pojmu „chemicky čistá látka“ zavádzajú neadekvátny pojem „chemická látka“. Je dôležité poukázať na to, že chemicky čistá látka nie je výlučne len „chemikália“ z laboratória a nemusí ísť okamžite o nebezpečnú látku. Odhliadnuc od uvedenej umelo vytvorenej negatívnej situácie tu vznikajú prirodzené interferencie pojmov čistý, čistenie, umývanie ako spôsob čistenia najmä v súvislosti s vodou ako najrozšírenejšou kvapalinou. Je potrebné brať do úvahy význam termínov v laickom a vedeckom diskurze. Pojem čistý je v laickom diskurze prezentovaný nasledovne: 1. ktorý dbá o čistotu (nezašpinený, umytý, neznečistený, sterilný), 2. ktorý nenesie stopy zásahu (nepopísaný), 3. s ničím nepomešaný (číry, priehľadný, krištáľový, pravý, stopercentný), 4. čestný (bezúhonný). Avšak vo vedeckom diskurze je termín chemicky čistý prezentovaný ako: určitá štruktúrna modifikácia prvku alebo zlúčeniny, kde sa na výstavbe jej štruktúry podieľajú rovnaké druhy častíc, ktoré sú rovnakým spôsobom usporiadané (atómy jedného alebo rôznych prvkov, ióny, molekuly alebo molekulárne komplexy). Výsledkom je, že žiaci vnímajú vodu z vodovodu ako čistú (číru), následne ju automaticky označujú ako čistú látku s prívlastkom chemická, avšak ide o zmes.

Aktivita poukazuje na to, že aj keď je voda bezfarebná kvapalina bez zápachu a chuti nemôžeme ju ihneď zaradiť medzi chemicky čisté látky. Môže obsahovať rôzne minerály, ktoré voľným okom nevidíme – ide o zmes.

Ciele

- Žiak má zistiť, že destilovaná voda je chemicky čistá látka.
- Žiak má vysvetliť, prečo sú voda z vodovodu, dažďová voda a minerálne vody zmesi látok.
- Žiak má zrealizovať kvantifikované pozorovanie a na základe pozorovaných javov, vie klasifikovať jednotlivé typy vôd.
- Žiak je schopný vysvetliť, prečo dióda pripevnená na baterke svieti rôznou intenzitou pri použití rôznych typov vôd.

Prerekvizity

Žiakom je známy obsah pojmov zmes a chemicky čistá látka, taktiež vedú uviesť konkrétne príklady. V danej aktivite sa pojmy upevňujú, konkretizujú a následne sa aplikujú do praktickej podoby.

Miskonceptie

- Žiaci vnímajú vodu z vodovodu ako čistú (číru), následne ju automaticky označujú ako čistú látku s prívlastkom chemická, avšak ide o zmes.
- Homogénne zmesi sú čisté látky.
- Zmesi obsahujúce vodu sú homogénne zmesi.
- Zmesi sú vždy zložené z 2 látok.
- Identity zložiek v zmesi sa nezachovávajú.
- Ak je látka intenzívne zafarbená, potom musí obsahovať najviac rozpustených látok (napr. dažďová voda).
- Žiaci používajú na označenie látok z laboratória pojmy chemikália, chemická látka a stotožňujú to s pojmom chemicky čistá látka.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

4 – 5-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, baterka 4,5 V, dióda (farebná vysoko-svietivá na 3,5 V), široká gumička (alebo alobal), plastové poháriky – „poldecáky“ (0,04 dl), fixky (alebo samolepiace etikety a pero), voda z vodovodu, destilovaná voda, Vincentka, Fatra Extra silná, Rajec nesýtený, Mitická perlivá, dažďová voda, kartónová škatuľa, papierové obrúsky, Petriho misky, pipety

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Je dôležité kúpiť 3,5 V diódu, ktorá je farebná (intenzita svietenia je lepšie pozorovateľná). Diódu zakúpite v obchode s elektronickými polovodičovými súčiastkami.
- Zariadenie na meranie elektrickej vodivosti môžete zostrojiť buď za použitia širokej gumičky alebo s použitím alobalu (ako alternatívu) (Obr. č. 1). Ďalšou alternatívou môže byť prispájkovanie diódy k baterke.
- Destilovanú vodu pred realizáciou aktivity je nutné odskúšať (destilovaná voda neobsahuje ióny – dióda nesvieti)!
- Žiakov je dôležité upozorniť, aby nechytali rukami vodiče z baterky a z diódy.
- Je nevyhnutné naliať vzorky vôd po úplný okraj pohárikov – zabezpečiť sa tým presnejšie a ľahšie meranie.
- V prípade, ak je trieda príliš osvetlená je možné využiť škatuľu ako tienidlo (alebo zatahnuť závesy) pre lepšiu pozorovateľnosť intenzity svietenia diódy.
- Je dôležité, aby žiaci zariadenie na meranie el. vodivosti po každom ponorení vysušili papierovým obrúskom alebo učiteľ zoradí vzorky od vody s najmenším obsahom minerálov (destilovaná voda) po vodu s najvyšším obsahom minerálov (Vincentka).
- Namiesto Petriho misiek je možné použiť sklenenú tabuľu, ktorú žiaci (resp. učiteľ) dôkladne vyleštia.
- Používajte prednostne Petriho misky namiesto hodinových sklíčok. Tekutina sa rovnomerne rozleje po povrchu – lepšie pozorovateľný odparok.
- Na etiketách minerálnych vôd je uvedená celková mineralizácia (celkový počet iónov v jednotkách mg/l), porovnávajúte so žiakmi celkovú mineralizáciu minerálnych vôd. Ak je celková mineralizácia na etiketách zle pozorovateľná je možné vytlačiť dané údaje o jednotlivých minerálnych vodách z internetovej stránky: www.copijeme.sk a poskytnúť žiakom tieto údaje, poprípade ich môžu sami vyhľadať na danej internetovej stránke.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Voda je najrozšírenejšia látka na Zemi. Bežne sa v prírode vyskytuje vo forme vodnej pary, dažďa, ľadu alebo snehu. V bežnom živote sa stretávame s rôznymi pojmami ako destilovaná voda, minerálna voda, voda z vodovodu, dažďová voda atď. Naším cieľom bude zistiť, či ide o zmesi látok alebo o chemicky čisté látky.

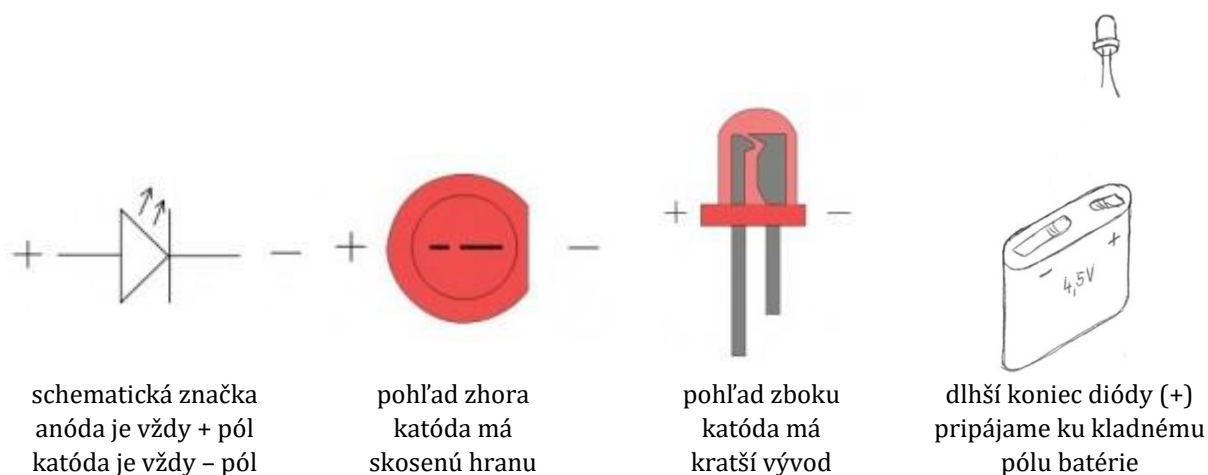
Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy zmes látok a chemicky čistá látka a následne im pripomenúť obsah daných pojmov. Ak sa žiaci s danými pojmami ešte nestretli, je potrebné ich v krátkosti priblížiť.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci na začiatku hodiny čítajú pracovný list, časť Príprava, ktorá im má pripomenúť, že voda sa vyskytuje v prírode v rôznych formách a existujú rôzne typy vôd. Cieľom je, aby sa zamysleli či sú všetky typy vôd zmesi alebo chemicky čisté látky.</p> <p>Učiteľ vedie so žiakmi krátku diskusiu, aby zistil ich prekoncepty a miskoncepty (viď vyššie) a mohol následne s nimi pracovať. Môže im ukázať jednotlivé vzorky vôd.</p> <p>Následne žiaci „čítajú problém“ a ich úlohou je odhadnúť, ktorá z prítomných vzoriek vody obsahuje najviac minerálov a ktorá najmenej. Svoje predpoklady zapíšu do Tabuľky č. 1 do stĺpca „predpoklady“.</p> <p>Žiaci prečítajú zoznam pomôcok, ktoré budú potrebovať k danej aktivite.</p> <p>Učiteľ rozdá pomôcky.</p> <p>V prvom kroku žiaci pripravujú zariadenie na meranie elektrickej vodivosti podľa obrázka 1, ktoré pozostáva z baterky (4,5 V), širokej gumičky a vysoko-svietivej diódy na 3,5 V.</p> <p>Žiaci testujú funkčnosť pripraveného zariadenia na rôznych predmetoch (vodivé, nevodivé), ktoré majú k dispozícii, aby sa ubezpečili, že zariadenie je funkčné.</p> <p>Ďalej si žiaci pripravujú 7 plastových pohárikov (0,04 dl), ktoré si označia príslušným typom vzorky vody.</p> <p>Do daných pohárikov nalejú po úplný okraj príslušnú vzorku vody.</p> <p>Učiteľ žiakom vysvetlí, že zariadenie budú postupne ponárať do každého pohárika so vzorkou vody a budú si všímať intenzitu svietenia diódy. Intenzitu svietenia diódy zaznačia do Tabuľky č. 2. Škála je štvorstupňová: 0 nesvieti, + slabá intenzita svietenia, ++ stredná intenzita svietenia, +++ silná intenzita svietenia. Učiteľ upozorní žiakov na to, aby počas merania ponárali zariadenie rovnako do každej vzorky vody (iba vodiče z baterky a z diódy), po vytiahnutí z každého pohárika ho opatrne osušia papierovým obrúskom, pričom sa rukami nedotýkajú vodičov, ak to nie je nutné (predíde sa tým prenosu solí z rúk do vzoriek vôd).</p>	<p>Žiaci pravdepodobne majú skúsenosti s rôznymi typmi minerálnych vôd a vedia, že niektoré obsahujú viac minerálov a iné menej. Taktiež prichádzajú do styku s vodou z vodovodu (vodný kameň v kanvici) a dažďovou vodou.</p> <p>Učiteľ môže dané zariadenie pripraviť vopred. Ako alternatívu je možné využiť namiesto širokej gumičky alobal alebo diódu prispájkovú k baterke.</p> <p>Je vhodné upozorniť žiakov, aby do elektrického obvodu vkladali vodivé predmety na krátky čas, inak dôjde k prepáleniu diódy. Cieľom je len zistiť, či dióda svieti – či je zariadenie funkčné.</p> <p>Ak je trieda príliš osvetlená je potrebné zatiahnuť závesy alebo použiť kartónovú škatuľu, ktorá slúži ako tienidlo.</p> <p>Destilovanú vodu pred realizáciou aktivity je nutné odskúšať (destilovaná voda neobsahuje ióny – dióda nesvieti)! Ak sa stane, že dióda svieti, svieti oveľa menej výrazne ako pri ostatných typoch vôd.</p> <p>Výsledok kvantifikovaného pozorovania je nasledovný: destilovaná voda -0, voda z vodovodu- + (môže sa líšiť vzhľadom na geografiu), Vincentka-+++ , Fatra extra silná- +++ , Rajec nesýtený- ++ , Mitická perlivá ++ , dažďová voda- +.</p>

<p>Žiaci ponoria zariadenie do prvého pohárika, ktorý majú pripravený a sledujú intenzitu svietenia diódy. Svoje pozorovanie zapíšu do Tabuľky č. 2. Vytiahnuté zariadenie dôkladne osušia papierovým obrúskom a postup opakujú pri všetkých vzorkách vôd.</p> <p>Po skončení pozorovania žiaci vyhodnotia svoje výsledky a vzorky vôd zoradia na základe elektrickej vodivosti (od najmenej po najväčšiu), teda od najmenej intenzity svietenia diódy po najvyššiu intenzitu. Zapíšu opäť do Tabuľky č. 1.</p> <p>Žiaci pokračujú postupom B. Úloha je zameraná na rozvoj čitateľskej gramotnosti. Úlohou žiakov je prezrieť si etikety minerálnych vôd a všimnúť si ich zloženie. Majú zistiť množstvo minerálov v danej minerálnej vode.</p> <p>Učiteľ vedie diskusiu, Ako zistíme množstvo minerálov v minerálnych vodách? Je množstvo minerálov uvedené v nejakých jednotkách? Sú všetky jednotky rovnaké?</p> <p>Žiaci zoradia vzorky na základe porovnania etikiet (od najmenšieho množstva minerálov po najväčšie). Ostatné riadky zostanú prázdne, pretože hodnoty celkovej mineralizácie pre dané typy vôd nie sú dostupné.</p> <p>Nasleduje postup C, kde je nutné pripraviť 7 rovnakých Petriho misiek dôkladne umytých a vyleštených. Žiaci ich označia podľa typu vzorky vody. Následne z každej vzorky odoberú pipetou 1 ml a kvapnú na príslušnú označenú Petriho misku. Postupujú tak, že budú odoberať pipetou po 1 ml podľa poradia, ktoré určili v predchádzajúcich úlohách (od vody s najmenším množstvom minerálov po vodu s najvyšším množstvom minerálov), aby nemuseli pipety umývať. Petriho misky umiestnia na miesto, kde môžu ostať do nasledujúcej vyučovacej hodiny.</p> <p>Po realizácii všetkých postupov nasleduje zhrnutie, kde si žiaci upevňujú svoje vedomosti a využívajú svoje pozorovania na vytvorenie odpovedí.</p> <p>Na nasledujúcej hodine žiaci pozorujú odparky a porovnávajú vizuálne ich množstvo medzi odparkami navzájom a zapíšu svoje pozorovania opäť do Tabuľky č. 1 (od najmenšieho množstva odparku po najväčší).</p>	<p>Žiaci si buď všimnú celkovú mineralizáciu alebo budú jednotlivé hodnoty iónov sčítavať. Poukážte radšej na celkovú mineralizáciu. Ak daný údaj nie je na etikete dobre viditeľný, údaje je možné stiahnuť zo stránky: www.copijeme.sk.</p> <p>Žiaci získajú zručnosť v pipetovaní. Odparenie vzoriek (1 ml) prebehne približne do 24 hodín.</p> <p>Ak nemáte k dispozícii Petriho misky pre každú skupinu, postup C urobia aspoň 2 skupiny, aby mohli výsledky medzi sebou porovnať a následne vyhodnotiť. Predpokladané výsledky odparkov sú znázornené na obrázku 3. Je možné použiť aj čistú sklenenú tabuľu.</p> <p>Zhrnutie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Intenzita svietenia diódy nie je u všetkých vzoriek rovnaká. 2. Poradie by malo byť približne rovnaké, voda, kde dióda svietila najintenzívnejšie obsahuje najviac rozpustených minerálov napr. Vincentka a Fatra extra silná. 3. Žiaci prídu na to, že rozsvietenie diódy zapríčiňujú minerály, ktoré sú rozpustené v jednotlivých vodách. 4. Čím voda obsahuje viac rozpustených minerálov, tým je intenzita svietenia diódy vyššia a naopak. Ak voda neobsahuje žiadne rozpustené minerály dióda nesvieti.
---	---

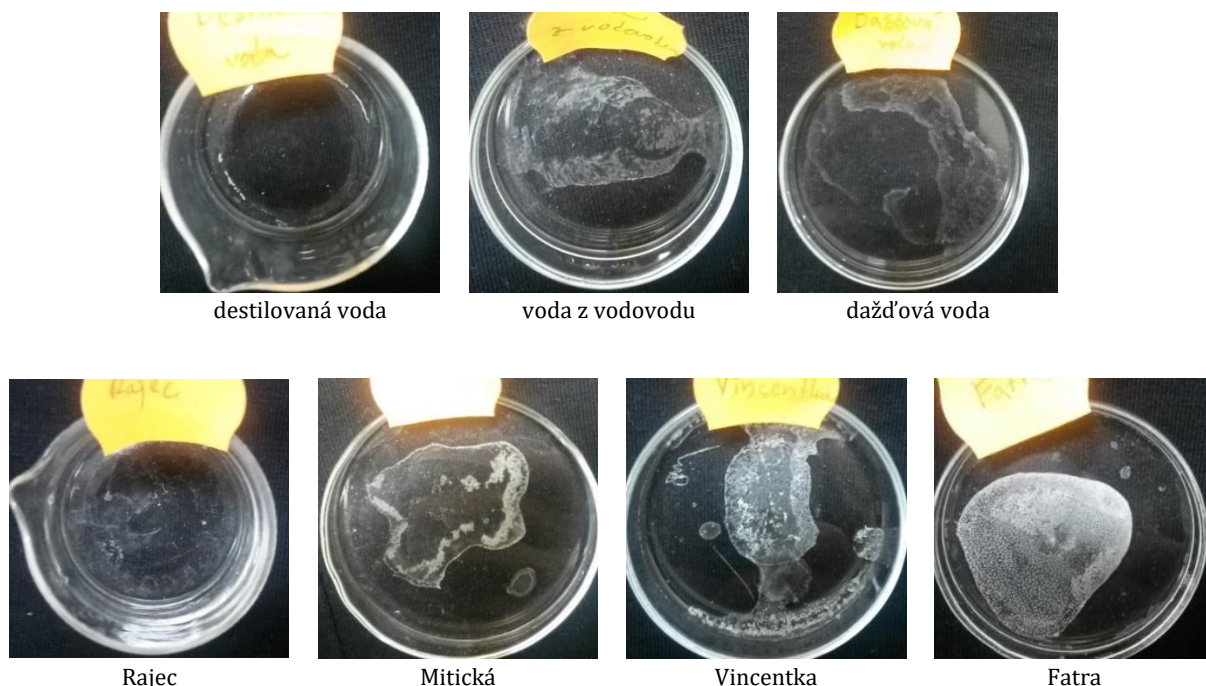
	<p>5. Žiaci si potvrdia svoje predchádzajúce odpovede, alebo na základe tejto úlohy prídu na odpoveď otázky č.3 a č. 4.</p> <p>6. Chemicky čistá látka je iba destilovaná voda ostatné vzorky vôd sú zmesi.</p> <p>7. Žiaci by mali dôjsť k vysvetleniu, že zmes je látka, ktorá sa skladá z 2 alebo viacerých zložiek. Chemicky čistú látku tvorí len jeden druh častíc a jej zloženie je v celom jej objeme rovnaké.</p> <p>8. meranie el. vodivosti – lepší prístroj študovanie etikiet – presné informácie o mineralizácii vôd odparovanie – porovnanie množstva odparov, odparenie väčšieho množstva vody a následné odváženie</p>
--	---



Obr. 1 Značenie a identifikácia pólov LED diód
(upravené podľa <https://www.tomshardware.sk/n/informacie-o-led-diodach>)



Obr. 2 Zariadenie na meranie elektrickej vodivosti



Obr. 3 Odparky jednotlivých vzoriek vôd

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je roztriediť dané vzorky vôd (destilovaná voda, voda z vodovodu, dažďová voda a minerálne vody – Vincentka, Fatra extra silná, Rajec nesýtený, Mitická perlivá) do dvoch kategórií **zmes** a **chemicky čistá látka**. Prostredníctvom praktických aktivít (pozorovanie intenzity svietenia diódy prostredníctvom zariadenia na meranie elektrickej vodivosti, preštudovanie etikiet minerálnych vôd, odparovanie vôd) žiaci vyvodí záver, že destilovaná voda je chemicky čistá látka. To znamená, že v celom svojom objeme je tvorená rovnakým a iba jedným druhom častíc. Ostatné vzorky vôd sú zmesi, konkrétne homogénne zmesi. **Zmes je tvorená dvoma alebo viacerými druhmi častíc a vhodnou metódou sú tieto častice oddeliteľné.** Žiaci zistia, že dané vody obsahujú rôzne množstvo minerálov. Pochopia, že metódou odparovania je možné oddeliť minerálne látky od ostatných častíc – vody. Realizácia vyššie uvedenej aktivity má za úlohu utvrdiť základné pojmy: zmes a chemicky čistá látka.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať, klasifikovať a merať**. Prostredníctvom vytvoreného zariadenia na meranie elektrickej vodivosti zrealizujú kvantifikované pozorovanie, kde pozorujú intenzitu svietenia diódy, vďaka elektrickej vodivosti, ktorá závisí od množstva rozpustených minerálov v danej vode. Inak povedané žiak si musí uvedomiť, aké kroky (operácie) musí vykonať, aby dokázal prostredníctvom empirickej skúsenosti podporiť alebo vyvrátiť svoju hypotézu – tento proces nazývame **operacionalizácia**. Žiaci v danom prípade uskutočnili **poradové (ordinálne) meranie**, ktoré zaradíme medzi nižšie formy merania. Nie je definovaná jednotka miery, ale posudzovanie sa vykonáva len na úrovni použitia „slov“ napr. viac, menej a rovnako (intenzita svietenia diódy). Žiaci sú schopní zoradiť jednotlivé vzorky vôd do poradia vôd s najvyšším množstvom minerálov po vody s najnižším množstvom minerálov. Dané zoradenie vôd žiaci následne kontrolujú vykonaním ďalších postupov (tzv. **triangulácia**): porovnávanie etikiet jednotlivých minerálnych vôd a porovnávanie odparkov jednotlivých vzoriek vôd. Avšak žiaci dokážu už predpokladať a tvoriť kvalifikované odhady z predchádzajúcej skúsenosti a získaných dát. (napr. Voda, pri ktorej bola intenzita svietenia diódy najvyššia bude mať najväčší odparok na Petriho miske.) Na základe svojich zaznamenaných údajov z vykonanej aktivity sú schopní interpretovať získané dáta a následne tvoriť závery a zovšeobecnenia (napr. Čím pozorujeme u diódy vyššiu intenzitu svietenia, tým daná vzorka bude obsahovať viac minerálnych látok. Ak voda obsahuje iné častice (minerálne látky) ako sú častice vody zaradíme ju medzi zmesi.).

Aktivita OD CHAOSU K PORIADKU a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (1.)

Všetky látky okolo nás sú zložené z veľmi malých častíc.

Nosná myšlienka (1.7)

Všetky živé aj neživé objekty okolo nás sú vytvorené z veľmi veľkého počtu týchto základných „stavebných kameňov“. Tých je asi 100 rôznych druhov. Látky vytvorené len z jedného druhu atómu sa nazývajú prvky. Prvky sa dajú usporiadať na základe svojich chemických vlastností. Osobitné vlastnosti má uhlík.

(V doterajšom obsahu prezentovaná ako tradičná téma: Periodická sústava prvkov.)

Didaktická sekvencia

1. Štúdium vlastností látok hovorí o tom, že látky sú tvorené z prvkov alebo zlúčenín. V súčasnosti poznáme približne sto prvkov, ktoré sa môžu navzájom zlučovať a vytvárať veľké množstvo zlúčenín.
2. Špecifické vlastnosti uhlíka. Delenie látok na organické a anorganické.
3. Zisťovanie vybraných vlastností prvkov zo zbierky prostredníctvom rôznych zdrojov a následné určenie dôveryhodnosti daného zdroja.
4. Niektoré prvky sú si vo viacerých vlastnostiach podobné – tvoria skupiny prvkov. Typické skupiny prvkov: alkalické kovy, halogény, vzácne plyny.
5. *Hľadanie kritérií pre triedenie (sedmové karty).*
6. *Triedenie „chemických kariet“ a tvorba periodickej sústavy prvkov.*

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou šiesteho kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Jej cieľom je nájdenie viacerých kritérií pre triedenie prvkov na základe ich vlastností a tiež vlastné konštruovanie periodickej sústavy prvkov a „vyslovenie“ periodickeho zákona.

Aktivite predchádza triedenie látok na prvky a zlúčeniny a triedenie látok na organické a anorganické na základe skúmania stability látok pri vyššej teplote. Následne sú vybrané prvky skúmané a ich vlastnosti identifikované, čo je nevyhnutné pre tvorbu „vlastnej“ periodickej sústavy prvkov. Táto aktivita vo svojej podstate kopíruje prácu Mendelejeva spred 150 rokov, ktorý usporiadal prvky na základe vlastností prvkov, ktoré bolo možné v tej dobe zisťovať. Vlastnosti vtedy známych prvkov mal spísané na kartičkách prvkov a „skúšal“ ich triediť, kým nedospel k logickému a systematickému usporiadaniu prvkov. Takto prirodzeným spôsobom žiaci dospejú k usporiadaniu prvkov na makroskopickej úrovni.

OD CHAOSU K PORIADKU (pracovný list žiaka)

Príprava

Akékoľvek usporiadanie objektov má svoju logiku a ukrýva určité kritérium. Rovnako bolo potrebné aj v minulosti nájsť vhodné kritérium pre usporiadanie prvkov do systému. Týmto problémom sa zaoberal (okrem iných) aj Dmitrij Ivanovič Mendelejev a v roku 1869 sa mu podarilo vytvoriť systém prvkov. Mendelejev sa inšpiroval hrou s kartami a podobne si vytvoril kartičky prvkov a snažil sa ich na základe nejakého kritéria usporiadať. Jeho práca s usporiadaním prvkov bola podobná tej našej so sedmovými kartami.

Problém

Podľa čoho sú usporiadané prvky?

Predpoklad

Navrhňte spôsob, podľa čoho by ste usporiadali prvky.

Pomôcky

kartičky prvkov (prvých 20 prvkov periodickej sústavy prvkov)

Postup A

1. Vyberte vlastnosti prvkov, podľa ktorých by ste ich usporiadali.
2. Usporiadajte prvky podľa stúpajúcej hodnoty niektorej z vlastností.
3. Rozdeľte prvky podľa ich kovových vlastností.
4. Rozdeľte prvky podľa ich skupenstva.
5. Rozdeľte prvky na skupiny, v ktorých sa budú nachádzať prvky s viacerými podobnými vlastnosťami.
6. Usporiadajte prvky podľa ich stúpajúcej hodnoty protónového čísla.
7. Nájdite v tomto usporiadanom rade prvky, ktoré majú podobné vlastnosti (zamerajte sa na typické zlúčeniny) a tento rad prerušte a presuňte jeho časť tak, aby sa prvky s podobnými vlastnosťami nachádzali pod sebou.
8. Skontrolujte, či je v radoch prvkov dodržaná postupnosť v protónových číslach.
9. Načrtnite váš systém prvkov do časti pozorovanie.

Pozorovanie

Vzniknuté stĺpce nazývame **skupiny**. Vzniknuté riadky nazývame **periódy**.

Zhrnutie

1. Na základe akých vlastností je možné usporiadať prvky podľa ich stúpajúcich/klesajúcich hodnôt.

2. Ktoré prvky by ste zaradili medzi kovy?

3. Ktoré prvky by ste zaradili medzi plynné látky?

4. Ktoré prvky majú podobné vlastnosti ako draslík?

5. Ktoré prvky nemajú jednoznačné umiestnenie vo vašom systéme?

6. Kam by ste zaradili vodík?

7. Porovnajte svoj systém prvkov s periodickou tabuľkou prvkov. V čom sú si podobné a v čom odlišné?

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity OD CHAOSU K PORIADKU

Kontext

Postupným objavovaním prvkov a opisom ich vlastností narastala potreba usporiadania prvkov s vytvorenia systému prvkov. Tvorbou systému prvkov sa podarilo Mendelejevovi vnieť do množiny prvkov „poriadok“ a logiku. Aj keď v minulosti bol systém prvkov vytvorený s cieľom uľahčiť si prácu a prehľad v prvkoch, žiakom periodická sústava prvkov nijako nepomáha. Aby našli logiku v tomto systéme a dokázali s ním pracovať ako s nástrojom, resp. pomôckou je potrebné zmeniť spôsob sprostredkovania problematiky periodického zákona. Z hľadiska historického vývoja konceptu sa javí ako riešenie tejto problémovej situácie „kopírovanie“ práce Mendelejeva.

Po skúmaní a zistení vlastností viacerých prvkov prichádza na rad potreba ich systematizácie a vytvorenia logického a funkčného systému prvkov. Z historického hľadiska predstavovalo vytvorenie periodického systému prvkov podobnú hru s kartami ako aktivita na predchádzajúcej hodine. Aktivita, ktorej výsledkom je systém prvkov, je rekapituláciou práce Mendelejeva, ktorý si pre každý prvok vytvoril kartičku, na ktorú spísal známe vlastnosti daného prvkov. Tieto kartičky následne usporadúval podľa rôznych kritérií. Úlohou žiakov je navrhovať rôzne, aj „nechemické“ kritériá pre triedenie prvkov. Následne prechádzajú k chemickému a logickému usporiadaniu prvkov a tvorbe systému, ktorý poznáme dnes.

Aktivita poukazuje na to, že systém prvkov nebol vytvorený na základe poznania štruktúry atómov a usporiadania elektrónov v obale, ako sa to môže javiť pri súčasnom sprostredkovaní témy periodického zákona. Periodický systém prvkov bol vytvorený na základe skúmania ich vtedy pozorovateľných vlastností a periodicitu v štruktúrach atómov prvkov bola zistená až keď bola známa štruktúra atómu.

Ciele

- Žiak má určiť rôzne kritéria pre logické usporiadanie kariet prvkov.
- Žiak má vytvoriť vlastný systém prvkov na základe podobností prvkov.
- Žiak má vlastnými slovami vysvetliť, akým spôsobom sú usporiadané prvky do periodického systému prvkov.
- Žiak má porovnať prvky v rovnakej skupine a prvky v rovnakej perióde.

Prerekvizity

Žiaci poznajú vlastnosti prvkov, ktoré skúmali, resp. ich majú k dispozícii a na základe predchádzajúcej práce triedenia sedmových kariet vedú identifikovať kritériá, podľa ktorých je možné usporiadať prvky. V rámci realizácie aktivity sa konštruje periodická sústava prvkov a opisom vlastnej činnosti sa formuluje periodický zákon.

Miskoncepce

- Žiaci používajú pojmy atóm a prvok ako synonymum.
- Prvky sú v periodickej tabuľke prvkov usporiadané podľa stúpajúcej atómovej hmotnosti.
- Prvky boli usporiadané na základe poznania atómovej štruktúry prvkov.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

trieda rozdelená na 3 – 4-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, kartičky prvkov (prvých 20 prvkov periodickej sústavy prvkov na kartičkách s ich vlastnosťami)

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Pre tvorbu systému prvkov je potrebné mať pripravené kartičky prvkov s ich vlastnosťami, ktoré žiaci predtým skúmali a do kartičiek vpisovali, prípadne zisťovali z rôznych informačných zdrojov. V prípade, že z časového hľadiska nie je priestor na skúmanie potrebných 20 prvkov, je možné poskytnúť žiakom vopred pripravené kartičky prvkov s ich vlastnosťami (nižšie uvedený príklad kartičiek vodíka a hélia).
- Tvorba systému prvkov spočíva v hľadaní prvkov s čo najviac podobnými vlastnosťami a ich triedení do skupín (stĺpcov). Niekedy vlastnosti prvkov nie sú úplne jednoznačné, preto treba orientovať pozornosť žiakov na názvy a vzorce zlúčenín, ktoré dané prvky tvoria a hľadanie podobnosti cez ich vzorce a názvy.
- Po vytvorení skupín prvkov je potrebné žiakov upozorniť, aby skontrolovali aj postupnosť usporiadania prvkov vzhľadom na ich protónové číslo.
- Pri usporiadaní prvkov sa žiakom môže zdať problematické zaradenie vodíka do ich systému. V tomto momente stačí, aby žiaci sami navrhli „miesto“, kde by vodík umiestnili a tento svoj návrh zdôvodnili. Po štúdiu štruktúry atómov sa záverečnými aktivitami žiakom ujasní, kde má byť vodík umiestnený.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Akokoľvek usporiadanie objektov má svoju logiku a ukrýva určité kritérium. Rovnako bolo potrebné aj v minulosti nájsť vhodné kritérium pre usporiadanie prvkov do systému. Týmto problémom sa zaoberal (okrem iných) aj Dmitrij Ivanovič Mendelejev a v roku 1869 sa mu podarilo vytvoriť systém prvkov. Mendelejev sa inšpiroval hrou s kartami a podobne si vytvoril kartičky prvkov a snažil sa ich na základe nejakého kritéria usporiadať. Jeho práca s usporiadaním prvkov bola podobná tej našej so sedmými kartami.

Triedenie kariet spočívalo v hľadaní a určovaní rôznych kritérií pre ich usporiadanie. Ďalším krokom je hľadanie kritérií pre usporiadanie prvkov. V prípade kartičiek s prvkami je potrebné hľadať kritérium pre usporiadanie vo vlastnostiach prvkov. Táto úloha spadá do skupiny divergentných úloh a očakávame množstvo riešení pre túto úlohu. Komplikovanejšou časťou triedenia prvkov bude usporiadanie prvkov podľa dvoch kritérií súčasne tak, ako to je v reálnom periodickom systéme prvkov. Určením súčasne dvoch kritérií pre usporiadanie prvkov je možné dospieť k reálnemu usporiadaniu prvkov a vlastnými slovami formulovať periodický zákon.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci hľadajú kritériá pre usporiadanie prvkov. Pracujú v skupinách s kartičkami prvých 20 prvkov z periodickej sústavy prvkov.</p> <p>Žiaci podľa postupu zoradia prvky podľa rôznych kritérií.</p>	<p>Časté spôsoby usporiadania sú aj na základe vlastností ako je skupenstvo, elektrická vodivosť a pod.</p> <p>Jedným z najčastejších spôsobov pre usporiadanie prvkov je vytvorenie radu prvkov podľa hodnoty protónového čísla. Protónové číslo je aj prvým krokom pre usporiadanie prvkov do finálnej podoby sústavy prvkov.</p>

<p>Následne žiaci zoradia prvky podľa protónového čísla a tento dlhý rad „prestrihávajú“ a prvky s podobnými vlastnosťami (a podobnými typickými zlúčeninami) posúvajú v radoch pod seba. Dbajú na to, aby bolo stále splnené kritérium, že v radoch prvkov sa postupne zvyšuje protónové číslo prvkov a rovnako aj v stĺpcoch platilo, že na vrchu stĺpca je prvok s najnižším protónovým číslom a v spodnej časti stĺpca je prvok s najvyšším protónovým číslom.</p> <p>V záverečnej diskusii formulujú žiaci vlastnú „definíciu“ periodického zákona, ktorá sa ale vo svojej podstate zhoduje so známym periodickým zákonom.</p> <p>Učiteľ v závere aktivity oboznámi žiakov s tým, že takýto spôsob tvorby systému prvkov zvolil aj samotný objaviteľ periodického systému prvkov a že periodická tabuľka v priebehu svojho vývoja nemala len tú podobu, v ktorej ju poznáme dnes.</p> <p>Žiaci si vytvorený systém zakreslia do pracovného listu. Tento náčrt im bude slúžiť ako pomôcka pri poslednej aktivite, kde na začiatku aktivity je potrebné z týchto kartičiek vytvoriť systém, ku ktorému dospeli.</p>	<p>Keďže podobnosť prvkov v ich vlastnostiach sa vyskytuje v skupinách, ale aj medzi skupinami, je potrebné, aby učiteľ orientoval pozornosť žiakov najmä na typické zlúčeniny, ktoré dané prvky vytvárajú. V kartičkách sú zámerne uvedené len niektoré typické zlúčeniny, aby to uľahčilo prácu žiakom a ľahko vedeli identifikovať podobné prvky na základe tejto vlastnosti.</p> <p>Usporiadanie prvkov pod seba na základe podobnosti v typických zlúčeninách prvkov je pre žiakov problematické práve z dôvodu, že nepoznajú názvoslovie zlúčenín a ich vzorce. Z tohto dôvodu je vhodné uviesť v kartičkách prvkov okrem vzorca typickej zlúčeniny aj jej názov. Žiaci tak môžu hľadať podobnosti už v názvoch zlúčenín. Ak napr. lítium tvorí hydroxid lítny a chlorid lítny, hľadá ďalšie prvky, ktoré tvoria hydroxidy a chloridy a hľadá rovnaké koncovky v názvoch zlúčenín.</p> <p>V prípade, že žiaci vytvoria systém, kde sú posunuté skupiny prvkov (skupina vzácnych plynov je ako prvá, učiteľ ich usmerní a presunú túto skupinu na koniec „tabuľky“, ale môže žiakom vysvetliť, že vzácne plyny boli v minulosti nultou skupinou pred alkalickými kovmi. V súčasnosti sa ale tieto prvky radia ako posledná skupina za prvkami halogénov. Keďže vzácne plyny začínajú prvkom prvej periódy a napr. halogény prvkom druhej periódy, u žiakov môže dôjsť k usporiadaniu hélia na rovnakú úroveň ako je fluór. V tomto prípade je potrebné upozorniť žiakov na dodržiavanie postupnosti prvkov vzhľadom na ich protónové číslo.</p>
--	--

Hélium*Helium***Značka:** He**Protónové číslo:** 2**Relatívna atómová hmotnosť:** 4,003**Hustota:** 0,000164 g/cm³**Skupenstvo:** plynné**Kovový charakter:** nekov**Elektrická vodivosť:** nevodivý**Rozpustnosť vo vode:** nereaguje**Teplota topenia:****Teplota varu:** -269 °C**Typické zlúčeniny:** netvorí zlúčeniny**Vodík***Hydrogenium***Značka:** H**Protónové číslo:** 1**Relatívna atómová hmotnosť:** 1,008**Hustota:** 0,000082 g/cm³**Skupenstvo:** plynné**Kovový charakter:** nekov**Elektrická vodivosť:** nevodivý**Rozpustnosť vo vode:** málo rozpustný**Teplota topenia:** -259 °C**Teplota varu:** -253 °C**Typické zlúčeniny:**

- voda (H₂O)
- kyselina chlorovodíková (HCl)
- amoniak (NH₃)

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je na základe predchádzajúceho triedenia sedmových kariet uviesť si existenciu rôznych kritérií pre triedenie objektov do skupín. Žiaci najskôr navrhnu množstvo kritérií pre usporiadanie prvých 20 prvkov (od vodíka po vápnik). V prípade, že majú triediť prvky podľa jedného kritéria je možné, že usporiadajú prvky do jedného radu podľa stúpajúcej hodnoty teploty topenia prvkov, protónového čísla, relatívnej atómovej hmotnosti atď. Následne žiaci triedia prvky súčasne podľa viacerých kritérií. Usporiadajú prvky do jedného radu podľa stúpajúcej hodnoty protónového čísla a snažia sa v tomto rade nachádzať prvky s navzájom podobnými vlastnosťami. Prvky s podobnými vlastnosťami tak usporiadajú do stĺpcov, pričom v riadkoch ostanú usporiadané podľa stúpajúcej hodnoty protónového čísla. Na základe tohto usporiadania prvkov žiaci identifikujú, na základe ktorých vlastností prvky usporiadali. Dochádza k „voľnej“ formulácii periodického zákona. Realizácia tejto aktivity má za úlohu objasniť žiakom princípy usporiadania prvkov do systému prvkov.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **klasifikovať, interpretovať získané dáta a tvoriť zovšeobecnenia a závery**. Prostredníctvom pozorovaných, zistených vlastností prvkov žiaci vytvárajú skupiny prvkov s podobnými vlastnosťami. Triedeniu predchádza určenie možných kritérií, na základe ktorých by bolo možné prvky roztriediť. Pre určenie relevantných kritérií je potrebné, aby žiaci dokázali zo získanými informáciami efektívne pracovať a tieto dáta následne interpretovať. Keďže triedením prvkov vytvárajú žiaci systém, ktorý má svoje opodstatnenie a logiku, prichádzajú k vlastnej formulácii periodického zákona, čo je najvyššou úrovňou pri zovšeobecňovaní nadobudnutých poznatkov. Vlastným „vybudovaním“ periodického systému prvkov a vyslovením vlastnej „definície“ periodického zákona sú žiaci ďalej schopní používať periodickú tabuľku prvkov ako pomôcku, z ktorej vedia „vyčítať“ pre nich dôležité informácie o vlastnostiach aj im neznámych prvkov.

Aktivita **VPLYV TEPLoty NA RÝCHLOSŤ CHEMICKÝCH REAKCIÍ** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (1.)

Všetky látky okolo nás sú zložené z veľmi malých častíc.

Nosná myšlienka (1.10)

Chemické reakcie sa uskutočňujú rôznou rýchlosťou. Niektoré chemické deje prebiehajú rýchlo, napríklad pri výbuchu trhavín, iné pomaly, napríklad pri korózii. Rýchlosť chemických reakcií môžeme meniť. V súvislosti s energetickými javmi to realizujeme zmenou teploty alebo vplyvom katalyzátora.

(V doterajšom obsahu prezentovaná ako tradičná téma: Rýchlosť chemických reakcií.)

Didaktická sekvencia

1. Chemické reakcie sa uskutočňujú rôznou rýchlosťou.
2. Identifikovanie prejavov chemickej reakcie, ktoré naznačujú rýchlosť chemickej reakcie.
3. *Ovplyvňovanie rýchlosti chemickej reakcie.*
4. Uplatnenie poznatkov o rýchlosti chemickej reakcie v praktickom živote.

Ďalej je prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa. Aktivita je jednou z aktivít pre realizáciu tretieho kroku didaktickej sekvencie. Jej cieľom je prispieť k pochopeniu vplyvu zmeny teploty na rýchlosť chemických reakcií.

Prostredníctvom aktivity by si mali žiaci uvedomiť, akým spôsobom ovplyvňuje teplota rýchlosť reakcií. Žiaci pri aktivite prichádzajú do kontaktu s pojmami ako teplota, roztok, počet častíc, zrážka, kinetická energia častíc, účinná zrážka, rýchlosť reakcie. Aktivita posilňuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce (tvorba predpokladov, pozorovanie vlastností látok, pozorovanie a realizácia pokusu podľa daného postupu, zápis pozorovania do tabuľky, vysvetlenie pozorovania, zovšeobecnenie) a zručnosti (dodržiavanie pravidiel pri práci v laboratóriu, práca s odmerným valcom, práca s chemickými látkami, práca v skupine).

Aktivita vychádza z kontextu denného života žiaka, využíva predchádzajúce vedomosti o vlastnostiach látok, empiricky dokumentuje vyššie uvedené základné pojmy a je výraznou motiváciou pre realizáciu ďalších aktivít.

VPLYV TEPLoty NA RÝCHLOSŤ CHEMICKÝCH REAKCIÍ (pracovný list žiaka)

Príprava

Chemické reakcie prebiehajú rôznou rýchlosťou. Niektoré prebiehajú pomaly iné zas rýchlo. Čo ak ale potrebujeme, aby niektoré pomalé chemické reakcie prebiehali rýchlejšie a naopak rýchle chemické reakcie pomalšie? Vieme to zaradiť? Vieme rýchlosť chemických reakcií ovplyvniť? Akým spôsobom vieme ovplyvniť rýchlosť chemických reakcií?

Problém

Má teplota roztoku vplyv na rýchlosť chemických reakcií? Uskutočni pokus, ktorým dokážeš, či teplota ovplyvňuje rýchlosť chemických reakcií.

Pomôcky

3 menšie kadičky, 2 väčšie kadičky, lyžička, odmerný valec, váhy, hodinové sklíčko, teplomer, kahan, sieťka s keramickým dnom, ľad.

Chemikálie

ocot, sóda bikarbóna, voda

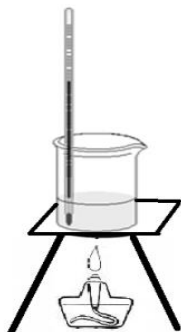
Pozoruj vlastnosti látok či roztokov, s ktorými budeme pracovať a zapíš ich do Tabuľky č. 1.

Tabuľka č. 1

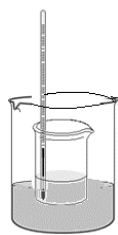
	skupenstvo	farba	zápach
ocot			
sóda bikarbóna			

Postup

1. Máš 3 menšie kadičky a do každej z nich nalej 50 ml octu.
2. Jednu kadičku daj do väčšej kadičky s vodou a zahrievaj ju 10 minút (Obr. 1).
3. Druhú kadičku vlož na 10 min. do veľkej kadičky so studenou vodou a ľadom (Obr. 2).
4. Tretiu kadičku nechaj položenú na stole (Obr. 3).
5. Do všetkých menších kadičiek s octom pridaj po 2 g sódy bikarbóny.
6. Pozoruj zmeny.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Ešte pred uskutočnením pokusu sa zamysli, čo sa bude diať. Ako rýchlo budú prebiehať reakcie v kadičkách? Budú prebiehať rovnakou rýchlosťou, alebo sa bude ich rýchlosť odlišovať?

Prečo si to myslíš?

Uskutočni pokus a výsledky pozorovania zaznamenaj do Tabuľky č. 2

Tabuľka č. 2

	kadička 1	kadička 2	kadička 3
po pridaní sódy bikarbóny do octu som pozoroval/-a			
intenzita vizuálneho prejavu			
rýchlosť reakcie voči ostatným			

Zhrnutie

1. Čo si pozoroval/-a po nasypaní sódy bikarbóny do roztoku octu?

2. Skús na základe pozorovania povedať, aký produkt vznikol pri reakcii sódy bikarbóny s octom.

3. Prebiehali chemické reakcie v kadičkách rovnakou alebo rôznou rýchlosťou?

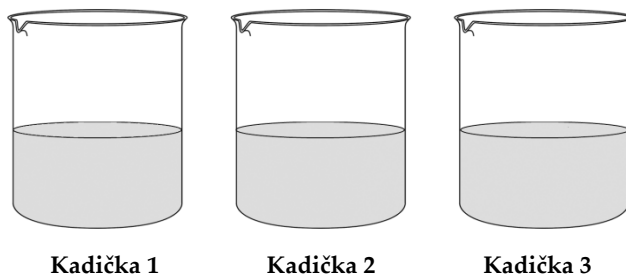
4. Porovnaj rýchlosť chemických reakcií vo všetkých kadičkách.

5. Na základe čoho si odhadol/-a rýchlosť prebiehajúcich reakcií?

6. Vysvetli, prečo reakcie v kadičkách prebiehali rovnakou alebo rôznou rýchlosťou.

7. Vysvetli vplyv zmeny teploty na úrovni častíc. Čo sa deje s časticami pri zmene teploty roztoku?

8. Nakresli do kadičiek situáciu zachytávajúcu rýchlosť chemických reakcií.



Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

VPLYV TEPLoty NA RÝCHLOSŤ CHEMICKÝCH REAKCIÍ

Kontext

Téma rýchlosť chemických reakcií je nepochybne jednou z najdôležitejších tém vo vyučovaní chémie na základných i stredných školách na Slovensku i v zahraničí. Žiaci sa v nej dozvedajú o základných chemických pojmoch, medzi ktoré patrí rýchlosť reakcie, faktory ovplyvňujúce rýchlosť reakcie, zrážková teória, účinná zrážka, katalyzátor, inhibítor, koncentrácia, plocha a i. Navyše poznatky, ktoré môžu žiaci získať z danej témy sú prínosné najmä v ich praktickom a každodennom živote – uskladňovanie potravín v chladničke, varenie v tlakových hrncoch, ochrana kovových materiálov pred koróziou, výroba anorganických a organických látok.

U žiakov sa tiež môžu objaviť ťažkosti v súvislosti s chápaním novej problematiky, teda čo je rýchlosť chemickej reakcie, akým spôsobom ovplyvňuje teplota rýchlosť chemických reakcií. Žiaci pracujú s pojmami teplo, teplota, kinetická energia častíc.

Cieľom aktivity je, aby si žiaci uvedomili, že chemické reakcie môžu prebiehať rôznou rýchlosťou. A tiež aby si uvedomili, že rýchlosť reakcie vieme ovplyvniť i zmenou rôznych podmienok. Napríklad i zmena teploty ovplyvňuje rýchlosť chemických reakcií.

Ciele

- Žiak má zrealizovať pokus na overenie vplyvu teploty roztoku na rýchlosť chemických reakcií.
- Žiak má vysvetliť, ako ovplyvňuje zmena teploty roztoku rýchlosť chemických reakcií.

Prerekvizity

Žiakom je známy obsah pojmov teplo, teplota, kinetická energia častíc, rýchlosť chemických reakcií, pomalá reakcia, rýchla reakcia, častica, roztok, zrážka, účinná zrážka, čas, vizuálny prejav chemickej reakcie, taktiež vedia uviesť konkrétne príklady pomalých i rýchlych reakcií. V danej aktivite sa pojmy upevňujú, konkretizujú a následne sa aplikujú do praktickej podoby.

Miskonceptie

Medzi miskonceptie, ktoré boli v didaktike chémie identifikované v súvislosti s pojmom „rýchlosť reakcie“ patria predovšetkým tieto žiacke tvrdenia:

- Rýchlosť reakcie je čas, ktorý reaktanty potrebujú na to, aby z nich vznikli produkty.
- Rýchlosť reakcie sa chápe ako množstvo látky, ktoré sa transformuje na produkty za jednotku času pri konštantnej teplote a koncentrácii.
- Rýchlosť reakcie je konštanta reakcie.
- Rýchlosť reakcie sa najprv zvyšuje na maximálnu hodnotu, potom zostane konštantná na tejto hodnote a následne sa zníži až na nulu.
- Rýchlosť reakcie sa znižuje na minimálnu hodnotu a potom zostáva na tejto hodnote konštantná.
- Rýchlosť reakcie sa rovná súčinu koncentrácií reagujúcich látok a produktov.

V súvislosti s vplyvom rôznych faktorov (teplota, koncentrácia, prítomnosť katalyzátora, veľkosť povrchu reaktantu, tlak) na rýchlosť chemických reakcií sa zistili tieto miskonceptie:

- Zväčšenie povrchu pevného reaktantu zvyšuje pravdepodobnosť zrážky rovnako ako kinetickej energie častíc.
- Pri zvýšení teploty je treba viac času na to, aby došlo k reakcii.
- Pri zvýšení teploty pri exotermickej reakcii dochádza k zvýšeniu rýchlosti priamej reakcie.
- Pri zvýšení teploty sa rýchlosť endotermickej reakcie zvyšuje, pričom rýchlosť exotermickej reakcie klesá.
- Zvýšenie teploty nemá žiadny vplyv na rýchlosť exotermickej reakcie.
- Pri rovnakej teplote sú rýchlosti exotermickej a endotermickej reakcie rovnaké.

- Exotermické reakcie prebiehajú rýchlejšie ako endotermické reakcie.
- Endotermické reakcie prebiehajú rýchlejšie ako exotermické reakcie.
- Pri zvýšení teploty dochádza k zvýšeniu aktivačnej energie.
- Zvýšením teploty dochádza k zníženiu aktivačnej energie.
- Katalyzátor je podľa študentov potrebný na iniciáciu reakcie.
- Katalyzátor zvyšuje výťažnosť produktov.
- Katalyzátor zvyšuje priemernú rýchlosť molekúl.
- Katalyzátor neovplyvňuje mechanizmus reakcie.
- Katalyzátor nereaguje s reaktantmi, alebo produktmi.
- Katalyzátor zvyšuje rýchlosť reakcie znížením kinetickej energie molekúl.
- Katalyzátor zvyšuje rýchlosť len priamych reakcií.
- Katalyzátor zvyšuje aktivačnú energiu reakcie.

Pojmy súvisiace s aktivačnou energiou tiež nie sú pre študentov ľahkou záležitosťou. Aktivačná energia je podľa niektorých študentov chápaná ako:

- Energia uvoľnená pri reakcii.
- Kinetická energia, ktorú majú molekuly reaktantu.
- Pri určitej hodnote aktivačnej energie je rýchlosť reakcie závislá na tom, či ide o jeden druh atómov alebo ide o multiatómy.
- Pre exotermické reakcie je aktivačná energia nižšia než pre endotermické reakcie.
- Pri reakciách s vyššou aktivačnou energiou je pravdepodobnosť zrážok medzi molekulami menšia.

Medzi problematické koncepty súvisiace s rýchlosťou chemickej reakcie možno zaradiť i identifikovanie rýchlost' určujúceho kroku a tiež poriadok reakcie. V tejto oblasti boli tiež u študentov zistené mylné predstavy:

- Ak pri chemickej reakcii vzniká viac ako jeden produkt, rýchlosť určujúci krok je rovnaký vo všetkých prípadoch.
- Reťazové reakcie nemajú rýchlosť určujúci krok.
- Zvýšením počiatočnej koncentrácie reaktantov sa zvýši alebo zníži rýchlosť reakcie.
- V rýchlostnej rovnici majú koncentračné výrazy exponenty, ktoré sa rovnajú príslušnému stechiometrickému koeficientu vo vyrovnannej chemickej rovnici.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

trojčlenné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, menšie kadičky (3 ks do skupiny), väčšie kadičky (2 ks do skupiny), odmerný valec, lyžička, kahan, ľad, váhy, hodinové sklíčko (3 ks do skupiny), ocot, sóda bikarbóna, voda

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- dbať na to, aby bolo zachované, že jedinou premennou bude rôzna teplota roztokov,
- dbať na zabezpečenie dostatočného rozdielu teplôt roztokov, aby bol dostatočne vidieť vplyv teploty na rýchlosť reakcií,
- aktivitu možno tiež uskutočniť ako „balónikový pokus“, no v tom prípade treba namiesto kadičiek použiť banky s úzkym hrdlom. Do balónika sa opatrne pomocou lievika nasype sóda bikarbóna a následne sa balónik navlečie na hrdlo banky tak, aby sa obsah balónika nevysypal do octu,
- v prípade nedostatku času alebo z iných dôvodov, si môže učiteľ vopred pripraviť teplý a vychladený roztok octu.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Chemické reakcie prebiehajú rôznou rýchlosťou. Niektoré prebiehajú pomaly iné zas rýchlo. Čo ak ale potrebujeme, aby niektoré pomalé chemické reakcie prebiehali rýchlejšie a naopak rýchle chemické reakcie pomalšie? Vieme to zariadiť? Vieme rýchlosť chemických reakcií ovplyvniť? Akým spôsobom vieme ovplyvniť rýchlosť chemických reakcií?

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „Príprava“.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Učiteľ rozdá žiakom pracovné listy. Žiaci majú uviesť svoj odhad, teda či teplota roztoku ovplyvňuje rýchlosť chemických reakcií. Žiaci si prečítajú zoznam pomôcok a chemikálií, ktoré budú potrebovať k danej aktivite. Učiteľ rozdá pomôcky i chemikálie.</p> <p>Žiaci pozorujú vlastnosti látok, s ktorými budú pracovať a zapisujú si ich do Tabuľky č. 1.</p> <p>Potom si žiaci prečítajú postup, čo majú robiť a vyslovia predpoklad, čo sa stane po nasypaní sódy bikarbóny do octu a či reakcie v kadičkách budú prebiehať rovnakou rýchlosťou.</p> <p>Následne žiaci uskutočnia pokus podľa postupu a výsledky pozorovania si zapisujú do Tabuľky č. 2.</p> <p>Učiteľ dáva pozor a usmerňuje prácu žiakov. Po realizácii pokusu žiaci určia rýchlosť reakcií.</p> <p>Nasleduje zhrnutie, kde si žiaci upevňujú svoje vedomosti a využívajú svoje pozorovania na vytvorenie odpovedí.</p> <p>Učiteľ žiakom premietne prezentáciu, v ktorej je zobrazené, ako sa pohybujú častice v roztokoch s rôznou teplotou.</p> <p>Na záver sa učiteľ pýta žiakov k čomu dospeli, čo pozorovali, v ktorej kadičke prebiehala reakcia najrýchlejšie atď.</p> <p>Následne žiaci umyjú pomôcky a dajú do poriadku laboratórium či učebňu.</p>	<p>Vlastnosti: ocot – kvapalné skupenstvo, žltohnedá farba, charakteristický zápach; sóda bikarbóna – tuhé skupenstvo, biela farba, bez zápachu.</p> <p>Žiaci by na základe skúseností mali predpovedať, že pri reakcii vzniknú bublinky, šumenie. Tiež by mohli predpovedať, že v kadičke 2 bude prebiehať reakcia najpomalšie a v kadičke 1 najrýchlejšie.</p> <p>Výsledky pozorovania pokusu: po pridaní sódy bikarbóny do octu som pozoroval vo všetkých kadičkách vznik bubliniek, šumenie; v kadičke 1 bola intenzita bubliniek najväčšia, v kadičke 2 najmenšia; v kadičke 1 bola reakcia najrýchlejšia, v kadičke 2 najpomalšia.</p> <p>Zhrnutie: 1. Pozoroval som bublinky, šumenie. 2. Keďže vznikali bublinky, vytvoril sa plyn – oxid uhličitý. 3. Chemické reakcie prebiehali rôznou rýchlosťou. 4. V kadičke 1 prebiehala chemická reakcia najrýchlejšie, v kadičke 2 najpomalšie a v kadičke 3 niečo medzi týmito dvoma kadičkami. 5. Rýchlosť reakcie som odhadol na základe intenzity vzniku bubliniek v kadičkách. 6. Reakcie prebiehali rôznou rýchlosťou, pretože v kadičkách boli roztoky, ktoré mali rôznu teplotu. 7. Áno. 8. V roztokoch s rôznou teplotou sa pohybujú častice rôzne rýchlo. V teplejšom roztoku sa pohybujú rýchlejšie, v chladnejšom roztoku sa pohybujú po-</p>

	<p>malšie. Ak sa častice pohybujú rýchlejšie, častejšie do seba narážajú, dochádza teda k častejším účinným zrážkam a reakcia je preto rýchlejšia. Ak sa častice pohybujú pomalšie, dochádza medzi nimi k menšiemu počtu zrážok a reakcia je preto pomalšia.</p> <p>9. Žiaci by mali do všetkých kadičiek nakresliť rovnaké množstvo častíc, pretože teplota neovplyvňuje množstvo častíc.</p>
--	--

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je spoznať vplyv teploty na rýchlosť chemickej reakcie. Súčasne si musia uvedomiť, že rýchlosť chemickej reakcie možno sprostredkovanou odhadnúť na základe makroskopických prejavov – v tomto prípade na základe intenzity tvorby bubliniek vznikajúceho plynného produktu reakcie. Žiaci sa utvrdia v ponímaní rýchlosti chemickej reakcie ako zmeny koncentrácie za jednotku času. Súčasne sa utvrdia v chápaní makroskopickej reprezentácie chemickej reakcie ako premeny východiskových látok na reakčné produkty a tiež si lepšie uvedomia submikroskopickú reprezentáciu chemickej reakcie – ako účinné zrážky častíc tvoriacich východiskové látky, pri ktorých dochádza k zániku starých väzieb a vzniku nových väzieb, a teda premene východiskových látok na reakčné produkty. Žiaci sú nútení pracovať s konceptom teploty ako miery kinetickej energie neusporiadaného pohybu častíc, ktorú získali na hodinách fyziky.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

U žiakov sa v daných aktivitách rozvíjajú spôsobilosti **pozorovať, klasifikovať a merať**. Prostredníctvom zrealizovaných pokusov zrealizujú semikvantitatívne pozorovanie. Žiak si musí uvedomiť, aké kroky (operácie) musí vykonať, aby dokázal prostredníctvom empirickej skúsenosti podporiť alebo vyvrátiť svoju hypotézu – za väčšej teploty sa chemické reakcie uskutočňujú s väčšou rýchlosťou. Na základe svojich zaznamenaných údajov z vykonanej aktivity sú žiaci schopní interpretovať získané dáta a následne tvoriť závery a zovšeobecnenia o vplyve teploty na rýchlosť chemickej reakcie. Tým sa vytvára priestor na hľadanie príčin pozorovaných rozdielov, predpokladanie ich príčin a vyvodenie záverov a zovšeobecnení. Pri vyššej teplote majú častice reaktantov vyššiu kinetickú energiu a preto dochádza k väčšiemu počtu účinných zrážok. Za jednotku času sa na produkty zmení väčšie množstvo východiskových látok v jednotkovom objeme. Alebo inak, zmena koncentrácie za jednotku času je väčšia, teda väčšia je rýchlosť chemickej reakcie. V neposlednom rade sa u žiakov tiež rozvíja spôsobilosť pracovať podľa návodu a zaznamenávať pozorovania do protokolu.

Aktivita **SKÚMAJME SVETLO** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (2.)

Telesá môžu ovplyvňovať iné telesá na diaľku.

Nosná myšlienka (2.3)

Svetlo k nám prichádza zo Slnka, z hviezd ako napr. z hviezdy Sírirus, a tiež zo zdrojov v našej blízkosti, ako napr. z horiacej sviečky alebo z rozsvietenej žiarovky.

(V doterajšom obsahu je prezentovaná ako tradičná téma: Zdroje svetla, odrazené, prepustené a absorbované svetlo.)

Didaktická sekvencia

1. *Získavanie empirických skúseností s prácou so zdrojmi svetla a s osvetlenými predmetmi. Práca s jednotkou osvetlenia lux.*
2. Pojmové vymedzenie svetla, zdroja svetla, osvetleného povrchu, svetla prepusteného priehľadným telesom.
3. Svetlo sa šíri veľkou rýchlosťou, 300 km prejde za milisekundu a napr. z hviezdy Dubhe v súhvezdí Veľká medvedica (Veľký voz) sa k nám dostane za 124 rokov. Veľkú časť informácií, ktoré máme o objektoch mimo Zeme, máme na základe skúmania svetla, ktoré z nich pochádza.

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou prvého kroku didaktickej sekvencie. Jej cieľom je rozlíšiť pojmy bežného jazyka a odborného termínu „svetlo“, „osvetlenie“ a tiež prispieť k vedomému bezpečnému správaniu sa žiakov v prostredí so zvýšeným nebezpečenstvom, napríklad v cestnej premávke.

Aktivita je pojmovo priemerne sýtená a realizovanými činnosťami sa posilňujú viaceré spôsobilosti vedeckej práce, zručnosti súvisiace so špecifickými činnosťami ako meranie fyzikálnej veličiny, manipulácia s predmetmi v rámci plánovania a realizácie kvalitatívnych experimentov. Napokon práca prináša praktické poznatky súvisiace s osvetlením predmetov v bežnom okolí žiakov.

Aktivita vychádza z kontextu denného života žiaka, využíva predchádzajúce vedomosti o vlastnostiach svetla, empiricky dokumentuje základné pojmy a má potenciál smerovať pozornosť žiakov pre realizáciu ďalších aktivít, najmä grafického zobrazovania závislosti fyzikálnej veličiny od času alebo od vzdialenosti.

SKÚMAJME SVETLO (pracovný list žiaka)

Príprava

Svetlo je všade okolo nás. Väčšina svetla, ktoré vnímame, vzniká na Slnku. Slnko svieti a osvetľuje časť Zeme, ktorá je práve k Slnku otočená. Slnko tiež osvetľuje oblohu, ktorá zabezpečuje, že cez deň k nám smeruje svetlo nielen priamo zo Slnka, ale aj z oblohy. Časť svetla, ktoré vnímame, vzniká v iných zdrojoch svetla. Takými zdrojmi svetla sú napríklad rôzne typy žiaroviek o osvetľovacích telesách, oheň v krbe, blesk počas búrky, hviezdy na oblohe.

Problém 1

Najskôr sa podme venovať porovnávaniu osvetlenia nášho oka od rôznych zdrojov svetla a od rôznych predmetov, ktoré svetlo odrážajú. Budeme sa venovať meraniu svetla. Použijeme senzor osvetlenia.

Vymenujme 5 telies, od ktorých sa svetlo dostáva do nášho oka. Rozlišujme zdroje svetla a telesá osvetlené. Svetlo z osvetlených telies sa do nášho oka dostáva ako svetlo od týchto telies odrazené. Vybrané telesá zapíšme do Tabuľky č. 1 a určíme, ako veľmi tieto telesá osvetľujú naše oko. Jeden príklad sme už do tabuľky vložili.

Pre vyjadrenie veľkosti osvetlenia použijeme stupnicu:

- **veľmi veľké** osvetlenie (ako od Slnka za jasného počasia napoludnie),
- **veľké** osvetlenie (ako od výkonnej žiarovky v jej tesnej blízkosti),
- **príjemné** osvetlenie (ako v miestnosti, v ktorej môžeme pohodlne čítať knihu),
- **malé** osvetlenie (ako za šera, keď je čítanie knihy nepohodlné, ale v miestnosti sa pohybujeme bezpečne),
- **veľmi malé** osvetlenie (ako v noci, keď takmer nič nevidíme).

Tabuľka č. 1

Teleso	zdroj svetla/ osvetlené teleso	veľkosť osvetlenia (kvalitatívne)
<i>pracovná doska stola osvetleného stolnou lampou</i>	<i>osvetlené</i>	<i>príjemné</i>

Pomôcky

Interfejs MoLab, senzor osvetlenia, pásmové meradlo, ďalšie bežné vybavenie školského laboratória

Postup

1. Zapneme MoLab a pripojíme k nemu senzor osvetlenia, na obrazovke si zobrazíme meranú hodnotu osvetlenia.



Obr. MoLab so senzorm osvetlenia

2. Všimnime si, kde je „oko“ senzora – teda ktorá časť senzora zaznamenáva veľkosť osvetlenia. Senzorom pohybujeme, otáčajme ho, zakrývame ho a sledujeme údaj na obrazovke MoLab-u. Prezrime si obrazovku MoLab-u a určíme, v akých jednotkách senzor meria veľkosť osvetlenia.
Senzor osvetlenia meria v jednotkách ktoré zapisujeme skratkou _____.
3. Zmerajme osvetlenie pracovnej dosky stola. Položme senzor na stôl. Nameranú hodnotu zapíšme do nasledujúcej vety:
Osvetlenie pracovnej dosky stola je _____ lux.
4. Senzor zakryme listom papiera. Nameranú hodnotu osvetlenia zapíšme do nasledujúcej vety:
Osvetlenie pracovnej dosky stola po zakrytí listom papiera je _____ lux.
5. Vezmime si stolnú lampu, jej svetlo namierme na pracovnú dosku stola. Dokončíme nasledujúce dve vety:
Osvetlenie senzora, keď je namierený na žiarovku stolnej lampy je _____ lux.
Osvetlenie senzora, keď je namierený na pracovnú dosku stola je _____ lux.
6. Vezmime si ďalšie zdroje svetla (napríklad horiacu sviečku, baterku) a ďalšie osvetlené povrchy (napr. oblohu, dosky rôznych farieb, dosky vo rôznej vzdialenosti od stolnej lampy, reflexný pásik) a odmerajme veľkosť osvetlenia, ktoré vytvárajú v blízkosti nášho oka. Senzor vždy otočme smerom ku zdroju (nie šikmo, ale tak, aby zaznamenal najväčšie možné osvetlenie). Namerané údaje zapíšme do Tabuľky č. 2.

UPOZORNENIE: Nedívejme sa priamo do silných zdrojov svetla. Nikdy sa nedívejme priamo na Slnko ani priamo na silne svietiacu žiarovku. Priamo na Slnko sa nedívejme ani s použitím slnečných okuliarov.

Tabuľka č. 2

Teleso	zdroj svetla/ osvetlené teleso	osvetlenie (lux), (bod 4. postupu)	osvetlenie (lux), (bod 5. postupu)
Pracovná doska stola osvetleného stolnou lampou vo výške ___ cm od pracovnej dosky	osvetlené		
Lampa vo vzdialenosti ___ cm	zdroj		

7. Pravdepodobne sme pre osvetlenie od veľmi žiarivých telies namerali hodnotu osvetlenia rovnakú, okolo 65 000 lux. Použitý senzor osvetlenia má tri meracie rozsahy:

- prvý rozsah do 1 500 lux,
- druhý rozsah do 15 000 lux (ideálny pre merania od 1 200 lux po 12 000 lux)
- tretí rozsah do 150 000 lux (ideálny pre merania nad 12 000 lux).

Premerajme údaje v Tabuľke č. 2 ešte raz, pri každom meraní použijeme optimálny merací rozsah.

8. V Tabuľke č. 3 k stupnici z úvodu tejto aktivity doplníme orientačné hodnoty osvetlenia:

Tabuľka č. 3

Kvalitatívne určenie veľkosti osvetlenia	Orientačná hodnota osvetlenia (lux)
veľmi veľké osvetlenie (ako od Slnka za jasného počasia napoludnie),	
veľké osvetlenie (ako od výkonnej žiarovky v jej tesnej blízkosti),	
príjemné osvetlenie (ako v miestnosti, v ktorej môžeme pohodlne čítať knihu),	
nízke osvetlenie (ako za šera, keď je čítanie knihy nepohodlné, ale v miestnosti sa pohybujeme bezpečne),	
veľmi nízke osvetlenie (ako v noci, keď takmer nič nevidíme).	

Zhrnutie

Údaje z našich meraní porovnajme s hodnotami z bežných zdrojov informácií (Tabuľka č. 4).

Tabuľka č. 4

Zdroj svetla	Osvetlenie týmto zdrojom vytvárané (lux)
<i>Priame svetlo zo Slnka pri jasnom počasí napoludnie</i>	<i>31 000 až 130 000</i>
<i>Denné svetlo pri jasnom počasí vonku, nie priame slnečné svetlo</i>	<i>10 000 až 25 000</i>
<i>Denné svetlo pri zamračenom počasí</i>	<i>300 až 5000</i>
<i>Pracovné priestory bez okien určené pre dlhodobú prácu</i>	<i>1500 až 1700</i>
<i>Kancelária, školská trieda</i>	<i>300 až 500</i>
<i>Chodby v budovách, sklady</i>	<i>50 až 200</i>
<i>Spln Mesiaca</i>	<i>0,5</i>

Moje poznámky:

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

SKÚMAJME SVETLO

Kontext

Medzi základné javy s ktorými sa dieťa stretáva patria javy súvisiace so svetlom. Dieťa vníma pojmy ako šero, dobré svetlo, silné svetlo, ochrana pred priamym slnečným žiarením. Vníma tiež jednotlivé farby svetla. Denne používa viaceré prirodzené i umelé zdroje svetla. Niektoré deti vo veku žiakov 6. ročníka vnímajú žiarovky podľa spôsobu vzniku svetla (LED zdroje, úsporné žiarivky, vláknové žiarovky).

Žiaci v tomto veku bežne pracujú s niektorými fyzikálnymi veličinami a s ich jednotkami, najmä s veličinami teplota, čas, hmotnosť. Aktivita prepája tieto dve oblasti žiackeho poznania a prináša kvantifikáciu pojmu svetlo – smerom k budovaniu pojmu osvetlenie. Tento pojem môžeme ďalej využívať pri budovaní pojmov súvisiacich napr. s fotosyntézou a konceptov intenzívnych veličín (tlak, hustota). Samotný pojem osvetlenie a jednotku lux v tejto aktivite používame ako kontext pre rozvíjanie spôsobilostí vedeckej práce žiakov. V ďalšom vyučovaní na pojmoch osvetlenie a lux stavíme až vo vyšších ročníkoch, keď žiaci zvládnu koncept guľovej plochy a v súvislosti s pojmom svetlo zavedieme pojem svietivosť.

Na tomto mieste sa venujeme rozdielu medzi radiometrickými a fotometrickými veličinami iba na intuitívnej úrovni. Venujeme sa svetlu, teda žiareniu, ktoré vyvoláva v našom oku vnem. Iným typom žiarenia sa budeme venovať napríklad pri výmene tepla žiarením.

Ciele

- Žiak má zistiť, že svetlo je možné merať.
- Žiak má vedieť odhadnúť veľkosť osvetlenia svojej tváre od rôznych zdrojov svetla a tiež rozhodnúť veľkosť osvetlenia, ktoré je príliš veľké, nepríjemné, prípadne až nebezpečné pre naše oko.
- Žiak je schopný vysvetliť, prečo svetlo odrazené od drsného povrchu osvetľuje našu tvár výrazne menej, než svetlo dopadajúce na tvár priamo od zdroja svetla.

Prerekvizity

- Žiakom je známy obsah pojmov jednotka fyzikálnej veličiny, vie pracovať s číslami nad 1000.
- Žiaci vedia zapnúť MoLab, pripojiť k nemu senzor a zobraziť meranú hodnotu.

Miskoncepce

- Žiaci si s pojmom videnie nespájajú svetlo dopadajúce do nášho oka.
- Žiaci vnímajú osvetlenie ako teplotu, neuvedomujú si, že svetlo dopadajúce do oka z rôznych zdrojov sa sčítuje.
- Žiaci si predstavujú, že dvojnásobné osvetlenie znamená dvakrát lepšie videnie predmetu, z ktorého nám svetlo do oka dopadá, vidia tu priamu úmeru.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

3-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, interfejs MoLab so senzorom osvetlenia (alebo MoLab so senzorom osvetlenia), rôzne zdroje svetla – prenosné baterky, sviečka, farebné papiere (pre odrazené svetlo), farebné fólie (pre prepustené svetlo), reflexné predmety a pásiky používané v cestnej premávke, slnečné okuliare, pásmové meradlo pre meranie vzdialenosti od zdroja svetla

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Žiakov je potrebné sledovať a upozorňovať, aby sa nedívali priamo do intenzívnych zdrojov svetla.
- Prepínanie medzi meracími rozsahmi senzora osvetlenia žiakom ukážeme.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Svetlo je všade okolo nás. Väčšina svetla, ktoré vnímame, vzniká na Slnku. Slnko svieti a osvetľuje časť Zeme, ktorá je práve k Slnku otočená. Slnko tiež osvetľuje oblohu, ktorá zabezpečuje, že cez deň k nám smeruje svetlo nielen priamo zo Slnka, ale aj z oblohy. Časť svetla, ktoré vnímame, vzniká v iných zdrojoch svetla. Takýmito zdrojmi svetla sú napríklad rôzne typy žiaroviek o osvetľovacích telesách, oheň v krbe, blesk počas búrky, hviezdy na oblohe.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy *svetlo, osvetľuje, svetlo vnímame, zdroje svetla*. Na tomto mieste neodporúčame viesť diskusiu, radšej upútať pozornosť žiakov monológom obsahujúcim viac faktov súvisiacich so svetlom, najmä takých, ktoré býva obsahom prvouky a prírodovedy.

Postup aktivity a metodické poznámky

ČINNOSŤ	METODICKÉ POZNÁMKY
Žiakom je na začiatku aktivity povedaný (alebo prečítaný) úvodný text o svetle.	Úvodný text smeruje pozornosť žiakov na pojmy <i>svetlo, osvetľuje, svetlo vnímame, zdroje svetla</i>
Po prerozprávaní textu smerujúcu pozornosť žiakov predostrieme ústredný problém tejto hodiny: <i>Najskôr sa podme venovať porovnávaniu osvetlenia nášho oka od rôznych zdrojov svetla a od rôznych predmetov, ktoré svetlo odrážajú. Budeme sa venovať meraniu svetla. Použijeme senzor osvetlenia.</i>	Vnímame, či niektorí zo žiakov reagujú na pojem osvetlenie.
Žiakov sa spýtame, či poznajú fyzikálnu veličinu osvetlenie a jednotku tejto fyzikálnej veličiny.	Zvyčajne sa nenájde žiaden žiak, ktorý túto veličinu pozná. Výnimočne sa môže nájsť žiak, ktorý sa venuje teoretickým základom fotografovania a s touto veličinou sa už stretol.
Žiakov necháme, nech vytvoria trojice. Do každej trojice dáme jeden pracovný list. Skupiny žiakov necháme vyplniť Tabuľku č. 1.	Žiakov vedieme k tomu, že rozdelenie veľkosti veličiny s neznámou jednotkou a neznámym spôsobom merania kvalitatívnych stupňov je celkom normálny, bežný prírodovedný postup. Zdôrazňujeme úlohu „príkladu“ v každom z kvalitatívnych stupňov.
Skupinám rozdáme MoLab-y, senzory osvetlenia a prepojovacie káblíky.	Môžeme použiť aj MoLab-y so senzormi osvetlenia. Realizácia interfejsom bez obrazovky, pripojeným k notebooku alebo k tabletu neprinesie optimálny prínos, avšak je realizovateľná. Realizácia zariadením, v ktorom je senzor osvetlenia zabudovaný, neprinesie plánovaný prínos.
Skupiny žiakov samostatne zrealizujú body 2. až 5. postupu z pracovného listu.	Zapájame sa do práce skupín, podporujeme túto prácu, kladieme podrobnejšie otázky smerujúce po-

<p>Ukončíme skupinovú prácu. Pracovné listy skopírujeme tak, aby mal svoju kópiu každý žiak zo skupiny. Žiaci pokračujú v práci samostatne. Diskutujeme o výsledkoch získaných jednotlivými skupinami. Diskusiu ukončíme 8 min pred plánovaným koncom aktivity. Žiaci samostatne realizujú bod 6. postupu z pracovného listu.</p>	<p>zornosť žiakov na jednotlivé zdroje svetla, osvetlené povrchy a na detaily merania.</p> <p>Skupinám žiakov ukážeme postup pri zmene meracieho rozsahu senzora.</p> <p>Záverečných 5 minút venujeme zhrnutiu, porovnaniu získaných výsledkov s hodnotami uvedenými v závere pracovného listu.</p>
---	---

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je použiť kvalitatívny 5-stupňovú škálu osvetlenia, následne merať osvetlenie prístrojom ktorý meria hodnotu kvantitatívne s istou jednotkou a v závere priradiť orientačné kvantitatívne hodnoty kvantitatívnym stupňom používaným v úvode aktivity.

Úlohou žiakov je tiež vybrať rôznorodé zdroje svetla a osvetlené povrchy a diskutovať o tom, ktoré z telies vytvárajú aké osvetlenie na senzore (na našej tvári, na našom oku).

Nepriamo vedieme žiakov tiež k pojmom kolmice, kolmý dopad svetla (na senzor), lúč svetla.

Posilňovanie relevantných spôsobilosti vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať, klasifikovať a merať**. Prostredníctvom senzora a interfejsu merajú hodnotu dovedy iba intuitívne známej fyzikálnej veličiny. Rozvíjajú svoje zručnosti v práci s interfejsom, v práci so zdrojmi svetla, s ďalším materiálom. Rozvíjajú svoje spôsobilosti precízne zaznamenať situáciu stručným slovným vyjadrením a zápisom takýchto vyjadrení do tabuľky.

Aktivita **SKÚMAME ZVUK** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (2.)

Telesá môžu ovplyvňovať iné telesá na diaľku.

Nosná myšlienka (2.9)

Zvuk dokážeme zobrazit', grafom závislosti „zvuku“ od času.

(V doterajšom obsahu prezentovaná ako tradičná téma: Zvuk a jeho vlastnosti, nezaraďená v ŠVP ISCED 2.)

Didaktická sekvencia

1. *Skúmanie zvuku, ako je zvuk hlasný, akú má zvuk výšku, propedeutika amplitúdy a frekvencie periodických dejov. Prvá informácia o hlasitosti v decibeloch.*
2. Vytváranie zvuku, tlesknutie, hláska, zvuk píšťaly, zvuk gitarovej struny
3. Podrobnejšie skúmanie hlasitosti, výsledná hlasitosť od dvoch a troch rovnakých zdrojov zvuku. Tlmenie zvuku, ochrana sluchu.

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou prvého kroku didaktickej sekvencie. Jej cieľom je spresniť pojmy bežného jazyka a odborného termínu: „zvuk“, „hláska“, „hluk“. Aktivita je propedeutikou k pojmom frekvencia a amplitúda signálu. Smeruje k získaniu základných skúseností s veličinou frekvencia, s jednotkou Hz, s pojmom hlasitosť a s jednotkou dB.

Aktivita realizovanými činnosťami posilňuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce, prácu s meracím prístrojom, prácu s grafom. Činnosť prináša žiakom praktické vedomosti súvisiace princípom vzniku zvuku a s ochranou pred hlukom.

Aktivita vychádza z kontextu denného života žiaka, využíva predchádzajúce vedomosti o zvuku, empiricky dokumentuje základné pojmy a jej cieľom je prispieť k rozvoju schopností žiaka pre ďalšie bádanie.

SKÚMAME ZVUK (pracovný list žiaka)

Príprava

Zvuk je základom našej komunikácie, zvukom komunikujeme s dieťaťom ešte skôr, než vie čítať. Sluchom často pozorujeme vtákov skrytých v korunách stromov. Radi počúvame obľúbenú hudbu. Dokonca, niekedy hudba ovplyvňuje aj to, ako sa pohybujeme – toto tvrdenie sa týka najmä tých, čo radi tancujú. Netešíme sa, ak dlhšie musíme byť v prostredí s veľkým hlukom, dávame si ochranné slúchadlá.

Problém

V tejto aktivite budeme skúmať niektoré vlastnosti zvuku z rôznych zdrojov zvuku.

Pomôcky

Interfejs VinciLab, senzor zvuku, kovová ladička, bežné vybavenie školského laboratória

Postup

1. Vezmime si nasledujúce telesá: ohybné dlhé pravítko, hračkársky bubon, učebnú pomôcku – kovovú ladičku, gumený pás dlhý viac než 0,5 m, skúmavku. Pomocou každej s týchto telies vytvoríme zvuk. Do Tabuľky č. 1 zapíšme svoj predpoklad o tom, akým spôsobom v jednotlivých prípadoch vniká zvuk.

Tabuľka č. 1

Zdroj zvuku	Predpoklad o tom, akým spôsobom vzniká zvuk
<i>Pravítko uchytené na hrane stola, druhý koniec potlačíme dolu a pustíme</i>	
<i>Bubon – klepneme ja jeho membránu</i>	
<i>Kovová ladička – klepneme na jej koniec ceruzkou tak, aby sa rozozvučala</i>	
<i>Natiahnutý gumený pás – brkneme na jeho stred tak, aby sa rozozvučal</i>	
<i>Fúkame do skúmavky tak, aby sa rozozvučala</i>	



Obr. VinciLab so senzorom zvuku, merací rozsah v decibeloch

2. K VinciLab-u pripojme senzor zvuku, použijeme prednastavený merací rozsah v jednotkách Pa. Dobu merania nastavme na 10 s, počet meraní za sekundu na 10 000. Zobrazme graf.
3. Spustíme meranie a tleskneme rukami. Pozorujeme, ako sa tlesknutie prejaví na grafe.

4. Prstom na obrazovke si vyberme tú časť grafu, ktorá odpovedá tlesknutiu. Všímajme si tvar grafu. Klepnutím na symbol lupa graf opäť zobrazme celý priebeh grafu. Priblíženie vybranej časti grafu si vyskúšajme viackrát.

Zakreslime približný tvar grafu závislosti zvuku od času pri vhodnom priblížení.

5. Podobne, ako v bodoch postupu 3 a 4, skúmame zvuk z rôznych zdrojov.

Pri vhodnom priblížení majú zvuky rôznych telies približne takého tvaru:

Opis telesa	Tvar vydávaného zvuku
<p><i>Kovová ladička s rezonátorom, po klepnutí ceruzkou.</i></p>	

6. Podrobne preskúmame zvuk vydávaný kovovou ladičkou. Rozozvučme ju a zaznamenajme jej zvuk. Voľbou na grafe Spracuj/Analyzuj, Analýza signálu, klepnutím na Spektrum si zobrazme graf závislosti zvuku od frekvencie. Pohľadom na graf odhadnime frekvenciu zvuku použitej kovovej ladičky.

Použitá ladička vydávala zvuk s frekvenciou _____ Hz.

7. Diskutujeme o frekvenciách zvuku. Najčastejšie spomínanou frekvenciou zvuku v hudbe je 440 Hz. Aký zvuk odpovedá tejto frekvencii? Vypočujme si pískanie inými frekvenciami, ako zdroj zvuku použijeme počítačový program a počítač s reproduktormi.

Poznámky z diskusie:

8. Ďalšou dôležitou vlastnosťou zvuku je jeho hlasitosť. Jednotkou úrovne hlasitosti je decibel, označuje sa značkou dB. Vo VinciLab-e si zmeňme rozsah použitého senzora zvuku, nastavme ho na meranie úrovne hlasitosti. Odmerajme úroveň hlasitosti v triede.

Hladina hluku (hlasitosti) v triede počas bežnej činnosti bola _____ dB.

9. Vyskúšajme vytvoriť v triede vysokú úroveň hlasitosti, a to tak, že všetci krátko zatlieskame. Nebudeme kričať, hučať, dupať, ani búchať do iných predmetov. Budeme iba trieskať rukami, začneme a skončíme podľa inštrukcií vedúceho tejto aktivity.

Počas tieskania bola úroveň hluku v triede _____ dB.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

SKÚMAME ZVUK

Kontext

Zvuk sa v bežnom živote žiakov šiesteho ročníka často spomína v súvislosti s hudbou a s hlukom. Pri hudbe hovoríme o tónoch, o výške tónu. Pri speve a pri niektorých hudobných nástrojoch spomínáme rozsah tónov, ktoré je schopný jednotliviec zaspievať, prípadne hudobný nástroj zahrať. V bežnom živote šiestakov sa nezvykne hovoriť o harmonickom signáli ani o vyšších harmonických frekvenciách, hovoríme iba o farbe zvuku.

Ciele

- Žiak má zistiť, že zvuk je periodická zmena tlaku vzduchu, ktorá sa dá opísať veličinami frekvencia a amplitúda. Ide o propedeutiku zavádzania týchto pojmov, teda používame ich voľne, bez predchádzajúceho definovania.
- Žiak má zakresliť priebeh pomerne komplikovaných grafov, pričom má byť schopný zachytiť podstatné vlastnosti grafov.
- Žiak má získať prvotné skúsenosti s veličinou hlasitosť a s jednotkou decibel.

Prerekvizity

Žiak je schopný zapnúť VinciLab, pripojiť k nemu senzor, zapnúť zobrazovania hodnoty veličiny a zobrazovanie grafu závislosti meranej veličiny od času. V tejto aktivite sa rozširujú schopnosti žiakov pracovať zo zobrazením grafu, najmä výber časti grafu pre zobrazenie.

Miskonceptie

- Žiaci vnímajú ustálený zvuk ako niečo konštantné, nespájajú si konštantnosť zvuku s konštantnosťou periodickej zmeny.
- Pri dvoch rovnakých zdrojoch zvuku žiaci očakávajú dvojnásobnú hlasitosť.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

3-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, Interfejs VinciLab, senzor zvuku, kovová ladička, ohybné dlhé pravítko, hračkársky bubon, gumený pás dlhý viac než 0,5 m, skúmavky s rôznymi dĺžkami, bežné vybavenie školského laboratória

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Počas práce v skupinách sa skupiny žiakov zvyčajne dohodnú, že počas merania jednej skupiny zachovávajú zvyšné skupiny ticho. Tieto merania trvajú iba niekoľko sekúnd, teda takáto vzájomná synchronizácia nenarušuje činnosť. Pokiaľ takáto synchronizácia nenastane, je vhodné iniciovať ju učiteľom.

- Počas merania vysokej úrovne hlasitosti môže trieda rušiť okolie. Túto časť aktivity odporúčame zamerať práve na rozvoj ekologického myslenia. Tiež odporúčame zachovať pomerne presné definovanie zdroja hluku, teda tleskanie rukami, bez ďalších zdrojov, napr. bez dupania nohami, bez hučania.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Zvuk je základom našej komunikácie, zvukom komunikujeme s dieťaťom ešte skôr, než vie čítať. Sluchom často pozorujeme vtákov skrytých v korunách stromov. Radi počúvame obľúbenú hudbu. Dokonca, niekedy hudba ovplyvňuje aj to, ako sa pohybujeme – toto tvrdenie sa týka najmä tých, čo radi tancujú. Netešíme sa, ak dlhšie musíme byť v prostredí s veľkým hlukom, dávame si ochranné slúchadlá.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy komunikácia, čítanie, počúvanie, pozorovanie sluchom, hudba, tanec, hluk, ochrana sluchu, slúchadlá. Očakávame, že každý žiak sa s každým z uvedených pojmov už stretol, napriek tomu je potrebné o každom z týchto pojmov počas aktivity v krátkosti diskutovať.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci na začiatku hodiny učiteľ prerozpráva úvodný text smerujúci pozornosť žiakov. Formou smerujúcich otázok otvára krátke diskusie k pojmom komunikácia, čítanie, počúvanie, pozorovanie sluchom, hudba, tanec, hluk, ochrana sluchu, slúchadlá.</p> <p>Vytvoríme 3 členné skupiny žiakov. Zrealizujeme bod postupu č. 1.</p> <p>Po realizácii bodu 1. postupu krátko zhrnieme, že v predpokladoch o tom, ako vzniká zvuk sa často nachádzajú slová ako <i>kmitá, vibruje, chveje sa</i>. Pristúpime k bodom 2. a 3. postupu.</p> <p>Zrealizujeme bod 4. postupu.</p> <p>Zrealizujeme bod 5. postupu. Žiaci stále pracujú v skupinách, skupiny pracujú prevažne samostatne.</p> <p>Zrealizujeme bod 6. postupu. Ak niektorý zo žiakov spomenie, že 440 Hz odpovedá komornému „a“, tento poznatok zvýrazníme. Zvýrazníme pozorovaný jav, že vyšším frekvenciám odpovedá väčšia výška tónu.</p>	<p>Aktivita je pomerne náročná na dodržiavanie času určeného pre jednotlivé čiastkové činnosti. Neodporúčame aktivity rozdeliť na viac aktivít. Tiež neodporúčame aktivite venovať viac než 45 min. Aktivita je pripravená tak, aby prepájala vlastnosti zvuku a je určená predovšetkým pre propedeutiku zavádzania viacerých pojmov. Viaceré činnosti v tejto aktivite žiaci realizujú intuitívne.</p> <p>Žiakov vedieme k zápisu myšlienok, ktoré im napadnú veľmi rýchlo. Upozorníme ich, že toto je iba prvý bod postupu a nie je to práca na viac než 5 min.</p> <p>Počas písania si pozeráme, čo žiaci píšú. Prechádzajúc pomedzi skupiny žiakov sa zapájame do činnosti skupín. Dbáme na to, aby jediným zdrojom zvuku bolo tlesknutie. Skupinám pomáhame pri výbere časti grafu vhodnej na zakreslenie – od začiatku tlesknutia po jeho doznenie, tak, aby vo zvislom smere bol zobrazený celý priebeh a aby boli využité viac než dve tretiny obrazovky. Sledujeme čas, na body postupu od č. 5 po koniec aktivity potrebujeme ešte 20 min. Prechádzame pomedzi skupinami a zapájame sa do činnosti skupín.</p> <p>Ukončíme skupinovú prácu. Ďalej budeme pracovať spoločne. VinciLab-y ostanú zapnuté, z každej skupiny si nechá VinciLab jeden zo žiakov.</p> <p>Žiakom predvedieme prepnutie meracieho rozsahu senzora zvuku na meranie úrovne hlasitosti.</p>

<p>Demonštračným spôsobom zrealizujeme body 7. a 8. postupu. Nahlas prečítame údaje zo všetkých zapnutých VinciLab-ov.</p>	<p>Demonštračným spôsobom zrealizujeme body 7. a 8. postupu.</p> <p>Túto časť aktivity ukončíme bez komentára. Na túto aktivitu nadväzujú ďalšie aktivity (v rôznych ročníkoch a v rôznych témach), v úvode ktorých sa k tejto aktivite vrátíme.</p>
--	--

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov budovať si pojmy frekvencia, periodický dej, kmitanie, chvenie, vibrácia. Tieto pojmy zavádzame na bežnej, hovorovej úrovni. Nedefinujeme ich, iba s nimi pracujeme v konkrétnych situáciách.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať a merať**. Žiaci pozorujú zdroje zvuku a odhadujú spôsoby, ako v pozorovaných objektoch vzniká zvuk, rozvíja sa ich kauzálne myslenie. V ďalších častiach aktivity sa rozvíja schopnosť žiakov merať veličiny, ktoré poznajú iba na intuitívnej úrovni.

V bode 4. postupu sa rozvíja schopnosť žiakov pracovať s grafom a čítať vybrané informácie z grafu.

Aktivita **HYBNOSŤ, ZRÁŽKY MINCÍ, ZRÁŽKY VOZÍKOV** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (3.)

K zmene pohybu telesa je potrebná výsledná sila naň pôsobiaca.

Nosná myšlienka (3.4)

Ak sa teleso pohybuje, môžeme mu priradiť hybnosť, ktorá má smer pohybu a je priamoúmerná rýchlosti pohybu telesa a hmotnosti telesa (súčin). Hybnosť sa pri zrážkach telies môže preniesť z jedného telesa na druhé.

(V doterajšom obsahu hybnosť nebola na ZŠ zavedená, až v ISCED 3. Zdôvodnenie návrhu zavedenia vidíme v diagnostikovaných predstavách žiakov o impete v smere pohybu telesa, táto predstava presne zodpovedá obsahu pojmu hybnosť, podrobnejší rozbor je nižšie v časti Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity.)

Didaktická sekvencia

1. *Diskusia o vlastnostiach pohybujúceho sa telesa, zavedenie pojmu hybnosť ako súčinu hmotnosti a rýchlosti telesa.*
2. *Empirické skúmanie odovzdávania hybnosti z jedného telesa na druhé.*

Ďalej prezentované aktivity, ktorých spracovanie je aj formou žiackych pracovných listov a metodických poznámok pre učiteľa predstavujú súbor dvoch krokov didaktickej sekvencie, ktorej cieľom je na základe žiackych prvotných predstáv (impetus) rozvinúť predstavu o pojme hybnosť. Cieľom je doslova žiakcu predstavu o impete stotožniť s hybnosťou. Tým by sme radi zabránili stotožneniu žiackej predstavy o impete s pojmom sila. Riadenou diskusiou, opierajúcou sa o poznatky z každodennej žiackej skúsenosti, sa snažíme poukázať na niektoré prejavy hybnosti pohybujúcich sa telies a zavádzame pojem hybnosť. Následne skúmame aj prejavy zákona zachovania hybnosti. Korektné zavedenie a žiakmi pochopenie predstavy o hybnosti považujeme za kľúčové pre reálne pochopenie dôsledkov silového pôsobenia na zmenu pohybového stavu telesa.

Aktivita sa zameriava výlučne na pojem hybnosť a na ukážky zákona zachovania hybnosti, poskytuje ale možnosti rozvoja spôsobilostí vedeckej práce, ako tvorba hypotéz, pozorovanie, opis výsledkov pozorovaných javov, tvorbu modelov a porovnávanie modelov s inými javmi z reálneho sveta.

Na úrovni základnej školy si vystačíme so slovným opisom pozorovaných javov, nie je tu ešte cieľom matematizovať pojem hybnosť a zákon zachovania hybnosti. Predpokladáme pokračovanie v opise a rozvoji tohto pojmu na strednej škole, aj s matematickým zápisom.

Pozorované a opisované javy predstavujú modely javov z bežného života a mali by pomôcť pri pochopení týchto javov. Aktivite je príspevkom aj k dopravnej výchove, vyzývame žiakov, aby sa zamysleli nad opatrnosťou pri prechádzaní cez cestu.

HYBNOSŤ, ZRÁŽKY MINCÍ, ZRÁŽKY VOZÍKOV (pracovný list žiaka)

Príprava

Pohybujúce sa telesá a objekty sú všade okolo nás. Zamysleli ste sa niekedy nad tým, čím sa líšia telesá, ktoré sa pohybujú od tých, ktoré stoja? Môže sa pohyb preniesť z jedného telesa na druhé? Čím sa líši pohyb kamióna od pohybu bicykla, pohybu lastovičky, komára? Ako by sme vedeli rozdiel opísať, vyjadriť? V nasledujúcich aktivitách sa budeme venovať opisu pohybu a zavedieme veličiny, ktorými možno pohyb vyjadriť.

Problém 1

Prečo je nebezpečné prechádzať cez cestu mimo prechod? Skúste opísať aké by mohli byť následky, keď do vás narazí chodec, bicyklista, iné radšej nespomínať. Vedeli by ste vyjadriť fyzikálnymi veličinami, čím sa líši pohybujúci sa cyklista a kamión? Skúste napísať slovne.

Odpoveď:

Zhrnutie 1

Veličiny opisujúce pohyb sú:

a spolu vyjadrujú

Problém 2

Peknou možnosťou, ako vyšetovať vlastnosti pohybujúcich sa telies, je sledovať ich vzájomné zrážanie. Budeme sledovať zrážky, pri ktorých pohybujúce sa teleso narazí do stojaceho telesa. Konkrétne necháme do seba narážať mince a následne vozíky. Sledovať budeme ich pohyb pred a najmä po zrážke.

Diskutujte v skupinách so spolužiakmi: Čo sa stane, ak sa dve telesá zrazia – navrhni možnosti.

Odpoveď:

Dôležité! Pri vyplňaní tabuľky pri jednotlivých pokusoch mince nezrážaj dovedy, kým nenapíšeš predpoklad. Najprv si máš len predstaviť, ako mince narážajú a predpovedať, ako pôjdu po zrážke. Narážať budú idúce mince do stojacich mincí po tom, ako dostanete na to pokyn!

Tabuľka č. 1

Opis situácie pred zrážkou	Predpoklad situácie po zrážke	Pozorovanie situácie po zrážke
Jedna idúca minca narazí centrálné do jednej takej istej stojacej mince		
Jedna idúca minca narazí centrálné do dvoch za sebou stojacich takých istých mincí		
Dve tesne za sebou idúce mince narazia do jednej stojacej mince		
Jedna idúca minca narazí centrálné do troch za sebou stojacich takých istých mincí		
Dve tesne za sebou idúce mince narazia do dvoch za sebou postavených stojacich		
Dve tesne za sebou idúce mince narazia do troch za sebou postavených stojacich		
Tri tesne za sebou idúce mince narazia do dvoch za sebou postavených stojacich mincí		
Jedna idúca ľahšia minca narazí centrálné do jednej ťažšej stojacej mince		
Jedna idúca ťažšia minca narazí centrálné do jednej ľahšej stojacej mince		

Pomôcky

pravítko, 5 rovnakých väčších mincí, najlepšie 2 eurové alebo 50-centové, jedna malá 1-centová minca, dva vozíky, záťaž na vozík

Postup A

Zrážky mincí.

Dôležité! Pri vyplňaní tabuľky pri jednotlivých pokusoch mince nezrážaj dovedy, kým nenapíšeš predpoklad, ako zrážka dopadne. Najprv si máš len predstaviť, ako mince narážajú a predpovedať, ako pôjdu po zrážke. Narážať ich necháme až následne.

1. Priprav si pravítko a aspoň 5 rovnakých mincí, najlepšie 2-eurové alebo 50-centové a ďalej jednu malú jednocentovú mincu.
2. Predstav si: Jedna idúca minca narazí centrálné (do stredu) takej istej stojacej mince. Ako sa budú po zrážke mince pohybovať? Napíš do tabuľky na príslušné miesto svoj predpoklad. Zatiaľ s mincami nič nerob.
3. Ak si vyplnil v tabuľke svoj predpoklad, nechaj pozdĺž pravítka naraziť jednu mincu do takej istej stojacej mince. Výsledné pozorovanie zapíš do tabuľky.
4. Teraz si (opäť len) predstav, že máme tri rovnaké mince? Prvá narazí do dvoch ďalších, ktoré sú postavené za sebou. Ako sa budú po zrážke mince pohybovať? Napíš do tabuľky na príslušné miesto svoj predpoklad.
5. Ak si vyplnil v tabuľke svoj predpoklad, nechaj pozdĺž pravítka naraziť jednu mincu do dvoch takých stojacich mincí. Výsledné pozorovanie zapíš do tabuľky.
6. Opäť (iba) predpokladáme dve mince idúce tesne za sebou, ktoré narazia do jednej stojacej. Napíš svoj predpoklad, ako sa budú pohybovať po zrážke.

7. Ak si vyplnil v tabuľke svoj predpoklad, uskutočni pokus so zrážaním mincí a výsledné pozorovanie zapíš do tabuľky.
8. Podobne postupuj so štyrmi aj piatimi mincami, najprv predpoklad v tabuľke po ňom pokus.
9. Na záver sa venujeme zrážke idúcej malej mince do veľkej stojacej – predpoklad, potom pokus, následne zrážke idúcej veľkej mince do malej stojacej – predpoklad, pokus.

Postup B

Skúmanie zrážok vozíkov

Dôležité! Pri vyplňaní tabuľky pri jednotlivých pokusoch vozíky nezrážame dovedy, kým nenapíšeš predpoklad. Najprv si máš len predstaviť, ako vozíky narážajú a predpovedať, ako pôjdu po zrážke. Narážať bude idúci vozík do stojaceho po tom, ako dostanete na to pokyn!

Tabuľka č. 2

Opis situácie pred zrážkou	Predpoklad situácie po zrážke	Pozorovanie situácie po zrážke
Idúci vozík narazí do rovnako ťažkého stojaceho vozíka, pri zrážke sa vozíky navzájom od seba odrazia		
Idúci vozík narazí do rovnako ťažkého stojaceho vozíka, pri zrážke sa vozíky spoja		
Idúci ťažší vozík narazí do ľahšieho stojaceho vozíka, pri zrážke sa vozíky navzájom od seba odrazia		
Idúci ťažší vozík narazí do ľahšieho stojaceho vozíka, pri zrážke sa vozíky spoja		
Idúci ľahší vozík narazí do ťažšieho stojaceho vozíka, pri zrážke sa vozíky navzájom od seba odrazia		
Idúci ľahší vozík narazí do ťažšieho stojaceho vozíka, pri zrážke sa vozíky spoja		

1. Predstav si: Idúci vozík narazí takého istého stojaceho vozíka. Zrážka bude dokonale pružná, vozíky sa budú od seba pri zrážke odrážať. Ako sa budú po zrážke vozíky pohybovať? Napíš do tabuľky na príslušné miesto svoj predpoklad. Zatiaľ s vozíkmi nič nerob.
2. Ak si vyplnil v tabuľke svoj predpoklad, nechaj idúci vozík naraziť pružne do takého istého stojaceho vozíka. Výsledné pozorovanie zapíš do tabuľky.
3. Podobne postupuj pri formulovaní predpokladov a následnom pozorovaní aj pri ďalších zrážkach vozíkov podľa tabuľky. Vždy najprv predpoklad a potom pozorovanie.

Zhrnutie 2

1. Hybnosť sa pri zrážkach telies prenáša z jedného telesa na druhé. Uved' aspoň dva príklady, ktoré si videl na hodine:

2. Diskutujte so spolužiakmi v skupine. Skúste uviesť aspoň jeden príklad z bežného života, keď sa prejaví prenos (zachovanie) hybnosti:

3. Možno si sa už stretol s Newtonovou kolískou, guľôčkami zavesenými za sebou. Vysvetli jej správanie. (<https://www.youtube.com/watch?v=ws9-WjxvY1s>)

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

HYBNOSŤ, ZRÁŽKY MINCÍ, ZRÁŽKY VOZÍKOV

Kontext

Návrh na zaradenie pojmu hybnosť na ZŠ, vychádza z histórie a z analýzy žiackych predstáv o rovnomernom priamočiarnom pohybe. U veľkej väčšiny žiakov sa vyskytuje predstava o nutnosti pôsobenia sily v smere pohybu telesa, impetus. Táto predstava vyplýva z každodennej skúsenosti. Ak prestanete napríklad zaberat' na bicykli, za chvíľu sa zastavíte. Podobne aj auto potrebuje palivo, aby mohlo ísť. Podobne aj v histórii nájdeme vyjadrenia pripisované Aristotelovi: pohyb je vždy spôsobený silou, rýchlosť pohybu je priamoúmerná veľkosti pôsobiacej sily.

V 14. storočí prišli Buridan a Oresme s teóriou Impetus: Impetus je moc, ktorá existuje vo fyzickom svete a dokáže pohybovať objekt v tom istom smere aký má samotný impetus. Objekt môže odovzdať svoj impetus inému objektu. Objekt sa pohybuje podľa množstva impetu, ktorý mu bol udelený. Impetus môže byť oslabený alebo zrušený odporom prostredia. Impetus môže byť priamočiary alebo krivočiary, preto pohyb vytvorený impetom môže byť priamočiary alebo krivočiary. Okrem druhej časti poslednej vety Buridan a Oresme vlastne správne charakterizujú pojem hybnosť.

Ak sa z tohto hľadiska pozrieme na žiacke predstavy a na to, ako ich vyslovujú, ak si uvedomíme, že impetus je hybnosť, môžeme tieto predstavy považovať za správne. Veľmi dôležité je uvedomiť si, že žiacke predstavy sú v zhode s pojmom hybnosť. Predstava, ktorú žiaci majú a ktorú opakovane identifikujeme prakticky u všetkých žiakov je plne v zhode s dnes zaužívaným pojmom hybnosť. Namiesto „bojovania“ so žiackou predstavou impeta sa ju preto v tejto a nasledujúcich aktivitách snažíme správne uchopiť a stotožniť ju s dnes zaužívaným (správnym) pojmom hybnosť. Navrhujeme preto tento pojem zaviesť a začať ho rozvíjať už na úrovni základnej školy, aby si svoju predstavu o opise pohybu telesa nezamieňali s pojmom sila. Predpokladáme, že napriek našej snahe si ho zamieňať asi budú, ale pripravujeme aspoň pôdu pre možnosť nadobudnúť korektné predstavy o príčinách pohybu.

Ak zavedieme hybnosť ako vektorovú veličinu, bude treba vždy dôsledne dbať na rozlišovanie vektora hybnosti a vektora sily. Aj keď navrhujeme zaviesť pojem hybnosť a následne upozorňujeme na pokusy, keď sa hybnosť odovzdáva z jedného telesa na druhé, nepovažujeme v tomto momente za nutné korektné formulovať zákon zachovania hybnosti a už vôbec nie riešiť výpočtové úlohy na zákon zachovania hybnosti.

Upozorňujeme na možný konflikt s pojmom kinetická energia. Z historického hľadiska bola kinetická energia zavedená až po Newtonovi, teda z pre pochopenie súvislostí pohybu a sily nebola potrebná.

Ciele

- Žiak sa má oboznámiť s pojmom hybnosť a má vedieť vysvetliť jeho význam.
- Žiak má zrealizovať pozorovania zrážok, a na základe nich dospieť k predstave o zachovaní hybnosti.
- Žiak má byť schopný identifikovať v bežných situáciách javy potvrdzujúce zákon zachovania hybnosti.

Prerekvizity

Žiaci majú na základe vlastnej každodennej skúsenosti vybudovanú predstavu o impete, aj keď ju často identifikujú nesprávnym pomenovaním „sila v smere pohybu“. My s touto predstavou plánujeme pracovať tak, aby sme ju pretavili do pomenovania pomocou pojmu hybnosť.

Miskonceptie

- Žiaci majú predstavu, že ak sa teleso pohybuje, musí pôsobiť v smere pohybu pohybová sila „impetus“. Cieľom našich aktivít je práve predstavu impeta stotožniť s pojmom hybnosť.
- Zastavenie telesa je prirodzené, netreba k nemu silové pôsobenie proti smeru pohybu.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

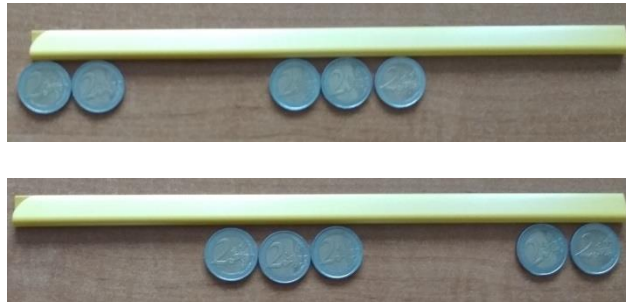
Pri pozorovaní zrážok mincí dvojice žiakov. Pri pozorovaní zrážok vozíkov ideálne 4 – 5-členné skupiny, dá sa ale realizovať aj ako séria interaktívnych učiteľských demonštrácií.

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, 5 rovnakých ťažších mincí, jedna ľahká minca – najlepšie 1-centová, hladká podložka (lesklý nehrsny stôl), pravítko, dva vozíky s vybavením, aby sa mohli navzájom odrážať a aby sa mohli pri zrážke aj spájať, Newtonova kolíska.

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Odporúčame pripraviť si rovnaké mince vopred. Namiesto mincí je možné použiť aj iné telesá rovnakého valcového tvaru, my napríklad využívame sklenené hrubé rozptylky z odpadového optického skla.
- Rovnaké mince nechajte do seba zrážať pozdĺž pravítka



Obr. 1 Dve mince necháme narážať do stojacich troch mincí.
Obrázok hore zobrazuje situáciu pred zrážkou, dolu po zrážke.

- Dva vozíky môžu byť naozaj ľubovoľné, môže ísť o vozíčky zo súpravy, vozíky na vzduchovej dráhe, alebo aj o drevené magnetické vagóniky, dôležité je aby boli rovnakej konštrukcie. Ak chceme zvýšiť hmotnosť vagónika, môžeme ho zaťažiť napríklad plastelínou. Drevené magnetické vozíky môžeme prostredníctvom magnetov spájať, ale ak jeden vozíkov otočíme, vozíky sa navzájom odpudzujú. Treba vyskúšať. To môžeme využiť pre realizáciu pružných a nepružných zrážok. Ak máme drevené magnetické vozíky, bude zrejme treba viac pokusov na dosiahnutie naozaj centrálnej zrážky.

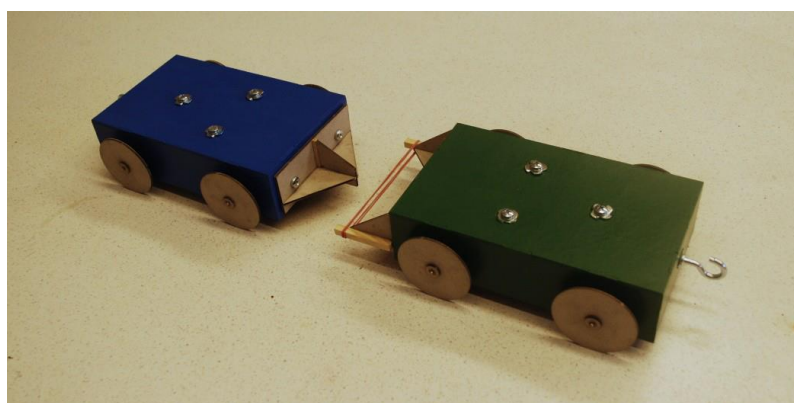


Obr. 2 Spojené drevené magnetické vozíky.



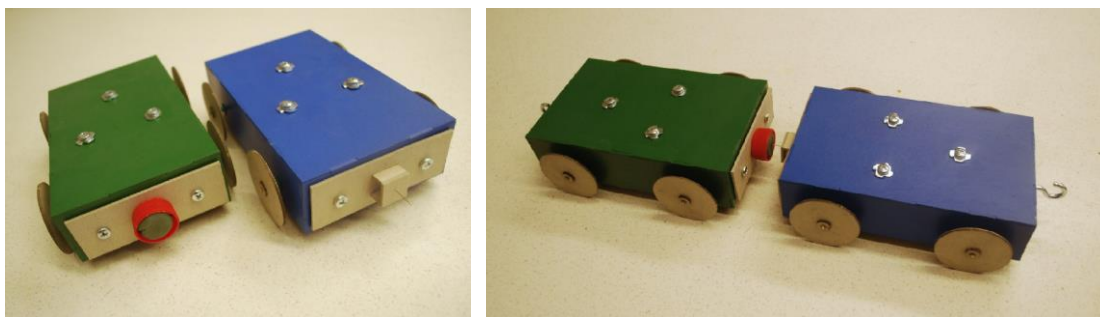
Obr. 3 Vozíky otočené tak, aby sa navzájom prostredníctvom magnetov odtláčali, využijeme pri pružných zrážkach vozíkov.

- Vozíky zo súpravy zvyknú mať ako svoju súčasť možnosť prídania pružiny na vzájomné odrážanie sa. Pekný a jednoduchý príklad konštrukcie pružných nárazníkov je pomocou gumičky, nepružnej zrážky pomocou špendlíka na jednom vozíku a plastelíny na druhom, pozri obrázky dole.



Obr. 4 Konštrukcia vozíkov pre dokonale pružné zrážky.

(V. Piskač, http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/pokusy_s_voziky_1.pdf)



Obr. 5 Konštrukcia vozíkov pre dokonale nepružné zrážky.

(V. Piskač, http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/pokusy_s_voziky_1.pdf)

- Reálny pokus je vždy lepší ako virtuálny. Je však možné zrážky vozíkov aj nahráť na video a následne analyzovať ich rýchlosť pred a po zrážke.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Pohybujúce sa telesá a objekty sú všade okolo nás. Zamysleli ste sa niekedy nad tým, čím sa líšia telesá, ktoré sa pohybujú od tých, ktoré stoja? Môže sa pohyb preniesť z jedného telesa na druhé? Čím sa líši pohyb kamióna od pohybu bicykla, pohybu lastovičky, komára? Ako by sme vedeli rozdiel opísať, vyjadriť? V nasledujúcich aktivitách sa budeme venovať opisu pohybu a zavedieme veličiny, ktorými možno pohyb vyjadriť.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „Príprava“. Obsahuje množstvo otázok pre žiakov, ktoré už priamo smerujú k pojmom opisujúcim pohyb telesa, konkrétne rýchlosť, hmotnosť a najmä hybnosť. Žiakov vyzývame, aby sa zamerali na pohyb. Očakávame, že v žiackom opise sa vyskytne aj predstava o impete, „sile pohybu“ telesa. Naším kľúčovým cieľom je priviesť žiakov k stotožneniu tejto predstavy s pojmom hybnosť.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Každý zo žiakov má svoj pracovný list.</p> <p>Žiaci sa na začiatku hodiny venujú porovnávaniu rôznych telies, ktoré sa pohybujú, majú sa zamyslieť nad spoločnými a rozdielnymi vlastnosťami pohybov a pohybujúcich sa telies.</p> <p>Problém 1 Žiakov vyzveme, aby sa zamysleli nad dopravnou bezpečnosťou pri prechádzaní cez cestu. Majú sa zamyslieť nad rozdielnymi dôsledkami zrážky chodca s chodcom a chodca s cyklistom, zamlčaným spôsobom naznačujeme aj možné fatálne následky pri dopravných nehodách. Otázky smerujú k identifikácii rozdielov medzi pohybmi objektov. Najprv majú žiaci svoje odpovede formulovať samostatne. V Zhrnutí 1 smerujeme k veličinám rýchlosť, hmotnosť a najmä hybnosť, ktorú tu zavedieme.</p> <p>Problém 2 Úvodná žiacka diskusia v skupinách na tému možných následkov alebo výsledkov zrážky dvoch telies má žiakov pripraviť na pokusy so zrážaním mincí a vozíkov. Necháme žiakov chvíľu diskutovať a následne spoločne zhrnieme možnosti.</p> <p>Postup A, zrážanie mincí Žiaci budú pracovať vo dvojiciach. Žiaci si pripravujú mince na zrážanie. Následne pristúpime k odhadom výsledkov zrážania mincí a následnej realizácii jednotlivých pokusov. V pracovnom liste v Tabuľke č. 1 je úloha žiakov formulovať predpoklady a pozorovanie pohybu mincí po zrážke. Žiaci majú za úlohu najprv predpovedať výsledky a až následne realizovať pokus.</p>	<p>Očakávame, že v žiackom opise sa vyskytne aj predstava o impete, „sile pohybu“ telesa, našim kľúčovým cieľom je priviesť žiakov k stotožneniu tejto predstavy s pojmom hybnosť.</p> <p>S touto časťou pomáha už učiteľ, najmä pri zavedení pre žiakov nového pojmu hybnosť.</p> <p>Na túto diskusiu netreba nechávať príliš veľa času, plánované sú asi 3 minúty.</p>

<p>Po naformulovaní prvého predpokladu a jeho zapísaní v Tabuľke č. 1 pristúpime k realizácii prvého pokusu so zrážaním mincí.</p> <p>Podobne postupujeme aj pri ďalších navrhnutých možnostiach, postupne nechám žiakov vyplniť všetky kolónky v tabuľke.</p> <p>Pri zrážke malej mince s veľkou už nepoužívame pravítko, ale snažíme sa o centrálny náraz, teda do stredu. Podobne aj pri náraze veľkej mince do malej.</p> <p>Postup B, zrážanie vozíkov Postupujeme v súlade pracovným listom pre žiaka. Prvým predpokladom a následným pokusom sa venujeme dokonale pružnej zrážke dvoch rovnakých vozíkov, z ktorých jeden je rozbehnutý a druhý stojí. Žiaci majú predikovať výsledný pohyb vozíkov po zrážke a následne aj pokus realizovať.</p> <p>Podobne postupujeme aj pri dokonale nepružnej zrážke vozíkov, keď vozíky sa pri zrážke spoja.</p>	<p>Ak by žiaci nerozumeli, čo majú napísať, môžeme im pomôcť, že očakávané odpovede sú typu „pohne sa dopredu jedna, dve... mince; odrazí sa späť; rýchlejšie, pomalšie...“</p> <p>Aj keď je v pracovnom liste na dvoch miestach explicitne uvedené, že najprv majú žiaci formulovať predpoveď a až potom realizovať pokus, treba ich na to vyslovene slovne upozorňovať a aj kontrolovať, aby pokyny dodržali.</p> <p>Pri zrážaní mincí treba dodržať centrálnosť zrážky, k čomu má pomôcť rozbiehanie mincí pozdĺž pravítka.</p> <p>Výsledkom centrálnej zrážky idúcej mince do rovnako ťažkej stojacej mince je, že idúca minca zastaví a tá čo stála sa od nej po zrážke odrazí rovnakou rýchlosťou.</p> <p>Výsledkom centrálnych zrážok rovnakých mincí je, že vždy sa po zrážke dá sa do pohybu taký počet mincí, ako sa pohyboval pred zrážkou: Jedna minca prišla, jedna sa pohla. Dve prišli, dve sa pohli, tri prišli, tri sa pohli... bez ohľadu na celkový počet zúčastnených mincí.</p> <p>Pri zrážke idúcej malej mince do stojacej veľkej sa malá odrazí späť a veľká sa pohne dopredu. Pri zrážke idúcej veľkej mince do stojacej malej sa malá odrazí vpred a veľká pokračuje vo svojom pohybe trošku menšou rýchlosťou.</p> <p>Nie vždy vieme rýchlosť mincí porovnať, nemusíme však siliť žiakov do záverov, ktoré nie sú evidentné. Na formuláciu prenosu a zachovania hybnosti stacia evidentne pozorované závery.</p> <p>Táto časť môže prebehnúť buď ako žiacka aktivita, ak máme k dispozícii viac dvojíc vozíkov, alebo aj ako séria interaktívnych učiteľských demonštrácií. Pri pružných zrážkach vozíkov očakávame podobné výsledky ako s mincami. Ak idúci vozík pružne narazí do takého istého stojaceho, idúci vozík zastaví a stojaci pôjde jeho pôvodnou rýchlosťou.</p> <p>Ak má idúci vozík menšiu hmotnosť ako stojaci, pri pružnej zrážke sa menší odrazí späť a väčší sa pohne dopredu menšou rýchlosťou. Ak má idúci vozík väčšiu rýchlosť ako stojaci, menší sa odrazí dopredu a väčší pokračuje dopredu menšou rýchlosťou.</p> <p>Ak idúci vozík narazí do stojaceho vozíka takej istej hmotnosti a pri zrážke sa vozíky spoja, spojené vozíky sa budú pohybovať spolu rýchlosťou polovičnou oproti pôvodnej rýchlosti idúceho vozíka.</p>
---	---

<p>Po zrealizovaní všetkých navrhnutých zrážok žiaci pristúpia k Zhrnutiu 2, kde si v myšlienkach zopakujú niektoré realizované pokusy a následne hľadajú ďalšie príklady prejavov zachovania hybnosti, využiť môžeme aj Newtonovu kolísku.</p>	<p>Záveru formulovaný pomocou učiteľa: Pohybujúce sa teleso má hybnosť, ktorá závisí rovnako od jeho rýchlosti, ako aj jeho hmotnosti. Hybnosť telesa je daná súčinom hmotnosti telesa a rýchlosti telesa. Ťažšie a rýchlejšie sa pohybujúce telesá majú väčšiu hybnosť v porovnaní s ľahšími a pomalšími telesami. Hybnosť sa pri zrážkach telies prenáša z jedného telesa na druhé, spoločná hybnosť sa zachováva.</p>
---	--

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je na základe diskusie a riadenej diskusie identifikovať veličiny opisujúce pohyb rôznych telies tak, aby vedeli kvantitatívne rozlíšiť (kvalitu) pohybu rôznych objektov, napríklad bicykla, automobilu. Smerujeme k pojmom rýchlosť, hmotnosť a hybnosť. Na konci aktivity budú žiaci s týmito pojmami, oboznámení, dôraz dávame na pojem **hybnosť**, ktorej veľkosť závisí od rýchlosti a zároveň od hmotnosti telesa. Každé pohybujúce sa teleso má hybnosť. Čím ide teleso rýchlejšie a čím má väčšiu hmotnosť, tým má aj väčšiu hybnosť.

V druhej časti je úlohou žiakov sledovať **prenos hybnosti** z idúcej mince na stojacu mincu, potom sledovať situáciu pri vzájomnom zrážaní viacerých mincí idúcich resp. stojacich v rade za sebou. Smerujeme k poznatku, že hybnosť sa dá preniesť z jedného telesa na druhé a prenos tejto hybnosti sa riadi **zákonom zachovania hybnosti**. Pri zrážaní vozíkov okrem zopakovania javov podobných zrážaniu mincí vidíme aj prenos hybnosti z jedného vozíka na sústavu vozíkov po ich spojení. Taktiež v súlade so zákonom zachovania hybnosti. Rýchlosť spojených vozíkov je menšia ako vozíka, ktorý sa pôvodne pohyboval, spojené vozíky majú totiž väčšiu hmotnosť a došlo k zachovaniu hybnosti, ktorý závisí nielen od rýchlosti idúceho telesa, ale aj od jeho hmotnosti.

Hlavným cieľom je žiacku predstavu o impete (sile v smere pohybu) stotožniť s pojmom hybnosť.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **tvoriť predpoklady a hypotézy**, ďalej **pozorovať, klasifikovať a aj argumentovať** v diskusii so spolužiakmi. Pri pokusoch so zrážkami mincí a vozíkov najprv predpovedajú ich správanie a následne sú vyzvaní, aby svoje predpovede experimentálne overili. Žiaci uskutočňujú kvalitatívne porovnávanie, nie je v tomto štádiu ešte cieľom kvantifikovať a matematicky vyjadriť zisťované súvislosti pri sledovaní prejavov zákona zachovania hybnosti.

Aktivita **KORČULIAR NA ŠKOLSKOM DVORE** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (3.)

K zmene pohybu telesa je potrebná výsledná sila naň pôsobiaca.

Nosná myšlienka (3.5)

Teleso samo od seba nestráca svoju rýchlosť a hybnosť. Rozbiehanie aj zastavenie telesa spôsobuje iné teleso alebo iné telesá (objekty), ktoré na teleso pôsobia v smere zmeny pohybu.

(V doterajšom obsahu ZŠ bol pojem sila a silové pôsobenie zavedený bez zavedenia pojmu hybnosť. Po zavedení hybnosti a vymedzení pojmu sila pristupujeme ku kľúčovej diskusii o súvislosti medzi zmenou pohybového stavu telesa, tj. zmenou hybnosti a silovým pôsobením iných objektov na dané teleso.)

Didaktická sekvencia

1. Empirické skúmanie rozdielov pri rozbiehaní rôzne ťažkých telies, diskusia o rozbiehaní a zastavovaní telesa.
2. Grafické znázorňovanie síl pôsobiacich na teleso v situáciách keď sa teleso rozbieha, ide rovnomerným pohybom, zastavuje.
3. *Utvrdzovanie poznatku ďalšími príkladmi.*
4. Skúmanie vplyvu trenia na zastavovanie telesa, formulácia záveru, ak by sa teleso pohybovalo bez trenia a bez odporu prostredia, pohybovalo by sa do nekonečna, lebo ho nemá čo zastaviť.

Ďalej prezentovaná aktivita, ktorej spracovanie je aj formou žiackych pracovných listov a metodických poznámok pre učiteľa predstavuje tretí krok didaktickej sekvencie venovanej súvislosti medzi hybnosťou telesa a silovým pôsobením na teleso, ktorej cieľom je uvedomenie si ďalšieho prejavu zákona zachovania hybnosti, ako aj toho, že na zmenu hybnosti je nutné silové pôsobenie proti smeru pohybu telesa. Ak silové pôsobenie proti smeru pohybu telesa nie je, alebo je vykompenzované, teleso nezastavuje, ale pohybuje sa ďalej pôvodným smerom. Pozorované a opisované javy predstavujú modely javov z bežného života a mali by pomôcť pri pochopení týchto javov.

Uvedená aktivita nadväzuje priamo na sekvenciu venovanú hybnosti (Hybnosť, zrážky mincí, zrážky vozíkov), silovému pôsobeniu („Keď sila, tak pôsobič“), ako aj na predošlé kroky tejto didaktickej sekvencie a má za cieľ rozvíjať predstav o súvislosti medzi silovým pôsobením na teleso a zmenou hybnosti telesa.

Aktivita poskytuje možnosti rozvoja spôsobilostí vedeckej práce, ako tvorba hypotéz, pozorovanie, opis výsledkov pozorovaných javov a tvorbu modelov a porovnávanie modelov s inými javmi z reálneho sveta.

Na úrovni základnej školy si vystačíme so slovným opisom pozorovaných javov. Predpokladáme pokračovanie v opise a rozvoji tohto pojmu na strednej škole, aj s matematickým zápisom.

KORČULIAR NA ŠKOLSKOM DVORE (pracovný list žiaka)

Príprava

Určite si už cestoval napríklad vlakom. Zamyslel si sa niekedy nad tým, aká je tvoja rýchlosť v idúcom vlaku? Ak napríklad vo vlaku ideš po chodbe a zároveň sa vlak pohybuje, vedel by si určiť, aká je tvoja rýchlosť vzhľadom na zem? Alebo v reštauračnom vozni, prečo sa ihneď nevyleje čaj? Podobnú situáciu budeme skúmať pri korčuľovaní na in-line korčuľoch na školskom dvore. Ako poletí tenisová loptička, ktorú hodí idúci korčuľiar?

Problém

Budeme sa venovať pohybu tenisovej loptičky, ktorú odhodí korčuľiar. Korčuľiar bude na pokyn hádzať loptičku rôznymi smermi po tom, ako sa rozbehol. Naša úloha bude najprv predpovedať, ako sa bude loptička pohybovať a následne budeme naše predpoklady porovnávať s reálnou situáciou.

Dôležité! Pri vyplňaní tabuľky pri jednotlivých ukážkach je potrebné najprv napísať predpoklad pohybu loptičky a až následne uskutočniť ukážku.

Tabuľka č. 1

Pokyny pre korčuľiara	Predpoklad letu loptičky po odhodení korčuľiarom. Zaujímá nás rýchlosť loptičky a smer letu loptičky	Opis pozorovania letu loptičky po odhodení korčuľiarom. Zaujímá nás rýchlosť loptičky a smer letu loptičky
Rozbehni sa a idúc hod' loptičku pred seba		
Rozbehni sa a idúc hod' loptičku za seba		
Rozbehni sa a idúc hod' loptičku vedľa seba kolmo na smer svojho pohybu		
Diskusia: Ako by si mal hodiť loptičku, aby jej výsledný pohyb bol kolmý na smer tvojho pohybu?		
Rozbehni sa a idúc hod' loptičku zvislo nahor. Ako letí loptička?		
Rozbehni sa a idúc iba pusti loptičku vedľa seba na zem.		
Diskusia: Ako by si mal hodiť loptičku, aby ostala na zemi stáť na tom mieste, kam si ju pustil?		

Pomôcky

In-line korčule, tenisová loptička, farebné kriedy na asfalt

Postup

Budeme sledovať pohyb tenisovej loptičky po tom, ako ju podľa pokynov bude hádzať korčuľiar.

Dôležité! Pri vyplňaní tabuľky pri jednotlivých ukážkach je potrebné najprv napísať predpoklad pohybu loptičky a až následne uskutočniť ukážku.

Tabuľku vyplňaj slovne, prípadne môžeš aj šípkami naznačiť smer pohybu korčuľiara, a loptičky.

1. Korčuliar stojac na mieste si nacvičí hod loptičky dopredu. Predstavme si teraz, že hodí loptičku dopredu tak, že sa zároveň bude pohybovať. Ako poletí loptička? Napíš do tabuľky svoj predpoklad.
2. Po napísaní predpokladu do tabuľky sa korčuliar rozbehne a v našej blízkosti hodí loptu smerom dopredu. Opíšeme do tabuľky pozorovanie.
3. Podobne postupujeme aj pri hode loptičky korčuliarom dozadu.
4. Korčuliar stojac na mieste si nacvičí hod loptičky nabok, presne kolmo na budúci smer pohybu. Je dôležité dodržať smer hodu, teda nacvičiť si pohyb rukou tak, aby v situácii stojaceho korčuliara letela lopta naozaj kolmo nabok.
5. Predstavme si teraz, že korčuliar uskutoční presne tento istý pohyb rukou, keď pôjde smerom dopredu. Kam poletí loptička? Napíš svoj predpoklad.
6. Po sformulovaní predpokladu sa korčuliar rozbehne a hodí nacvičeným spôsobom loptičku. Keby teraz stál, loptička by letela kolmo. Je ale v pohybe. Ako letí loptička? Sformulujte výsledok pozorovania.
7. Diskusia: Ako by mal korčuliar odhodiť loptičku, aby jej výsledný smer pohybu bol kolmý na jeho smer pohybu? Sformulujte predpoklad a následne overte pokusom.
8. Korčuliar si stojac na mieste nacvičí hod loptičky presne zvislo nad seba. Je dôležité dodržať smer hodu, teda nacvičiť si pohyb rukou tak, aby v situácii stojaceho korčuliara letela lopta naozaj zvislo nahor.
9. Predstavme si teraz, že korčuliar uskutoční presne tento istý pohyb rukou, keď pôjde smerom dopredu. Kam poletí loptička? Napíš svoj predpoklad.
10. Po sformulovaní predpokladu sa korčuliar rozbehne a hodí nacvičeným spôsobom loptičku. Keby teraz stál, loptička by letela zvislo. Je ale v pohybe. Ako letí loptička? Sformulujte výsledok pozorovania.
11. Ako pôjde loptička, keď ju idúci korčuliar len voľne pustí vedľa seba? Najprv predpoklad, potom pokus.
12. Diskusia: Ako má hodiť (pustiť?) loptičku idúci korčuliar, aby táto ostala stáť presne na mieste, kam ju korčuliar pustil? Formulujte predpoklad a následne overte pokusom.

Zhrnutie

1. Prečo loptička, ktorú idúci korčuliar pustí vedľa seba ide s ním?

2. Čo by musel idúci korčuliar urobiť, aby loptička ostala stáť na mieste (na zemi)?

3. Prečo loptička po dopade na zem vo všetkých prípadoch nakoniec po čase zastaví?

4. Diskutujte so spolužiakmi v skupine. Čo by sa muselo stať s loptičkou, aby zastavila skôr?

5. Diskutujte so spolužiakmi v skupine. Vedeli by ste nájsť ešte iné príklady zo života, kde sa uplatňuje zachovanie hybnosti telesa?



Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity KORČULIAR NA ŠKOLSKOM DVORE

Kontext

Kľúčovou tézou mechaniky, na ktorú nadväzujú ostatné oblasti fyziky a aj prírodovedy je zdanlivo jednoduché tvrdenie: „K zmene pohybu telesa je potrebná výsledná sila naň pôsobiaca (K zmene pohybu telesa je potrebná nenulová výslednica síl naň pôsobiaca)“. Jej pochopenie a pochopenie jej dôsledkov však často spôsobuje žiakom problémy. Preto je nevyhnutné trvalo, poctivo a pomaly predstavy o silovom pôsobení budovať.

Žiaci majú často predstavu, že pri uvádzaní telesa do pohybu sa na neho prenáša sila, ktorú teleso ďalej nesie. V predchádzajúcich aktivitách sme sa snažili túto predstavu o impete stotožniť u žiakov s pojmom hybnosť. Ani to však ešte nie je koniec, často sa totiž stáva, že predstava o zachovaní hybnosti naráža na predstavu o jestvovaní sily v smere pohybu a ak takáto sila dopredu nie je prítomná, žiaci ju nevidia, myslia si, že teleso sa nemôže pohybovať. Dochádza k zamieňaniu pojmov sila a hybnosť. Bijú sa teda v myšlienkach dve protichodné koncepty, impetus v zmysle hybnosti pohybujúceho sa telesa a sila pôsobiaca v smere pohybu. Za všetky realizované výskumy spomeňme len jeden, často opakovaný. Na obrázku je nakreslená loď s človekom. Loď sa pohybuje rovnomerným pohybom smerom doprava z nášho pohľadu. Kam si myslíš, že dopadne človek, ak sa pri výskoku odrazí kolmo nahor? Na túto otázku zvykne viac ako polovica stredoškólkov, ale dospelých odpovedať nesprávne.



Obr. 1 Úloha loď

Jedným z krokov, ako priviesť žiakov k adekvátnej predstave a korektnému opisu pohybu, je aj táto aktivita, zameraná na pozorovanie letu tenisovej loptičky, ktorú hodil idúci korčuliar. Možné sú pritom dva pohľady na situáciu. Podľa našej skúsenosti je pre väčšinu žiakov na prvé pochopenie prijateľnejší pohľad, že loptička nestráca rýchlosť, ktorú mala, keď sa spolu s korčuliarom hýbala. Druhý pohľad, vyžadujúci väčšiu abstrakciu, je, že teleso je v relatívnom pokoji vzhľadom na (pohybujúce sa) teleso v inerciálnej sústave. Pokusom demonštrujeme Galileiho princíp relativity. Aj korčuliar môže považovať svoju sústavu za sústavu v pokoji. Na úrovni základnej školy však úplne postačí jednoduchší pohľad na situáciu so záverom, že ak na teleso nepôsobí sila proti smeru pohybu, teleso nebude brzdené a bude sa naďalej pohybovať v pôvodnom smere. Týmto sa pripravujeme aj na formuláciu 1. Newtonovho pohybového zákona o telese, ktoré zotrúva v pohybe bez brzdných síl.

Ciele

- Žiak má zistiť, že ak teleso nezastavujeme, bude sa naďalej pohybovať v smere pohybu.
- Žiak má vedieť vysvetliť, prečo má loptička po odhodení korčuliarom smer, aký má. Má rozumieť, že rýchlosť loptičky vznikla zložením rýchlosti korčuliara a rýchlosti, ktorou korčuliar hodil vzhľadom na seba loptičku.
- Žiak sa má oboznámiť s myšlienkou, že ak by sme teleso nijak nebrzdili, mohlo by sa pohybovať neustále (1. Newtonov pohybový zákon).
- Žiak má vysvetliť, prečo pohybujúce sa telesá zastavia.

Prerekvizity

Na predchádzajúcich aktivitách sme sa pomerne hlboko venovali pojmu hybnosť jeho prejavom, taktiež zákonu zachovania hybnosti. Ďalej sme sa venovali ozrejmeniu pojmu sila a silovému pôsobeniu telies. Taktiež sme sa už začali kvalitatívne venovať aj vzťahom medzi hybnosťou a silovým pôsobením, čiže

žiaci by už mali mať poznatky o príčinách zmeny pohybového stavu. V danej aktivite sa pojmy upevňujú, ozrejmuje na príklade zachovávaní hybnosti a rýchlosti telesa (loptičky) v prípade, že proti pohybu nepôsobí iný objekt silou.

Miskoncepce

- Žiaci majú predstavu, že ak sa teleso pohybuje, musí pôsobiť v smere pohybu pohybová sila „impetus“. Cieľom našich aktivít je práve predstavu impeta stotožniť s pojmom hybnosť.
- Zastavenie telesa je prirodzené, netreba k nemu silové pôsobenie proti smeru pohybu.
- Ak idúci korčuliar vyhodí loptičku kolmo nahor, táto sa bude pohybovať kolmo nahor vzhľadom na zem, nie vzhľadom na korčuliara.
- Skladanie rýchlostí nejestvuje.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

Skupina žiakov, delená hodina nevyhnutná. Jeden až dvaja žiaci s korčulami.

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, in-line korčule max. dve v triede, tenisová loptička, farebná krieda

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Je dôležité vopred sa dohodnúť so žiakmi, kto si prinesie korčule. Musí zároveň ísť o žiaka, ktorý na korčuliach vie jazdiť.
- Treba nájsť na školskom ihrisku alebo v okolí školy vhodné miesto s dostatočne hladkým povrchom, aby sa na ňom dalo korčuľovať na in-line korčuliach.
- Treba počítať s časom na presun žiakov z triedy na ihrisko.
- Pozor na bezpečnosť korčuliara, aby nespadol + používať chrániče a prilbu.
- Pred každou ukážkou si korčuliar na mieste stojac vyskúša spôsob hodenia loptičky.
- Pri hádzaní loptičky korčuliarom zabezpečte, aby ju hádzal smerom k Vami určenému žiakovi, aby sme nestrácali čas zbieraním, prípadne hľadaním loptičky.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Určite si už cestoval napríklad vlakom. Zamyslel si sa niekedy nad tým, aká je tvoja rýchlosť v idúcom vlaku? Ak napríklad vo vlaku ideš po chodbe a zároveň sa vlak pohybuje, vedel by si určiť, aká je tvoja rýchlosť vzhľadom na zem? Alebo v reštauračnom vozni, prečo sa ihneď nevyleje čaj? Podobnú situáciu budeme skúmať pri korčuľovaní na in-line korčuliach na školskom dvore. Ako poletí tenisová loptička, ktorú hodí idúci korčuliar?

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „Príprava“. Obsahuje množstvo otázok súvisiacich so zákonom zachovania hybnosti, Prvým Newtonovým pohybovým zákonom a Galileiho princípom relativity. Každá zo situácií sa dá interpretovať všetkými tromi hore uvedenými spôsobmi. U žiakov sa často stáva, že predstava o zachovaní hybnosti naráža na predstavu o jestvovaní sily v smere pohybu. Majú predstavu, že ak takáto sila dopredu nie je prítomná, teleso sa nemôže pohybovať. Dochádza k zamieňaniu pojmov sila a hybnosť. Cieľom aktivity je odlíšiť pojmy hybnosť a sila, ozrejmiť, že na pohyb telesa nie je nutná sila v smere pohybu a načrtnúť príklad zachovania pohybu telesa, v našom prípade tenisovej loptičky.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Každý žiak má svoj pracovný list.</p> <p>Pracovný list budú postupne vyplňať na školskom dvore. Jeden alebo dvaja žiaci si na dvore obujú in-linové korčule.</p> <p>Úlohou žiakov, ktorí stoja na ihrisku, je predpovedať smer pohybu loptičky, ak vedia, ako ju bude idúci korčuliar hádzať. Následne budeme sledovať pohyb loptičky hodenej korčuliarom podľa pokynov.</p> <p>Prvá ukážka bude hod loptičky dopredu v smere pohybu korčuliara. Postupujeme v zhode s pracovným listom pre žiaka. Korčuliar si najprv stojac na mieste nacvičí hodenie loptičky dopredu. Žiaci majú predpovedať, ako loptička poletí, ak ju hodí dopredu rozbehnutý korčuliar. Svoje predpovede žiaci zapíšu na príslušné miesto v pracovnom liste.</p> <p>Následne sa korčuliar rozbehne takto rozbehnutý, na úrovni stojacich spolužiakov, hodí loptičku smerom dopredu. Porovnáme výsledok s predpoveďami.</p> <p>Podobne postupujeme aj pri hode loptičky korčuliarom dozadu, žiaci píšú svoje predpoklady a následne príde k realizácii ukážky.</p> <p>Prvá netriviálna ukážka bude s hodom lopty kolmo na smer pohybu. Pokyny sú v pracovnom liste formulované v bode 4 jednoznačne. Korčuliar stojac na mieste si nacvičí hod loptičky nabok, presne kolmo na budúci smer pohybu. Je dôležité dodržať smer hodu, teda nacvičiť si pohyb rukou tak, aby v situácii stojaceho korčuliara letela lopta naozaj kolmo nabok.</p> <p>Úlohou žiakov je predpovedať, kam poletí loptička, ak korčuliar uskutoční presne tento istý pohyb rukou, keď pôjde smerom dopredu. Následne sa korčuliar rozbehne a hodí nacvičeným spôsobom loptičku. Keby teraz stál, loptička by letela kolmo. Je</p>	<p>Pred hodinou treba nájsť v okolí školy vhodný priestor s dostatočne hladkým povrchom, aby sa na ňom dalo korčuľovať na in-line korčuliach.</p> <p>Vopred sa dohodnite so žiakmi, kto si prinesie korčule. Musí zároveň ísť o žiaka, ktorý na korčuliach vie jazdiť.</p> <p>Treba počítať s časom na presun žiakov z triedy na ihrisko.</p> <p>Veľký pozor na bezpečnosť korčuliara, aby nespadol + používať chrániče a prilbu.</p> <p>Na školský dvor prineste okrem tenisovej loptičky aj farebné kriedy na asfalt. Budeme nimi znázorňovať smer pohybu korčuliara a smer pohybu loptičky.</p> <p>Pred každou ukážkou si korčuliar na mieste stojac vyskúša spôsob hodenia loptičky.</p> <p>Pri hádzaní loptičky korčuliarom zabezpečte, aby ju hádzal smerom k Vami určenému žiakovi, aby sme nestrácali čas zbieraním, prípadne hľadaním loptičky.</p> <p>Táto časť predpovedania žiakmi je triviálna, ale ide len o prípravu pre nasledujúce situácie. Výsledná rýchlosť loptičky je daná súčtom rýchlosti korčuliara a rýchlosti, ktorou korčuliar (vzhľadom na seba) odhodil loptičku.</p> <p>Výsledkom je let loptičky šikmo na smer korčuliara, nie kolmo, ako možno niekto zo žiakov predpovedal.</p>

<p>ale v pohybe. Ako letí loptička? Sformulujte výsledok pozorovania.</p> <p>Nasleduje diskusia o tom, ako by mal korčuliar loptičku hodiť, aby jej výsledný pohyb bol kolmý na smer jeho pohybu</p> <p>V nasledujúcom kroku si korčuliar stojac na mieste navíči hod loptičky presne zvislo nad seba. Je dôležité dodržať smer hodu, teda navíčiť si pohyb rukou tak, aby v situácii stojaceho korčuliara letela lopta naozaj zvislo nahor. Žiaci majú odpovedať (bod 9): Predstavme si teraz, že korčuliar uskutoční presne tento istý pohyb rukou, keď pôjde smerom dopredu. Kam poletí loptička? Napíš svoj predpoklad.</p> <p>Ideme do finále, ako pôjde loptička, keď ju idúci korčuliar len voľne pustí vedľa seba? Najprv predpoklad, potom pokus.</p> <p>Pokusy na školskom dvore zavříšime úlohou, ako má hodiť (pustiť?) loptičku idúci korčuliar, aby táto ostala stáť presne na mieste, kam ju korčuliar pustil? Formulujte predpoklad a následne overte pokusom.</p> <p>Nasleduje zhrnutie záverov z hodiny, žiaci si v zhrnutí myšlienkovy zopakujú niektoré z ukážok.</p> <p>Na záver sa žiaci venujú v skupinách otázke, prečo loptička nakoniec aj tak zastavila, čo ju zabrzdilo a vyzveme ich, aby našli ďalšie príklady, keď pri pohyboch sa zachováva rýchlosť a hybnosť telesa.</p>	<p>Má ju hodiť šikmo vzad.</p> <p>Môžeme spomenúť napríklad aj ukážku z filmu, kde Winnetou učí svojho mladého učňa strieľať na terč z koňa. Ak je terč umiestnený kolmo na smer pohybu, treba mieriť trošku za terč (Obr. 1 dole pod tabuľkou).</p> <p>Možno sa ešte nájde niekto zo žiakov, kto bude tvrdiť, že lopta bude za korčuliarom zaostávať. Mali sme už aj prípad, že korčuliar sa nevedel stotožniť s úlohou a v snahe idúc zachytiť vyhodenuú loptičku ju hádzal šikmo pred seba. Pre ostatných žiakov to bola veselá, ale najmä poučná príhoda. Všetci okrem korčuliara pochopili pointu.</p> <p>V tejto fáze je vhodné začať formulovať závery z pozorovaní, ktoré nasledujúcou ukážkou potvrdíme. Loptička po jej odhodení korčuliarom nestráca svoju rýchlosť a hybnosť. Pohybuje sa ďalej aj v smere svojho pôvodného pohybu, ktorú má vďaka tomu, že sa pohybovala spolu s korčuliarom.</p> <p>Loptička nestratí svoju rýchlosť, po vypustení pôjde naďalej vedľa korčuliara.</p> <p>Má ju hodiť mierne za seba takou rýchlosťou, akou sa sám pohybuje.</p> <p>Závery formulované aj pomocou učiteľa: Pohybujúce sa teleso má hybnosť, ktorú nestráca. Ak sa teleso pohybovalo a nič ho nezastavuje, bude sa pohybovať naďalej.</p> <p>V našom prípade loptička po odhodení alebo vypustení korčuliarom nestrácala svoju rýchlosť a hybnosť a preto smer jej pohybu bol ovplyvnený aj smerom pohybu korčuliara.</p> <p>Po dopade na zem loptičku nakoniec zastaví (valivý) odpor, sila smerujúca proti smeru pohybu.</p>
--	---



Obr. 1 Rytier strieľa na terč z koňa. Terč sa nachádza presne naľavo od smeru, ktorým cvála kôň.
Kam má rytier mieriť, aby terč zasiahol?

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Aktivita je venovaná budovaniu predstavy o hybnosti a o súvislosti medzi jej zmenou a silovým pôsobením na vyšetrované teleso. Úlohou žiakov je na základe pozorovania letu loptičky, ktorú hodil idúci korčuliar identifikovať, že **rýchlosť** a **hybnosť** loptičky sa po opustení korčuliara **nestrácajú**. Rozvíjame tu predstavy o prejavoch zákona zachovania hybnosti, ktorý úzko súvisí s **Prvým Newtonovým pohybovým zákonom**. Zároveň začíname s budovaním adekvátnej predstavy formulovanej v **Galileiho princípe relativity**.

Začíname aj s prvými náznakmi **skladania rýchlosti**, ktoré budú rozvíjané neskôr (na strednej škole).

Hlavným zámerom je opakovanie a utvrdzovanie poznatku, že za zmenu hybnosti je vždy zodpovedné silové pôsobenie. Výslednica síl pôsobiaca na teleso má smer totožný so smerom zmeny pohybu telesa. V prípade brzdenia telesa ide o silové pôsobenie proti smeru pohybu telesa. Ak takéto pôsobenie nie je, teleso bude zotrvať v pohybe svojím pôvodným smerom. Utvrdzujeme sa aj v predstave o impete stotožnenom s pojmom hybnosť.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **tvoriť predpoklady a hypotézy**, ďalej **pozorovať**, **klasifikovať** a aj **argumentovať** v diskusii so spolužiakmi. Pri pozorovaniach pohybu hodenej loptičky korčuliarom majú úlohu najprv predpovedať smer a rýchlosť pohybu loptičky v porovnaní s rýchlosťou korčuliara. Následne sú vyzvaní, aby svoje predpovede experimentálne overili. Žiaci uskutočňujú kvalitatívne porovnávanie, nie je v tomto štádiu ešte cieľom kvantifikovať a matematicky vyjadriť zisťované súvislosti.

Aktivita ZASTAVENIE TELESA a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (3.)

Na zmenu pohybu telesa je potrebná výsledná sila naň pôsobiaca.

Nosná myšlienka (3.5)

Teleso samo od seba nestráca svoju rýchlosť a hybnosť. Rozbiehanie aj zastavenie telesa spôsobuje iné teleso alebo iné telesá (objekty), ktoré na teleso pôsobia v smere zmeny pohybu.

(V doterajšom obsahu ZŠ bol pojem sila a silové pôsobenie zavedený bez pojmu hybnosť. Po zavedení hybnosti a vymedzení pojmu sila pristupujeme ku kľúčovej diskusii o súvisi medzi zmenou pohybového stavu telesa, tj. zmenou hybnosti a silovým pôsobením iných objektov na teleso.)

Didaktická sekvencia

1. Empirické skúmanie rozdielov pri rozbiehaní rôzne ťažkých telies, diskusia o rozbiehaní a zastavovaní telesa.
2. Grafické znázorňovanie síl pôsobiacich na teleso v situáciách keď sa teleso rozbieha, ide rovnomerným pohybom, zastavuje.
3. Utvrdzovanie poznatku ďalšími príkladmi.
4. *Skúmanie vplyvu trenia na zastavovanie telesa, formulácia záveru, ak by sa teleso pohybovalo bez trenia a bez odporu prostredia, pohybovalo by sa do nekonečna, lebo ho nemá čo zastaviť.*

Prezentované aktivity, ktorých spracovanie je aj formou žiackych pracovných listov a metodických poznámok pre učiteľa, predstavujú finálny krok didaktickej sekvencie priamo nadväzujúcej na predošlé kroky tejto sekvencie a na predošlé sekvencie, konkrétne aktivity zavádzajúce pojem hybnosť (Hybnosť, zrážky mincí, zrážky vozíkov), aktivitu rozvíjajúcu predstavu o zachovaní hybnosti a nutnosti výslednice síl proti smeru pohybu v prípade zastavovania telesa (Korčuliar na školskom dvore) a sekvenciu ozrejmujúcu pojem sila a silové pôsobenie („Keď sila, tak pôsobič“). Postupujeme sériou pozorovaní a žiackych experimentov, prostredníctvom ktorých sa snažíme poukázať na príčiny zastavovania pohybujúceho sa telesa. Výsledkom tejto časti sekvencie má byť poznatok, že príčinou zastavenia idúceho telesa je silové pôsobenie smerujúce proti smeru pohybu. Výsledkom celej didaktickej sekvencie by mal byť kľúčový poznatok, že za zmenou pohybového stavu telesa, tj. zmenou hybnosti je nevykompenzované silové pôsobenie iných objektov na dané teleso.

Na úrovni základnej školy si vystačíme so slovným opisom pozorovaných javov, nie je tu ešte cieľom zavádzať matematicky pojem zrýchlenie. Predpokladáme pokračovanie na strednej škole. Navrhnuté aktivity poskytujú priestor na rozvoj žiackych spôsobilostí vedeckej práce súvisiace s navrhovaním predpokladov, prípadne jednoduchých hypotéz, ako aj návrhom spôsobu ich overenia.

ZASTAVENIE TELESA (pracovný list žiaka)

Príprava

Máme skúsenosť, že ak je teleso v pohybe, časom sa zastaví. Ak sa napríklad chceme niekam dostať na bicykli, nestačí nám rozbehnúť sa, ale musíme ďalej vynakladať námahu na to, aby sme sa nezastavili. Podobne, ak na aute prestaneme pridávať plyn, auto začne spomaľovať. Prečo pohybujúce sa teleso časom zastaví? Skúste si spomenúť na pojmy „hybnosť“ a „sila“. Vedeli by sme ich dať do súvisu s pohybom a so zmenou pohybu?

Problém

Zameriame sa teraz na zastavovanie telesa a skúsime ozrejmiť, prečo idúce telesá zastavujú. Vedeli by ste nájsť podmienky na to, aby sa teleso po uvedení do pohybu pohybovalo čo najdlhšie?

Pomôcky

Naklonená rovina s dlhým dojazdom na vodorovnej rovine, valček alebo guľôčka, kus tkaniny alebo koberca, vlnitého papiera, obyčajný hrubý papier, pásmové dĺžkové meradlo, vzduchová dráha – ak je v škole k dispozícii.

Postup

Zastavovanie valčeka (valček môžeme nahradiť guľôčkou).

1. Pripravte si naklonenú rovinu s dlhým dojazdom. Z naklonenej roviny budeme púšťať valček (alebo guľôčku), valček bude zastavovať na vodorovnej rovine. Valček budete spúšťať z naklonenej roviny vždy z tej istej výšky.



2. Ako by ste na vodorovnej rovine čo najskôr zastavili valček? Nájdite čo najlepšie riešenie, pri ktorom valček naozaj zastaví čo najskôr. Napíšte a následne uskutočnite pokus.

3. Ako by ste čo najskôr zastavili valček bez zachytenia valčeka rukou alebo pomocou inej prekážky? Môžete využiť dostupné pomôcky, ale nesmiete postaviť valčeku do cesty priamu prekážku. Napíšte a následne uskutočnite pokus. Odmerajte vzdialenosť, ktorú váš valček prešiel na vodorovnej rovine.

4. Na vodorovnú rovinu umiestňujte rôzne podložky, po ktorých necháte valček pohybovať sa. Porovnajte jeho dojazd na jednotlivých podložkách. Výsledky zapíšte do tabuľky.

Tabuľka č. 1

Materiál vodorovnej dojazdovej roviny	Dojazd valčeka na rovine, uvádzajte v cm.

5. Diskutujte v skupinách: Ako by sme vedeli dojazd valčeka čo najviac predĺžiť? Napíšte čo najviac nápadov.

Zhrnutie

Diskutujte so spolužiakmi v skupine.

1. Čo by sa stalo, ak by vodorovná rovina nekládla valčeku žiadny odpor?

2. Prečo je potrebné v zimnom období zmeniť pneumatiky na autách

3. Prečo sa na ľade auto zle zastavuje?

4. Stretol si sa niekde s pohybom s minimálnym trením?

5. Hral si už niekedy vzdušný stolný hokej? Akým spôsobom sa dosiahlo minimalizovanie trenia?

6. Prečo sa vesmírne objekty pohybujú neustále, bez zastavenia?

7. Pozorujte pohyb vozíka na vodorovnej vzduchovej dráhe. Akým spôsobom sa pohybuje vozík? Prečo sa nemení jeho rýchlosť?

8. Môže sa pohybovať teleso, ak na neho nepôsobí žiadna sila? (Akým pohybom?)

9. Formulujte všeobecný záver: Vďaka čomu zastavujú pohybujúce sa telesá?

10. Analyzujme let loptičky cez triedu. Kedy naň kto silovo pôsobí?

a) Kto loptičku rozbíha?

b) Keď loptička letí triedou, kto na ňu silovo pôsobí?

c) Kto a kedy ju brzdí?

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

ZASTAVENIE TELESA

Kontext

Celá séria aktivít od pojmu hybnosť, cez vzájomné silové pôsobenie telies (objektov) až po uvedenie si súvislostí medzi hybnosťou, jej zmenou a výslednicou pôsobiacich síl vychádza zo snahy zadekvátňiť žiacke predstavy. Prevažná väčšina žiakov, rozumej takmer všetci, majú predstavu, že ak sa teleso pohybuje, nutne naň musí pôsobiť sila v smere pohybu. Tejto predstave sa zrejme nevyhneme, ale zavedením pojmu hybnosť môžeme rozvíť diskusiu smerom k podmienkam zmeny hybnosti a tak vlastne myšlienkovo kopírovať historický postup pri ozrejmovaní príčin pohybu, ako ho uskutočnili Galilei a najmä Newton.

Galilei formuloval základný poznatok o hybnosti telies, kde rozpracoval bližšie teóriu Impetus a experimentálne prišiel na vzťah medzi impulzom sily a zmenou hybnosti telesa. Galilei bol teda prvý, ktorý sa rozhodol spojiť zmenu hybnosti nejakého telesa so silou, ktorá na neho pôsobí. V Galileiho práci *Discorsi* sa môžeme napríklad dočítať nasledovne: „Predstavujem si pohybujúce sa teleso, ktoré je hodené na vodorovnú rovinu, kde nie je žiadna prekážka. Hovoríme o tom, že jeho pohyb na rovine bude stále rovnomerný ak rovina pokračuje do nekonečna.“

Navrhnutá aktivita má za cieľ rozvíť obsahovo presne túto Galileiho myšlienku s tým dodatkom, že za zastavenie telesa je zodpovedné silové pôsobenie iných objektov, telies. Ak teda výslednica síl pôsobiacich na teleso smeruje proti smeru pohybu telesa, teleso zastavuje. Táto myšlienka je niekedy v protiklade so žiackou predstavou, ktorá vychádza z nepremyslenej skúsenosti o nutnosti silového pôsobenia na udržanie pohybu (napríklad na bicykli). Naším cieľom je upriamiť žiacku pozornosť na to, že na bicykli musíme prekonávať sily smerujúce proti smeru pohybu.

Týmto smerujeme ku kľúčovému pochopeniu, teda, že nie hybnosť sama, ale jej zmena je vyvolaná silovým pôsobením telesa. Len pripomíname, že už máme pripravenú ďalšiu ideu o sile, a to, že za každé silové pôsobenie je zodpovedné nejaké teleso, pôsobič.

Ciele

- Žiak má zistiť, že za zastavenie telesa môže výslednica síl pôsobiaca proti smeru pohybu, v tomto prípade valivý odpor (aj keď ho nemusíme pomenovať).
- Žiak sa má oboznámiť s myšlienkou, že ak by sme teleso nijak nebrzdili, mohlo by sa pohybovať neustále (1. Newtonov pohybový zákon).
- Žiak má vysvetliť, prečo pohybujúce sa telesá zastavia a identifikovať, aké objekty aké silové pôsobenie bolo zodpovedné za zastavenie valčeka.
- Žiak je schopný navrhnuť riešenie, ako znížiť valivý odpor pôsobiaci na teleso (pojem valivý odpor nemusí byť explicitne pomenovaný).
- Žiak má zistiť, že trenie je v prírode užitočné bez trenia by sme sa ťažko vedeli rozbehnúť a zastaviť.
- Žiak má rozumieť vzťahu medzi hybnosťou a výslednicou pôsobiacich síl (2. Newtonov pohybový zákon), teda, že za zmenu hybnosti je zodpovedné (nevykompenzované) silové pôsobenie.

Prerekvizity

Na predchádzajúcich aktivitách sme sa pomerne hlboko venovali pojmu hybnosť jeho prejavom, taktiež zákonu zachovania hybnosti. Ďalej sme sa venovali ozrejmeniu pojmu sila a silovému pôsobeniu telies. Taktiež sme sa už začali kvalitatívne venovať aj vzťahom medzi hybnosťou a silovým pôsobením, čiže žiaci by už mali mať poznatky o príčinách zmeny pohybového stavu. V danej aktivite sa pojmy upevňujú, ozrejmuju na konkrétnych príkladoch a dávajú do súvisu s príčinami zastavovania pohybujúcich sa telies, ktoré žiaci poznajú z každodennej skúsenosti.

Miskonceptie

- Žiaci majú predstavu, že ak sa teleso pohybuje, musí pôsobiť v smere pohybu pohybová sila „impetus“. Cieľom našich aktivít je práve predstavu impeta stotožniť s pojmom hybnosť.
- Zastavenie telesa je prirodzené, netreba k nemu silové pôsobenie proti smeru pohybu.
- Treniu žiaci priradujú iba negatívne vlastnosti, akoby vždy išlo o niečo, čo nechceme, čo treba eliminovať.

Potrebný čas práce

predpokladáme jednu vyučovaciu hodinu aj so zadaním domácej úlohy a zopakovanie na časti ďalšej hodiny (spolu asi 60 minút).

Organizácia triedy

Ideálny stav je 4 – 5-členné skupiny žiakov a max. 4 skupiny žiakov v triede.

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, naklonená rovina s dlhým dojazdom na vodorovnej rovine, valček alebo guľôčka, kus tkaniny alebo koberca alebo vlnitého papiera, pásmové dĺžkové meradlo, vzduchová dráha – ak je v škole k dispozícii.

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Naklonenú rovinu je možné urobiť napríklad z tenšej preglejky alebo sololitu, vhodný je napríklad vrchnák zo súpravy na trenie. Uhol sklonu naklonenej roviny voľte max. do 10°.
- Dojazd naklonenej roviny – vodorovná rovina môže byť aj na zemi.
- Ak pracujú žiaci na zemi treba dbať na bezpečnosť žiakov, aby skupiny mali dost' miesta a nezavadzali si a najmä aby nedošlo k úrazu, napríklad k udretiu sa o lavicu ak sa žiaci budú nakláňať na zem a následne sa vystierať. Najlepšie by bolo lavice v tomto prípade umiestniť mimo pracovný priestor žiakov.
- Namiesto valčeka môžeme použiť aj guľôčku alebo loptičku. Ideálny je valček alebo guľôčka hladkého tvaru, aby žiaci mohli počas realizácie dosiahnuť na hladkej podložke čo najväčší dojazd.
- Materiály pre dojazdovú vodorovnú rovinu si treba pripraviť a odskúšať vopred.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Máme skúsenosť, že ak je teleso v pohybe, časom sa zastaví. Ak sa chceme napríklad bicyklom niekam dostať, nestačí nám rozbehnúť sa, ale musíme ďalej vynakladať námahu na to, aby sme sa nezastavili. Podobne, ak na aute prestaneme pridávať plyn, auto začne spomaľovať. Prečo sa pohybujúce teleso časom zastaví? Skúste si spomenúť na pojmy „hybnosť“ a „sila“. Vedeli by sme ich dať do súvisu s pohybom a so zmenou pohybu?

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „Príprava“. Opisuje známy jav, že ak chceme nejaké teleso, dopravný prostriedok udržať v pohybe, musíme ho neustále poháňať smerom napred. Žiaci sa majú zamyslieť nad otázkou, prečo je tomu tak, prečo sa pohybujúce teleso časom zastaví. Keďže sme sa už venovali silovému pôsobeniu, mali by rozumieť, alebo aspoň byť oboznámený s tým, že za každou silou musí byť nejaký „pôsobič“. Čo teda brzdí telesá v smere pohybu? A čo by sa stalo, ak by toto brzdenie nebolo? To sú kľúčové otázky a témy našej aktivity.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Každý žiak má svoj pracovný list. Žiaci budú pracovať v 4 - 5-členných pracovných skupinách.</p> <p>Na začiatku hodiny je naformulovaná otázka, prečo sa telesá zastavujú a ako by sme vedeli zamedziť zastaveniu telesa.</p> <p>Budeme pracovať s naklonenou rovinou, z ktorej budeme rozbiehať valček. Valček budeme púšťať vždy z rovnakej výšky. Valček po zídení z naklonenej roviny sa bude pohybovať po dlhšej vodorovnej rovine.</p> <p>Prvá úloha pre žiakov je zastaviť valček na vodorovnej dojazdovej rovine čo najskôr. K dispozícii im zatiaľ nedávame nič (žiadne koberce...)</p> <p>Nasleduje ďalšia úloha formulovaná v bode 3 pracovného listu: Ako by ste čo najskôr zastavili valček bez zachytenia valčeka rukou alebo pomocou inej prekážky? Môžete využiť dostupné pomôcky, ale nesmiete postaviť valčeku do cesty priamu prekážku. Napíšte a následne uskutočnite pokus. Odmerajte vzdialenosť, ktorú váš valček prešiel na vodorovnej rovine.</p> <p>Následne budeme porovnávať dojazd valčeka na vodorovnej rovine pre rôzne materiály. Žiaci majú za úlohu vyplniť Tabuľku č. 1.</p> <p>V bode 5 postupu vyzveme žiakov, aby diskutovali o možnostiach, ako by sa dal dojazd valčeka čo najviac predĺžiť.</p>	<p>Možno budú aj nápady typu „neustále poháňať teleso napred“...</p> <p>Naklonenú rovinu je možné urobiť napríklad z tenšej preglejky alebo sololitu, vhodný je napríklad vrchnák zo súpravy na trenie. Uhol sklonu naklonenej roviny voľte max. do 10°.</p> <p>Dojazd naklonenej roviny – vodorovná rovina môže byť aj na zemi.</p> <p>Ak pracujú žiaci na zemi treba dbať na bezpečnosť žiakov, aby skupiny mali dost miesta a nezavadzali si a najmä aby nedošlo k úrazu, napríklad k udretiu sa o lavicu ak sa žiaci budú nakláňať na zem a následne sa vystierať. Najlepšie by bolo lavice v tomto prípade umiestniť mimo pracovný priestor žiakov.</p> <p>Namiesto valčeka môžeme použiť aj guľôčku alebo loptičku. Ideálne je mať valček alebo guľôčku hladkého tvaru, aby žiaci mohli počas realizácie dosiahnuť na hladkej podložke čo najväčší dojazd.</p> <p>Materiály pre dojazdovú vodorovnú rovinu si treba pripraviť a odskúšať vopred. Materiály pre dojazdovú rovinu zatiaľ pred žiakmi schováme.</p> <p>Očakávame výsledok, že valček žiaci jednoducho zachytia rukou, alebo mu do cesty položia prekážku, ktorá ho zastaví.</p> <p>Rozvineme diskusiu o žiackych riešeniach úlohy. Pri zhrnutí a zovšeobecnení používajte ako učiteľ pojmy silové pôsobenie a hybnosť.</p> <p>Žiaci majú zistiť, že voľbou materiálu na vodorovnej dojazdovej rovine môžu ovplyvniť prejdenú dráhu valčeka do zastavenia.</p> <p>Očakávame výsledky typu čo najviac znížiť odpor (možno ho budú volať „trenie“, správnejšie je valivý odpor).</p> <p>Ďalšia možnosť je opäť pomôcť valčeku silovým pôsobením vpred.</p>

<p>Dôležitou časťou žiackeho pracovného listu je aj časť Zhrnutie, v ktorej je množstvo otázok týkajúcich sa odporu proti smeru pohybu a trenia. Úlohou žiakov je hľadať odpovede na otázky a diskutovať o nich v skupinách. Svoje závery a nápady zapisujú do pracovného listu.</p> <p>Hneď prvá otázka: „Čo by sa stalo, ak by vodorovná rovina nekládla valčeku žiadny odpor?“ nabáda žiakov k myšlienkovému experimentu zanedbania trecích a odporových síl.</p> <p>Na záver učiteľ so žiakmi prediskutuje skupinové odpovede a pomôže s formulovaním záverov.</p> <p>Po formulovaní odpovedí na otázky 1 až 9 realizujeme kontrolný experiment s hodom loptičky cez triedu (otázka 10). Žiaci majú odpovedať, kedy pri hode loptičky cez triedu na ňu niekto alebo niečo silovo pôsobí.</p>	<p>Myšlienkový experiment býva súčasťou každého reálneho experimentu. Samostatné myšlienkové experimenty môžu viesť aj k objaveniu alebo ozrejmieniu nových poznatkov, ide teda o legitímnu vedeckú metódu. Myšlienku odabstrahovať trenie prvýkrát zrejme formuloval Galileo Galilei.</p> <p>Žiaci by mali dospieť k záveru, že bez odporu alebo inej brzdnnej sily by sa valček pohyboval do nekonečna. Túto myšlienku podporuje aj otázka č. 6 o pohybe vesmírnych objektov a aj abstraktne formulovaná otázka č. 8. Smerujeme k formulácii 1. Newtonovho pohybového zákona.</p> <p>Otázky týkajúce sa trenia č. 2 a č. 3 majú za cieľ upozorniť na užitočnosť trecích síl. Často ich totiž považujeme za niečo, čo by bolo najlepšie eliminovať.</p> <p>Závery z aktivít je možné formulovať v odpovediach na otázky č. 8 a 9.</p> <p>Odpoveďou na otázku, či a akým spôsobom sa môže teleso pohybovať bez pôsobenia síl je priamo 1. Newtonov pohybový zákon. Bude úspechom, ak ho žiaci formulujú vlastnými slovami.</p> <p>Dôležitým záverom je aj formulovanie príčin, prečo telesá pri pohybe zastavia. Ide o silové pôsobenia iných telies, objektov, ktoré pôsobia proti smeru pohybu a ktoré naše teleso brzdia.</p> <p>Treba neustále prízvukovať, že za zastavenie telesa je zodpovedné silové pôsobenie, nie za udržanie telesa v pohybe. Ide o kľúčovú predstavu mechaniky.</p> <p>Pri rozbiehaní pôsobí silovo na loptičku rukou ten, kto ju hádže.</p> <p>Počas letu loptičky ju v smere pohybu nič nerozbieha ani nezastavuje. Môžeme spomenúť gravitačnú silu smerujúcu nadol. Kvôli nej loptička nejde vodorovne, ale postupne padá na zem.</p> <p>Pri chytaní loptičky na ňu silovo pôsobí ruka toho, kto ju chytá. Táto sila smeruje proti smeru pohybu loptičky. Preto loptička zastaví.</p> <p>Ak by sme nestihli odpovedať na hodine na všetky položené otázky, necháme ich vypracovanie na domácu úlohu žiakom a vrátime sa k nim na nasledujúcej vyučovacej hodine.</p>
--	---

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Aktivita je opätovne venovaná budovaniu predstavy o príčinách zmeny hybnosti. **Zmena hybnosti je zapríčinená silovým pôsobením iného telesa (telies, objektov, „pôsobičov“) na vyšetrované teleso.** Úlohou žiakov je zostrojiť naklonenú rovinu, z ktorej budú spúšťať valček. Následne je ich úlohou navrhnúť taký dojazd pre valček, aby na ňom valček zastavil čo najskôr. Následne navrhujú taký dojazd, aby prešiel čo najdlhšiu dráhu. Budujeme predstavu o príčinách zmeny pohybového stavu. Cieľom pre žiakov je identifikovať príčinu zmeny rýchlosti valčeka pri dojazde na vodorovnej rovine. Žiaci zistia, že za zastavenie valčeka môže podložka a jej vlastnosti, konkrétne valivý odpor (v tomto štádiu nie je nutné trvať na presnom zavedení pojmu valivý odpor, postačí pomenovanie „odpor“ „brzdna sila“). Zmenou materiálu podložky vieme zmeniť aj brzdnu silu pôsobiacu na kotúlajúci sa valček. Záverom má byť, že **za brzdenie telesa je zodpovedné silové pôsobenie na teleso proti smeru pohybu.** Väčšie silové pôsobenie proti smeru pohybu spôsobí kratšiu prejdenú vzdialenosť do zastavenia telesa. Poznatok je v zhode s **Druhým Newtonovým pohybovým zákonom.** V ďalšom kroku myšlienkovým experimentom odabstrahujeme trenie, vzbudíme situáciu, čo by bolo, keby proti smeru pohybu valčeka nepôsobila žiadna sila? Smerujeme k formulácii **Prvého Newtonovho pohybového zákona.**

Hlavným zámerom je opakovanie a utvrdzovanie poznatku, že za zmenu hybnosti je vždy zodpovedné silové pôsobenie. Výslednica síl pôsobiaca na teleso má smer totožný so smerom zmeny pohybu telesa. V prípade brzdenia telesa ide o silové pôsobenie proti smeru pohybu telesa. Ak takéto pôsobenie nie je, teleso bude zotrvať v pohybe svojím pôvodným smerom.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť navrhovať **experimentálne zariadenie požadovaných vlastností**, ďalej **argumentovať** v diskusii so spolužiakmi. Pri návrhu uskutočňujú myšlienkový experiment ako súčasť reálneho experimentu. Pri sledovaní pohybu valčeka na vodorovnej rovine s rôznymi povrchmi žiaci uskutočňujú kvalitatívne porovnanie a aj kvantitatívne porovnanie, keď merajú dĺžku dojazdu valčeka. Následne sú vyzvaní k abstrahovaniu, **tvorbe modelu** s požadovanými vlastnosťami, konkrétne modelu pohybu bez trenia. V tejto fáze je nutné abstrahovať, navrhnúť nerealizovateľný myšlienkový experiment. Aj takéto myšlienkové experimenty sú súčasťou prírodovedného bádania, ako samostatný prvok prírodovedného uvažovania.

Aktivita **ROZPÚŠŤANIE LÁTOK A JEHO TEPELNÝ EFEKT** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (4.)

Celkové množstvo energie vo Vesmíre je vždy rovnaké, ale energia môže byť transformovaná, ak sa veci zmenia alebo ak zmenu vyvolajú.

Nosná myšlienka (4.8)

Pri rozpúšťaní látok sa teplo uvoľňuje alebo spotrebúva. Súvisí to so zložením látky, typom väzieb a usporiadaním častíc v rozpúšťanej látke a rozpúšťadle.

Didaktická sekvencia

1. Rozpustnosť látok závisí od štruktúry rozpúšťaných látok a rozpúšťadla.
2. Rozpustnosť látok závisí od chemických väzieb, ktoré sa nachádzajú v rozpúšťanej látke a rozpúšťadle.
3. *Pri rozpúšťaní látok sa teplo môže uvoľniť alebo spotrebovať.*
4. *Pri rozpúšťaní kyselín, hydroxidov sa teplo uvoľňuje.*
5. *Pri rozpúšťaní chloridu sodného sa energia uvoľňuje, ale pri rozpúšťaní tiosíranu sodného sa spotrebúva.*
6. Pri rozpúšťaní je potrebné dodať energiu na „rozbitie“ niektorých väzieb v rozpúšťanej látke a rozpúšťadle.
7. Pri hydratácii (solvatácii) vzniknutých iónov sa energia uvoľňuje. Zavedenie pojmu hydratácie (solvatácie).

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou niekoľkých krokov nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Jej cieľom je prispieť k pochopeniu, že pri rozpúšťaní látok sa môže teplo uvoľňovať, spotrebovať alebo sa teplota zmesi nezmení. V ďalšej časti aktivita vedie k pochopeniu, že tepelný efekt rozpúšťania závisí od zloženia rozpúšťaných látok a v konečnom dôsledku až od väzieb, ktorými sú jednotlivé prvky alebo skupiny prvkov pospájané.

Aktivita posilňuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce, zručnosti súvisiace s činnosťami ako meranie objemu, meranie teploty.

ROZPÚŠŤANIE LÁTOK A JEHO TEPELNÝ EFEKT (pracovný list žiaka)

Príprava

S rozpúšťaním látok sa stretávame v bežnom živote pomerne často. Vedeli ste, že pri rozpúšťaní látok vo vode môže dochádzať k zmene teploty roztoku?

Pomôcky

3x kadička obalená alobalom, teplomer, vreckovky

Chemikálie

voda, (dopíšte tie, ktoré ste dostali od vyučujúceho) _____

Pozorujte vlastnosti látok, ktoré ste dostali a svoje pozorovania si zapíšte do nasledujúcich riadkov.

látka č. 1 (dopíš jej názov): _____

skupenstvo: _____

farba: _____

zápach: _____

látka č. 2 (dopíš jej názov): _____

skupenstvo: _____

farba: _____

zápach: _____

látka č. 3 (dopíš jej názov): _____

skupenstvo: _____

farba: _____

zápach: _____

Problém

Ako sa mení teplota roztoku pri rozpúšťaní látok? Od čoho závisí zmena teploty roztoku pri rozpúšťaní látok?

Predpoklad

Odhadnite, ako sa bude meniť teplota roztoku pri rozpúšťaní pripravených látok. Napíšte, čo očakávate, že sa stane s teplotou (bude klesať alebo stúpať, prípadne sa nestane nič) po rozpustení látok vo vode – do prázdnych riadkov napíšte názov látky a svoje očakávania:

Po pridaní látky _____ do vody očakávam, že teplota _____.

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

Po pridaní látky _____ do vody očakávam, že teplota _____.

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

Po pridaní látky _____ do vody očakávam, že teplota _____.

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

Postup

1. Máte 3 kadičky s vodou. Zmerajte teplotu vody (vložením teplomera) vo všetkých troch kadičkách a túto teplotu si zaznačte do tabuľky nižšie (stĺpec **teplota vody pred pridaním látky t_1**)
2. Do prvej kadičky nalejte/nasypte jednu z látok, ktorú ste dostali (len jednu z látok, nepridávajte 2 látky do 1 kadičky s vodou) a teplomerom látku opatrne zamiešajte.
3. Po rozpustení pridanej látky zmerajte teplotu roztoku (látko + voda) a zaznačte ju do tabuľky (stĺpec **teplota roztoku po pridaní látky t_2**).
4. Vytiahnite teplomer a utrite ho do vreckovky. Vypočítajte rozdiel medzi dvomi teplotami podľa vzorca **$t_1 - t_2$** a zaznačte výsledok (stĺpec **rozdiel teplôt $t_1 - t_2$**)
5. To isté zopakujte so zvyšnými dvoma látkami. Namerané hodnoty zaznačte do Tabuľky č. 1.

Pozorovanie

Tabuľka č. 1

názov látky	teplota vody pred pridaním látky t_1	teplota roztoku po pridaní látky t_2	rozdiel teplôt $t_1 - t_2$

Zhodnotte, do akej miery sa splnilo to, čo ste predpokladali.

Ak vám nevyšli také výsledky, ako ste predpovedali, pokúste sa vysvetliť prečo?

Od čoho podľa vás závisí zvyšovanie alebo znižovanie teploty pri rozpúšťaní látok? Čo sa deje pri rozpúšťaní látok?

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

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

Zhrnutie

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

Tabuľka č. 2

Skupina	Názov látky	Vzorec látky	Teplo sa uvoľnilo, spotrebovalo alebo sa nemenilo
<i>kyseliny</i>	kyselina sírová	H ₂ SO ₄	
	kyselina chlorovodíková	HCl	
<i>alkoholy</i>	etanol	C ₂ H ₆ O	
<i>peroxydy</i>	peroxid vodíka	H ₂ O ₂	
<i>soli kyselín</i>	síran meďnatý (bezvodý)	CuSO ₄	
	uhličitan sodný (bezvodý)	Na ₂ CO ₃	
<i>látky používané v domácnosti</i>	Coca-cola	-	
	červené farbivo	-	
	zelené farbivo	-	
	cukor (sacharóza)	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	

Odpovedzte na otázky:

1. Po rozpustení ktorých látok sa teplota vody nezmenila?

2. Boli látky, pri ktorých sa teplota nemenila rovnakého skupenstva?

3. Ak vyšiel rozdiel teplôt kladný, bol tento roztok v kadičke na dotyk chladnejší?

4. Ak vyšiel rozdiel teplôt záporný, bol tento roztok v kadičke na dotyk chladnejší?

5. Ktoré látky po rozpustení zohriali vodu?

6. Ktoré látky po rozpustení ochladili vodu?

7. Čo, podľa vás, spôsobuje zvýšenie teploty roztoku?

8. Čo, podľa vás, spôsobuje zníženie teploty roztoku?

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

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

ROZPÚŠŤANIE LÁTOK A JEHO TEPELNÝ EFEKT

Kontext

Žiaci majú základnú predstavu o látkach, pri ktorých sa teplo pri rozpúšťaní uvoľňuje. Sú to najmä žieraviny, príp. alkoholické nápoje. S tými môžu prísť do kontaktu bežne v domácnosti. Na druhej strane väčšina žiakov netuší, že pri rozpúšťaní látok sa môže teplo aj spotrebávať alebo nedochádza k zmene teploty roztoku. To, od čoho to závisí je počet, druh a sila väzieb prítomných v zlúčenine.

Z hľadiska bežného života dochádza k rozpúšťaniu látok a s tým súvisiacim tepelným efektom pri používaní čistiacich prostriedkov, z ktorých mnohé obsahujú žieraviny ako kyseliny a hydroxidy. V tejto súvislosti je dôležité, aby mali žiaci predstavu o týchto procesoch a naučiť ich, ako dbať na bezpečnosť aj v domácnosti, čiže mimo chemického laboratória. Na druhej strane mnohé procesy prebiehajú rýchlejšie, keď ich zahrejeme, keďže ide o endotermické deje. Tiež je vhodné poukázať na veľké množstvo uvoľneného tepla počas rozpúšťania etanolu vo vode, keďže ľudský organizmus je zložený najmä z vody podobný efekt bude mať požívanie alkoholických nápojov.

Aktivita poukazuje na to, že pri rozpúšťaní látok nie je možné podľa skupenstva a farby určiť, či sa teplo bude uvoľňovať alebo spotrebávať. Závisí to od väzieb prítomných v látke.

Ciele

- Žiak je schopný vymenovať príklady procesov známych zo života, pri ktorých sa spotrebúva alebo uvoľňuje teplo.
- Žiak má uskutočniť pokusy na meranie tepelných zmien pri chemických reakciách.
- Žiak má zaznamenať výsledky pokusov do tabuliek a interpretovať ich.
- Žiak je schopný rozoznať uvoľňovanie a spotrebovanie tepla (oteplenie alebo ochladenie roztoku).
- Žiak je schopný sformulovať vlastnú hypotézu a overiť jej platnosť.
- Žiak dokáže sformulovať záver, že daný tepelný efekt závisí od „typu“ rozpúšťanej látky.

Prerekvizity

Žiakom je známy obsah pojmov teplo, teplota, vedia odčítať a zaznamenať teplotu z teplomera. Žiaci vedia pracovať v laboratóriu s laboratórnymi pomôckami, využitými v pokuse (kadička, teplomer a pod.). Žiaci vedia určiť vlastnosti vybraných látok – skupenstvo, farbu, vôňu a pod. Žiaci poznajú pojem rozpúšťanie tuhej látky v kvapalnom rozpúšťadle.

V danej aktivite sa aplikuje pojem rozpúšťanie v laboratórnych podmienkach a sprístupňuje sa tepelný efekt tohto procesu v závislosti od rozpúšťanej látky.

Miskoncepce

- Žiaci zamieňajú pojmy teplo a teplota.
- Rozpúšťanie a topenie sú totožné procesy. Žiaci si tieto dva pojmy zamieňajú.

Potrebný čas práce

1 – 2 vyučovacie hodiny (45 – 90 minút)

Organizácia triedy

2 – 4-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, kadičky, alobal, teplomery, misky, filtračné papiere, voda, kyselina sírová ($w = 5\%$), kyselina chlorovodíková ($w = 10\%$), etanol, peroxid vodíka ($w = 5\%$), síran meďnatý (bezvodý) – 3 g na jednu skupinu, uhličitan sodný (bezvodý) – 3 g na jednu skupinu, sodík, Coca-cola, červené farbivo, zelené farbivo, cukor (sacharóza), hydrogenuhličitan sodný, hydrogenuhličitan draselný, tiosíran sodný, Modrá skalica – pentahydrát síranu meďnatého, Glauberova soľ – dekahydrát síranu sodného

Z tuhých látok potrebujeme 3 g na jednu skupinu. Množstvo kvapalných látok na jedno meranie je 30 ml, množstvo vody v jednom polystyrénovom poháriku na jedno meranie 50 ml.

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Je dôležité použiť uvedené, overené koncentrácie roztokov kyselín, kvôli bezpečnosti a tiež prijateľným rozdielom teploty pri rozpúšťaní.
- Namiesto kadičiek obalených alobalom je možné použiť polystyrénové poháriky, ktoré kvôli stabilite položíme do primeranej kadičky. V tomto prípade dochádza k menšiemu úniku tepla.
- Žiakov je dôležité upozorniť na bezpečné ovoniavanie chemických látok.
- Namiesto bežného teplomera je možné použiť rôzne digitálne teplomery, prípadne meracie systémy s použitím teplotného senzora.
- Pri použití teplomera je dôležité upozorniť žiakov na opatrné premiešavanie roztoku počas rozpúšťania, prípadne je lepšie použiť sklenú tyčinku.
- Použitý teplomer by mal mať čo najviac členenú stupnicu (rozsah do $100\text{ }^{\circ}\text{C}$), nie je vhodné použiť teplomer s rozsahom stupnice do $400\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Z hľadiska bezpečnosti, je potrebné poznať bezpečnostné vety pre chemické látky, s ktorými žiaci pracujú. Samozrejme, že žiaci môžu pracovať iba s nízkymi koncentraciami žieravín, ktoré už nie sú nebezpečné. Bližšiu charakteristiku použitých látok uvádzame v nasledujúcej tabuľke:

Názov látky	Chemický vzorec látky	Vodný roztok látky, s ktorým môžu pracovať žiaci [%]	H-vety pre príslušný roztok látky	Slovné vyjadrenie piktogramov
Coca-cola	-	-	Látka nie je nebezpečná	-
Etanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	96 %	H225	Horľavá kvapalina.
Hydrogenuhličitan draselný	KHCO_3	-	Látka nie je nebezpečná	-
Hydrogenuhličitan sodný	NaHCO_3	-	Látka nie je nebezpečná	-
Kyselina chlorovodíková	HCl	10 %	H315, H335	Dráždi pokožku. Toxická pre špecifický cieľový orgán – jednorazová expozícia.
Kyselina sírová	H_2SO_4	5 %	H315	Dráždivosť kože.
Peroxid vodíka	H_2O_2	8 %	H271, H332, H302, H319	Oxidujúca kvapalná látka. Dráždivosť kože, očí, dýchacej sústavy a pod. Nebezpečná pre vodné prostredie.
Potravinárske farbivá	-	-	Látka nie je nebezpečná	-

Síran meďnatý (bezvodý)	CuSO_4	-	H302, H319, H315, H400, H410	Dráždivosť kože, očí, dýchacej sústavy a pod. Nebezpečná pre vodné prostredie.
Síran meďnatý (pentahydrát)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	-	H302, H315, H319, H410	Dráždivosť kože, očí, dýchacej sústavy a pod. Nebezpečná pre vodné prostredie.
Síran sodný (dekahydrát)	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	-	Látka nie je nebezpečná	-
Tiosíran sodný (pentahydrát)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	-	Látka nie je nebezpečná	-
Uhličitan sodný (bezvodý)	Na_2CO_3	-	H319	Dráždivosť kože, očí, dýchacej sústavy a pod.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Učiteľ na úvod vedie so žiakmi diskusiu, aby upriamil pozornosť žiakov na rôzne procesy z bežného života, pri ktorých dochádza k uvoľňovaniu alebo spotrebovaniu tepla.

Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy teplo a teplota a rozdiely medzi nimi. Môže použiť napr. tieto otázky:

Čo je to teplota?

Ako meriame teplotu?

Čo je to teplo? – pomocná otázka – Bolo vám niekedy teplo alebo zima? Čo ste pri tom cítili?

Aký je rozdiel medzi teplom a teplotou?

Ako spoznáme, že sa teplo uvoľňuje? Uved'te príklad deja, pri ktorom sa teplo uvoľňuje.

Ako potom spoznáme, že sa teplo spotrebúva? Uved'te príklad deja, pri ktorom sa teplo spotrebúva.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Na úvod učiteľ so žiakmi diskutuje na tému Čo je to teplota? Ako meriame teplotu? Čo je to teplo? Bolo vám niekedy teplo alebo zima? Čo ste pri tom cítili? Aký je rozdiel medzi teplom a teplotou? Ako spoznáme, že sa teplo uvoľňuje? Ako potom spoznáme, že sa teplo spotrebúva? (bude niečo chladnejšie)</p> <p>Rozdanie pracovných listov. Žiaci začínajú čítať pracovné listy</p> <p>Učiteľ rozdá látky každej skupine. Žiaci si zapíšu, ktoré látky dostali, pozorujú a zaznamenajú základné fyzikálne vlastnosti týchto látok do pracovných listov.</p>	<p>V tejto úvodnej motivačnej časti sa učiteľ snaží upriamiť pozornosť žiakov na procesy, ktoré žiaci poznajú z bežného života a uvoľňuje alebo spotrebúva sa pri nich teplo, príklad: horenie dreva.</p> <p>Využíva pri tom poznatky, ktoré už žiaci majú z hodín fyziky.</p> <p>Cieľom tejto úvodnej diskusie je tiež zistiť žiacke prekoncepty a miskoncepce (viď vyššie), aby učiteľ mohol následne s nimi pracovať.</p> <p>Je vhodné, aby skupiny žiakov dostali rôzne látky, ale tiež aby sa niektoré opakovali, aby žiaci na konci hodiny mohli dedukovať a vyvodzovať závery z dostatočne širokej škály látok a rôznymi väzbami</p>

Pozorujte vlastnosti látok, ktoré ste dostali a svoje pozorovania si zapíšte do nasledujúcich riadkov.

látka č. 1 (dopíš jej názov): _____

a) skupenstvo: _____

b) farba: _____

c) zápach: _____

látka č. 2 (dopíš jej názov): _____

a) skupenstvo: _____

b) farba: _____

c) zápach: _____

látka č. 3 (dopíš jej názov): _____

a) skupenstvo: _____

b) farba: _____

c) zápach: _____

Následne žiaci „čítajú problém“ a ich úlohou je odhadnúť, ako sa bude meniť teplota pri rozpúšťaní daných látok. Svoje predpoklady zapíšu do pracovných listov a tiež sa pokúsia sformulovať odôvodnenie svojho rozhodnutia.

Napíšte, čo budete očakávať, že sa stane s teplotou (bude klesať alebo stúpať, prípadne sa nestane nič) po rozpustení látok vo vode – do prázdnych riadkov napíšte názov látky a svoje očakávania:

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

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

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

Žiaci prečítajú zoznam pomôcok, ktoré budú potrebovať k danej aktivite.

Učiteľ rozdá pomôcky.

Žiaci postupne, podľa pracovného postupu, zmerajú teplotu vody v kadičke t_1 a zapíšu ju do druhého stĺpca Tabuľky č. 1, k príslušnej látke.

Potom pridajú do kadičky jednu z látok, ktoré dostali od učiteľa a zamiešajú.

a tým aj rôznym tepelným efektom pri rozpúšťaní. Žiaci pravdepodobne majú skúsenosti s rôznymi chemickými látkami, či už z domácnosti alebo z hodín chémie. Je však potrebné upozorniť žiakov na bezpečné ovoniavanie látok.

Predpoklady žiakov vychádzajú z ich predchádzajúcich skúseností, zohľadňujú prekoncepty. Vysvetlenia môžu poukazovať na miskonceptie, prípadne iné nesprávne alebo nepresné chápanie pojmov.

Ak to čas dovolí, je vhodné, aby žiaci sami merali potrebný objem vody (50 ml) odmerným valcom. Ale, ak máme k dispozícii iba 1 vyučovaciu hodinu, je lepšie rozdať žiakom kadičky s už nameraným objemom vody.

V tejto časti je potrebné upozorniť žiakov na správne meranie teploty, aby bol teplomer dostatočne ponorený do roztoku, aby správne odčítali teplotu z teplomera (teplomer vo výške očí)...

Tiež je vhodné upozorniť žiakov, v prípade, ak používame teplomer aj na premiešanie roztoku, aby to robili opatrne.

<p>Po rozpustení pridanej látky odmerajú teplotu roz- toku t_2 a zapíšu ju do tretieho stĺpca Tabuľky č. 1. Žiaci postup zopakujú s ďalšími dvoma látkami.</p> <p>Nakoniec vypočítajú rozdiel teplôt pred a po roz- pustení látky ($t_1 - t_2$) a zapíšu ho aj s príslušným znamienkom do štvrtého stĺpca Tabuľky č. 1. Medzi jednotlivými meraniami žiaci umyjú teplo- mer a dôkladne osušia a utrú do vreckovky.</p> <p>Po skončení pozorovania žiaci vyhodnotia svoje výsledky. Porovnajú výsledky so svojimi predpo- kladmi a v rámci diskusie v skupine analyzujú prí- činy pozorovaných javov a zmien teploty. Výsledky zapíšu do pracovných listov.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Zhodnotte, do akej miery sa splnilo to, čo ste predpokladali.</i> • <i>Ak vám nevyšli také výsledky ako ste predpoveda- li, pokúste sa vysvetliť prečo?</i> • <i>Od čoho podľa vás závisí zvyšovanie alebo znižova- nie teploty pri rozpúšťaní niektorých látok? Čo sa deje pri rozpúšťaní látok?</i> • <i>Rozhodnite, ktoré reakcie boli exotermické, ktoré endotermické a pri ktorých sa teplota nemenila.</i> • <i>Poradte sa v skupine a pokúste sa sformulovať svoj vlastný záver ako skupina.</i> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Po vyplnení tejto časti v pracovných listoch nasle- duje zhrnutie, kde si žiaci upevňujú svoje vedomos- ti a využívajú svoje pozorovania na vyvodenie záve- ru, od čoho závisí tepelný efekt rozpúšťania daných látok.</p> <p>Do celotriednej tabuľky (Tabuľka č. 2) dopíšu do posledného stĺpca výsledky svojich pozorovaní (Tabuľka č. 3).</p> <p>Z tejto tabuľky žiaci vyvodlia závery ohľadne tepel- ného efektu, ktorý zaznamenáme pri rozpúšťaní jednotlivých skupín látok vo vode. Učiteľ usmerňuje diskusiu, aby žiaci prišli k záveru, že tepelný efekt pri rozpúšťaní látok závisí od typu a množstva väzieb v zlúčeninách. Žiaci na záver napíšu vyvodené závery do pracov- ného listu.</p>	<p>Záverennú teplotu odčítavame až po úplnom roz- pustení látky.</p> <p>Pri kvapalných látkach nalievame roztok do vody opatrne, aby nevystrekol von.</p> <p>Všetky vzorky je potrebné použiť v množstvách, ktoré sú uvedené v časti pomôcky. Ak by sme pou- žili menšie množstvá, rozdiel v nameraných teplo- tách môže byť príliš malý a žiaci ho nemusia za- znamenat'. Pri kyselinách používame najvyššie možné koncentrácie, s ktorými môžu žiaci robiť. Keďže sú to nízke koncentrácie, môže sa stať, že žiaci nenamerajú potrebný nárast teploty. V tom prípade odporúčame znížiť množstvo vody v pohá- riku alebo urobiť demonštračný pokus s vyššou koncentráciou kyseliny</p> <p>Príklady nameraných hodnôt:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vzorec látky</th> <th>Rozdiel v nameraných teplotách [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H₂SO₄</td> <td>+0,4</td> </tr> <tr> <td>HCl</td> <td>+0,5</td> </tr> <tr> <td>C₂H₆O</td> <td>+8,1</td> </tr> <tr> <td>H₂O₂</td> <td>0 až +0,1</td> </tr> <tr> <td>CuSO₄</td> <td>+4,3</td> </tr> <tr> <td>Na₂CO₃</td> <td>+1,9</td> </tr> <tr> <td>Coca-cola</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Červené farbivo</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Zelené farbivo</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>C₁₂H₂₂O₁₁</td> <td>0 až -0,2</td> </tr> <tr> <td>NaHCO₃</td> <td>-3,0</td> </tr> <tr> <td>KHCO₃</td> <td>-3,2</td> </tr> <tr> <td>Na₂S₂O₃ · 5H₂O</td> <td>-1,5</td> </tr> <tr> <td>CuSO₄ · 5H₂O</td> <td>-0,7</td> </tr> <tr> <td>Na₂SO₄ · 10H₂O</td> <td>-3,1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Žiaci pracovali s rôznymi vzorkami, a preto zazna- menajú rôzne výsledky. Tabuľka je zostavená tak, aby látky patriace do jednej skupiny (napr. kyseliny) bola zapísané pod sebou. Každá skupina je od- delená čiarou, takže na tabuli vzniknú oddelené skupiny s rovnakým tepelným efektom. Žiakom to pomôže k vyvodeniu záverov.</p> <p>Zhrnutie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pri rozpúšťaní látok vo vode sa môže meniť tep- lota roztoku (vody). 2. Či sa teplota zvyšuje alebo znižuje, príp. nemení, závisí od rozpúšťanej látky. 3. Žiaci prídu na to, že rôzne skupiny látok, ktoré obsahujú „podobné“ zloženie spôsobujú rovnaký tepelný efekt. 	Vzorec látky	Rozdiel v nameraných teplotách [°C]	H ₂ SO ₄	+0,4	HCl	+0,5	C ₂ H ₆ O	+8,1	H ₂ O ₂	0 až +0,1	CuSO ₄	+4,3	Na ₂ CO ₃	+1,9	Coca-cola	0	Červené farbivo	0	Zelené farbivo	0	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	0 až -0,2	NaHCO ₃	-3,0	KHCO ₃	-3,2	Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O	-1,5	CuSO ₄ · 5H ₂ O	-0,7	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	-3,1
Vzorec látky	Rozdiel v nameraných teplotách [°C]																																
H ₂ SO ₄	+0,4																																
HCl	+0,5																																
C ₂ H ₆ O	+8,1																																
H ₂ O ₂	0 až +0,1																																
CuSO ₄	+4,3																																
Na ₂ CO ₃	+1,9																																
Coca-cola	0																																
Červené farbivo	0																																
Zelené farbivo	0																																
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	0 až -0,2																																
NaHCO ₃	-3,0																																
KHCO ₃	-3,2																																
Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O	-1,5																																
CuSO ₄ · 5H ₂ O	-0,7																																
Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	-3,1																																

	<p>4. Podobné zloženie znamená rovnaké chemické väzby.</p> <p>5. Tepelný efekt pri rozpúšťaní látok závisí od typu a množstva väzieb prítomných v látke.</p>
--	--

Tabuľka č. 3 Výsledky získané po triednej diskusii

Skupina	Názov látky	Vzorec látky	Teplo sa uvoľnilo, spotrebovalo alebo sa nezmenilo
<i>kyseliny</i>	kyselina sírová	H ₂ SO ₄	uvoľnilo
	kyselina chlorovodíková	HCl	uvoľnilo
<i>alkoholy</i>	etanol	C ₂ H ₆ O	uvoľnilo
<i>peroxydy</i>	peroxid vodíka	H ₂ O ₂	nezmenilo
<i>soli kyselín</i>	síran meďnatý (bezvodý)	CuSO ₄	uvoľnilo
	uhličitan sodný (bezvodý)	Na ₂ CO ₃	uvoľnilo
<i>látky používané v domácnosti</i>	Coca-cola	-	nezmenilo
	červené farbivo	-	nezmenilo
	zelené farbivo	-	nezmenilo
	cukor (sacharóza)	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	nezmenilo
<i>hydrogenuhlčitaný</i>	hydrogenuhlčitan sodný	NaHCO ₃	spotrebovalo
	hydrogenuhlčitan draselný	KHCO ₃	spotrebovalo
<i>kryštalohydráty</i>	pentahydrát tiosíranu sodného	Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O	spotrebovalo
	modrá skalica – pentahydrát síranu meďnatého	CuSO ₄ · 5H ₂ O	spotrebovalo
	Glauberova soľ – dekahydrát síranu sodného	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	spotrebovalo



Obr. 1 Použitá aparátúra na meranie teploty

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je roztriediť dané vzorky látok podľa tepelného efektu pri rozpúšťaní vo vode na látky, pri ktorých sa teplo uvoľňuje, spotrebúva alebo bez tepelného efektu. Prostredníctvom praktických aktivít (pozorovanie fyzikálnych vlastností látok, meranie teploty) žiaci vyvodia záver, že látky s podobným zložením vytvárajú rovnaký tepelný efekt. Podobné zloženie znamená, že látky patria do rovnakej skupiny (napr. kyseliny, kryštalohydráty...), čiže obsahujú vo svojich molekulách rovnaké väzby. To znamená, že výsledný tepelný efekt rozpúšťania závisí od typu a počtu väzieb, ktoré sa nachádzajú v rozpúšťanej zlúčenine.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať, vyvodzovať, klasifikovať a merať**. Žiaci zrealizujú pozorovanie hneď na úvod pracovného listu, kde zaznamenajú základné fyzikálne vlastnosti látok, ktoré použijú v pokusoch. Ďalej zmerajú teplotu vody alebo roztoku. Ďalšou spôsobilosťou je predpokladať alebo vytvárať hypotézu, či teplota stúpne alebo klesne po rozpustení danej látky na základe vlastných skúseností. Výsledky žiaci zapíšu do tabuľky a na základe získaných výsledkov dokážu potvrdiť alebo zamietnuť svoju hypotézu. Inak povedané žiak si musí uvedomiť, aké kroky (operácie) musí vykonať, aby dokázal prostredníctvom empirickej skúsenosti podporiť alebo vyvrátiť svoju hypotézu – tento proces nazývame **operacionalizácia**. Žiaci v danom prípade uskutočnili **metrické (kardinálne) meranie**, ktoré zaradíme medzi vyššie formy merania. Žiaci merajú veličinu teplota v stupňoch Celzia a zisťujú rozdiel medzi teplotou na začiatku a na konci merania. Žiaci sú schopní rozdeliť dané vzorky na látky, pri ktorých počas ich rozpúšťania teplota stúpa (teplo sa uvoľňuje), klesá (teplo sa spotrebúva) alebo sa nemení. Žiaci dokážu predpokladať a tvoriť kvalifikované odhady z predchádzajúcej skúsenosti a získaných dát. (napr. Pri rozpúšťaní kyseliny chlorovodíkovej sa teplo uvoľňuje. Takže sa bude teplo uvoľňovať aj pri rozpúšťaní ďalších kyselín.) Na základe zaznamenaných údajov z vykonanej aktivity do celotriednej tabuľky sú schopní interpretovať získané dáta a **následne tvoriť závery a zovšeobecnenia** (napr. Pri rozpúšťaní kyselín, bezvodých solí alebo hydrogensolí sa teplo uvoľňuje. Pri rozpúšťaní kryštalohydrátov sa teplo spotrebúva, atď.)

Aktivita **ELEKTROLÝZA ROZTOKU JODIDU ZINOČNATÉHO** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (4.)

Celkové množstvo energie vo Vesmíre je vždy rovnaké, ale energia môže byť transformovaná, ak sa veci zmenia alebo ak zmenu vyvolajú.

Nosná myšlienka (4.12)

Prechod elektrického prúdu taveninami a roztokmi vyvoláva chemické reakcie. Dochádza pri tom k vzájomnej premene elektrickej a chemickej energie. Tento jav možno využiť v praxi na výrobu látok (napríklad hliník) alebo čistenie látok (napríklad meď).

Didaktická sekvencia

1. Roztoky a taveniny iónových zlúčenín (solí) vedú elektrický prúd. Sú to elektrolyty.
2. Prechod elektrického prúdu taveninami a roztokmi vyvoláva chemické reakcie. Dochádza pri tom k vzájomnej premene elektrickej energie na chemickú energiu.
3. *Zavedenie pojmu elektrolyza a elektróda – katóda a anóda.*
4. *Ióny sa pohybujú k elektródam, ktoré sú opačne nabité.*
5. *Štúdium elektrolyzy – polreakcie.*
6. Pri elektrolyze sa na katóde vylučujú kovy, čo využívame pri výrobe kovov, napr. hliník.
7. Pokovovanie– ochrana neušľachtilých kovov.

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou niekoľkých krokov nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Jej cieľom je prispieť k pochopeniu, že ak roztokom iónovej zlúčeniny prechádza elektrický prúd, dochádza k pohybu iónov k opačne nabitým elektródam. Aktivita tiež vedie k pochopeniu, že elektrolyza nie je samovoľný proces.

Aktivita posilňuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce ako pozorovanie a vyvodzovanie záverov z pozorovania a tiež zručnosti súvisiace so zostavovaním aparatury.

ELEKTROLÝZA ROZTOKU JODIDU ZINOČNATÉHO (pracovný list žiaka)

Príprava

Elektrolýza je nesamovoľný dej, pri ktorom dochádza k rozkladu soli v roztoku. K tomu, aby mohla prebiehať elektrolýza je nutné pôsobenie elektrického prúdu prostredníctvom zdroja elektrického prúdu a elektród, ktoré sú ponorené do roztoku. Rozoznávame dva typy elektród: anóda spojená s kladným koncom zdroja a katóda spojená so záporným koncom zdroja.

Pozoruj pripravený roztok a zapíš jeho vlastnosti do tabuľky:

Tabuľka č. 1

	Farba	Zápach
Jodid zinočnatý		

Problém

Odhadni, čo budeš pozorovať v roztoku jodidu zinočnatého **ZnI₂** vplyvom elektrického prúdu. (Do roztoku ponoríme elektródy a tie zapojíme do zdroja elektrického napätia.)

Svoj predpoklad zdôvodni.

Pomôcky

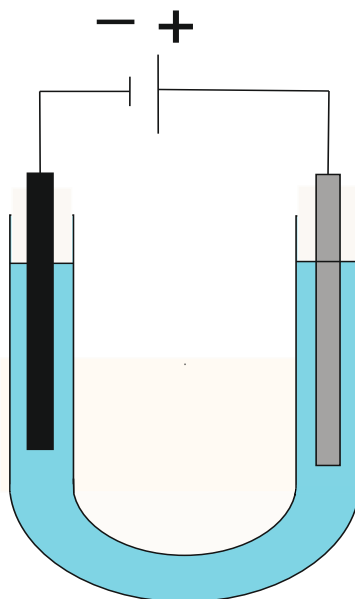
kadička, U-rúrka, uhlíkové elektródy (2 ks), elektrické vodiče (2 ks), krokosvorky (2 ks), zdroj jednosmerného napätia (6 – 15 V), stojan, lapák.

Chemikálie

roztok jodidu zinočnatého

Postup

1. Zostroj aparáturu podľa obrázka 1.
2. Do U-rúrky nalej roztok jodidu zinočnatého.
3. Dve uhlíkové elektródy prichytené svorkami vlož do roztoku tak, aby boli elektródy ponorené.
4. Elektródy prichytené svorkami zapoj na zdroj jednosmerného elektrického prúdu tak, že jedna elektróda bude zapojená na kladný (+) koniec a druhá elektróda na záporný (-) koniec
5. Zapni zdroj a nechaj prechádzať elektrický prúd 2 – 3 minúty.
6. Sleduj zmeny v roztoku a v okolí elektród.

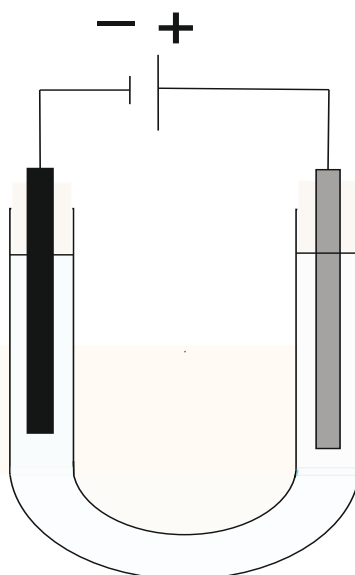


Obr. 1 Schéma aparatury na elektrolýzu

Pozorovanie

Čo si pozoroval (videl) v U-rúrke počas elektrolýzy? Čo sa objavilo na katóde a na anóde?

Do schémy na obrázku 2 nakresli svoje pozorovanie:



Obr. 2 Schéma aparatury na elektrolýzu – pozorovanie

V skupine prediskutujte výsledky a pokúste sa zhodnotiť svoj predpoklad.

Potvrdil sa tvoj odhad o priebehu elektrolýzy?

Ak sa tvoje predpoklady potvrdili, pokús sa vysvetliť prečo?

Vysvetli svoje pozorovanie:

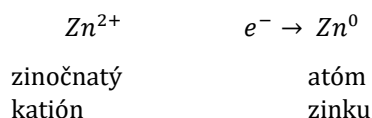
1. Aké ióny sa nachádzajú v roztoku jodidu zinočnatého ZnI_2 ?

2. Čo sa stane s iónmi, keď začne roztokom prechádzať elektrický prúd?

3. Ktorý prvok sa vylúčil na katóde? _____

Vysvetli.

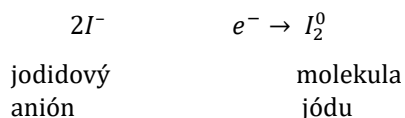
4. Zapíš vznik prvku na katóde pomocou polreakcie. (Doplň chýbajúce časti v schéme.)



5. Ktorý prvok sa vylúčil na anóde? _____

Vysvetli.

6. Zapíš vznik prvku na anóde pomocou polreakcie. (Doplň chýbajúce časti v schéme.)



Zhrnutie

1. Chemické reakcie, ktoré prebiehajú pri prechode jednosmerného elektrického prúdu roztokom nazývame _____.

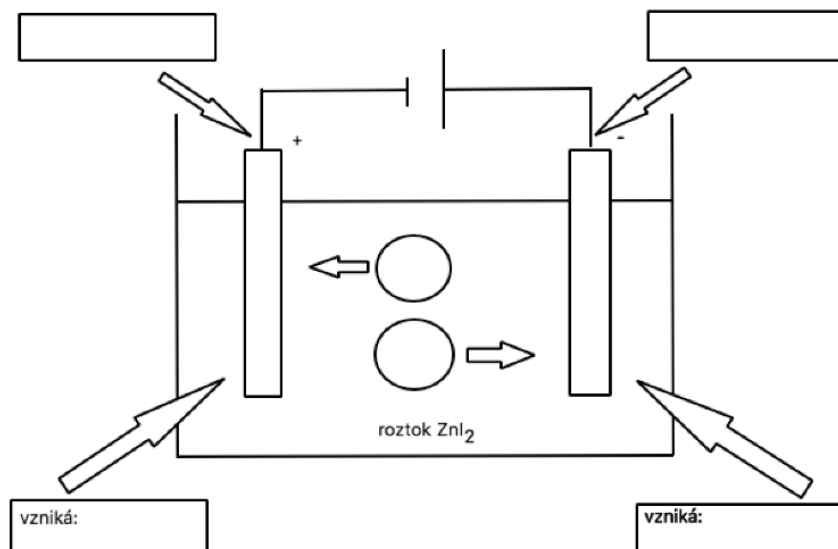
Dochádza k _____ látky. Vzniknuté ióny sa _____ k elektródam.

Kladná elektróda sa nazýva _____ a pohybujú sa k nej _____.

Záporná elektróda sa nazýva _____ a pohybujú sa k nej _____.

2. Čiastkové reakcie, ktorými zapisujeme prijímanie alebo odovzdávanie elektrónov označujeme ako _____.

3. Do schémy aparatury na realizáciu elektrolýzy ZnI_2 dopíš pomenovanie jednotlivých častí.



Obr. 3 Schéma aparatury na realizáciu elektrolýzy ZnI_2

4. Zapiš do tabuľky, na ktoré ióny sa rozpadne daná látka a príslušné čiastkové reakcie, ktoré prebehnú na katóde a anóde.

Tabuľka č. 2

katóda	látka	anóda
	chlorid meďnatý $CuCl_2$ ↙ ↘	
	chlorid železitý $FeCl_3$ ↙ ↘	
	bromid nikelnatý $NiBr_2$ ↙ ↘	
	chlorid cínatý $SnCl_2$ ↙ ↘	

bromid železnatý FeBr₂ ↙ ↘	
bromid ciničitý SnBr₂ ↙ ↘	

Pokús sa sformulovať vlastný záver (zovšeobecnenie) z tohto cvičenia. Čo sa deje s roztokom iónovej látky, keď cez neho bude prechádzať elektrický prúd? Čo získame na katóde a anóde?

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

ELEKTROLÝZA ROZTOKU JODIDU ZINOČNATÉHO

Kontext

Elektrolýza patrí k základným fyzikálno-chemickým procesom. Elektrolytické pokovovanie patrí k významným priemyselným procesom. Preto je dôležité, aby žiaci mali základnú predstavu o priebehu elektrolýzy. Aj v chemickom laboratóriu na ZŠ je možné so žiakmi tento proces skúmať. Upevníme predstavy súvisiace s redoxnými reakciami – prijímanie a odovzdávanie elektrónov a tiež pojmy, ktoré by už mali mať žiaci osvojené z fyziky ako elektrický prúd a napätie.

Aktivita poukazuje na to, že pri elektrolýze dochádza k rozkladu iónovej zlúčeniny na ióny, ktoré sa pohybujú k príslušným elektródam, prijímajú alebo odovzdávajú elektróny a vylučujú sa ako neutrálne atómy alebo molekuly.

Ciele

- Žiak je schopný zostaviť aparáturu podľa obrázka.
- Žiak má uskutočniť pozorovanie roztoku pred spustením reakcie a zmien počas realizácie pokusu.
- Žiak má zaznamenať výsledky pozorovaní do pracovného listu a interpretovať ich.
- Žiak je schopný rozoznať zmeny v roztoku a v okolí elektród počas priebehu elektrolýzy.
- Žiak je schopný sformulovať vlastný predpoklad a overiť jeho platnosť.
- Žiak dokáže sformulovať záver z pozorovania elektrolýzy, že katióny sa pohybujú ku katóde prijímajú príslušný počet elektrónov, anióny sa pohybujú k anóde a odovzdávajú príslušný počet elektrónov.
- Žiak dokáže s využitím ďalších iónových zlúčenín zovšeobecniť výsledky.

Prerekvizity

Žiakom je známy obsah pojmov elektróda, elektrický prúd, zdroj elektrického napätia. Dokážu zostaviť jednoduchú aparáturu s použitím U-rúrky, elektród, vodičov a zdroja napätia. Žiaci vedia pracovať v laboratóriu s laboratórnymi pomôckami, využitými v pokuse (kadička, U-rúrka, elektródy a pod.). Žiaci vedia určiť vlastnosti látok – skupenstvo, farbu, vôňu a pod. Žiaci poznajú pojmy katión a anión.

V danej aktivite sa aplikuje pojem elektrolýza a sprístupňuje sa pojem polreakcie.

Miskonceptie

Najčastejšie sa vyskytujúce miskonceptie z oblasti redoxných reakcií a elektrolýzy sú:

- Žiaci nevnímajú oxidáciu a redukciu ako procesy prebiehajúce súčasne. Napr. reaktanty sa oxidujú a produkty sa redukujú.
- Žiaci majú problém s pochopením významu oxidačného čísla a jeho výpočtu. Napr. „Oxidačné číslo určuje, koľko látok sa oxiduje alebo koľkokrát sa môže daná látka oxidovať.“ Žiaci tiež uvádzajú, že je možné určiť oxidačné číslo viacatómových molekúl alebo iónov. Ďalšou miskonceptiou, ktorá sa pomerne často vyskytuje u žiakov je predstava, že oxidačné číslo má nemennú hodnotu.
- Žiaci nevedia určiť, či ide o redoxnú reakciu. Často považujú za redoxnú reakciu iba tú, kde sa nachádzajú ióny s nábojmi a tým pádom môžu sledovať akýsi prenos elektrónov.
- Ak použijeme pri elektrolýze dve rovnaké elektródy, na obidvoch budú prebiehať rovnaké reakcie.
- Žiaci majú problém s predpovedaním produktov, ktoré budú vznikať na jednotlivých elektródach, pretože majú predstavu, že „voda sa nezúčastňuje reakcií, ktoré prebiehajú v roztokoch“. Tiež si myslia, že nie je možné určiť, ktorá redoxná reakcia bude prebiehať, ak sa nachádza v roztoku viac rôznych iónov a teoreticky by mohlo prebiehať viac reakcií na danej elektróde.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

2 – 4-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, farbičky, kadičky, U-rúrky, uhlíkové elektródy (2 ks na skupinu), elektrické vodiče (2 ks na skupinu), krokosvorčky (2 ks na skupinu), zdroj jednosmerného napätia (6 – 15 V), stojan, lapák, jodid sodný, dusičnan zinočnatý (alebo jodid zinočnatý), destilovaná voda.

Príprava roztoku

V malom množstve vody rozpustíme 1 g dusičnanu zinočnatého, pridáme 1 g jodidu sodného a roztok doplníme vodou na objem 100 cm³.

Ak máme k dispozícii jodid zinočnatý, tak si pripravíme roztok s koncentráciou asi 0,033 mol·dm⁻³ rozpustením 10,72 g vo vode a doplnením na objem 100 cm³.

Na jednu skupinu žiakov potrebujeme asi 20 – 50 ml roztoku, v závislosti od veľkosti U-rúrky.

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- U-rúrku je možné upevniť držiakom na stojan alebo umiestniť do stojana na skúmavky.
- Žiakov je dôležité upozorniť na bezpečné ovoniavanie chemických látok.
- Je potrebné žiakov upozorniť, že celý obvod musí byť precízne pospájaný, aby ním prechádzal prúd.
- Použitý zdroj jednosmerného napätia môže byť ľubovoľný od 4,5 – 15 V. Prípadne je možné použiť aj 3 ploché batérie paralelne pospájané. Je však potrebné overiť funkčnosť takéhoto zdroja. Samozrejme v prípade použitia slabšieho zdroja, je potrebné dlhšie počkať na pozorovateľné výsledky.
- Ak je k dispozícii, je možné pripraviť roztok na elektrolyzu priamo z jodidu zinočnatého.
- Je potrebné žiakov upozorniť, aby roztoky nevylievali do kanalizácie, ale do zbernej nádoby.

Z hľadiska bezpečnosti, je potrebné poznať bezpečnostné vety pre chemické látky, s ktorými pracuje učiteľ alebo žiaci. Všetky použité látky nie sú mimoriadne nebezpečné, napriek tomu je potrebné pracovať s nimi opatrne. Bližšiu charakteristiku použitých látok uvádzame v nasledujúcej tabuľke:

Tabuľka č. 2 Bezpečnostné vety pre použité chemické látky

Názov látky	Chemický vzorec látky	H-vety pre príslušný roztok látky	Slovné vyjadrenie H viet
Dusičnan zinočnatý	Zn(NO ₃) ₂	H272 H302 H315 H319 H335 H410	Môže prispieť k rozvoju požiaru; oxidačné činidlo. Škodlivý po požití. Dráždi kožu. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest. Veľmi toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
Jodid sodný	NaI	H400	Veľmi toxický pre vodné organizmy.
Jodid zinočnatý	ZnI ₂	H315 H319 H335 H410	Dráždi kožu. Spôsobuje vážne podráždenie očí. Môže spôsobiť podráždenie dýchacích ciest. Veľmi toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Učiteľ na úvod vedie so žiakmi diskusiu, aby zaujal ich pozornosť a zopakovať pojmy, ktoré sú nevyhnutné pre úspešnú realizáciu nasledujúcej aktivity.

Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy iónová zlúčenina, iónová väzba, elektrolyza, elektródy a ďalšie. Môže použiť napr. tieto otázky:

Ktoré roztoky sú vodivé?

Čo sa deje s iónovou zlúčeninou pri rozpúšťaní vo vode?

Čo je to elektrolyza?

Čo musí byť splnené, aby mohla elektrolyza prebiehať?

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky						
<p>Na úvod učiteľ so žiakmi diskutuje na tému Ktoré látky sú vodivé? Od čoho závisí, či látka vedie elektrický prúd? Príklady látok, ktoré sú vodivé, ktoré nie sú, ale ich roztoky sú vodivé... Prečo roztoky a taveniny iónových zlúčenín vedú elektrický prúd, zatiaľ čo tuhá látka nevedie?</p> <p>Čo sa stane s iónovou látkou, keď sa rozpúšťa vo vode?</p> <p>Rozdanie pracovných listov. Žiaci začínajú čítať pracovné listy.</p> <p>Učiteľ rozdá každej skupine roztok jodidu zinočnatého v kadičke. Žiaci si zaznamenajú základné fyzikálne vlastnosti roztoku do pracovných listov.</p> <p><i>Príprava</i> <i>Pozoruj pripravený roztok a zapíš jeho vlastnosti do tabuľky:</i></p> <table border="1" data-bbox="226 1464 820 1574"> <thead> <tr> <th></th> <th>farba</th> <th>zápach</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>jodid zinočnatý</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Následne žiaci „čítajú problém“ a ich úlohou je odhadnúť, čo sa bude diať (čo budú pozorovať) v roztoku jodidu zinočnatého po zapojení do elektrického obvodu. Svoje predpoklady zapíšu do pracovných listov a tiež sa pokúsia sformulovať odôvodnenie svojho rozhodnutia.</p>		farba	zápach	jodid zinočnatý			<p>V tejto úvodnej motivačnej časti sa učiteľ snaží upriamiť pozornosť žiakov na procesy a látky, ktoré žiaci poznajú z bežného života a súvisia s procesom elektrolyzy, napr. vodivosť kovov, vodivosť roztokov a tavenín iónových zlúčenín...</p> <p>Využíva pri tom poznatky, ktoré už žiaci majú z hodín fyziky.</p> <p>Cieľom tejto úvodnej diskusie je tiež zistiť žiacke prekoncepty a miskonceptie (viď vyššie), aby učiteľ mohol následne s nimi pracovať.</p> <p>Je možné, aby žiaci pracovali s už pripraveným roztokom a zapísali si do tabuľky jeho základné vlastnosti. Ak je k dispozícii dost' času a jodid zinočnatý, môžu si žiaci zarobiť roztok aj sami. Nie je nevyhnutné pre potrebné pozorovanie, aby bola zabezpečená analytická presnosť pri príprave roztoku s uvedenou koncentráciou.</p> <p>Je dobré nevynechať pozorovanie základných fyzikálnych vlastností, aby žiaci po uskutočnení pokusu mohli porovnať, aké zmeny v roztoku nastali.</p> <p>Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na to, že pozorovanie je priama skúsenosť získaná zmyslami, nie vysvetlenie javov, ktoré budú prebiehať. Čiže nie je možné pozorovať zinočnaté ióny alebo jodidové anióny.</p> <p>Môžeme pozorovať zmenu farby, vznik plynu vo forme bubliniek, tiež jeho farbu a veľmi opatrne aj zápach a tiež vylúčenie zrazeniny...</p> <p>Predpoklady žiakov vychádzajú z ich predchádzajúcich skúseností, zohľadňujú prekoncepty... Vysvetlenia môžu poukazovať na miskonceptie, prípadne iné nesprávne alebo nepresné chápanie pojmov.</p>
	farba	zápach					
jodid zinočnatý							

<p><i>Problém</i> <i>Odhadni, čo budeš pozorovať v roztoku jodidu zinočnatého ZnI_2 vplyvom elektrického prúdu. (Do roztoku ponoríme elektródy a tie zapojíme do zdroja elektrického napätia.)</i></p> <hr/> <hr/> <hr/> <p><i>Svoj predpoklad zdôvodni.</i></p> <hr/> <hr/> <hr/> <p>Žiaci prečítajú zoznam pomôcok, ktoré budú potrebovať k danej aktivite. Učiteľ rozdá pomôcky.</p> <p>Žiaci postupne, podľa pracovného postupu, zostavia aparatúru. Do U-rúrky nalejú pripravený roztok jodidu zinočnatého a do každého ramena ponoria uhlíkovú elektródu. Elektródy pripoja pomocou krokosvoriek a vodičov k zdroju napätia. Po zapnutí zdroja nechajú prebiehať elektrolýzu 2 – 3 minúty. Počas aj po vypnutí prúdu pozorujú zmeny v roztoku a v okolí elektród. Pozorované zmeny si žiaci zapisujú do pracovných listov.</p> <p><i>Pozorovanie</i> <i>Čo si pozoroval (videl) v U-rúrke počas elektrolýzy?</i> <i>Čo sa objavilo na katóde a na anóde?</i></p> <hr/> <hr/> <hr/> <p><i>Do schémy na obrázku 2 nakresli svoje pozorovanie:</i></p> <div data-bbox="379 1417 513 1608" data-label="Diagram"> </div> <p>Po skončení pozorovania žiaci vyhodnotia svoje výsledky. Porovnajú výsledky so svojimi predpokladmi a v rámci diskusie v skupine analyzujú príčiny pozorovaných javov a zmien teploty. Výsledky zapíšu do pracovných listov.</p> <p><i>V skupine prediskutujte výsledky a pokúste sa zhodnotiť svoj predpoklad.</i> <i>Potvrdil sa tvoj odhad o priebehu elektrolýzy?</i></p> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Je potrebné dbať na správne zapojenie elektrického obvodu. Ak elektrolýza nezačne prebiehať, je potrebné skontrolovať jednotlivé spoje.</p> <p>Zmeny v bezfarebnom roztoku je možné pri zdroji napätia 15 V pozorovať pár sekúnd po zapnutí.</p> <p>Žiaci by mali zaznamenať, že na katóde sa vylučuje sivo-biela látka tuhého skupenstva (zrazenina) a na anóde sa roztok sfarbuje do žltá až hnedá. Farba sa postupom času objavuje nielen pri anóde, ale tiahne smerom ku druhej elektróde.</p> <p>Diskusia v skupine by mala viesť k porovnaniu očakávaného pozorovania s reálnym a zdôvodneniu rozdielov. Tiež majú žiaci možnosť pouvažovať nad príčinami pozorovaní.</p>
---	--

Ak vám nevyšli také výsledky ako ste predpovedali, pokúste sa vysvetliť prečo?

Ak by žiaci nevedeli nájsť odpoveď, prečo pozorovali dané javy, v ďalšej časti im pomôžeme otázkami.

Vysvetli svoje pozorovanie:

Aké ióny sa nachádzajú v roztoku jodidu zinočnatého ZnI_2 ? _____

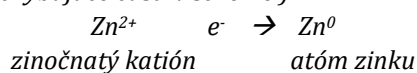
Čo sa stane s iónmi, keď začne roztokom prechádzať elektrický prúd?

Ktorý prvok sa vylúčil na katóde? _____

Vysvetli. _____

Zapíš vznik prvku na katóde pomocou polreakcie.

(Doplň chýbajúce časti v schéme.)

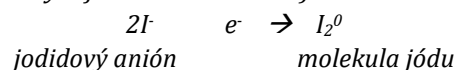


Ktorý prvok sa vylúčil na anóde? _____

Vysvetli. _____

Zapíš vznik prvku na anóde pomocou polreakcie.

(Doplň chýbajúce časti v schéme.)



Po vyplnení tejto časti v pracovných listoch nasleduje zhrnutie, kde si žiaci upevňujú svoje vedomosti a využívajú svoje pozorovania a vysvetlenia na vyvodenie záveru, čo sa deje s roztokom iónovej zlúčeniny pri prechode elektrického prúdu.

Žiaci napíšu vyvodené závery do pracovného listu.

1. Chemické reakcie, ktoré prebiehajú pri prechode jednosmerného elektrického prúdu roztokom nazývame _____. Dochádza k _____ látky.

2. Vzniknuté ióny sa _____ k elektródam. Kladná elektróda sa nazýva _____ a pohybujú sa k nej _____. Záporná elektróda sa nazýva _____ a pohybujú sa k nej _____.

3. Čiastkové reakcie, ktorými zapisujeme prijímanie alebo odovzdávanie elektrónov označujeme ako _____.

4. Do schémy aparatury na realizáciu elektrolýzy ZnI_2 dopíš pomenovanie jednotlivých častí.

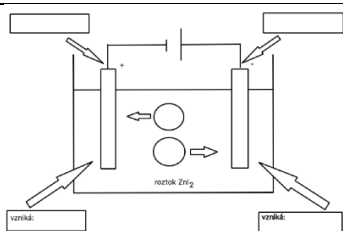
V ďalšej časti vedieme žiakov pomocou odpovedí na otázky a dopĺňaním chýbajúcich častí rovníc k čiastočnej formalizácii pozorovaných javov.

V časti zhrnutie si žiaci v ucelenej forme zopakujú a upevnia použité pojmy.

Záverečná tabuľka, obsahujúca ďalšie iónové zlúčeniny má žiakom pomôcť pri zovšeobecňovaní dejov, ktoré prebiehajú počas prechodu elektrického prúdu roztokom alebo taveninou iónových zlúčenín. Vybraté sú látky, kde nedochádza k reakciám iónov, ktoré vzniknú z vody. Toto by mohlo byť predmetom ďalších aktivít.

V tomto smere aj vyvodené zovšeobecnenia, ktoré očakávame od žiakov v poslednej časti budú z odborného hľadiska nepresné.

Niektoré príklady v Tabuľke č. 4 nie sú vhodné na praktickú realizáciu, hlavne z hľadiska bezpečnosti práce.



Zapíš do tabuľky, na ktoré ióny sa rozpadne daná látka a príslušné čiastkové reakcie, ktoré prebehnú na katóde a anóde.

Na záver žiaci vychádzajú z poslednej tabuľky zovšeobecnia svoje pozorovania a výsledky a sformulujú záver, ktorý je platný pre všetky roztoky a taveniny iónových zlúčenín.

Pokúste sa sformulovať vlastný záver (zovšeobecnenie) z tohto cvičenia. Čo sa deje s roztokom iónovej látky, keď cez neho bude prechádzať elektrický prúd? Čo získame na katóde a anóde?

Žiacke závery by mali byť asi v tomto význame:

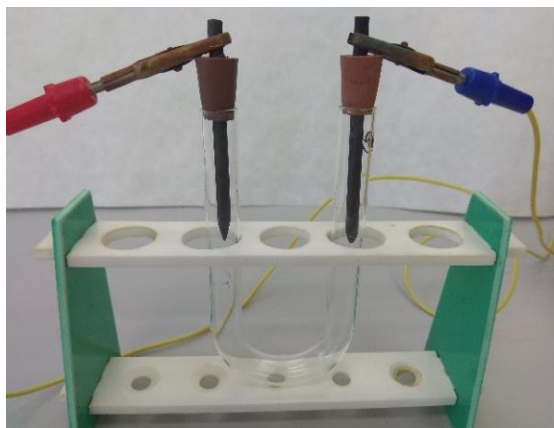
Zhrnutie:

1. Iónová zlúčenina sa pri rozpúšťaní vo vode „rozpadne“ na katióny a anióny.
2. Pri prechode elektrického prúdu roztokom alebo taveninou iónovej zlúčeniny sa ióny pohybujú k príslušnej elektróde.
3. Katióny sa pohybujú k záporne nabitej katóde a anióny ku kladnej nabitej anóde.
4. Katióny kovu na katóde prijímú potrebný počet elektrónov a vyzrážajú sa ako neutrálne atómy kovu.
5. Anióny nekovu na anóde odovzdávajú príslušný počet elektrónov a uvoľnia sa ako neutrálny prvok alebo molekula.
6. Formálny zápis reakcií, ktoré prebiehajú na jednotlivých elektródach nazývame polreakcie.

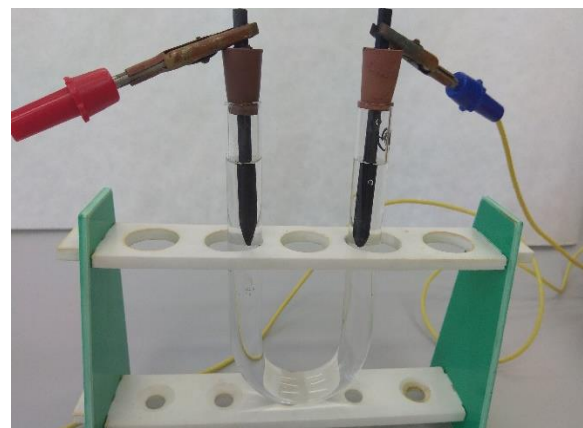
Tabuľka č. 3 Ukážka vyplnenej tabuľky z úlohy 4

katóda	látka	anóda
chlorid meďnatý CuCl₂		
↙ ↘		
$\text{Cu}^{2+} + 2 e^{-} \rightarrow \text{Cu}$		$2 \text{Cl}^{-} - 2 e^{-} \rightarrow \text{Cl}_2$
chlorid železitý FeCl₃		
↙ ↘		
$2 \text{Fe}^{3+} + 3 e^{-} \rightarrow 2 \text{Fe}$		$6 \text{Cl}^{-} - 6 e^{-} \rightarrow 3 \text{Cl}_2$
bromid nikelnatý NiBr₂		
↙ ↘		
$\text{Ni}^{2+} + 2 e^{-} \rightarrow \text{Ni}$		$2 \text{Br}^{-} - 2 e^{-} \rightarrow \text{Br}_2$

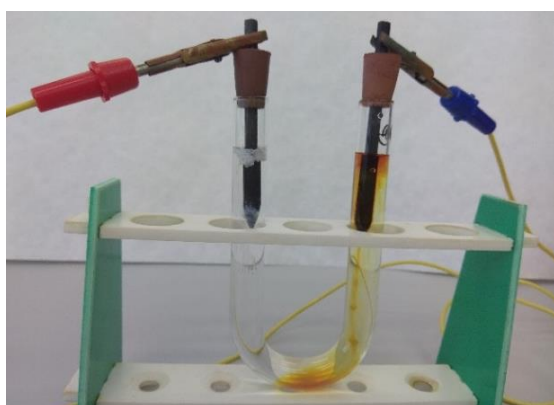
chlorid cínatý SnCl₂ ↙ ↘	
$\text{Sn}^{2+} + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Sn}$	$2 \text{Cl}^{-} - 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cl}_2$
bromid železnatý FeBr₂ ↙ ↘	
$\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}$	$2 \text{Br}^{-} - 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Br}_2$
bromid ciničitý SnBr₂ ↙ ↘	
$\text{Sn}^{4+} + 4 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Sn}$	$4 \text{Br}^{-} - 4 \text{e}^{-} \rightarrow 2 \text{Br}_2$



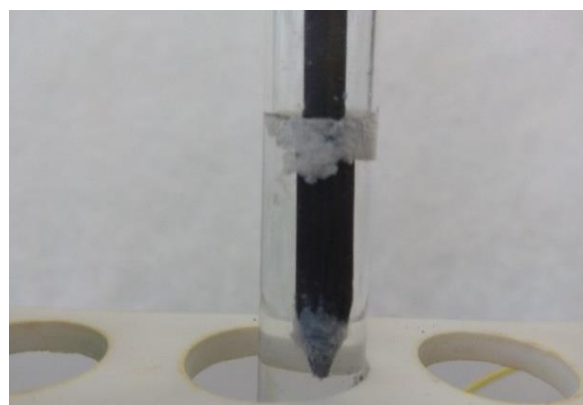
Obr. 1 Použitá aparátúra na elektrolýzu



Obr. 2 Priebeh elektrolýzy – na začiatku



Obr. 3 Priebeh elektrolýzy – po 3 minútach



Obr. 4 Vylučovanie zinku na katóde

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je zostaviť aparátúru a pozorovať zmeny v roztoku jodidu zinočnatého a v okolí elektród po zapojení na zdroj elektrického napätia. Prostredníctvom pozorovania žiaci zistia, že dochádza k zmene látok prechodom elektrického prúdu. Pozorujú zmenu farby a vylúčenie sivej látky. Za pomoci otázok v pracovnom liste vyvodia záver, že kationy sa pohybujú ku katóde, kde prijímú príslušný počet

elektrónov a uvoľnia sa ako neutrálny atóm (kov). Anióny sa pohybujú smerom k anóde, kde odovzdajú príslušný počet elektrónov a uvoľnia sa ako neutrálny atóm alebo molekula. Reakcie prebiehajúce na jednotlivých reakciách môžeme zapísať polreakciami.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať, vyvodzovať a klasifikovať**. Žiaci zrealizujú pozorovanie hneď na úvod pracovného listu, kde zaznamenajú základné fyzikálne vlastnosti použitého roztoku. Ďalšou spôsobilosťou je predpokladať, ako sa roztok zmení pri prechode elektrického prúdu, čo sa bude diať na jednotlivých elektródach. Po uskutočnení pokusu žiaci zapíšu do pracovného listu svoje pozorovanie a na základe získaných výsledkov dokážu potvrdiť alebo zamietnuť svoj predpoklad. Inak povedané žiak si musí uvedomiť, aké kroky (operácie) musí vykonať, aby dokázal prostredníctvom empirickej skúsenosti podporiť alebo vyvrátiť svoj predpoklad. Žiaci sú schopní na základe pozorovania a predchádzajúcej skúsenosti odhadnúť, čo sa deje s roztokom látky pri prechode elektrického prúdu. Žiaci dokážu predpokladať, tvoriť kvalifikované odhady z predchádzajúcej skúsenosti a získaných dát a zovšeobecniť ich na ďalšie látky. (napr. pri elektrolyze chloridu meďnatého sa na katóde vylúči meď a na anóde chlór.) Na základe zaznamenaných údajov z vykonanej aktivity do celotriednej tabuľky sú schopní interpretovať získané dáta a **následne tvoriť závery a zovšeobecnenia**.

Aktivita **URČOVANIE PÔDNYCH DRUHOV** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (5.)

Zloženie Zeme a jej atmosféry a procesy prebiehajúce v nich tvarujú povrch Zeme a vytvárajú klímu.

Nosná myšlienka (5.2)

Väčšina pevniny na zemskom povrchu je pokrytá pôdou. Pôda je rôznorodou (heterogénnou) zmesou rozdrobenej materskej horniny a zvyškov živých organizmov. Úrodná pôda tiež obsahuje pôdny vzduch, vodu, humus (látky pochádzajúce z rozkladu živých organizmov), kúsok rastlín a rôzne živé organizmy ako hmyz, červy a pôdne mikroorganizmy.

(Téma pôdy nebola v rámci kurikula vymedzená ako samostatná časť. Témy pôdy sú rozptýlené v rámci iných tém. Explicitná zmienka o pôde v štátnom vzdelávacom programe pre *biológiu* (ŠPÚ, 2009) sa objavuje v rámci tém: „Život v lese“ „Život na poliach a lúkach“ „Podmienky života a vzťahy organizmov“, „Životné prostredie organizmov a človeka“. Explicitná zmienka o pôde v štátnom vzdelávacom programe pre *geografiu* (ŠPÚ, 2010) sa objavuje v rámci tém: „Ako vytvorila príroda najkrajšie miesta na Zemi“.)

Didaktická sekvencia

1. Vymedzenie pojmov: pozorovanie a identifikácia zloženia pôdy (živé aj neživé súčasti). Pôda je rôznorodou (heterogénnou) zmesou rozdrobenej materskej horniny a zvyškov živých organizmov.
2. *Pozorovanie a meranie základných vlastností pôdy (farba, vlhkosť, zrnitosť, štruktúra...)*
3. Pôda sa v čase mení. Vznik pôdy je dlhodobý proces, na ktorom sa podieľajú viaceré činitele: počasie, klíma, zloženie materskej horniny...
4. Empirické štúdium samočistiacej schopnosti a sanitačných vlastností pôdy.
5. *Empirické skúmanie a identifikácia rôznych druhov pôd. Rôzne druhy pôd majú rôzne vlastnosti (v závislosti od ich zloženia).*
6. Empirické skúmanie väzby rôznych živých organizmov na jednotlivé druhy pôd. Rôzne zloženie pôdy vyhovuje rôznym živým organizmom. Úrodnosť pôdy závisí od jej zloženia: obsah minerálnych látok, obsah humusových látok...
7. Skúmanie ako môžeme úpravou pôdy (jej zavlažovaním a hnojením) zvýšiť (zabezpečiť jej úrodnosť).
8. Poznať spôsoby poškodzovania pôdy a jej ochrany (pred eróziou, znečisťovaním, mechanickým znehodnotením).
9. Empirické skúmanie zhutňovania pôdy (napr. ťažkými strojmi) a jeho vplyvu na schopnosť zadržiavať vodu, resp. schopnosť pôsobiť proti povodňam.

Aktivita, ktorú prezentujeme v ďalšej časti, sa týka empirického skúmania a identifikácie rôznych druhov pôd. Uvedenej aktivite predchádza pozorovanie pôdy, jej jednotlivých zložiek.

Empirické skúmanie pôdnych druhov vedie k poznaniu variability pôd v závislosti od ich zloženia a tiež usmerňuje žiakov k uvedomeniu si, že vizuálne a hmatom identifikované rozdiely medzi pôdnymi druhmi znamenajú aj rozdielnu funkčnosť pôdy z hľadiska pestovania rastlín.

Žiaci si osvoja pojmový aparát súvisiaci s kategorizáciou pôdnych druhov. Precizujú spôsobilosť triediť pôdne druhy na základe vlastnej manuálnej činnosti. Aktivita žiakom prináša bezprostrednú skúsenosť s prírodninou (pôdou), ktorá mnohým žiakom chýba.

URČOVANIE PÔDNYCH DRUHOV (pracovný list žiaka)

Príprava

Pôda je heterogénna zmes rôznych zložiek, zahŕňa živé alebo rozkladajúce sa časti rastlín a živočíchov a horniny v rôznych štádiách procesu zvetrávania. Pôda sa preto môže na rôznych miestach líšiť napr. vzhľadom aj zložením. Farba pôdy sa môže pohybovať od odtieňov žltej cez hnedú, červenú, sivú až čiernu. Pôda môže mať aj rozdielnu zrnitosť (veľkosť častíc pôdy), podľa ktorej určujeme pôdne druhy.

Problém

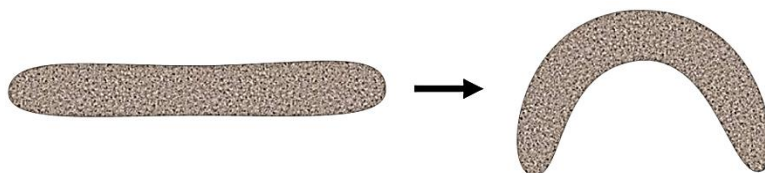
Sú všetky pôdy v okolí tvojej školy (bydliska) rovnaké? Čím sa pôdy odlišujú?

Pomôcky

lopatka, igelitové vrecká, samolepiace štítky, ceruzka, voda, rukavice.

Postup

1. Na rôznych miestach (pri rieke alebo pri potoku, na svahu v parku, v záhrade a pod.) odober lopatkou alebo rýľom do igelitových vreciek pôdne vzorky z hĺbky asi 5 cm od povrchu. Na samolepiace štítky zapíš miesto odberu.
2. Malé množstvo odobratej zeminy skúmaj hmatom medzi prstami a určí druh pôdy podľa týchto vlastností:
 - piesok je zreteľne hmatateľný a častice nezostávajú na prstoch – *piesočnatá pôda*,
 - piesok je len čiastočne hmatateľný, častice zašpinia prsty – *hlinitá pôda*,
 - piesok nie je hmatateľný, častice sú na dotyk mastné, pri vyššej vlhkosti sa lepia na prsty – *ílovitá pôda*.
3. Svoje zistenia zaznamenaj do tabuľky nižšie.
4. Z pôdy vytvaruj šúl'anec asi 15 cm dlhý a ohni ho do kruhu. Ak je to potrebné, pridaj trošku vody a vypracuj z pôdy „cesto“.



- Ak šúl'anec pri ohýbaní vôbec nepopraská, ide o *pôdu hlinitú* alebo *ílovitú* (z ílovitej pôdy je možné vytvárať menšie figúrky),
 - ak popraská, je to *piesočnato-hlinitá pôda*,
 - ak sa pri ohýbaní zlomí, ide o *hlinito-piesočnatú pôdu*.
 - Z *piesočnatej pôdy* sa ti nepodarí urobiť ani šúl'anec.
5. Do tabuľky zapíš údaje o mieste odberu vzorky, pozorované vlastnosti pôdy a príslušný druh pôdy. Vrecká so vzorkami pôdy môžeš použiť na ďalšie práce.

Pozorovanie

Č. vzorky	Miesto odberu	Vlastnosti pôdy	Druh pôdy
1			
2			
3			

Zhrnutie

1. Aké druhy pôdy si zistil/zistila v okolí školy? Porovnaj svoje pozorovania so spolužiakmi.

2. Prečo je dobré poznať, kde sa aký druh pôdy vyskytuje?

3. Ktoré pôdne druhy sú najviac zastúpené na území Slovenska? _____

Ktoré pôdne druhy sú najviac zastúpené vo vašom okrese? _____

Údaje o zastúpení pôdných druhov na celom území Slovenska nájdeš napr. na stránkach Pôdny portál (<http://www.podnemapy.sk/>), ktorý spravuje Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

URČOVANIE PÔDNYCH DRUHOV

Kontext

Detské skúsenosti s pôdou – často v podobe záhradnej zeminy – podporujú predstavu o tom, že ide o jedinú látku. Väčšina detí predpokladá, že všetky pôdy sú rovnaké ako pôda, ktorú poznajú: „Pôda je hnedá, homogénna a všade rovnaká.“

Predstavená aktivita nabáda žiakov k podrobnejšiemu skúmaniu vlastností pôd a to nielen vizuálnym zhodnotením (napr. farby a zrnitosti), ale aj hmatom (napr. cítime prítomnosť piesku alebo môžeme cítiť, že sa nám pôda lepí na prsty). Zloženie pôdy sa prejavuje aj v jej plasticite, ktorú zistíme pomocou schopnosti udržať tvar pri modelovaní. Kategorizácia pôd podľa týchto vlastností vedie k určovaniu pôdnych druhov.

Uvedená kategorizácia však nie je samoúčelná, ale predstavuje východisko pre skúmanie ďalších fyzikálnych vlastností pôdy (napríklad schopnosť zadržiavať vodu) alebo v ďalšom kroku môžu žiaci skúmať ich úrodnosť či vhodnosť na pestovanie určitých rastlín.

Ciele

- Poznať variabilitu pôd v závislosti od ich zloženia.
- Uvedomiť si, že vizuálne a hmatom identifikované rozdiely medzi pôdnymi druhmi znamenajú aj rozdielnu funkčnosť pôdy z hľadiska pestovania rastlín.
- Opisovať pozorované javy.

Prerekvizity

Žiaci vedia, čo je pôda a z akých zložiek pozostáva. Poznajú jej základné funkcie.

Miskoncepce

- „Pôda je hnedá, homogénna a všade rovnaká.“

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

dvojčlenné skupiny

Materiál a pomôcky:

lopatka, igelitové vrecká, samolepiace štítky, ceruzka, voda, rukavice

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Realizácia testu bez predošlej úpravy vzorky pôdy môže poskytovať „skreslené výsledky“.
- Znížená vlhkosť pôdy môže spôsobiť, že šúl'anec sa nebude dať vytvárať ani z hlinitej pôdy.
- Prítomnosť väčších častíc v pôde (korievky, hrubozrnnejší štrk a kamene) môžu tiež spôsobiť delenie cesta, ktoré by mohlo byť mylne interpretované ako nižšia plasticita pôdy.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Pôda je heterogénna zmes rôznych zložiek, zahŕňa živé alebo rozkladajúce sa časti rastlín a živočíchov a horniny v rôznych štádiách procesu zvetrávania. Pôda sa preto môže na rôznych miestach líšiť napr. vzhľadom aj zložením. Farba pôdy sa môže pohybovať od odtieňov žltej cez hnedú, červenú, sivú až čiernu. Pôda môže mať aj rozdielnu zrornosť (veľkosť častíc pôdy), podľa ktorej určujeme pôdne druhy.

Úvodná informácia v pracovnom liste upriamuje pozornosť žiaka na tú vlastnosť pôdy, ktorá je pri určovaní pôdných druhov kľúčová, a to na zrornosť.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Aktivitu môže učiteľ začať inštrukciou aby sa žiaci zbežne pozreli na vzorky pôdy, ktoré priniesli, a aby ich porovnali.</p> <p>Žiaci majú zatiaľ len <i>ad hoc</i> vymenovávať rozdiely napr. vo farbe, zložení...</p> <p>Táto činnosť má nasmerovať žiakov k potrebe klasifikovať pôdy podľa ich vlastností.</p> <p>Žiaci pokračujú čítaním pracovného listu. V časti „Príprava“ sa dozvedia, že sa majú sústrediť na zrornosť pôdy, čiže veľkosť pôdných častíc.</p> <p>Postup v pracovnom liste predstavuje návod ako majú postupovať pri určovaní pôdných druhov.</p> <p>Najskôr majú posúdiť zrornosť hmatom a potom modelovaním šúlanca a jeho ohýbaním.</p> <p>Pozorované vlastnosti zapíšu žiaci do tabuľky a určia pôdny druh konkrétnej vzorky pôdy.</p> <p>V závere sa realizuje spoločné vyhodnotenie, ktoré má byť podnetom pre ďalšiu reflexiu vlastných poznámok žiakov.</p> <p>Žiaci majú možnosť porovnať výskyt pôdných druhov podľa miesta odberu.</p> <p>Diskusia v závere má smerovať k úvahe, prečo je dôležité poznať výskyt pôdných druhov.</p> <p>Informácie o zastúpení pôdných druhov v regióne bydliska alebo školy môžu žiaci získať cez Informačný systém Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy: PÔDNY PORTÁL – Zastúpenie pôdných druhov. Dostupné na: http://www.podnemapy.sk/portal/reg_pod_infoservis/pd/pd.aspx</p>	<p>Žiaci si majú na vyučovanie priniesť vzorky pôdy, ktoré sami odobrali v okolí svojho bydliska alebo na iných miestach (podľa inštrukcií učiteľa).</p> <p>Práca s vlastnými vzorkami pôdy robí aktivitu zaujímavejšou, stáva sa pre daného žiaka personalizovanou.</p> <p>Vhodným naplánovaním a rozvrhnutím miest odberu vzorky (pri rieke alebo pri potoku, na svahu, v parku, v záhrade a pod.) sa vytvorí priestor aj pre zhodnotenie, aké druhy pôd sú pre určité lokality typické (Např. poľnohospodárske pôdy sú väčšinou hlinité).</p> <p>Pôdny druh sú zeminy s približne rovnakým obsahom zrnitostných frakcií. Zrnitostné frakcie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - íl s veľkosťou častíc menších ako 0,01 mm, - piesok s veľkosťou častíc 0,05 – 2 mm, - štrk s veľkosťou častíc 2 – 50 mm, - kamene s rozmermi viac než 50 mm. <p>Podľa podielu frakcie ílu vyčleňujeme sedem základných pôdných druhov: piesočnatú, hlinitopiesočnatú, piesočnatohlinitú, hlinitú, ílovitohlinitú, ílovitú a íl.</p> <p>Podľa podielu frakcie kameňa a štrku vydelujeme ďalšie dva základné pôdne druhy: silne štrkovitú a silne kamenistú pôdu.</p> <p>Pri vizuálnom určovaní kamenistú a štrkovú pôdu určujeme odhadom.</p> <p>Pre posúdenie jemnozemia (obsahuje zrná s veľkosťou do 2 mm) použijeme jednoduchý spôsob. Vysušením pôdy na suchom vzduchu a preosiatím cez sitko s dierkami s priemerom otvorov 2 mm si pripravíme jemnozem. Pôdu zmiešame s vodou v pomere 3 : 1. Vypracujeme cesto a urobíme z neho šúlanc.</p>

Tabuľka: Pôdne druhy

Piesočnáť	Lahká – Zo zeminy sa nedá urobiť šúl'anec. V pôde cítiť piesok.
Hlinitopiesočnáť	
Piesočnatohlinitá	Stredne ťažká – Šúl'anec z pôdy sa dá stočiť do kruhu, avšak praská a láme sa. Pôdna hmota je krehká.
Hlinitá	
Ílovitohlinitá	Ťažká – Vyval'kaný šúl'anec sa dá tvarovať bez toho aby sa lámal. Cesto sa lepí na prsty.
Ílovitá	
Íl	
Silne štrkovitá	
Silne kamenistá	



Obr. 1 Piesočnáť pôda



Obr. 2 Piesočnato-hlinitá pôda



Obr. 3 Ílovitá pôda

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Empirické skúmanie pôdnych druhov vedie k poznaniu variability pôd v závislosti od ich zloženia a tiež usmerňuje žiakov k uvedomeniu si, že vizuálne a hmatom identifikované rozdiely medzi pôdnymi druhmi znamenajú aj rozdielnu funkčnosť pôdy z hľadiska pestovania rastlín. Žiaci si osvoja pojmový aparát súvisiaci s kategorizáciou pôdnych druhov.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci precizujú **spôsobnosť pozorovať a triediť** pôdne druhy na základe vlastnej manuálnej činnosti. Aktivita žiakom prináša bezprostrednú skúsenosť s prírodninou (pôdou). V poslednom kroku zhrnutia žiaci **pracujú s informačnými zdrojmi**.

Použitá literatúra

- BEDRNA, Z. (2002). *Environmentálne pôdoznanectvo*. Bratislava : VEDA. ISBN 80-224-0660-0
- BEDRNA, Z. (1984). *Pôda*. Bratislava : Príroda.
- HRAŠKO, J. a kol. (1962). *Rozbory pôd*. Bratislava : SVPL.
- OROLÍNOVÁ, M. (2009). *Chémia a životné prostredie*. Trnava : PdF TU.

Aktivita **POZNÁVANIE HORNÍN A MINERÁLOV** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (5.)

Zloženie Zeme a jej atmosféry a procesy prebiehajúce v nich tvarujú povrch Zeme a vytvárajú klímu.

Nosná myšlienka (5.3)

Pod vrstvou pôdy sa nachádza pevný materiál – hornina. Horniny sú zmesou anorganických látok. V závislosti od vzniku a chemického zloženia existuje veľké množstvo typov hornín. Minerály sú neživé prírodniny, ktoré majú rovnorodé látkové zloženie a majú rovnaké fyzikálne aj chemické vlastnosti vo všetkých svojich častiach. Horniny aj minerály sú využívané človekom a mnohé sú ekonomicky a technologicky veľmi významné.

Didaktická sekvencia

1. *Pojmové vymedzenie problematiky minerálov a hornín.*
2. Chemické látky, výskyt čistých prvkov v Zemskej kôre, minerály
3. Fyzikálne a chemické vlastnosti vrstiev zemskej kôry.
4. Empirické štúdium zloženia a vlastností hornín a ich následná klasifikácia podľa pôvodu, minerálneho zloženia a štruktúry.
5. Podmienky vzniku horniny
6. Horninový cyklus (Horniny vznikajú a zanikajú v závislosti od endogénnych a exogénnych procesov).
7. Magmatizmus – horniny a minerály späté s magmatickými procesmi.
8. Sedimentácia – horniny a minerály späté s usadzovaním a vyparovaním.
9. Premena hornín – horniny a minerály späté s metamorfickými procesmi.
10. Využívanie minerálov a hornín človekom.

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou prvého kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Jej cieľom je na základe pozorovania pochopiť aké vlastnosti sú charakteristické pre minerál, aké pre horniny a bezpečne tieto prírodniny od seba odlíšiť. Uvedomiť si závislosť štruktúry a textúry horniny od minerálov, z ktorých je zložená, v závislosti od jej vzniku.

Aktivita obsahuje pojmy, ktoré sú pre žiakov cudzie a v bežnom živote ich používajú vzácne. Preto je súčasťou aktivity tvorba slovníčka, v ktorom si ujasnia význam používaných pojmov. Realizovanými činnosťami sa posilňujú viaceré spôsobilosti vedeckej práce, zručnosti súvisiace so špecifickými činnosťami ako pozorovanie, identifikácia znakov, odborný zápis, porovnanie.

Aktivita využíva prirodzenú schopnosť žiakov pozorovať, porovnávať, experimentovať, objavovať nové veci a objavené dokumentovať najmodernejšími prostriedkami. Aktivita využíva predchádzajúce vedomosti o vlastnostiach látok, ktoré sú prejavom ich chemického zloženia a usporiadania atómov do štruktúr, dokumentuje základné pojmy a je výraznou motiváciou pre realizáciu ďalších aktivít.

POZNÁVANIE HORNÍN A MINERÁLOV (pracovný list žiaka)

Príprava

Horniny tvoria najvrchnejšiu časť Zeme, zemskú kôru, ale aj najvrchnejšiu časť zemského plášt'a, pričom obe tieto vrstvy vytvárajú litosféru (kamennú vrstvu).

Horniny vo svojej stavbe zachovávajú známky procesov, ktoré ich formovali, a tým umožňujú skúmať geologickú minulosť Zeme, ale aj iných planét. Sú to rôznorodé anorganické prírodniny zložené z jedného alebo viacerých minerálov.

Minerály sú prírodne sa vyskytujúce anorganické pevné látky s rovnorodým chemickým zložením a kryštalickou štruktúrou. I keď poznáme tisíce minerálov, ktoré sa vyskytujú na Zemi, iba asi 10 z nich tvorí prevažnú časť zemskej kôry: plagioklas (živec), kremeň, ortoklas (živec), amfibol, pyroxén, olivín, kalcit, biotit, granát a ílové minerály.

V bežnom živote sa stretávame s rôznymi horninami a minerálmi. Naším cieľom bude zisťovať, ktoré zo vzoriek sú minerálmi alebo horninami, akými vlastnosťami sa vyznačujú a ako ich možno čo najjasnejšie a najstručnejšie opísať.

Problém

Minerály sú prírodne sa vyskytujúce anorganické pevné látky s rovnorodým chemickým zložením a kryštalickou štruktúrou, horniny sa skladajú z minerálov, alebo z častí tvorených úlomkami hornín. Pomocou znakov, ktoré na vzorkách objavíš, určí, ktoré zo vzoriek sú minerály a ktoré horniny. Svoje pozorovania zapíš do Tabuľky č. 1. Pozoruj objekty, skúmaj, aké znaky ich najlepšie charakterizujú. Zo znakov vyber a navrhni kritériá na rozlíšenie vzoriek medzi sebou. Do Tabuľky č. 2 nakresli detail objektu s dôrazom na vybrané znaky.

Tabuľka č. 1

Kritérium	Objekt	Objekt	Objekt	Objekt	Objekt
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Pomôcky

5 vzoriek minerálov a (alebo) hornín, preparačná ihla (špendlík), 5-centová minca, optické lupy, zriedená kyselina chlorovodíková (3 %), porcelánová dlaždica, podložné sklíčko, prípadne kahan, papier formátu A4, ceruzka, farbičky, papierové utierky

Postup A

1. Priprav si vzorky hornín a minerálov (objekty) na biely papier formátu A4. Označ si ich vlastným kódom, kód zapíš do hlavičky stĺpca v Tabuľke č. 1. rovnako aj do Tabuľky č. 2.
2. Vo vete: Minerály sú prírodne sa vyskytujúce anorganické pevné látky s rovnorodým chemickým zložením a kryštalickou štruktúrou vyznač znaky (kritériá), ktoré musí objekt spĺňať, aby si ho mohol zaradiť medzi minerály.
3. Kritériá zapíš do Tabuľky č. 2.

4. Do príslušného okienka vpiš áno, ak objekt spĺňa menované kritérium. Objekty, ktoré spĺňajú všetkých 5 kritérií, môžeme nazývať minerálmi.
5. Zvýrazni objekty, ktoré podľa kritérií zodpovedajú definícii minerálu.

Postup B

1. Opäť pozoruj objekty. Na papier napíš najviditeľnejšie charakteristiky (znaky), alebo tie znaky, ktorých hodnota sa výrazne líši u všetkých vzoriek.
2. Zisťuj, ako sa líšia pozorované objekty medzi sebou. S použitím pomôcok zisti, ako sa líšia objekty medzi sebou.
3. Navrhni znaky, ktoré najlepšie charakterizujú objekt. Znaky zapíš do prvého stĺpca Tabuľky č. 2 a ich hodnoty zapíš ku každému objektu do Tabuľky č. 2.
4. Do Tabuľky č. 2 nakresli detail objektu s dôrazom na vybrané znaky. Pokús sa zachytiť farebnosť a štruktúru objektov farbičkami tak, aby boli viditeľné znaky a ich hodnoty tak, ako sú vpísané do tabuľky.

Tabuľka č. 2

Znak	Objekt	Objekt	Objekt	Objekt	Objekt
	Nákres	Nákres	Nákres	Nákres	Nákres

Zhrnutie

1. Ktoré zo sledovaných objektov môžeme nazvať minerálmi?

2. Porovnaj navzájom minerál a horninu.

3. Zdôvodni prečo a aké znaky si vybral pre charakteristiku objektov?

4. Ktorý z objektov má najvyššiu tvrdosť ?

5. Ktorý z objektov má vryp inej farby ako farbu celku?

6. Nachádza sa medzi objektami nejaký, ktorý je zložený z kúskov inej horniny?

7. Ktoré z objektov sú horniny? Svoje tvrdenie zdôvodni

8. Diskutuj so spolužiakmi v skupine, ktoré znaky najlepšie charakterizujú študované objekty. Ktoré znaky sa objavili vo všetkých pracovných skupinách? Aké problémy sa vyskytli pri riešení úloh?

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

POZNÁVANIE HORNÍN A MINERÁLOV

Kontext

Geologické miskonceptie u žiakov môžu mať rôzne formy a zdroje, vznikajú z obmedzenej skúsenosti a zo sémantického rozdielu v termínoch používaných vo vede a v bežnom diskurze laikov, zo zamerania sa na nepodstatné vlastnosti vzoriek (hornín, minerálov, skamenelín) z pohľadu ich klasifikácie, z nedostupnosti pozorovania a uvedomenia si jestvovania cyklu hornín a z nedostatočného pochopenia dimenzie geologického času.

Minerály sú prírodne sa vyskytujúce anorganické, za normálnych podmienok pevné látky s rovnorodým chemickým zložením a kryštalickou štruktúrou. Horniny sa skladajú z minerálov, alebo z častí tvorených úlomkami iných hornín.

Rozdiel v používaní pojmov v geologických vedách a v bežnej reči sa prejavuje napríklad pri termínoch hornina, kameň, nerast a minerál. Za kameň obyčajne žiaci považujú konkrétny úlomok horniny, čiže klast. V geológii termínom minerál (nerast) označujeme rovnorodú, za normálnych podmienok kryštalickú prírodninu, horninou rozumieme nerovnorodú anorganickú prírodninu. Minerál a kryštál sa používajú aj v bežnej reči, s rôznou konotáciou. Slovom minerál sa označujú aj rôzne anorganické látky v podobe výživových doplnkov či farieb a pojem kryštál žiakom evokuje skôr niečo čisté, dokonalé. Pre nedokonalé kryštály preferujú žiaci označenie skala, kameň alebo hornina. Problém dynamiky procesov sa odráža v miskonceptiách o vzniku a vlastnostiach minerálov a hornín napríklad sa stretávame s tvrdeniami, že každý kryštál, ktorý rýpe sklo je diamant, horniny a minerály sú ťažké, horniny a minerály rastú, horniny sú stále na mieste, hrubozrnné horniny sú ostré (hrubé), jemnozrnné sú hladké a jemné. Zaujímavou miskonceptiou vo vzťahu k času je názor, že horniny, ktoré sú „drobivejšie“, sú staršie ako pevnejšie horniny. Žiaci často pri pozorovaní vzoriek hornín a minerálov sústreďujú svoju pozornosť na nepodstatné znaky ako veľkosť a tvar klastu. Pravdepodobne ich k tomu vedie zastúpenie výrazov kamienok, okruhliak, kameň, balvan v slovnej zásobe.

Ciele

- Žiak má identifikovať minerál na základe znakov, ktoré ho odlišujú od iných prírodnín.
- Žiak vie pozorovať objekty a na základe pozorovania vybrať najcharakteristickejšie znaky.
- Žiak vie porovnať objekty na základe hodnoty charakteristických znakov.
- Žiak vie vysvetliť, aký je rozdiel medzi horninou a minerálom.

Prerekvizity

Žiakom je známy obsah pojmov pevná látka, kryštál, chemický vzorec, vlastnosti, zmes látok. Vedia uviesť konkrétne príklady. V danej aktivite sa pojmy upevňujú, konkretizujú a následne sa aplikujú do praktickej podoby.

Miskonceptie

- Minerály sú rôzne anorganické látky (napríklad výživové doplnky, hnojivá, farby).
- Pojem kryštál žiakom evokuje niečo čisté, dokonalé, pričom nedokonalé kryštály označujú ko skala, kameň alebo hornina.
- Každý kryštál, ktorý rýpe sklo je diamant.
- Horniny a minerály sú ťažké.
- Hrubozrnné horniny sú ostré (hrubé) jemnozrnné horniny sú hladké a jemné.
- Horniny, ktoré sú „drobivejšie“, sú staršie ako pevnejšie horniny.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

2 – 4-členné skupiny

Materiál a pomôcky

5 vzoriek minerálov a (alebo) hornín, preparačná ihla (špendlík), 5 centová minca, optické lupy, zriedená kyselina chlorovodíková (3 %), porcelánová dlaždica, podložné sklíčko, prípadne kahan, papier formátu A4, ceruzka, farbičky, papierové utierky

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Je dôležité vybrať vzorky minerálov a hornín, ktoré majú ľahko identifikovateľné znaky.
- Je potrebné dbať na bezpečnosť pri práci, horniny často zvädzajú k nevhodnému použitiu.
- Je potrebné dodržať zásady bezpečnej práce s chemikáliami pri testovaní prítomnosti kalcitu v horninách.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Pod vrstvou pôdy sa nachádza pevný materiál – hornina. Horniny sú zmesou anorganických látok. V závislosti od vzniku a chemického zloženia existuje veľké množstvo typov hornín. Minerály sú neživé prírodniny, ktoré majú rovnorodé látkové zloženie, a majú rovnaké fyzikálne aj chemické vlastnosti vo všetkých svojich častiach. Horniny aj minerály sú využívané človekom a mnohé sú ekonomicky a technologicky veľmi významné.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy minerál a horniny a následne im pripomenúť obsah daných pojmov. Ak sa žiaci s danými pojmami ešte nestretli, je potrebné ich v krátkosti priblížiť.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci na začiatku hodiny čítajú pracovný list, časť Príprava. Text im má pripomenúť, že existujú chemické zlúčeniny, minerály a horniny, ktoré majú rôzne fyzikálne a chemické vlastnosti. Cieľom je, aby sa zamysleli, či vedia pomenovať rozdiel medzi chemickou zlúčeninou, minerálom a horninou.</p> <p>Učiteľ vedie so žiakmi krátku diskusiu, aby zistil ich prekoncepty a miskoncepce (viď vyššie) a mohol následne s nimi pracovať.</p> <p>Následne žiaci „čítajú problém“ a ich úlohou je odhadnúť, ktorý z prítomných objektov (vzoriek hornín a minerálov) je minerál a ktoré hornina.</p> <p>Žiaci prečítajú zoznam pomôcok, ktoré budú potrebovať k danej aktivite.</p> <p>Učiteľ rozdá pomôcky.</p> <p>V prvom kroku žiaci postavia každú vzorku na biely papier a pridelia jej kód. Kód zapíšu do hlavičiek stĺpcov oboch tabuliek.</p>	<p>Učiteľ pripraví vzorky hornín pre každú skupinu. Vzorky nemusia byť v každej skupine totožné. Mali by byť dostatočne veľké a majú viditeľne obsahovať znaky, na ktoré chceme upriamiť pozornosť žiakov. Mali by byť vybrané tak, aby v každej z pracovných skupín boli zastúpené horniny aj minerály. Odporúčame vybrať z nasledujúcich: <i>kremeň, kalcit, síra, slúda, pyrit, mastenec, sadrovec, živica, rumelka, hematit, uhlie, grafit, struska, bazalt, ryolit, žula, migmatit, rula, pegmatit, vápenec, pieskovec, zlepenec.</i></p>

Žiaci vo vete: *Minerály sú prírodne sa vyskytujúce anorganické pevné látky s rovnorodým chemickým zložením a kryštalickou štruktúrou* vyznačia slová, ktoré zodpovedajú znakom (kritériám), ktoré musí objekt spĺňať, aby ho mohol zaradiť medzi minerály.

Nájdene kritériá zapíšu do Tabuľky č. 2.

Žiaci testujú vzorky podľa kritérií, do príslušného okienka Tabuľky č. 1 vpíšu áno, ak objekt spĺňa menované kritérium. Objekty, ktoré spĺňajú všetkých 5 kritérií označia ako minerál.

Žiaci majú opäť pozorovať objekty. Na papier napíšu najviditeľnejšie charakteristiky (znaky), alebo tie znaky, ktorých hodnota sa výrazne líši u všetkých vzoriek.

S použitím pomôcok môžu žiaci zisťovať, ako sa líšia objekty medzi sebou.

Žiaci zapíšu navrhnuté znaky, ktoré najlepšie charakterizujú objekt do prvého stĺpca Tabuľky č. 2 a rozhodnú o ich hodnote. Hodnoty zapíšu ku každému objektu do Tabuľky č. 2.

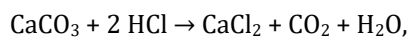
Do Tabuľky č. 2 nakreslia detail objektu s dôrazom na vybrané znaky. Pokúsia sa zachytiť farebnosť a štruktúru objektov farbičkami tak, aby boli viditeľné znaky a ich hodnoty tak, ako sú vpísané do tabuľky.

*Minerály sú **prírodne (1)** sa vyskytujúce **anorganické (2) pevné (3)** látky s **rovnorodým chemickým zložením (4)** a **kryštalickou štruktúrou (5)**.*

Učiteľ pomáha hľadať výrazy, vysvetľujú si ich význam. Učiteľ uvádza príklady na jednotlivé znaky – navádza otázkami typu: (1) môže byť struska; uhlie (2); ortuť (3); ľad ... minerál?

Žiaci vymenujú kritériá, píšú ich na papier k príslušnému objektu. Učiteľ usmerňuje žiakov pri výbere relevantných kritérií. Upozorní na nepodstatné vlastnosti ako veľkosť vzorky, tvar celej vzorky (ak nejde o kryštál)...

Na testovanie prítomnosti vápnika v objekte použijeme zriedenú kyselinu chlorovodíkovú (3 %). Kvapkadlom opatrne kvapneme na plochu rovnorodého objektu, alebo ak je objekt nerovnorodý kvapneme na rôzne súčasti (klasty alebo zrná). Ak prebehne chemická reakcia:



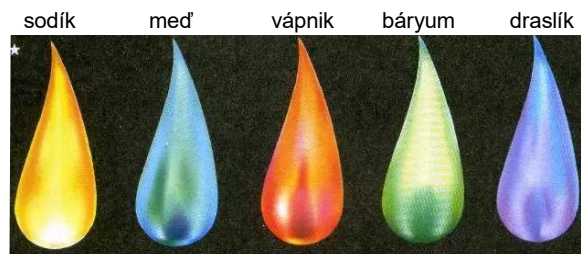
uvolní sa plyn, ktorý uvidíme ako bublinky a budeme počuť šumenie. To znamená, že vzorka obsahuje vápenec (CaCO_3).

Do tabuľky zaznačíme priebeh reakcie – šumí, alebo nešumí.

Môžeme testovať tvrdosť objektu – pokúsime sa do objektu rýpať mincou, ihlou, sklom.

Môžeme testovať farbu vrypu na porcelánovej, alebo keramickej dlaždičke, o ktorú skúmaný objekt otierame. Výslednú farbu zaznačíme do tabuľky.

Môžeme použiť aj plameň a testovať ako minerál sfarbí plameň – napríklad síra horí modrým plameňom (plazma), ktorý je najlepšie viditeľný za tmy.



Žiaci majú skúsenosti s rôznymi typmi minerálov a hornín, po vypracovaní pracovného listu by mali ovládať základné charakteristiky hornín, kriticky vybrať znaky, ktoré objekt najpresnejšie opisujú. Po nakreslení objektu by mali iní žiaci poznať, ktorá vzorka je nakreslená.

	<p>Zhrnutie</p> <p>Odpovede závisia od toho, aké objekty žiaci skúmali.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. výsledok je v každej skupine iný. 2. hornina sa skladá z minerálov alebo kúskov horniny. 3. 4. 5. 6. 7. 8.
--	--

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je odlíšiť vzorky minerálov a hornín. Ujasniť si, ako identifikujeme **minerál** a ako **horninu**. Prostredníctvom praktických aktivít (pozorovanie hornín a minerálov, určovanie znakov, testovanie chemických a fyzikálnych vlastností hornín a minerálov) si žiaci uvedomia hlavné rozdiely a naučia sa vyjadrovať jasnejším spôsobom pri vytváraní opisov objektov. Žiaci zistia, že minerál je rovnorodá látka, ktorá sa vyskytuje v prírode a za normálnych podmienok má pevné skupenstvo. Uvedomia si, že za vlastnosti minerálov zodpovedá ich chemické zloženie a štruktúra usporiadania atómov. Žiaci zistia, že vlastnosti hornín určujú minerály, z ktorých sú horniny zložené a procesy, akými hornina vznikla. Realizácia vyššie uvedenej aktivity má za cieľ utvrdiť si základné pojmy: minerál a hornina.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať, klasifikovať a merať**. Prostredníctvom pozorovania objektov (minerálov a hornín) a následnej, učiteľom moderovanej diskusie sa naučia kriticky myslieť a pri diskusii vhodne **argumentovať** pri „obhajobe“ zaradenia objektu. Žiaci v danom prípade uskutočnili výber znakov, hodnotenie znakov a na základe vykonaných zistení mohli objekty zaradiť.

Aktivita **HORNINOVÝ CYKLUS** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (5.)

Zloženie Zeme a jej atmosféry a procesy prebiehajúce v nich tvarujú povrch Zeme a vytvárajú klímu.

Nosná myšlienka (5.3)

Pod vrstvou pôdy sa nachádza pevný materiál – hornina. Horniny sú zmesou anorganických látok. V závislosti od vzniku a chemického zloženia existuje veľké množstvo typov hornín. Minerály sú neživé prírodniny, ktoré majú rovnorodé látkové zloženie, a majú rovnaké fyzikálne aj chemické vlastnosti vo všetkých svojich častiach. Horniny aj minerály sú využívané človekom a mnohé sú ekonomicky a technologicky veľmi významné.

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie problematiky minerálov a hornín.
2. Chemické látky, výskyt čistých prvkov v Zemskej kôre, minerály
3. Fyzikálne a chemické vlastnosti vrstiev zemskej kôry.
4. Empirické štúdium zloženia a vlastností hornín a ich následná klasifikácia podľa pôvodu, minerálneho zloženia a štruktúry.
5. Podmienky vzniku horniny
6. *Horninový cyklus (Horniny vznikajú a zanikajú v závislosti od endogénnych a exogénnych procesov).*
7. Magmatizmus – horniny a minerály späté s magmatickými procesmi.
8. Sedimentácia – horniny a minerály späté s usadzovaním a vyparovaním.
9. Premena hornín – horniny a minerály späté s metamorfickými procesmi.
10. Využívanie minerálov a hornín človekom.

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou prvého a piateho kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Jej cieľom je pochopiť zmeny hornín v čase a uvedomiť si závislosť štruktúry a textúry v závislosti od fyzikálnych síl pôsobiacich na horninu.

Aktivita obsahuje viacero pojmov, ktoré sú pre žiakov cudzie, v bežnom živote ich používajú vzácne. Preto je súčasťou aktivity tvorba slovníčka, v ktorom si ujasnia význam používaných pojmov. Realizovanými činnosťami sa posilňujú viaceré spôsobilosti vedeckej práce, zručnosti súvisiace so špecifickými činnosťami ako kontrolované rozdrúžovanie, ohrievanie, tlak.

Aktivita využíva prirodzenú schopnosť žiakov experimentovať, objavovať nové veci a objavené dokumentovať najmodernejšími prostriedkami. Aktivita využíva predchádzajúce vedomosti o vlastnostiach látok, empiricky dokumentuje základné pojmy a je výraznou motiváciou pre realizáciu ďalších aktivít.

HORNINOVÝ CYKLUS (pracovný list žiaka)

Príprava

Procesy prebiehajúce pod aj na zemskom povrchu sú často neregistrovatel'ne v reálnom čase a ťažko predstaviteľné. S horninami sa stretávame všade okolo nás a z ich štruktúry a textúry môžeme vyčítať ich „cestu“. Naším cieľom je uvedomiť si, ako môžeme v reálnom čase prestaviť kolobeh „života“ hornín, ktorý nazývame horninový cyklus.

Problém

Podľa spôsobu vzniku (geneticky) poznáme horniny vyvreté (magmatické), usadené (sedimentárne) a premenené. Každá z hornín má typickú charakteristiku. Zisti, ako jednotlivé charakteristiky vznikajú. Na základe použitia analógie s premenou hoblín z farebných voskoviek pôsobením tepla, tlaku a času simuluj vznik sedimentárnej a premenenej horniny. Zmenu znaku zapíš do Tabuľky č. 1. Urči charakteristický znak pre horninu A, B, C. Vyber si znak, ktorého zmenu budeš pozorovať. Namiesto horniny použi hoblíny z voskových farbičiek a zapíš, ako sa zmenil znak vplyvom teploty, tlaku a času. Odhadni, ktorá z prítomných vzoriek hornín vznikla pri vysokej teplote, a ktorá pri vyššom tlaku. Svoj predpoklad zapíš do Tabuľky č. 3.

Tabuľka č. 1

znak	P1	P2	T1 Ča	T1 Čb	T2 Ča	T2 Čb

Pomôcky

3 rôzne typy horniny, farebné voskovky, strúhadlo, žehlička s nastaviteľnou teplotou (teplomér), výkresy A4, (Petriho misky), potravinová fólia alebo odstrihnutá fólia z euroobalu, závažie 0,1 kg, 2 kg

Postup

- Vytvorte pracovné skupiny po 2 – 4 žiakoch. Na stôl pripravte žehličku, ktorá bude upevnená žehliacou doskou smerom nahor.
- V skupine si pripravte na papier A4 horniny a nazvite ich hornina A, hornina B, hornina C. Pozorujte horniny na výkrese, zaznačte hlavné znaky (textúru), ktoré na nich vidíte. Na papier si zapíšete predpoklad, či je hornina vyvretá, usadená, alebo premenená. Pokúste sa jedným – dvoma slovami vyjadriť znak, ktorý najlepšie vystihuje charakteristiku horniny a zaznačte ich do Tabuľky č. 1.
- Pripravte si 6 výkresov veľkosti A5 a označte ich kategóriami z hlavičiek stĺpcov Tabuľky č. 1. Určte si čas *a* a čas *b* (napríklad 1 min a 5 minút); určte si teplotu, ktorú bude automaticky udržiavať žehlička (napríklad Teplota *T1* bude silon; Teplota *T2* bavlna).
- Na označené výkresy formátu A5 nastrúhajte približne rovnako veľké kôpky hoblín voskoviek rôznych farieb, zarovnajte ich na približne rovnakú hrúbku a plochu. Môžete si pomôcť vopred nakresleným kruhom.
- Na prvý výkres (označený *Tlak 1*) na kôpku hoblín voskoviek zakrytých potravinárskou fóliou (alebo odstrihnutou fóliou z euroobalu) položte závažie 0,1 kg. Ako sa zmenila charakteristika znaku? Výsledok zapíš do Tabuľky č. 1. Rovnako pokračuj s hoblínami na výkrese označenom *Tlak 2*.
- Výkres (označený *Teplota 1 Čas a*) položte na žehličku tak, aby celá kôpka hoblín bola v styku s plochou žehličky. Stopujte čas, po uplynutí *T1* odoberte papier s hoblínami zo žehličky. Ako sa zmenila charakteristika znaku? Výsledok zapíš do Tabuľky č. 1

7. Takto pokračujte s každým výkresom s voskovkami. Postupne vyplňte celú tabuľku
8. Rovnakému testu (tlak aj teplota) podrobte všetky horniny. Výsledky zapíšte do Tabuľky č. 2

Tabuľka č. 2

Hornina	P1	P2	T1 Ča	T1 Čb	T2 Ča	T2 Čb
1						
2						
3						

9. Podľa vami sledovaných znakov napíšte, či sa predpoklad potvrdil. Napíšte, ktorá z hornín nesie znaky najvyššieho vplyvu tepla ako ste ich videli na zmenách voskových hoblín.

Tabuľka č. 3

hornina	znak	predpoklad	áno/nie
1		Vyvreté (magmatické)	
2		Usadená (sedimentárna)	
3		Premenená (metamorfovaná)	

Zhrnutie

1. Ako sa zmenil tvar hoblín počas pôsobenia tlaku?

2. Ako sa zmenila kôпка hoblín počas pôsobenia tlaku? Reagovali voskovky rôznej farby rovnako?

3. Jednotlivé výsledky vykonaného pozorovania medzi sebou porovnaj. Je výsledok pôsobenia rôzneho tlaku rovnaký? K akému typu horniny by si ich prirovnal?

4. Ako sa zmenil tvar hoblíny a kôpky hoblín počas pôsobenia tepla?

5. Jednotlivé výsledky vykonaného pozorovania medzi sebou porovnaj. Je výsledok pôsobenia konštantného tepla počas rôzneho času rovnaký?

6. Ako sa zmenili horniny počas testu? Čím si vysvetľujete rozdiel v zmene voskoviek a hornín?

7. Diskutuj so spolužiakmi v skupine, ktoré z uvedených faktorov (teplo, tlak a čas) pôsobí intenzívnejšie na zmenu horniny. Aké problémy sa vyskytli pri spracovaní cvičenia a ako by ste ich v budúcnosti riešili, poprípade ako by ste vylepšili jednotlivé postupy.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

HORNINOVÝ CYKLUS

Kontext

V súčasnosti je jednou z mimoriadne diskutovaných tém sledovanie a hodnotenie klimatických zmien a ich vplyv na všetky oblasti života človeka. Čoraz extrémnejšie klimatické výkyvy mnohokrát priamo ohrozujú a majú vplyv na kvalitu života obyvateľstva. V nemalej miere ohrozujú majetok obyvateľov v oblastiach pravidelne postihovaných záplavami, či naopak, nedostatkom zrážok. Je dôležité, aby ľudia poznali základné prírodné procesy, ktoré sú za tieto zmeny zodpovedné, aby si uvedomili, ktoré faktory ich ovplyvňujú. Zároveň je dôležité vedieť, ktoré nástroje slúžia na ich dešifrovanie. Poznanie hornín, ich genézy a vplyvu faktorov môže výrazne ovplyvniť následky prírodných katastrof ako sú zosuvy, záplavy, či zemetrasenia. Nedokonalé až mylné vnímanie geologických javov predstavuje preceňovanie vonkajších a podceňovanie vnútorných formujúcich síl. Preceňovaný je tiež vplyv človeka na neživú prírodu. Mylné predstavy sa dotýkajú aj takých geologických pojmov ako horninový cyklus, zvetrávanie a erózia. Žiaci majú tendenciu vnímať geologické procesy v časových rámcoch jedného ľudského života. Proces vzniku hornín je pre žiakov ťažšie pochopiteľný ako ich premena v procese zvetrávania a erózie. Procesy vzniku hornín nie sú súčasťou každodenných skúseností detí keďže s výnimkou procesu tuhnutia lávy trvajú dlhé časové obdobia. Otázka času nesúvisí iba s problémom zaradenia udalostí formujúcich našu Zem do časovej osi, ale predovšetkým s uchopením samotnej dĺžky ich trvania. Dominuje však predstava, že skúmané javy trvajú kratší čas, ako je to v skutočnosti, a to aj napriek tomu, že opýtaní tvrdia, že mnohé procesy trvajú „dlho“. Opis samotných fenoménov je pre žiaka jednoduchší ako identifikácia dĺžky ich trvania.

Aktivita poukazuje na to, že aj keď tlak, teplota a čas výrazne pôsobia na zmenu látok, ich pôsobenie na horninu je často mimo naše pozorovacie schopnosti.

Ciele

- Žiak má zistiť, má horniny sa menia pôsobením tepla, tlaku a času.
- Žiak má vysvetliť, prečo sa horniny nezmenili počas experimentu.
- Žiak má zrealizovať kvantifikované pozorovanie a na základe pozorovaných javov vie určiť zmenu znaku.
- Žiak je schopný vysvetliť, že rôzny materiál sa zmení pri pôsobení rovnakého faktora za rozdielny čas.

Prerekvizity

Žiakom je známy obsah pojmov hornina, minerál, horninový cyklus, žiaci vedia uviesť konkrétne príklady. V danej aktivite sa pojmy upevňujú, konkretizujú a následne sa aplikujú do praktickej podoby.

Miskoncepce

- Geologické procesy sa dejú v časových rámcoch jedného ľudského života.
- Horninový cyklus trvá tisícky až milióny rokov.
- Všetky usadené horniny sú vrstvovité.
- Vonkajšie sily vplývajú výraznejšie na vznik a premenu hornín ako sily vnútorné.
- Človek má veľký vplyv na neživú prírodu.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

2 – 4-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, 3 rôzne typy horniny, farebné voskovky, strúhadlo, žehlička s nastaviteľnou teplotou (teplomer), výkresy A4, (alebo sklenené Petriho misky), potravinová fólia alebo odstrihnutá fólia z euroobalu, závažie 0,1 kg, 2 kg

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Je dôležité použiť žehličku s nastaviteľnou teplotou.
- Je potrebné dodržiavať pravidlá bezpečnosti pri práci
- Žiakovi je dôležité upozorniť, aby nechytali rukami žehličku
- Je vhodné použiť rôzne typy voskových farbičiek (od rôznych výrobcov), aby boli viditeľné rozdiely v topení (podľa materiálov použitých výrobcov).
- Výber hornín má byť taký, aby bolo jednoduché určiť znak, napríklad: pieskovec, rula, migmatit, zlepenec.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Procesy prebiehajúce pod aj na zemskom povrchu sú často neregistrovateľné v reálnom čase a ťažko predstaviteľné. S horninami sa stretávame všade okolo nás a z ich štruktúry a textúry môžeme vyčítať ich „cestu“. Naším cieľom je uvedomiť si, ako môžeme v reálnom čase prestaviť kolobeh „života“ hornín, ktorý nazývame horninový cyklus.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy hornina, minerál, horninový cyklus a pripomenúť im obsah daných pojmov. Ak sa žiaci s danými pojmami ešte nestretli, je potrebné ich v krátkosti priblížiť.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci na začiatku hodiny čítajú pracovný list, časť Príprava, ktorá im má pripomenúť, že existujú rôzne typy hornín a horniny sa vplyvom rôznych faktorov menia. Cieľom je, aby sa zamysleli či všetky typy hornín vznikli rovnako.</p> <p>Učiteľ vedie so žiakmi krátku diskusiu, aby zistil ich prekoncepty a miskoncepce (viď vyššie) a mohol následne s nimi pracovať. Môže im ukázať vzorky geneticky rôznych typov hornín.</p> <p>Následne žiaci „čítajú problém“ a ich úlohou je odhadnúť, akým spôsobom vznikla ktorá z prítomných vzoriek hornín a aké typické znaky nesie. Sledovaný znak zapíšu do Tabuľky č. 1 do stĺpca „znak“.</p> <p>Žiaci prečítajú zoznam pomôcok, ktoré budú potrebovať k danej aktivite. Učiteľ rozdá pomôcky.</p> <p>V prvom kroku žiaci pripravujú zariadenie na tavenie. Rozdelia sa do skupín.</p>	<p>Žiaci pravdepodobne majú skúsenosti s rôznymi typmi hornín a vedia, že niektoré vznikli usadením, iné utuhli v rôznych vrstvách zemskej kôry.</p> <p>Učiteľ môže dané zariadenie (žehličku) pripraviť vopred. Je vhodné upozorniť žiakov, aby boli opatrní pri pokladaní papiera na žehličku a aby pristupovali po skupinách. Je vhodné, ak má žehličku (viacero žehličiek) pod dozorom učiteľa.</p>

<p>Žiaci môžu teplomerom testovať stabilitu teploty tepelného zdroja (žehličky) pri rôznom stupni nastavenia.</p> <p>Žiaci si pripravlia horniny a pozorujú, menujú znaky viditeľné na hornine (môžu si pomôcť učebnicou). Znaky zaznačia do 1 stĺpca Tabuľky č. 1. Na papier s horninami zapíšu pri každej hornine predpoklad o jej vzniku (vyvretá, premenená, usadená)</p> <p>Ďalej si žiaci pripravlia 6 výkresov veľkosti A5. označia ich príslušnými názvami (podľa názvov stĺpcov Tabuľky č. 1).</p> <p>Žiaci sa dohodnú na hodnotách premenných teploty a času (T1, T2 a Ča a Čb.). Hodnota tlaku (P1, P2) je daný podľa hodnoty vybraných závaží.</p> <p>Na každý označený papier žiaci nastrúhajú približne rovnako veľké kôpky hoblín voskoviek rôznych farieb, zarovnajú ich na približne rovnakú hrúbku a plochu. Môžu si pomôcť vopred nakresleným kruhom</p> <p>Na prvý výkres (označený Tlak 1) položia žiaci potravinársku fóliu (alebo odstrihnutú fóliu z euroobalu) na kôpku hoblín voskoviek. Na zakryté hoblíny položia závažie č. 1 (0,1 kg). Žiaci budú skúmať, ako sa zmenila charakteristika znaku (tvar hoblínok, veľkosť medzier medzi hoblínkami)</p> <p>Výsledok pozorovania žiaci zapíšu do Tabuľky č. 1. Rovnako budú pokračovať s hoblínami na výkrese označenom Tlak 2.</p> <p>Výkres (označený Teplota 1 Čas a) položte na žehličku tak, aby celá kôpka hoblín bola v styku s plochou žehličky. Stopujte čas, po uplynutí T1 odoberte papier s hoblínami zo žehličky. Ako sa zmenila charakteristika znaku? Výsledok zapíš do Tabuľky č. 1 Učiteľ vedie diskusiu, Ako sa mení konzistencia vplyvom tepla? Ak pôsobí dlhší čas rovnaké teplo mení sa konzistencia ďalej, alebo nie?</p> <p>Žiaci po ukončení testov s voskovými farbičkami podrobia rovnakému testu (tlak aj teplota) všetky horniny. Výsledky zapíšu do Tabuľky č. 2</p> <p>Učiteľ vedie diskusiu o pôsobení tlaku a teploty na rôzne materiály a poukáže na relatívne vysokú stabilitu minerálov obsiahnutých v horninách. Pýta sa žiakov, či vedia uviesť príklady na veľmi krátko trvajúce geologické javy.</p>	<p>Učiteľ pomáha pri menovaní znakov a usmerňuje žiakov, ktorý znak je vhodné použiť na sledovanie (tvar zrna, veľkosť zrna, usmernenie zrn)</p> <p>Učiteľ usmerní žiakov tak, aby teplotný rozdiel bol bezpečný, avšak dostatočne výrazný, aby ho umožňoval typ použitej žehličky (napríklad Teplota T1 bude silon; Teplota T2 bavlna). Čas je potrebné zvoliť podobným spôsobom, aby neprimerane nepredlžoval čas pokusu (napríklad 1 minúta a 5 minút).</p> <p>Učiteľ môže usmerniť žiakov a kontrolovať hrúbku a plochu nastrúhaných hoblín.</p> <p>Učiteľ dohliada na bezpečnosť a dodržiavanie podmienok pri práci. Učiteľ upriami pozornosť žiakov na všímanie aj drobných zmien (môže použiť lupu) – zmena veľkostí medzier medzi hoblínami, stlačenie hoblín, polámanie hoblín. Učiteľ upriami pozornosť žiakov na všímanie aj drobných zmien (môže použiť lupu) – zmena tvaru hoblín, tečenie, zmiešavanie farieb... bublanie a po odobratí od tepelného zdroja tuhnutie.</p> <p>Žiaci majú vyplnené tabuľky a vypracovávajú záverečné úlohy. Učiteľ upriamuje pozornosť na príklady rôzneho trvania javov v prírode.</p>
---	---

Po realizácii všetkých postupov nasleduje zhrnutie, kde si žiaci upevňujú svoje vedomosti a využívajú svoje pozorovania na vytvorenie odpovedí.	Upriamenie pozornosti na tuhnutie lávy (rýchly proces) a kryštalizáciu minerálov v nej v závislosti od rýchlosti tuhnutia (ukážky rôzne rýchlo utuhnu-tej lávy na obrázkoch, alebo ak majú, tak vzoriek hornín).
---	--

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je počas predmetnej aktivity zisťovať, overovať a identifikovať pôvod vzniku znakov na horninách. Každá z hornín má typickú charakteristiku podľa spôsobu jej vzniku (geneticky). Poznáme horniny vyvreté (magmatické), usadené (sedimentárne) a premenené. Na základe použitia analógie s premenou hoblín z farebných voskových farbičiek pôsobením tepla, tlaku a času majú žiaci simulovať vznik sedimentárnej a premenenej horniny. Na základe zmien pozorovaných znakov majú žiaci odhaliť genetický typ horniny. Žiaci pochopia vplyv časovej zložky na zmeny, uvedomia si rozdiel v dĺžke trvania jednotlivých javov.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať, porovnať, a hodnotiť**.

Aktivita AKO URČUJEME POLOHU VESMÍRNYCH OBJEKTOV? a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (6.)

Slnčná sústava je len veľmi malou súčasťou miliónoch galaxií vo vesmíre.

Nosná myšlienka (6.1)

Polohu Slnka a Mesiaca vieme určiť a predpovedať.

Didaktická sekvencia

1. *Zisťovanie polohy vesmírnych objektov.*
2. *Získanie skúseností s určovaním azimutu a výšky Slnka a Mesiaca.*
3. *Pozorovanie Mesiaca a jeho fáz.*

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou prvého a druhého kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Cieľom didaktickej sekvencie je, aby žiak zistil, že poloha vesmírnych objektov (Slnko) sa počas dňa na oblohe mení. Na to je nevyhnutné, aby polohu vesmírnych objektov dokázal jednoznačne určiť. Žiaka oboznamujeme s pojmami azimut a výška, pričom žiak si určovanie azimutu a výšky precvičuje najprv na telesách v rámci triedy, až potom určuje azimut a výšku vesmírnych objektov.

Novozavedených pojmov v aktivite nie je veľa (azimut, výška). Jedným z cieľov aktivity je rozvíjať spôsobilosti vedeckej práce, konkrétne pozorovanie. Pozorovanie, ktoré je žiak následne schopný kvantifikovať.

Aktivita je zameraná na pozorovanie bežného javu – pohybu Slnka na oblohe.

AKO URČUJEME POLOHU VESMÍRNYCH OBJEKTOV? (pracovný list žiaka)

Príprava

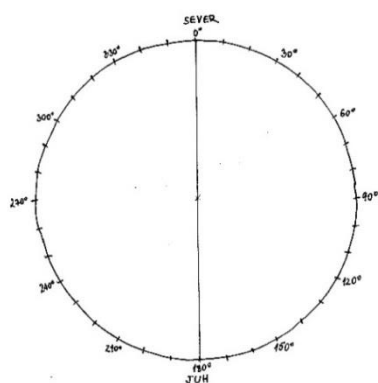
Na oblohe môžeme počas dňa pozorovať Slnko a Mesiac. Slnko ani Mesiac sa však nenachádzajú stále na tom istom mieste, ale sú stále inde. Cieľom aktivity je Slnko pozorovať a naučiť sa jeho polohu nejakým spôsobom zaznamenávať.

Na jednoznačné určenie polohy sa používajú dve veličiny – azimut a výška.

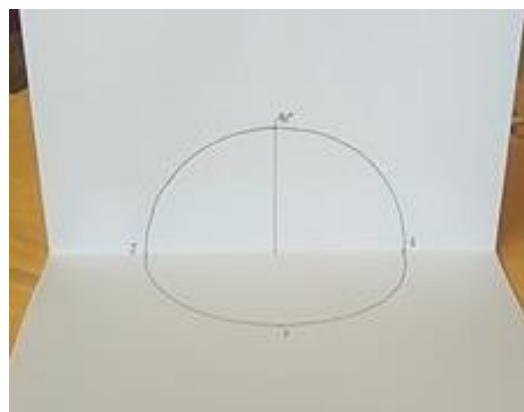
Meranie azimutu – Na kružnici sú v smere hodinových ručičiek vyznačené stupne, pričom 0° smeruje na sever a 180° na juh (Obr. 1). Azimut objektu meriame tak, že stred kružnice spojíme s objektom pomyselnou čiarou a urobíme jej kolmý priemet do roviny. Kde táto čiara pretne kružnicu, odčítame hodnotu v stupňoch. Hodnota udáva azimut objektu.

Meranie výšky – Zistíme, ako vysoko sa objekt nachádza. Objekt s výškou 90° sa nachádza v nadhlavíku (priamo nad pozorovateľom), objekt s výškou 0° sa nachádza na horizonte.

Na určovanie polohy vesmírnych telies sa používa teodolit. Teodolit je geodetický prístroj na presné meranie a vytyčovanie vodorovných a zvislých uhlov ľubovoľnej veľkosti. Takéto zariadenie, v zjednodušenej verzii, si môžeme zostrojiť svojpomocne (Obr. 3).



Obr. 1 Pomôcka na určovanie azimutu



Obr. 2 Pomôcka na určovanie výšky



Obr. 3 Teodolit – domáca výroba

Problém

V minulosti ľudia dokázali určovať čas pomocou prírody. Významnú úlohu pri tom zohrávalo Slnko a Mesiac. Mení sa poloha Slnka na oblohe? Dá sa podľa neho určovať čas počas dňa? Dá sa jeho poloha predpovedať?

Budeme zaznamenávať polohu Slnka na oblohe. Precvičíme si určovanie azimutu a výšky najskôr na rôznych telesách v rámci triedy. Realizuj preto najprv postup A, a keď už zvládneš určovanie azimutu a výšky telies v triede, prejdeme na určovanie polohy Slnka na oblohe (postup B).

Pomôcky

kompas, uhlomer, kružidlo, tvrdý papier

Postup A

1. Na tvrdý papier si nakresli kružidlom kruh. Pomocou uhlomeru si na ňom vyznač stupne od 0° po 350° po 10° . K 0° pripíš SEVER, k 180° pripíš JUH (Obr. 1).
2. Hárok natoč tak, aby sever na kruhu smeroval k severnému pólu Zeme.
3. Vyber si v triede alebo mimo triedu nejaké telesá (obraz, lampu, strom, komín...) a urči azimut týchto telies.
4. Na čistý hárok papiera nakresli kružnicu a vyznač na nej uhly 0° , 10° , 20° , 30° ... 350° . K 0° pripíš SEVER, k 180° pripíš JUH (Obr. 2). Papier prehni pozdĺž severojužnej čiary do pravého uhla. Čiara, ktorá smeruje kolmo nahor (zodpovedá 90°), sa nazýva miestny poludník. Dokresli poludník na papier.
5. Telesám, pre ktoré si určoval azimut, urči aj výšku a zapíš ju do Tabuľky č. 1. Výšku určíš tak, že odhadneš, pod akým uhlom by pozorovateľ stojaci v strede kružnice mohol pozorovať dané teleso.

Tabuľka č. 1

Teleso	Azimut / °	Výška / °

Postup B

1. Oboznám sa s určovaním polohy vesmírnych telies pomocou teodolitu (Obr. 3).
2. Nájdi si miesto na pozorovanie, z ktorého máš dobrý výhľad na juh a v pozorovaní ti nebránia žiadne vysoké objekty.
3. Počas dňa po východe Slnka každú hodinu až do západu Slnka zaznamenaj polohu Slnka na oblohe – jeho azimut a výšku. Určené hodnoty zaznamenaj do Tabuľky č. 2.
4. POZOR! Nikdy sa nepozerať priamo do Slnka!
5. Zaznamenaj si dátum, kedy si pozorovanie uskutočnil.

2. V akom ročnom období si pozorovanie polohy Slnka uskutočnil? Akú maximálnu výšku malo Slnko na oblohe? O koľkej dosiahlo túto výšku?

3. Aký dlhý bol deň, keď si uskutočnil pozorovanie? Sú všetky dni rovnako dlhé?

4. Vyšlo Slnko nad obzor na východe?

5. Dokázal by si na základe svojho pozorovania predpovedať, kde bude Slnka zajtra v nejakom konkrétnom čase?

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

AKO URČUJEME POLOHU VESMÍRNYCH OBJEKTOV?

Kontext

Slnko a Mesiac sú objekty, ktoré dieťa môže pozorovať na oblohe od malička. Medzi časté nesprávne predstavy, podporené aj rôznymi rozprávkami, kde Slnko putuje po oblohe, ráno vstáva a večer ide spať, patrí, že Slnko sa na oblohe pohybuje. Ide však o pohyb zdanlivý – spôsobený rotáciou Zeme. V tejto aktivite ide o to, aby sa žiak naučil jednoznačne zaznamenávať polohu vesmírnych objektov. Zaznamenávaním polohy Slnka a znázornením jeho trajektórie počas dňa si žiak precvičuje určovanie azimutu a výšky. Analýzou grafu prichádza na to, kedy je Slnko v najväčšej výške, kedy vychádza, zapadá a aký dlhý je deň. Pridanou hodnotou je zistenie, že Slnko nad obzor v pozorovaný deň nevychádza presne na východe a tiež nezapadá presne na západe.

Ciele

- Žiak si má osvojiť určovanie azimutu a výšky objektov.
- Žiak má zvládnuť meranie pomocou teodolitu.
- Žiak má zrealizovať kvantifikované pozorovanie a na základe neho zostaviť graf.
- Žiak je schopný analyzovať graf závislosti výšky od azimutu a vyčítať z neho rôzne údaje.

Prerekvizity

Žiak chápe pojem uhol a jeho veľkosť. Dokáže uhol merať.

Miskoncepce

- Zem stojí a Slnko sa pohybuje po oblohe.
- Slnko sa počas dňa na oblohe pohybuje.
- Slnko vychádza na vždy východe a zapadá vždy na západe.
- Výška Slnka je v každom ročnom období rovnaká.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút) + domáca úloha počas víkendu

Organizácia triedy

2 – 3-členné skupiny

Materiál a pomôcky

kompas, uhlomer, kružidlo, tvrdý papier, teodolit

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Je dôležité žiakov upozorniť, že sa nemajú pozerat' priamo na Slnko. Mohlo by dôjsť k poškodeniu ich zraku.
- Teodolit je z pohľadu žiaka náročné zostrojiť. Preto je vhodné, ak učiteľ má k dispozícii niekoľko teodolitov, ktoré žiakom rozdá.
- Pri určovaní výšky pomocou teodolitu by žiakom mohlo napadnúť pozerat' cez rúrku a hľadať v nej Slnko. Treba ich upozorniť, že tento postup nie je vhodný. Pri určovaní výšky majú natáčať rameno dovedy, kým sa na podložke neobjaví najjasnejší obraz. Uhol na teodolite potom zodpovedá výške Slnka.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Na oblohe môžeme počas dňa pozorovať Slnko a Mesiac. Slnko ani Mesiac sa však nenachádzajú stále na tom istom mieste, ale sú stále inde. Cieľom aktivity je Slnko pozorovať a naučiť sa jeho polohu nejakým spôsobom zaznamenávať.

Na jednoznačné určenie polohy sa používajú dve veličiny – azimut a výška.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na to, že sa poloha objektov na oblohe počas dňa mení. Žiakov treba oboznámiť s pojmami azimut a výška a so spôsobom, ako sa určujú.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci na začiatku hodiny čítajú pracovný list, časť Príprava, ktorá im má pripomenúť, že poloha Slnka a Mesiaca sa počas dňa na oblohe mení. Cieľom je, aby si uvedomili, že Slnko je ráno na inom mieste oblohy ako poobede.</p> <p>Učiteľ vedie so žiakmi krátku diskusiu, aby zistil ich nesprávne predstavy (viď vyššie) a mohol následne s nimi pracovať.</p> <p>Následne žiaci pokračujú v čítaní pracovného listu, časť Problém a ich úlohou je zväziť, či je možné podľa polohy Slnka na oblohe určovať čas.</p> <p>Žiaci prečítajú zoznam pomôcok, ktoré budú potrebovať k aktivite. Učiteľ rozdá pomôcky a žiaci si pripravujú pomôcku na určovanie azimutu a výšky.</p> <p>Žiaci sa oboznamujú s pomocou učiteľa s princípom určovania azimutu a výšky.</p> <p>Pracujú podľa Postupu A – na objektoch v triede, prípadne na objektoch, ktoré môžu pozorovať z okna triedy, si testujú určovanie azimutu a výšky.</p> <p>Žiaci na základe Postupu B realizujú pozorovanie a určovanie polohy Slnka dostávajú ako domácu úlohu, keďže ide o dlhodobé – celodenné pozorovanie.</p> <p>Žiaci zapisujú kvantifikované pozorovanie polohy Slnka do tabuľky a následne do grafu. Na dohodnutú vyučovaciu hodinu prinesú svoje výsledky ako aj odpovede na otázky v zhrnutí.</p> <p>Žiaci prezentujú svoje zistenia na hodine pred spolužiakmi.</p>	<p>Predpokladáme, že žiaci by z hodín prírodovedy mali poznať, ako sa určujú svetové strany – podľa polohy Slnka na pravé poludnie. Teda mali by si byť vedomí toho, že sa poloha Slnka mení a na poludnie kulminuje.</p> <p>Učiteľ môže mať pomôcky na určovanie azimutu a výšky vopred pripravené, napr. z predchádzajúceho školského roka.</p> <p>Je dôležité upozorniť žiakov, že priame pozeranie do Slnka môže poškodiť ich zrak.</p> <p>Učiteľ po prezentácií zhrnie výsledky a vysloví záver.</p> <p>Zhrnutie: 1. Čiara na grafe predstavuje trajektóriu pohybu Slnka na oblohe počas jedného dňa.</p>

	<p>2. Maximálna výška zodpovedá najvyššiemu bodu na grafe. Časový údaj je možné zistiť z tabuľky.</p> <p>3. Nie sú všetky dni rovnako dlhé, v zime sú kratšie ako v lete.</p> <p>4. Nie, Slnko nevychádza presne na východe. Platí to len v deň jarnej a jesennej rovnodennosti.</p> <p>5. Ak viem, ako sa Slnko pohybovalo po oblohe dnes, tak zajtra by na konkrétnom mieste malo byť v ten istý čas.</p>
--	---

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je prostredníctvom praktickej aktivity (kvantifikované pozorovanie polohy Slnka na oblohe) vyvodiť záver, že poloha Slnka sa na oblohe počas dňa mení, Slnko nevychádza presne na východe a že pomocou jeho polohy možno určovať čas. Žiaci pracujú s veličinami azimut a výška a utvrdzujú sa v chápaní týchto pojmov.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať a merať**. Pomocou zariadenia teodolitu žiaci realizujú kvantifikované pozorovanie, kde pozorujú a zaznamenávajú polohu Slnka. Na to je potrebné, aby poznali pojmy azimut a výška, ktorých určovanie si precvičia najprv na objektoch v triede, prípadne v okolí školy. Žiak získava empirickú skúsenosť s pozorovaním a určovaním polohy Slnka na oblohe počas dňa.

Na základe kvantifikovaného pozorovania žiaci zostrojujú graf závislosti výšky Slnka od azimutu počas jedného dňa – od východu Slnka po jeho západ. Týmto sa rozvíja ich **grafická gramotnosť**. Na zostrojenie grafu potrebujú žiaci spôsobilosť vyznačiť body v súradnicovom systéme, aproximovať namerané body spojitou čiarou. Spôsobilosti potrebné pri čítaní a interpretácii grafu rozvíjané touto aktivitou sú na základe tvaru čiary určiť maximálnu hodnotu nameranej veličiny, posúdiť podľa tvaru spojitej čiary, o akú závislosť ide, čítať špecifickú informáciu z grafu, priradiť k danému grafu správnu fyzikálnu interpretáciu.

Aktivita AKO SA SLNKO POHYBUJE PO OBLOHE? a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (6.)

Slnčná sústava je len veľmi malou súčasťou miliónoch galaxií vo vesmíre.

Nosná myšlienka (6.3)

Pohyb Slnka po oblohe je zdanlivý a závisí od ročného obdobia.

Didaktická sekvencia

1. *Pozorovanie východu a západu Slnka (v programe Stellarium).*
2. *Empirické štúdium striedania dňa a noci.*

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou prvého kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Cieľom didaktickej sekvencie je, aby sa žiak utvrdil v tom, že sa poloha Slnka a Mesiaca počas dňa na oblohe mení. Mal by byť schopný opísať trajektóriu týchto vesmírnych objektov na oblohe počas ročných období.

Aplikácia Stellarium umožňuje virtuálnu prehliadku vesmíru v reálnom čase. To znamená, že posúvaním času môžeme pozorovať reálny obraz oblohy. Pomocou tohto programu môžeme so žiakmi skúmať, kde vychádza Slnko, ako sa po oblohe pohybuje a aj kde zapadá.

V aktivite nie je zavádzaný žiadny nový pojem – žiaci pracujú s pojmi, s ktorými sa už stretli (azimut, výška). Jedným z cieľov aktivity je rozvíjať spôsobilosti vedeckej práce, konkrétne pozorovanie, zaznamenávanie zistených dát a ich spracovanie.

Aktivita je zameraná na pozorovanie bežného javu – pohybu Slnka na oblohe.

AKO SA SLNKO POHYBUJE PO OBLOHE? (pracovný list žiaka)

Príprava

V minulosti ľudia dokázali určovať čas pomocou prírody. Významnú úlohu pri tom zohrávali Slnko a Mesiac. Naším cieľom bude zistiť, či Slnko vychádza každý deň nad obzor v tom istom čase a na tom istom mieste.

Problém

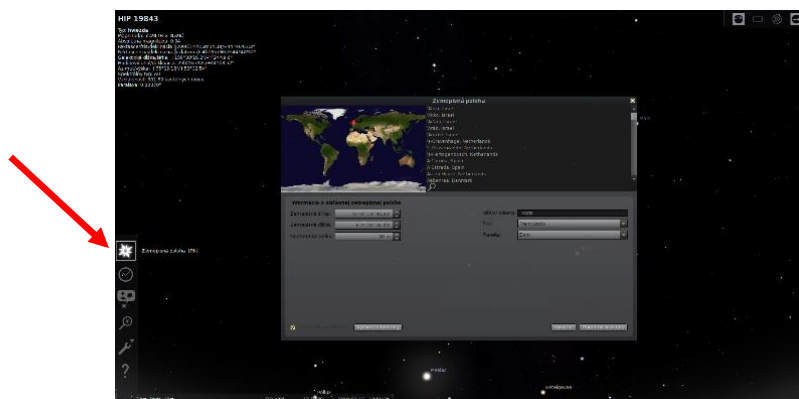
Pomocou pozorovania v programe Stellarium zisti, kde vychádza Slnko a akú trajektóriu opíše na oblohe, kým zapadne. Zisti, či je v rôznych ročných obdobiach trajektória Slnka na oblohe rovnaká alebo rozdielna.

Pomôcky

počítač s aplikáciou Stellarium

Postup

1. Spusti na počítači aplikáciu Stellarium.
2. Nastav si polohu podľa miesta, kde žiješ (Obr. 1).



Obr. 1 Nastavenie zemepisnej polohy

3. Nastav si dátum podľa inštrukcii učiteľa (Obr. 2). Dátum si zapíš.



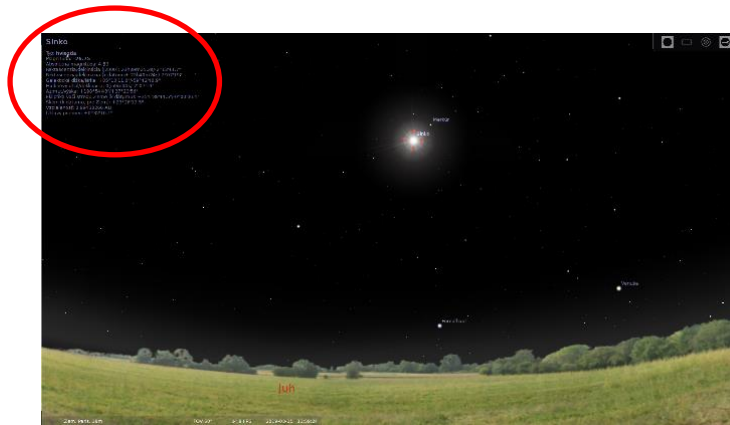
Obr. 2 Nastavenie dátumu a času

4. Vypni atmosféru (Obr. 3).



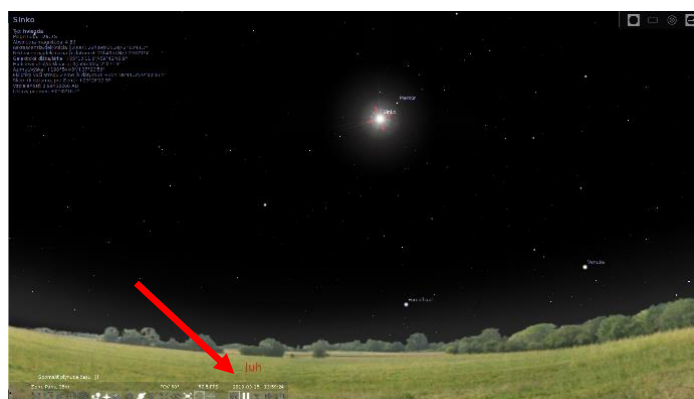
Obr. 3 Tlačidlo na vypnutie atmosféry

5. Klikni na Slnko a pozri si údaje v ľavom hornom rohu (Obr. 4). Nájdi medzi nimi údaje o azimute a výške.



Obr. 4 Miesto na vyhľadanie údajov o azimute a výške

6. Pretoč čas dozadu tak, aby Slnko práve vychádzalo nad obzor. Zastav plynutie času (Obr. 5).



Obr. 5 Tlačidlá na nastavenie plynutia času

Zhrnutie

1. Ktorý deň si zaznamenával trajektóriu pohybu Slnka? Aké je to ročné obdobie?

2. Aký azimut má miesto, kde Slnko vyšlo nad obzor? Je to presne východ?

3. Aký azimut má miesto, kde Slnko zapadlo za obzor? Je to presne západ?

4. Zhoduje sa trajektória pohybu Slnka, ktorú si získal s trajektóriou ostatných skupín? V čom je rovnaká, v čom sa líši?

5. Vyslov záver pre tvar trajektórie pohybu Slnka v jednotlivých ročných obdobiach.

6. Vychádza niekedy počas roka Slnko presne na východe a zapadá presne na západe? Kedy? Vysvetli.

7. Ako by si vysvetlil, že sa trajektória pohybu Slnka počas roka mení?

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

AKO SA SLNKO POHYBUJE PO OBLOHE?

Kontext

Najčastejšia odpoveď na otázku *Kde vychádza Slnko?* je, že na východe. Podľa tohto tvrdenia vychádza Slnko bez ohľadu na deň v roku stále na východe a zapadá na západe, t. j. na tom istom mieste – prekoná rovnaký priestorový uhol. Didaktická sekvencia by žiakov mala priviesť k zisteniu, že Slnko sa počas roka nepohybuje stále po rovnakej trajektórii. Ako je možné, že v zime je Slnko na oblohe kratší čas ako v lete. V rámci skupinovej práce žiaci pracujú v aplikácii Stellarium a zaznamenávajú polohu Slnka v rôznych dňoch počas roka. Na záver hodiny žiaci svoje zistenia prezentujú, porovnávajú výsledky jednotlivých skupín a na základe zistení vyslovia záver.

Ciele

- Žiak má zistiť, že Slnko vychádza nad horizont a zapadá za horizont počas roka na rôznych miestach.
- Žiak má empirickým pozorovaním určiť trajektóriu pohybu Slnka po oblohe.
- Žiak si má pohyb Slnka po oblohe dať do súvisu s rotáciou Zeme a vzájomnou polohou Zeme a Slnka.

Prerekvizity

Žiak už z predchádzajúcej témy vie, že Zem obieha okolo Slnka. Žiak pozná súčasný model slnečnej sústavy, vie, že planéty obiehajú okolo Slnka.

Miskoncepce

- Zem stojí a Slnko sa pohybuje po oblohe.
- Slnko sa po oblohe v lete pohybuje menšou rýchlosťou ako v zime, pretože rovnakú dráhu prekoná za dlhší čas.
- Slnko vychádza presne na východe a zapadá presne na západe.
- Maximálna výška Slnka je v každom ročnom období rovnaká.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

2 – 3-členné skupiny

Materiál a pomôcky

počítač s aplikáciou Stellarium

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Je dôležité žiakov upozorniť, že sa nemajú pozerat' priamo na Slnko. Mohlo by dôjsť k poškodeniu ich zraku.
- Vyučovaciu hodinu je potrebné realizovať v počítačovej učebni vybavenej dostatočným počtom počítačov (stolných alebo notebookov) s nainštalovanou aplikáciou Stellarium. Aplikáciu je možné ovládať pomocou myši alebo pomocou kláves. Umožňuje použiť stolný počítač ako virtuálne planetárium, vypočítava a vykresľuje Slnko, Mesiac, planéty, hviezdy a iné vesmírne objekty tak, ako by ich používateľ videl, keby sa pozeral na oblohu z daného miesta v danom čase. Stellarium je voľne stiahnuteľná napr. na <https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.18.3/stellarium-0.18.3-win64.e>

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

V minulosti ľudia dokázali určovať čas pomocou prírody. Významnú úlohu pri tom zohrávalo Slnko a Mesiac. Naším cieľom bude zistiť, či Slnko vychádza každý deň nad obzor v tom istom čase a na tom istom mieste.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na to, že dĺžka dňa sa počas roka mení – v zime sú dni kratšie a v lete dlhšie.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci na začiatku hodiny čítajú pracovný list, časť Príprava. V rámci nej by sa mali zamyslieť, kde Slnko nad obzor vychádza a kde zapadá. Cieľom je, aby si uvedomili, že dĺžka dňa sa počas roka mení.</p> <p>Učiteľ vedie so žiakmi krátku diskusiu, aby zistil ich nesprávne predstavy (viď vyššie) a mohol následne s nimi pracovať.</p> <p>Učiteľ rozdelí žiakov do skupín.</p> <p>Následne sa žiaci začínajú oboznamovať s aplikáciou Stellarium.</p> <p>Žiaci pokračujú v čítaní pracovného listu a postupujú podľa Postupu.</p> <p>Žiaci zapisujú kvantifikované pozorovanie polohy Slnka do tabuľky a následne do grafu.</p> <p>Žiak z každej skupiny prezentuje zistenia na hodine pred spolužiakmi a porovnávajú svoje zistenia s ostatnými skupinami.</p> <p>V rámci spoločnej diskusie vypracujú odpovede na otázky v Zhrnutí.</p>	<p>Pre každú skupinu zvolí vhodný dátum, aby v rámci triedy pokryl všetky ročné obdobia, včítane dňa jarnej a jesennej rovnodennosti a zimného a letného slnovratu.</p> <p>Učiteľ stručne vysvetlí žiakom možnosti aplikácie Stellarium a oboznámi ich s jej ovládaním.</p> <p>Učiteľ je žiakom k dispozícii a napomáha im pri ovládaní aplikácie.</p> <p>Je vhodné určiť poradie prezentácií tak, aby išli podľa dátumov vzostupne.</p> <p>Je dôležité, aby sa žiaci sústredili na dve veci – tvar trajektórie a jej dĺžka a výška. Je potrebné usmerňovať žiakov v diskusii.</p> <p>Je potrebné ukázať im názorný obrázok – vzájomnú polohu Slnka a Zeme počas jarnej a jesennej rovnodennosti i počas letného a zimného slnovratu. O tom, že Slnko nevychádza presne na východe a nezapadá presne na západe sa dá presvedčiť aj pomocou animácie na stránke http://www.sunposition.info/sunposition/spc/locations.php#1.</p> <p>Zhrnutie: 1. Žiak napíše deň a príslušné ročné obdobie, kedy pozorovanie realizoval. 2. Žiak zapíše hodnotu zodpovedajúcu polohe Slnka pri východe a hodnotu azimutu porovná s hodnotou 90°.</p>

	<p>3. Žiak zapíše hodnotu zodpovedajúcu polohe Slnka pri západe a hodnotu azimutu porovná s hodnotou 270°.</p> <p>4. Trajektória pohybu Slnka nie je každý deň totožná. Je podobná – má tvar kopca, ale ten je pre iné dni rôzne vysoký a rôzne široký.</p> <p>5. Počas zimných dní je deň kratší ako v lete – Slnko neskôr vychádza a skôr zapadá ako v lete. Výška Slnka nad obzorom nie je taká veľká ako v lete – trajektória má tvar užšieho a nižšieho kopca.</p> <p>6. Slnko vychádza presne na východe (azimut 270°) v deň jarnej rovnodennosti a zapadá presne na západe (azimut 90°) v deň jesennej rovnodennosti. V deň rovnodennosti slnečné lúče dopadajú kolmo na rovník.</p> <p>7. Zemská os nie je kolmá na rovinu, v ktorej obieha okolo Slnka. Preto slnečné lúče dopadajú počas roka na Zem pod rôznymi uhlami v závislosti od ročného obdobia, t. j. kde sa Zem vzhľadom na Slnko nachádza.</p>
--	---

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je prostredníctvom praktickej aktivity – kvantifikované pozorovanie polohy Slnka na oblohe počas jedného dňa v aplikácii Stellarium – vyvodit' záver, že poloha Slnka sa na oblohe počas roka mení a zdôvodniť to pomocou naklonenej zemskej osi voči rovine obehu a zmene polohy Zeme voči Slnku.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať a merať**. Pomocou aplikácie Stellarium žiaci realizujú kvantifikované pozorovanie, kde pozorujú a zaznamenávajú polohu Slnka počas jedného dňa. Žiak získava empirickú skúsenosť s pozorovaním a určovaním polohy Slnka na oblohe počas dňa.

Žiaci pracujú s aplikáciou Stellarium, čím si rozvíjajú **spôsobilosť práce s IKT**. Pracujú v skupinách a teda rozvíjajú **spôsobilosť tímovej spolupráce**. K rozvoju **komunikačných spôsobilostí** dochádza pri prezentácii výsledkov skupiny, ako aj pri vzájomnej diskusii v rámci celej triedy.

Na základe kvantifikovaného pozorovania žiaci zostrojujú graf závislosti výšky Slnka od azimutu počas jedného dňa – od východu Slnka po jeho západ. Týmto sa rozvíja ich **grafická gramotnosť**. K zostrojeniu grafu potrebujú žiaci spôsobilosť vyznačiť body v súradnicovom systéme, aproximovať namerané body spojitou čiarou. Spôsobilosti potrebné pri čítaní a interpretácii grafu rozvíjané touto aktivitou sú:

- na základe tvaru čiary určiť maximálnu hodnotu nameranej veličiny,
- posúdiť podľa tvaru spojitej čiary, o akú závislosť ide,
- čítať špecifickú informáciu z grafu,
- priradiť k danému grafu správnu fyzikálnu interpretáciu.

Aktivita **PREČO SA STRIEDAJÚ ROČNÉ OBDOBIA** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (6.)

Slnčná sústava je len veľmi malou súčasťou miliónoch galaxií vo vesmíre.

Nosná myšlienka (6.4)

Striedanie ročných období je spôsobené pohybom Zeme okolo Slnka a náklonom zemskej osi.

Didaktická sekvencia

1. *Empirické štúdium striedania ročných období.*
2. *Skúmanie závislosti uhla dopadu lúčov na teplotu objektu.*

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou prvého kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Cieľom didaktickej sekvencie je, aby žiak pochopil, prečo sa striedajú ročné obdobia. Žiak by mal byť schopný na základe pohybu Zeme okolo Slnka a pomocou náklonu zemskej osi objasniť striedanie ročných období.

Aplikácia Stellarium umožňuje virtuálnu prehliadku vesmíru v reálnom čase. To znamená, že posúvaním času môžeme pozorovať reálny obraz oblohy. Pomocou tohto programu môžeme so žiakmi sledovať, ako Slnko osvetľuje zemský povrch počas leta a počas zimy.

V aktivite nie je zavádzaný žiadny nový pojem – žiaci pracujú s pojmi, s ktorými sa už stretli. Jedným z cieľov aktivity je rozvíjať spôsobilosti vedeckej práce, konkrétne pozorovanie.

Aktivita je zameraná na pozorovanie osvetlenia Zeme slnečnými lúčmi, analýzou závislosti uhla dopadu lúčov na teplotu objektu.

PREČO SA STRIEDAJÚ ROČNÉ OBDOBIA (pracovný list žiaka)

Príprava

Naše zemepisné pásmo je charakteristické striedaním štyroch ročných období – jar, leto, jeseň a zima. Tieto ročné obdobia sa opakujú každý rok v rovnakom poradí. Čím je toto striedanie spôsobené? Prečo sa v iných zemepisných šírkach nestrádzajú ročné obdobia?

Problém

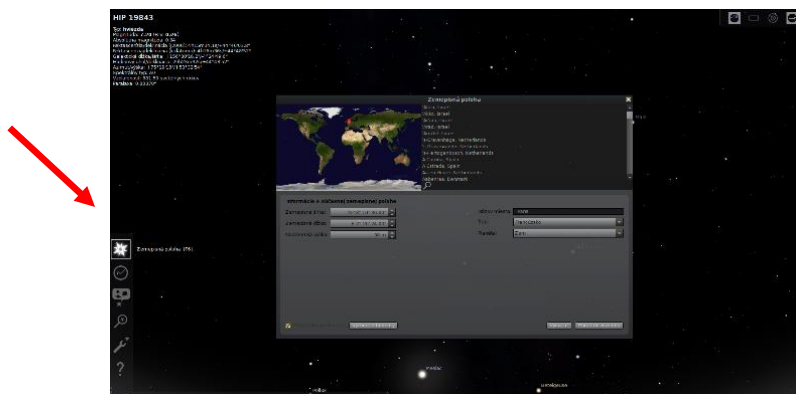
Pomocou pozorovania v programe Stellarium zisti, ako slnečné lúče osvetľujú strednú Európu počas leta a počas zimy. Je tam nejaký rozdiel? Zisti, ako súvisí uhol dopadu lúčov na objekt s jeho teplotou.

Pomôcky

počítač s aplikáciou Stellarium, tepelný žiarič, vreckové svetidlo

Postup A

1. Spusti na počítači aplikáciu Stellarium.
2. Nastav si polohu na objekt (Planéta) Slnko (Obr. 1).



Obr. 1 Nastavenie zemepisnej polohy

3. Nastav si dátum na dátum zodpovedajúci vrcholu leta, napr. 2. augusta (Obr. 2). Dátum si zapíš.



Obr. 2 Nastavenie dátumu a času

4. Vypni atmosféru (Obr. 3).



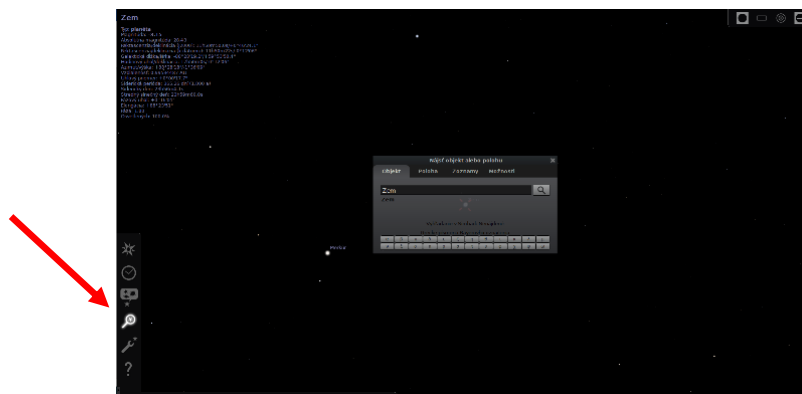
Obr. 3 Tlačidlo na vypnutie atmosféry

5. Vypni terén a označenie svetových strán (Obr. 4).



Obr. 4 Tlačidlá na vypnutie terénu a označenia svetových strán

6. Pomocou vyhľadávania nájdí objekt Zem (Obr. 5). Zatvor vyskakovacie okno a stlač medzerník – zacieliš na vybraný objekt a bude sa nachádzať stále v strede obrazovky.



Obr. 5 Vyhľadanie objektu – Zem

7. Pomocou kolieska na myši alebo pomocou klávesy PageUp priblíž Zem tak, aby zaberala skoro celú obrazovku (Obr. 6).



Obr. 6 Priblíženie objektu

8. Pomocou tlačidla na ovládanie času zrýchli plynutie času tak, aby si mohol pozorovať rotujúcu Zemeguľu.
9. Sleduj, ktoré kontinenty môžeš pozorovať vykreslené v normálnom tvare a ktoré len skreslené šikmým pohľadom.
10. Postup opakuj, ale nastav si dátum 2. januára. Opäť pozoruj kontinenty, ktoré sú vykreslené v normálnom tvare a ktoré len skreslené šikmým pohľadom. Pozorovanie si zapíš.

Postup B

1. Zapni zdroj tepelného žiarenia (ohrievač, radiátor). Počkaj, kým sa zohreje.
2. Do bezpečnej vzdialenosti prilož dlaň tak, aby bola kolmo na dopadajúce teplé lúče. Cítiš na dlani teplo?
3. Dlaň pootoč, aby bola voči lúčom natočená pod ostrým uhlom. Cítiš na dlani rovnaké teplo ako pri kolmom dopade lúčov?
4. Svoje pozorovanie zapíš.

Postup C

1. Vreckovým svetidlom kolmo osvetli čistý papier zo vzdialenosti približne 30 cm. Ceruzkou obkresli svetelný obraz.
2. Vreckové svetidlo nechaj v rovnakej vzdialenosti, ale papier osvetli pod ostrým uhlom. Ceruzkou obkresli svetelný obraz.
3. Porovnaj veľkosť svetelného obrazu v prípade kolmého dopadu a šikmého dopadu svetelných lúčov.

Zhrnutie

1. V deň 2. augusta môžem zo Slnka pekne vidieť _____
a skreslene _____.
2. V deň 2. januára môžem zo Slnka pekne vidieť _____
a skreslene _____.
3. Pozorovanie Zeme si uskutočnil zo Slnka. Čo usudzujes o uhle dopadu slnečných lúčov, keď vidíš kontinent pekne vykreslený? Čo usudzujes, keď ho vidíš zošikma?

4. Nesprávnu možnosť prečiarkni.
Ak na dlaň dopadajú tepelné lúče kolmo, cítim MENŠIE / VÄČŠIE teplo v porovnaní s teplom, ktoré cítim pri natočení dlane.

5. Ako môžeš predchádzajúce tvrdenie transformovať na tvrdenie o slnečných lúčoch?

6. Nesprávnu možnosť prečiarkni.

V prípade kolmého dopadu svetelných lúčov bola svetelná stopa na papieri MENŠIA / VÄČŠIA ako v prípade šikmého dopadu svetelných lúčov.

7. Ako môžeš predchádzajúce tvrdenie transformovať na tvrdenie o slnečných lúčoch?

8. Čím je spôsobené, že slnečné lúče dopadajú na našu krajinu počas roka na Zem pod rôznymi uhlami?

9. Načrtni obrázok, kde sa nachádza vzhľadom na Slnko naša Zem, keď je u nás zima.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity PREČO SA STRIEDAJÚ ROČNÉ OBDOBIA

Kontext

Striedanie ročných období je jav, ktorý žiak v našich zemepisných šírkach pozoruje od narodenia. Vytvára si nejaké vysvetlenia, ktoré nemusia byť v súlade s vedeckými faktami. Je preto dôležité venovať sa tejto téme počas vyučovania. Didaktická sekvencia by žiakov mala priviesť k zisteniu, že sa uhol dopadu slnečných lúčov počas roka mení a že šikmo dopadajúce slnečné lúče zahrievajú menej ako kolmo dopadajúce slnečné lúče. V rámci skupinovej práce žiaci pracujú v aplikácii Stellarium – sledujú Zem zo Slnka. Realizujú dva jednoduché experimenty zamerané na zisťovanie dopadajúcej energie v závislosti od uhla dopadu.

Ciele

- Žiak má zistiť, že sa uhol dopadu slnečných lúčov počas roka mení.
- Žiak má pomocou pokusu zistiť, že kolmejšie dopadajúce lúče zahrievajú viac ako šikmo dopadajúce.
- Žiak má zistiť, že pri šikmom dopade slnečných lúčov sa energia zo Slnka rozkladá na väčšiu plochu, a preto ju zahrieva menej ako pri kolmom dopade.
- Žiak si má striedanie ročných období dať do súvisu s obhom Zeme okolo Slnka a náklonom zemskéj osi.

Prerekvizity

Žiak pozná súčasný model slnečnej sústavy, vie, že planéty obiehajú okolo Slnka. Vie, čo znamená uhol dopadu. Žiak vie, že Zem obieha okolo Slnka a že sa otáča okolo svojej osi.

Miskoncepce

- Zima je na tej pologuli Zeme, ktorá je vzdialenejšia od Slnka.
- Zemská os je kolmá na rovinu ekliptiky.
- Čím sú slnečné lúče šikmejšie, tým sú dlhšie a tým menej tepla vysielajú na našu Zem.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút)

Organizácia triedy

2 – 3-členné skupiny

Materiál a pomôcky

počítač s aplikáciou Stellarium, tepelný žiarič, vreckové svetidlo

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Žiaci pracujú s tepelným žiaričom. Je dôležité ich upozorniť, že sa k nemu majú približovať opatrne a len do takej vzdialenosti, aby sa nepopálili. Mohlo by dôjsť k poškodeniu ich zdravia.
- Vyučovaciu hodinu je potrebné realizovať v počítačovej učebni vybavenej dostatočným počtom počítačov (stolných alebo notebookov) s nainštalovanou aplikáciou Stellarium. Aplikáciu je možné ovládať pomocou myši alebo pomocou kláves. Umožňuje použiť stolný počítač ako virtuálne planetárium, vypočítava a vykresľuje Slnko, Mesiac, planéty, hviezdy a iné vesmírne objekty tak, ako by ich používateľ videl, keby sa pozeral na oblohu z daného miesta v danom čase. Stellarium je voľne stiahnuteľná napr. na <https://github.com/Stellarium/stellarium/releases/download/v0.18.3/stellarium-0.18.3-win64.e>

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

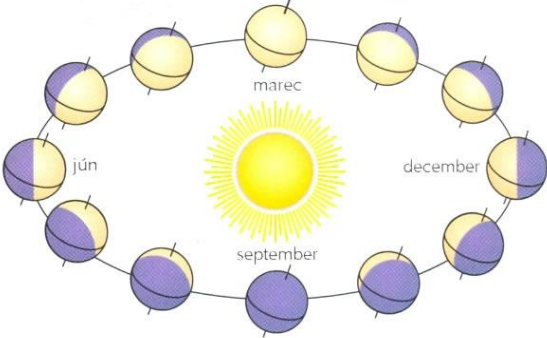
Úvodná informácia

Naše zemepisné pásmo je charakteristické striedaním štyroch ročných období – jar, leto, jeseň a zima. Tieto ročné obdobia sa opakujú každý rok v rovnakom poradí. Čím je toto striedanie spôsobené? Prečo sa v iných zemepisných šírkach nestriedajú ročné obdobia?

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na to, že Zem obieha okolo Slnka a že zemská os nie je kolmá na rovinu ekliptiky.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci na začiatku hodiny čítajú pracovný list, časť Príprava. V rámci nej by sa mali zamyslieť, prečo sa striedajú ročné obdobia. Cieľom je, aby si uvedomili, že ročné obdobia sa v našich zemepisných šírkach menia pravidelne každý rok.</p> <p>Učiteľ vedie so žiakmi krátku diskusiu, aby zistil ich nesprávne predstavy (viď vyššie) a mohol následne s nimi pracovať.</p> <p>Učiteľ rozdelí žiakov do skupín.</p> <p>Následne sa žiaci začínajú oboznamovať s aplikáciou Stellarium.</p> <p>Žiaci pokračujú v čítaní pracovného listu a postupujú podľa Postupu A.</p> <p>Žiaci zapisujú svoje zistenia do časti Zhrnutie.</p> <p>Žiaci pokračujú v práci s pracovným listom – Postup B. Pristupujú k ohrievaču.</p> <p>Žiaci zapisujú svoje zistenia do časti Zhrnutie.</p> <p>Žiaci pokračujú v práci s pracovným listom – Postup C.</p> <p>Žiaci zapisujú svoje zistenia do časti Zhrnutie.</p> <p>V rámci spoločnej diskusie vypracujú zvyšné odpovede na otázky v Zhrnutí.</p>	<p>Učiteľ stručne vysvetlí žiakom možnosti aplikácie Stellarium a oboznámi ich s jej ovládaním.</p> <p>Učiteľ je žiakom k dispozícii a napomáha im pri ovládaní aplikácie.</p> <p>Učiteľ zapojí do elektrickej siete ohrievač a umiestni ho do bezpečnej vzdialenosti od žiakov tak, aby k nemu žiaci mohli pristupovať.</p> <p>Učiteľ zabezpečí vreckové svietidlá pre prípad, že žiaci nebudú mať k dispozícii dostatočný počet.</p> <p>Zhrnutie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. V deň 2. augusta môžem zo Slnka pekne vidieť severnú pologuľu a skreslene južnú pologuľu. 2. V deň 2. januára môžem zo Slnka pekne vidieť južnú pologuľu a skreslene severnú pologuľu. 3. Ak vidím kontinent pekne zobrazený, je to preto, lebo sa naň zo Slnka pozerám kolmo – lúče dopadajúce zo Slnka sú kolmejšie. Ak ho vidím skreslený, je to preto, lebo sa naň pozerám zošikma – lúče dopadajú pod menším uhlom. 4. Ak na dlaň dopadajú tepelné lúče kolmo, cítim MENŠIE / VÄČŠIE teplo v porovnaní s teplom, ktoré cítim pri natočení dlane.

	<p>5. Ak slnečné lúče dopadajú na nejaké miesto Zeme kolmo, zohrievajú zemský povrch viac ako na mieste, kde dopadajú šikmejšie.</p> <p>6. V prípade kolmého dopadu svetelných lúčov bola svetelná stopa na papieri MENŠIA / VÄČŠIA ako v prípade šikmého dopadu svetelných lúčov.</p> <p>7. Žiarovka vo vreckovom svietidle predstavuje model Slnka a papier predstavuje povrch Zeme. Tepelná energia zo Slnka sa v prípade menšieho uhla dopadu rozkladá na väčšiu plochu a preto ju zahrieva menej.</p> <p>8. Rôzny uhol dopadu slnečných lúčov na povrch Zeme je spôsobený tým, že je zemská os naklonená a Zem obieha okolo Slnka.</p> <p>9. Zdroj: https://lnk.sk/xBX9</p> 
--	--

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je prostredníctvom praktických aktivít – pozorovanie Zeme zo Slnka v počas letného a zimného dňa v aplikácii Stellarium, zisťovanie závislosti uhla dopadu a zohrievania – vyvodit' záver, prečo sa v našej zemepisnej polohe striedajú ročné obdobia a zdôvodniť to pomocou naklonenej zemskej osi voči rovine obehu a zmene polohy Zeme voči Slnku.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať**. Pomocou aplikácie Stellarium žiaci realizujú pozorovanie, pričom pozorujú Zem zo Slnka počas letného a zimného dňa.

Žiaci pracujú s aplikáciou Stellarium, čím si rozvíjajú **spôsobilosť práce s IKT**. Pracujú v skupinách, a teda rozvíjajú **spôsobilosť tímovej spolupráce**. K rozvoju **komunikačných spôsobilostí** dochádza pri prezentácii výsledkov skupiny, ako aj pri vzájomnej diskusii v rámci celej triedy.

Žiaci uskutočňujú jednoduchý experiment, na základe ktorého rozhodujú a vyberajú správne tvrdenie. Tvrdenia sa týkajú zohrievania pri kolmom a šikmom dopade tepelných lúčov a veľkosti osvetlenej plochy vreckovým svietidlom. V tomto prípade žiaci pracujú s izomorfným modelom – žiarovka vo vreckovom svietidle predstavuje Slnko a papier zemský povrch.

Aktivita **POZOROVANIE STAVBY KVETU TULIPÁNU A BUNIEK CIBULE** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (7.)

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

Nosná myšlienka (7.3)

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.

(V doterajšom obsahu bola nosná myšlienka prezentovaná formou viacerých tém ako súčasť prírodných spoločenstiev – Lesné mikroorganizmy a nekvitnúce byliny; Vodné rastliny, súčasť planktónu; Drobné vodné živočíchy alebo v samostatných tematických celkoch: Poznávame prírodu, Poznávame rastliny a živočíchy, Rastlinná a živočíšna bunka; Vnútorná organizácia tela organizmov; Rozmnožovacia sústava stavovcov / stavba slepačieho vajca; Človek a jeho telo / špecializované bunky jednotlivých orgánových sústav; Pohyb živočíchov).

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, svetelný optický a elektrónový mikroskop, d'alekohľad).*
3. *Pojmové vymedzenie a empirické zistenie, čím sa vzájomne líšia mikroorganizmy – prvoky, zelené riasy, huby (plesne, kvasinky, paplesne), baktérie, vírusy s dôrazom na ich druhovú rozmanitosť, charakteristických zástupcov, životné prostredie, spôsob života a spôsob pohybu a podstatné rozdiely v štruktúre.*
4. *Empirické štúdium spoločných a rozdielnych znakov buniek, napr. rozmanitosť tvaru, veľkosti a typu buniek jednobunkových organizmov v porovnaní so špecializovanými bunkami mnohobunkových organizmov (húb, 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 (vírusov, baktérií, plesní, paplesní) pre človeka, napr. ako pôvodcov infekčných ochorení (dýchacie, kožné, tráviace a i.), zdroj antibiotík (penicilín) a probiotík (kyslomliečne výrobky, napr. *Lactobacily*, *bifidobaktérie*). Tiež ako súčasť mikroflóry na povrchu kože (napr. *stafylokoky*) alebo v tráviacom trakte (napr. *Escherichia coli*) a význam pôdných baktérií. *Nálevníkov* ako indikátorov čistoty vôd, *kvasných baktérií* a *kvasiniek* v priemyselných biotechnológiách a i.*

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je úvodnou aktivitou k nácviku mikroskopovania a prvý krok nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Cieľom aktivity je rozlišovanie prírodnín a ich častí (*tulipán*, *pokožka cibule*), ktoré možno pozorovať voľným okom, lupou alebo školským mikroskopom. Zároveň je to prvá skúsenosť žiakov s rastlinnou bunkou, ktorú bezprostredne môžu pozorovať pod mikroskopom a s poznaním, že mnohobunkový organizmus – *cibuľa*, je tvorená bunkami a v bunkách rozlišujeme bunkové organely.

Aktivita podporuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce, tiež zručnosti, ktoré súvisia so špecifickými činnosťami v biologickom laboratóriu ako je napr. príprava biologického materiálu na pozorovanie, nácvik prípravy natívných preparátov, ich farbenie, nácvik postupu pri mikroskopovaní, techniky správneho pozorovania objektu pod mikroskopom a správneho zakresľovania pozorovaného objektu.

POZOROVANIE STAVBY KVETU TULIPÁNU A BUNIEK CIBULE (pracovný list žiaka)

Príprava

Bunky a časti tela 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.

Problém

Pozorovaním stavby kvetu *tulipánu* a pokožkových buniek *cibule* si premysli odpovede na nasledovné otázky a formuluj závery z pozorovania riešením úloh pracovného listu, ktorý je zároveň zhrnutím praktickej aktivity.

Otázky

- Čím môžeme pozorovať a skúmať prírodu?
- V čom je podstatný rozdiel medzi živou a neživou prírodninou?
- Čo má spoločné mikroskop, ďalekohľad a okuliare?
- Vieš čo tvorí časti kvetu *tulipánu*?
- Ktoré orgány môžeme pozorovať v pokožkových bunkách *cibule*?
- Od čoho závisí rozlíšiteľnosť objektov pozorovania?

1. Pozorovanie stavby kvetu *tulipánu*

Materiál

rastlina *tulipánu*

Pomôcky

lupa

Postup

1. Pozri si kvet *tulipánu*, zisti akú má farbu, či ho tvorí jeden kvet alebo viac, koľko má okvetných lístkov, či sú rovnaké alebo rozlíšené.
2. Lupou pozoruj rozmnožovacie orgány – piestik a tyčinky. Porovnaj ich stavbu a zakresli ich.
3. Zakresli kvet *tulipánu* a obrázok popíš.

2. Pozorovanie mikroskopického preparátu pokožky cibule

Materiál

pokožka *cibule*

Pomôcky

kadička, skalpel, pinzeta, mikroskop, podložné a krycie sklíčko, kvapkadlo na vodu, kvapkadlo na farbivá, filtračný papier

Chemikálie

farbivo (metylénová modrá, atrament alebo jódová tinktúra, Lugolov roztok)

Postup

1. Pomocou pinzety stiahni spodnú časť pokožky *cibule* a vlož ju do kvapky vody na podložné sklíčko.
2. Preparát prikry krycím sklíčkom.
3. Rovnakým spôsobom si zhotov druhý preparát, ktorý podľa pokynov učiteľa zafarbi. 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 najprv nezafarbený preparát a potom zafarbený.
5. Pozorované bunky *cibule* a jej časti (organely) zakresli.
6. Porovnaj rozlíšiteľné organely v oboch typoch preparátu/nezafarbený, zafarbený a zakresli ich.

Zhrnutie

1. Na dnešnom praktickom cvičení sme pozorovali rastliny a ich časti tromi spôsobmi. Napíš, ktorými:
 - a) _____
 - b) _____
 - c) _____
2. Napíš názov rastliny, ktorej stavbu kvetu sme pozorovali. _____
3. Podčiarkni:
 - a) časti kvetu, ktoré sme pozorovali: *korunné lupienky, kališné lístky, okvetné lístky,*
 - b) či sú všetky lístky kvetného obalu *tulipánu*: *rovnaké alebo rozlíšené.*
4. Ako sa nazývajú rozmnožovacie orgány, ktoré sme pozorovali vo vnútri kvetu?

5. Podčiarkni, ktorý rozmnožovací orgán pozorovaného kvetu tvoria tieto časti:
 - a) blizna, čnelka, semenník: *samičí, samčí,*
 - b) nitka, peľnica: *samičí, samčí.*
6. Napíš názov rastliny, ktorej pokožkové bunky sme pozorovali pod mikroskopom.

7. Doplň zväčšenie, pri ktorom sme pozorovali mikroskopický preparát pokožky *cibule*:
 - a) pred farbením _____
 - b) po farbení _____
8. Ktoré organely sme pozorovali pod mikroskopom:
 - a) pred farbením preparátu _____
 - b) po farbení preparátu _____

9. Prečo sme jadrá pokožkových buniek *cibule* zafarbili? Vysvetli.
- _____
10. Je *cibuľa* jednobunkový alebo mnohobunkový organizmus? Vysvetli na základe pozorovania.
- _____
11. Porovnaj pozorovanie lupou s pozorovaním pod mikroskopom. V čom je rozdiel? Konkretizuj na príklade.
- _____
12. Napíš správny postup prípravy natívneho mikroskopického preparátu:
- _____
- _____
13. Na čo si treba dávať najväčší pozor pri mikroskopovaní? Napíš svoju skúsenosť z pozorovania:
- _____
14. Ktoré pravidlá nesmieme zanedbať pri kreslení mikroskopického preparátu?
- _____
- _____

Svoje odpovede si vymeň so spolužiakom v lavici a spoločne v skupine prediskutujte správnosť riešení úloh v pracovnom liste.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

POZOROVANIE STAVBY KVETU TULIPÁNU A BUNIEK CIBULE

Kontext

Skôr ako sa žiaci začnú oboznamovať s jednotlivými typmi buniek, je nevyhnutné, aby na základe vlastnej skúsenosti prišli k zisteniu čím môžeme pozorovať a skúmať prírodu a zároveň aby si uvedomili, že telo všetkých organizmov v prírode je tvorené bunkami. Organizmy, ktorých telo tvorí len jedna bunka, sú preto jednobunkové a tie, ktoré sú tvorené mnohými bunkami s rôznymi funkciami, sa nazývajú mnohobunkové organizmy. Žiaci sa tak prirodzene, hravou formou zoznamujú s metódami vedeckej práce, rozvíjajú si zručnosti v pozorovaní a vytvárajú si reálny obraz rastlinnej bunky, čo eliminuje vznik miskoncepcií. Zámerom je, 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. Na tomto základe žiaci dokážu ľahšie odlíšiť živé a neživé prírodniny a tiež jednobunkové organizmy od mnohobunkových, k čomu je však nevyhnutná aj realizácia ďalších aktivít. Zvládnutie mikroskopickej techniky žiakmi a pozorovanie vhodných modelových objektov toto poznanie významne podporí. Úvodná aktivita nosnej myšlienky „Jednobunkové a mnohobunkové organizmy“ zameraná na získanie zručností pripraviť natívny preparát a osvojiť si správnu techniku mikroskopovania je nutným základom na budovanie náročného pojmového aparátu spojeného s bunkovou stavbou organizmov. Žiaci sa sami presvedčia, že čím „precíznejšie“ pripravia „živý preparát“ z konkrétnej časti rastliny a dodržia zásady mikroskopovania, tým bude pozorovanie efektívnejšie, t. j. budeme môcť v preparátoch pozorovať aj niektoré organely – bunková stena, cytoplazma, jadro a jeho umiestnenie v bunkách pokožky *cibule*.

Ciele

- Žiak má zistiť, ktoré prírodniny a ich časti – kvet *tulipánu*, pokožkové bunky *cibule*, môžeme pozorovať voľným okom, lupou alebo len mikroskopom.
- Žiak má zistiť koľko okvetných lístkov má kvet *tulipánu*.
- Žiak má lupou pozorovať tyčinky a piestik a opísať rozdiely medzi nimi.
- Žiak má pripraviť natívny preparát pokožky *cibule*.
- Žiak má aplikovať pracovný postup a základné pravidlá pozorovania prírodnín s použitím školského mikroskopu.
- Žiak má aplikovať jednoduchú techniku farbenia a pozorovania preparátu pod mikroskopom.
- Žiak má porovnať organely pozorovateľné v nefarbenom a v farbenom preparáte.
- Žiak má zistiť tvar pozorovaných buniek a umiestnenie identifikovaných organel.
- Žiak má zakresliť pozorované objekty a formulovať závery z pozorovaní.

Prerekvizity

Žiakom je známy pojem živá a neživá prírodnina, rastlina a jej časti, taktiež vedia uviesť konkrétne príklady. Realizáciou aktivity si upevňujú tieto pojmy a osvojujú si nové pojmy – stavba kvetu *tulipánu*: kvetné lôžko, kvetný obal, tyčinka (nitka, peľnica), piestik (blizna, čnelka, semenník), rastlinná bunka, bunková stena, cytoplazma, bunkové jadro. Vopred sa oboznáma a precvičia si prácu so školským optickým mikroskopom.

Miskoncepce

- Žiaci si voľným okom neviditeľné organizmy a ich časti vzájomne zamieňajú.
- Žiaci nechápu v čom je podstatný rozdiel medzi jednobunkovým organizmom a bunkou, ktorá je súčasťou mnohobunkových organizmov, napr. pokožkové bunky *cibule* v porovnaní so špecializovanými bunkami organizmov (červené krvinky, nervové bunky, prieduchy a i.).

- Žiaci vnímajú bunku aj ako analógiu človeka, o čom svedčia miskoncepcie: časti tela, prsty, nechty, vlasy sú kontajnermi pre bunky, ľudské telo je jedna veľká bunka, rastlinná bunka nemusí jesť a piť, jadro dodáva bunke kyslík, aby vedela žiť, jadro je vnútro celej bunky, cytoplazmatická membrána a bunková stena sú to isté.
- Všetky bunky sú oválne, rastlinné bunky sú šesťuholníkové a živočíšne sú guľaté.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

2 – 3-členné skupiny

Materiál a pomôcky

rastlina *tulipánu*, lupa, pokožka *cibule*, kadička, skalpel, pinzeta, školský mikroskop, podložné a krycie sklíčko, kvapkadlo na vodu, kvapkadlo na farbivo, filtračný papier, farbivo (metylénová modrá, atrament alebo jódová tinktúra, Lugolov roztok)

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Obdobie pozorovania je optimálne naplánovať na jar, kedy je v prírode dostatok rôznorodého biologického materiálu, pozorovania lupou možno realizovať priamo v prírode, v prirodzenom prostredí.
- Podmienkou pre získanie dobre pozorovateľného preparátu je pokožku *cibule* pinzetou stiahnuť a vložiť do vody (nerobiť rez *cibuľou*). Ak však pokožku *cibule* položíme na suché podložné sklíčko, poprehýba sa a nebudeme vidieť jednu vrstvu buniek, ale dve vrstvy, čo skreslí pozorovanie.
- Pozor si treba dať na dobre osvetlený preparát – skontrolovať irisovú clonu, prípadne pri starších mikroskopoch dobre nastaviť zrkadlo. Pri zmene objektívu je potrebné, aby bolo počuť „zacvaknutie“, vtedy je okulár a objektív v jednej optickej rovine. Inak je zorné pole mikroskopu nerovnomerne osvetlené.
- Optimálne zväčšenie na pozorovanie je 10 x 20, kedy uvidíme bunky pekne vedľa seba, bez medzibunkových priestorov, veľmi dobre rozlíšiteľné, tiež bunkovú stenu, cytoplazmu a spravidla aj jadro.
- Pri zväčšení 10 x 40 uvidíme veľmi zreteľne nielen bunkovú stenu, ale aj jadro.
- Keď preparát nezafarbíme, aj pri dodržaní správneho postupu zhotovenia preparátu, nemusíme zreteľne vidieť jadro.
- Keď preparát zafarbíme, uvidíme aj pri zväčšení 10 x 20 veľmi zreteľne bunkovú stenu, cytoplazmu aj jadro.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Bunky a časti tela 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.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy živá, neživá prírodnina, rastlina a jej časti, jednobunkový a mnohobunkový organizmus a pripomenúť obsah daných pojmov. Dôležité je tieto pojmy zopakovať alebo ak sa žiaci s danými pojmami ešte nestretli, je potrebné ich v krátkosti priblížiť.

Pred realizáciou aktivity je potrebné, aby sa žiaci oboznámili so stavbou školského optického mikroskopu a osvojili si základy postupu mikroskopovania.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci si na začiatku hodiny čítajú pracovný list. Časť „príprava“ začína krátkym úvodným textom, cieľom ktorého spolu s motivačnými otázkami je, aby sa žiaci zamysleli ako „vedci“ skúmajú prírodniny, t. j. živú a neživú prírodu, čo si predstavujú pod pojmom bunka a či bunkovú stavbu majú všetky živé organizmy. Učiteľ riadi k týmto pojmom krátku diskusiu, ktorej základom sú motivačné otázky v rámci „prípravy“ s využitím obrázkov a názorných animácií (DVO Planéta vedomostí). Diskusia vedie k identifikácii žiackych prekonceptov a miskonceptí (viď vyššie).</p> <p>Následne sa žiaci oboznámia s problémom, ktorý majú skúmať a ktorý pozostáva z dvoch úloh – pozorovanie stavby kvetu <i>tulipánu</i> a pozorovanie pokožky <i>cibule</i> pod mikroskopom. Prečítajú si postup a potrebné pomôcky k úlohám a pristúpia k realizácii prvého kroku, ktorým je pozorovanie a náčrt stavby kvetu <i>tulipánu</i>. Skôr ako začnú vlastné pozorovanie musia predpokladať, ktoré časti kvetu budú pozorovať voľným okom a ktoré lupou.</p> <p>Druhým krokom je nácvik prípravy natívneho biologického preparátu pokožky <i>cibule</i>. Učiteľ žiakov upozorní, že na prípravu kvalitného preparátu je nutné opatrne stiahnuť pokožku <i>cibule</i>, nie „narezat“ cibuľu. Tak získame tenkú vrstvu buniek, ktorú pinzetou musia žiaci vložiť do kvapky vody, nikdy nie na suché podložné sklíčko, lebo by sa prekryvali dve vrstvy buniek, čo by skreslilo pozorovanie pod mikroskopom. Rozlíšiteľnosť objektov pozorovania súvisí aj s technikou farbenia preparátov, čo je ďalšia zručnosť, ktorú si žiaci budú aktivitou rozvíjať v záujme čo najpresnejších zistení pri pozorovaní. Učiteľ žiakov upozorní, aby si všímali rozdiely v pozorovaní farbených a nefarbených preparátov,</p>	<p>Učiteľ organizuje činnosti žiakov tak, aby mali možnosť porovnávať rôzne druhy a typy buniek, jednobunkové a mnohobunkové organizmy. Optimálne je využiť na to napr. obrázky a animácie na DVO Planéta vedomostí v lekcii „<i>Mikroskopy a veľkosť buniek</i>“ a tiež „<i>Živočíšne a rastlinné bunky</i>“. V lekcii sa žiaci zoznámia aj s elektrónovým mikroskopom, ktorý používajú vedci na skúmanie organizmov až na molekulovej úrovni. Tieto simulácie môže učiteľ v pomerne krátkom čase zobrazit žiakom použitím interaktívnej tabule.</p> <p>Pozorovanie kvetu <i>tulipánu</i> voľným okom a lupou je časovo nenáročné, no u žiakov vyvoláva záujem už tým, že bezprostredný kontakt so živou rastlinou je neporovnateľný s akýmkoľvek názorom alebo vizualizáciou. Riešením tejto časti aktivity si veľmi jasne uvedomia, že od veľkosti objektov pozorovania závisí aj spôsob, ktorým je možné prírodninu skúmať. Zistia, že niektoré časti kvetu <i>tulipánu</i> – okvetné lístky, tyčinky (nitka, peľnica), piestik (blizna, čnelka, semenník), môžeme pozorovať voľným okom. Pokiaľ však chceme zistiť rozdiely v stavbe piestika a tyčiniek alebo pozorovať napr. žilnatinu listov <i>tulipánu</i> je vhodnejšie pracovať s lupou a mikroskopom.</p> <p>Žiakov treba upozorniť na základné pravidlá, ktoré treba dodržiavať pri kreslení akýchkoľvek biologických objektov, aby sa nesústredovali viac na „výtvarnú“, ako „funkčnú“ stránku. Znamená to, aby kreslili ceruzkou ostré čiary a netieňovali, aby rozvíjali zručnosť kresliť podstatné časti objektu a náčrt opísali použitím odbornej terminológie. Napriek týmto upozorneniam, žiaci často dávajú dôraz na výtvarnú stránku a nepodstatné znaky (Obr. 1).</p> <p>Pri príprave preparátov žiaci zistia, že kvalita pozorovania a závery z neho, závisia od „kvality“ pripraveného preparátu a tiež veľkosti použitého zväčšenia. Cennou skúsenosťou je, že na podložnom sklíčku vždy musí byť kvapka vody, do ktorej preparát vložíme.</p> <p>Žiaci pozorovaním zistia, že:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. v závislosti od veľkosti pozorovaného objektu môžeme prírodniny pozorovať voľným okom, lupou alebo mikroskopom, 2. rozlíšiteľnosť pozorovaných objektov závisí od veľkosti zväčšenia objektívu a aj od toho, či je preparát farbený alebo nie,

d'alej tvar buniek, umiestnenie jadra pozorovaných buniek a cytoplazmu.

Ďalšia zručnosť, ktorú budú rozvíjať je osvojiť si správnu techniku mikroskopovania. Učiteľ žiakov upozorní na úskalia – nutnú postupnosť zväčšovania objektívu a okuláru od najmenších po najväčšie zväčšenie a zabezpečiť, aby okulár a objektív boli v jednej optickej rovine (viď vyššie).

Pozorovanie tejto časti aktivity žiaci ukončia nákrešom pozorovaných objektov pred a po farbení, ktoré si porovnajú s fotografiami nafotenými svojimi mobilnými telefónmi (Obr. 2A, 2B, 2C a 2D).

Po skončení pozorovania žiaci vyhodnotia pozorovanie oboch častí aktivity riešením úloh, ktoré sú súčasťou protokolu.

3. rastlinné bunky majú hranatý tvar, pokožkové bunky sú umiestnené tesne vedľa seba a nemajú medzibunkové priestory (Obr. 2A),
4. jadro rastlinnej, pokožkovej bunky je lokalizované spravidla pri okraji bunky a je najlepšie rozlíšiteľnou organelou (Obr. 2B, 2C, 2D),
5. rastlinné bunky majú bunkovú stenu, jadro a cytoplazmu (Obr. 2),
6. telá živých prírodnín (napr. *cibuľa*) a ich časti (napr. pokožka) sú tvorené bunkami,
7. *cibuľa* je mnohobunkový organizmus, ktorý sa od neživých prírodnín, napr. minerálov alebo hornín, líši prítomnosťou buniek, t. j. bunkovou stavbou.

Na precvičenie pochopenia pojmu „veľkosť buniek“ je vhodné zadať žiakom úlohu, napr.: Na Planéte vedomostí si prečítaj informáciu o veľkosti buniek pozorovaných pod mikroskopom a precvič si zistené fakty v hre s interaktívnym obrázkom „Mikroskopy a veľkosť buniek“, s. 2 (<http://planetavedomosti.iedu.sk>)

Mikroskopy a veľkosť buniek

Jednotky merania v biológii

Mikroskopovanie nám umožňuje zobrazovať a merať objekty, ktoré sú voľným okom nezreteľné až neviditeľné. Výsledky merania vyjadrujeme v systave jednotiek SI (z francúzskeho *Système International d'Unités*). Základnou jednotkou dĺžky v tejto systave je meter.

Na obrázku vidíte stupnicu. Aby ste videli rozmery odpovedajúce jednotlivým organizmom, organelám a molekulám, pohybujte kurzorom a vyberte hodnotu na stupnici.

10⁻⁹ m
100,0 nm

10⁻⁶ m
1,0 μm
100,0 μm

10⁻³ m
1,0 mm
100,0 mm

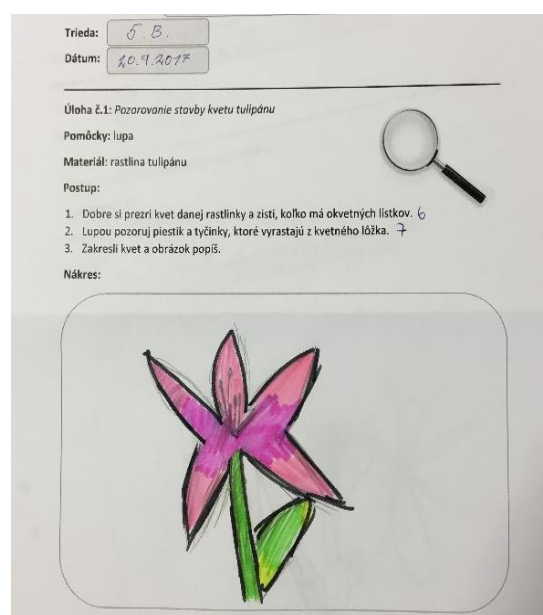
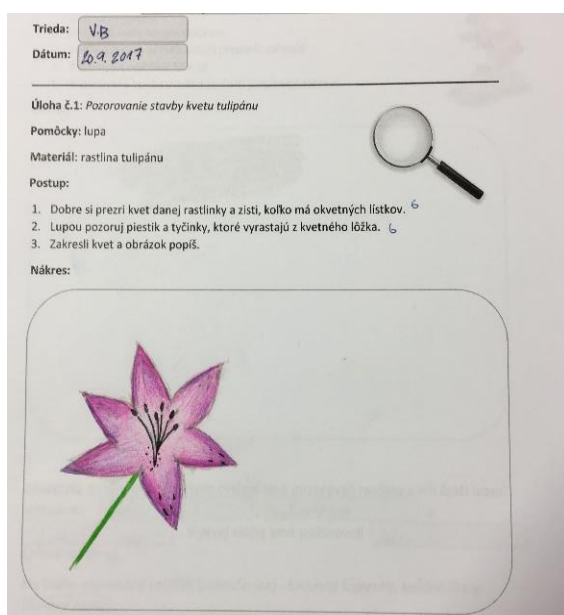
10⁻² m
1,0 cm
100,0 cm

m
1,0 m
20,0 m

Atóm vodíka

Jednotky systému SI Násobné a čiastkové jednotky

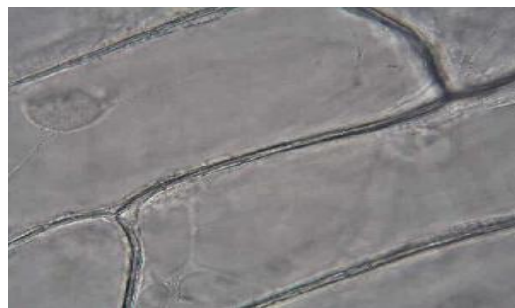
Planéta vedomostí – Biológia - II. stupeň ZŠ - ©AGEMSOFT ©VDP



Obr. 1 Nákres kvetu tulipánu (anonymný žiak z zdroja)



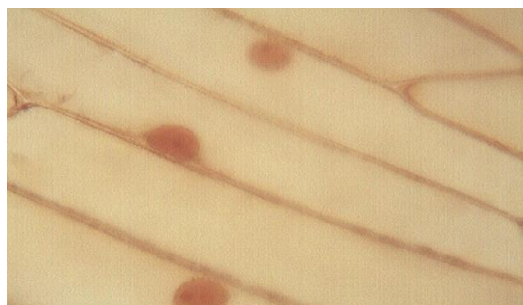
Obr. 2A Bunky cibule bez farbenia (zväčšenie 10 x 10)



Obr. 2B Bunky cibule bez farbenia (zväčšenie 10 x 40)



Obr. 2C Bunky cibule po farbení (zväčšenie 10 x 10)



Obr. 2D Bunky cibule po farbení (zväčšenie 10 x 40)

Obr. 2 Nákres pokožkových buniek cibule žiaci porovnávali s fotografiami, ktoré sami nafotili mobilným telefónom (anonymný žiacky zdroj)

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je zistiť rozdiely v skúmaní prírodných pozorovaním voľným okom, lupou a mikroskopom. Prostredníctvom praktických činností – pozorovanie stavby kvetu *tulipánu*, príprava natívneho preparátu pokožky *cibule*, príprava a realizácia mikroskopovania, farbenie preparátov, identifikácia a nákres pozorovaných objektov, žiaci vyvodujú závery, ktoré formulujú aj ako súčasť riešenia úloh pracovného listu. Dôležitým záverom z pozorovania stavby kvetu *tulipánu* bolo spresnenie predstáv o kvete a zavedenie pojmov **kvetné lôžko**, **kvetný obal**, **tyčinka (nitka, peľnica)**, **piestik (blizna, čnelka, semenník)**. Zistením, ktoré vyvracia miskoncepce žiakov z úvodu vyučovacej hodiny je, že **pokožku cibule tvoria bunky**, ktoré majú hranatý tvar, nemajú medzibunkové priestory, **majú rozlíšiteľnú bunkovú stenu**, **jadro a cytoplazmu**, čo môžu žiaci pod vedením učiteľa zovšeobecniť na všetky rastlinné bunky. Ďalším dôležitým záverom je, že *cibula*, ako aj všetky ostatné rastlinné organizmy, ktorých **telo je budované veľkým počtom buniek**, **patrí medzi mnohobunkové organizmy**. Na základe vlastnej skúsenosti si žiaci ľahšie vybudujú predstavu, že **všetky živé organizmy majú bunkovú stavbu**.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať**, **predpokladať**, **klasifikovať**, **vyvodzovať**, **dávať do súvislosti objekty** a **tvoriť závery a zovšeobecnenia**. Používaním optických prístrojov od najjednoduchších – lupa, po najzložitejšie – mikroskop, získajú skúsenosť, že každý **predpoklad** (voľba spôsobu pozorovania) musí byť podmienený objektívnym posúdením technických možností a podmienok pozorovania. Zároveň sa presvedčia, že úspech pozorovania biologických objektov závisí predovšetkým od správnej aplikácie techniky práce spojenej s mikroskopovaním, t. j. – príprava natívneho preparátu, jeho farbenie a pravidlá mikroskopovania. Žiaci si tak budujú poznanie, že vytvoriť kvalitný preparát si vyžaduje zručnosť stiahnuť pokožku *cibule* tak, aby sme získali tenký, dobre pozorovateľný rez, ktorý však musíme vložiť do kvapky vody na podložnom sklíčku, aby boli bunky pokožky pozorovateľné. To je nácvik dôležitej **zručnosti** nevyhnutnej pri príprave funkčných natívnych preparátov. Tým, že žiaci pozorujú najprv nefarbené a potom farbené preparáty si rozvíjajú **spôsobilosť klasifikovať** a na tomto základe správne **usudzovať** a **vyvodzovať** závery porovnávaním týchto dvoch rôznych preparátov. Výhodou opisovanej aktivity je, že je vhodná aj pre mladších žiakov, pretože už 10 – 11-ročné deti dokážu samostatne pripraviť preparát *cibule*, zafarbiť ho, pozorovať a najmä, pod vedením učiteľa rozvíjať spôsobilosť **for-**

mulovať závery a zovšeobecnenia. Na základe vlastnej skúsenosti odporúčame zhrnutia a závery formulovať prostredníctvom úloh pracovného listu a na tomto základe rozvíjať u žiakov aj **komunikačné zručnosti** formou diskusie k záverom pozorovaní.

Použitá literatúra

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>.

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>

NEMEC, S. (2018). Návrh aktivít na predchádzanie miskonceptí kľúčovej tézy bunka v učive „Bunka a mikroorganizmy“ na ZŠ. *Diplomová práca*. Školiteľ: K. Ušáková. PRIF UK, 69 s. (prílohy 18 s.).

Planéta vedomostí. (2017). [online]. [cit. 2017-6-3]. Dostupné z: <http://planetavedomosti.iedu.sk>

STŘIHAVKOVÁ, H., SÍBRT, F. (1988). *Prírodopis 5 pre 5. ročník základnej školy*. Bratislava: SPN, 169 s.

UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, 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.

Aktivita **POZOROVANIE SPOLOČENSTVA PRVOKOV V SENNOM NÁLEVE** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (7.)

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

Nosná myšlienka (7.3)

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.

(V doterajšom obsahu bola nosná myšlienka prezentovaná formou viacerých tém ako súčasť prírodných spoločenstiev – Lesné mikroorganizmy a nekvitnúce byliny; Vodné rastliny, súčasť planktónu; Drobné vodné živočíchy alebo v samostatných tematických celkoch: Poznávame prírodu, Poznávame rastliny a živočíchy, Rastlinná a živočíšna bunka; Vnútorná organizácia tela organizmov; Rozmnožovacia sústava stavovcov/stavba slepačieho vajca; Človek a jeho telo/špecializované bunky jednotlivých orgánových sústav; Pohyb živočíchov).

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, svetelný optický a elektrónový mikroskop, ďalekohľad).
3. *Pojmové vymedzenie a empirické zistenie, čím sa vzájomne líšia mikroorganizmy – prvoky, zelené riasy, huby (plesne, kvasinky, paplesne), baktérie, vírusy s dôrazom na ich druhovú rozmanitosť, charakteristických zástupcov, životné prostredie, spôsob života a spôsob pohybu a podstatné rozdiely v štruktúre.*
4. *Empirické štúdium spoločných a rozdielných znakov buniek, napr. rozmanitosť tvaru, veľkosti a typu buniek jednobunkových organizmov v porovnaní so špecializovanými bunkami mnohobunkových organizmov (húb, 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 (vírusov, baktérií, 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 mikroflóry na povrchu kože (napr. stafylokoky) alebo v tráviacom trakte (napr. Escherichia coli) a význam pôdných baktérií. Nálevníkov ako indikátorov čistoty vôd, kvasných baktérií a kvasiniek v priemyselných biotechnológiách a i.*

Ďalej prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je dôležitou aktivitou k uvedomeniu si druhovej rozmanitosti jednobunkovcov, ktoré majú celý rad spoločných, ale aj rozdielných znakov. Realizácia aktivity vedie k zisteniu variability tvaru, veľkosti a spôsobu pohybu typických zástupcov jednobunkovcov (črievička, meňavka, eugléna/červenoočko a i.) v závislosti od ich životného prostredia (senný nálev). Aj keď základnou charakteristikou pojmovo zasahuje do druhého aj tretieho kroku didaktickej sekvencie, určite ich obsahovo nevyčerpáva. Na pochopenie didaktickej sekvencie nosnej myšlienky „Jednobunkové a mnohobunkové organizmy“ je potrebná realizácia celého radu ďalších aktivít (napr. pozorovanie buniek rias a siníc, tvaru a veľkosti živočíšnych buniek, napr. zo steru jazyka alebo z bukálnej sliznice úst/vnútorná strana líca človeka), ktoré sa svojimi závermi vzájomne prepájajú a dopĺňajú, a tak pomáhajú budovať nielen pojmový aparát žiakov, ktorý sa vzťahuje k skúmanej nosnej myšlienke, ale rozvíjať aj spôsobilosti vedeckej práce a špecifické praktické zručnosti. Cieľom praktickej aktivity je porovnať rôzne druhy mikroskopických organizmov, ich tvar, pohyb, veľkosť, aktivitu a odlíšiť, či sú pozorované mikroorganizmy jednobunkové alebo mnohobunkové. V prípade

črevičky je možné v správne pripravenom sennom náleve, ktorý je podporený kultúrou *črevičiek*, pozorovať aj jej organely najmä jadro, tráviace a pulzujúce vakuoly.

Aktivita podporuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce, zručnosti, ktoré súvisia so špecifickými činnosťami v biologickom laboratóriu ako je zber a príprava biologického materiálu na pozorovanie (senný nálev), príprava natívnych preparátov, mikroskopovanie, nácvik techniky správneho pozorovania objektu pod mikroskopom, zakresľovanie pozorovaného objektu.

POZOROVANIE SPOLOČENSTVA PRVOKOV V NÁLEVE (pracovný list žiaka)

Príprava

Veľkou skupinou jednobunkových organizmov prvokov sú nálevníky. Za svoje meno vďaka tomu, že sa ich aktívne štádiá objavujú v nálevoch pripravených z vody, sena a tráv. Bežne sa vyskytujú v potokoch, riekach, podzemnej vode a živia sa najmä baktériami. Podieľajú sa na samočistiacich procesoch a v bežnej praxi sa využívajú ako indikátory/ukazovatele znečistenia vôd. V priebehu dvoch týždňov sú v správne pripravenom náleve prítomné rôzne druhy prvokov, predovšetkým črievička končistá, ale aj mnohé ďalšie jednobunkovce, napr. brvonôžka, vírniky a i. Vo vzorke s bahňitým obsahom (stojaté, odpadové vody) je možné pozorovať iné druhy jednobunkovcov, napr. riasu euglénu zelenú (nazývanú aj červenoočko). V planktóne rybníkov a stojatých vôd môžeme nájsť spolu s riasami a jednobunkovcami aj pestrú škálu zástupcov siníc, ktoré sa vznášajú na hladine a tvoria zeleno sfarbený povlak – vodný kvet. Telá týchto mikroorganizmov sú buď jednobunkové a často tvoria kolónie, napr. zelená riasa váľáč gúľavý alebo sú mnohobunkové – vláknité, napr. závitnicovka.

Problém

Pozorovaním vzorky senného nálevu porovnaj tvar tela, veľkosť a spôsob pohybu rôznych zástupcov mikroorganizmov (jednobunkovce, mnohobunkovce) prirodzene žijúcich v rôznych typoch životného prostredia (senný nálev, planktón, voda z kaluže, bahňité plytkiny rybníkov a pod.). Pokús sa odlíšiť, či sú pozorované mikroorganizmy jednobunkové alebo mnohobunkové. Formuluj závery z pozorovania riešením úloh pracovného listu, ktorý je zároveň zhrnutím praktickej aktivity. Pozorovaním si premysli odpovede na nasledovné otázky.

Otázky

- Kde všade by sme mohli nájsť bunky?
- Aký tvar je typický pre živočíšne bunky?
- Ktoré jednobunkové organizmy poznáš?
- Vieš uviesť príklady mnohobunkových organizmov?
- Môžu žiť bunky mnohobunkových organizmov samostatne?
- Čo majú jednobunkové organizmy spoločné? Čím sa líšia?
- Ako sa pohybujú mikroorganizmy?
- V akých jednotkách vyjadrujeme veľkosť buniek?

Materiál

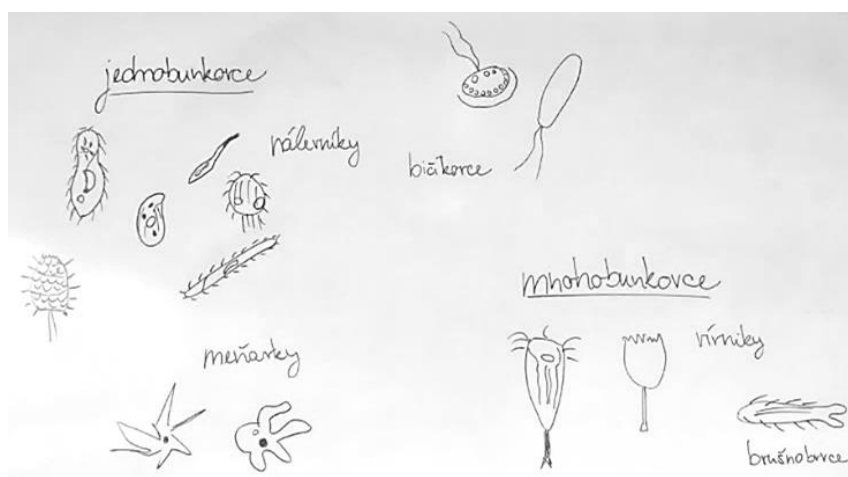
senný nálev (Senný nálev je potrebné pripraviť dva týždne vopred podľa pokynov učiteľa.)

Pomôcky

mikroskop, podložné a krycie sklíčko, kvapkadlo, filtračný papier, roztok želatíny/vata

Postup

1. Na podložné sklíčko kvapni vzorku senného nálevu.
2. Prikry krycím sklíčkom.
3. Tesne vedľa hrany krycieho sklíčka kvapni kvapku vychladnutej želatíny a pozoruj.
4. Zakresli pozorované organizmy, vyznač bunkové štruktúry a zdokumentuj ich (urob fotografiu).
5. Porovnaj pozorované organizmy v sennom náleve s nákresom na interaktívnej tabuli, ktorý schematicky znázorňuje typických zástupcov senného nálevu (Obr. 1) a snaž sa odlíšiť jednobunkové od mnohobunkových organizmov.



Obr. 1 Nákres organizmov, ktoré sú bežne prítomné v sennom náleve (Autor: E. Tirjaková)

Zhrnutie

1. Organizmy, ktoré sme pozorovali riešením praktickej aktivity boli:
 - a) jednobunkové
 - b) mnohobunkové
 - c) jednobunkové a mnohobunkové
2. Napíš aspoň dvoch zástupcov mikroorganizmov, ktorých si pozoroval v preparáte senného nálevu.

3. Porovnaj veľkosť pozorovaných organizmov s veľkosťou slepačieho vajca. Podčiarkni, či pozorované organizmy boli väčšie alebo menšie.
Svoju odpoveď zdôvodni.

4. Podčiarkni, aký organizmus je črievička: jednobunkový, mnohobunkový.
Uved' dva argumenty pre svoje tvrdenie.

5. Napíš, ktoré organely si pozoroval v bunke črievičky.

6. Konkretizuj, ako/akým spôsobom sa pohybovali organizmy, ktoré si pozoroval.

7. Ako sa nazývajú organely pohybu jednobunkovcov? Napíš aspoň dva.

8. Ako spomalíme pohyb prvkov v mikroskopickom preparáte senného nálevu?

Svoje odpovede si vymeň so spolužiakom v lavici a spoločne v skupine prediskutujte správnosť riešení úloh v pracovnom liste.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

POZOROVANIE SPOLOČENSTVA PRVOKOV V SENNOM NÁLEVE

Kontext

Pozorovanie jednobunkových organizmov v ich prirodzenom životnom prostredí (senný nálev) je pre žiakov cenná skúsenosť, ktorá vedie k poznaniu, že nielen telá a časti rastlín, napr. *cibuľa*, kvet *tulipánu* a i., pozostávajú z buniek, ale existuje aj početná skupina jednobunkových organizmov tvoriacich ríšu „Jednobunkovce“, ktoré sú schopné samostatného života, napr. *črievička*, *meňavka*, *eugléna* (*červenoočko*) a i. Znamená to, že jedna bunka, ktorá tvorí ich telo, je vybavená všetkými potrebnými štruktúrami, ktoré zabezpečujú jej fungovanie/existenciu na úrovni usporiadania, t. j. organizácie živého systému ako samostatného, nezávislého organizmu. Toto poznanie vysvetľuje aj definíciu bunky, ktorá je nielen stavebná/štruktúrna, ale aj funkčná jednotka organizmov. Na druhej strane bunky sú súčasťou aj mikroskopických mnohobunkových organizmov, napr. *vírnikov*, *drobných kôrovcov* a i. Logický záver pre žiakov potom je, že všetky živé organizmy, či už sú alebo nie sú pozorovateľné voľným okom majú bunkovú stavbu, t. j., ich telo tvorí jedna alebo viac buniek. Objavenie „mikrosвета“, v ktorom žijú vedľa seba jedno- aj mnohobunkové organizmy, podnieti záujem žiakov o ďalšie skúmanie a cielené pozorovanie týchto organizmov a na základe bezprostrednej skúsenosti tak vyvráti často identifikovanú miskoncepciu, keď žiaci považujú *črievičku* za mnohobunkovú. Uvažujú tak aj preto, lebo v súčasne koncipovanom učive sa stretli s jednoznačným vymedzením – toto sú jednobunkové organizmy, toto zas mnohobunkové. Problém pre žiakov je, že mnohobunkovce nie sú spájané s mikrosvetom a žiaci ich preto vnímajú len ako „samostatný organizmus“, akým je napríklad aj človek, vyššie rastliny, živočích a pod. Senný nálev poskytuje prirodzenú možnosť pozorovať vedľa seba žijúce mikroskopické jednobunkové a mnohobunkové organizmy, ktoré sa vyznačujú vysokou druhovou diverzitou, variabilitou tvaru a spôsobov pohybu, ktoré sú vždy prispôsobené prostrediu, v ktorom organizmy žijú. Okrem rozvíjania spôsobilosti pozorovať organizmy v sennom náleve, tvoriť predpoklady, klasifikovať a pod., môžeme žiakom počas realizácie aktivity predostrieť otázky na uvažovanie, napr. *Ako sa dostali prvoky (črievička) do senného nálevu? Ako spomalíme pohyb črievičky v sennom náleve? Od čoho závisí druhová rozmanitosť prvokov v náleve? Čím sa živia prvoky v sennom náleve? Ako pomáha črievička pri čistení vôd? Aký význam má črievička (jednobunkovce) pre prírodu a pre človeka?* Odpovede na tieto otázky je vhodné riešiť v rámci diskusie so žiakmi počas pozorovania. Aktivitou si žiaci rozvíjajú aj zručnosti správne pripraviť senný nálev, natívny preparát na pozorovanie, mikroskopovať a v závislosti od kvality preparátu identifikovať aj niektoré organely prvokov.

Ciele

- Žiak má pripraviť natívny preparát so vzorkou senného nálevu.
- Žiak má aplikovať pracovný postup a základné pravidlá pozorovania natívnych preparátov s použitím školského mikroskopu.
- Žiak má pozorovať zástupcov mikroorganizmov prítomných v sennom náleve a podľa nákresu na interaktívnej tabuli odlíšiť jednobunkové od mnohobunkových a pomenovať ich.
- Žiak má zistiť tvar pozorovaných organizmov, ich pohybové štruktúry.
- Žiak má zistiť, ktoré organely obsahujú pozorované organizmy.
- Žiak má zakresliť pozorované objekty a formulovať závery z pozorovaní.

Prerekvizity

Žiaci sa už stretli s pojmom rastlinná bunka a jej základné organely – bunková stena, cytoplazma, jadro. Je im známy aj pojem mnohobunkový organizmus a majú predstavu o rozličnej veľkosti organizmov. Realizáciou aktivity si upevňujú tieto pojmy a osvojujú si nové koncepty – mikroorganizmy, živočíšna bunka, jednobunkový organizmus a jeho životné prostredie, prvoky, tvar, veľkosť, veľké a malé jadro, tráviaca a pulzujúca vakuola, brvy, bičík, meňavkovitý pohyb, význam jednobunkovcov pre prírodu a človeka. Vedia pripraviť natívny preparát, pracovať so školským mikroskopom. Pod vedením učiteľa si vopred osvoja postup prípravy senného nálevu.

Miskonceptie

- Črievička je organizmus zložený z malých buniek.
- Črievička je mnohobunkový živočích.
- Črievička, meňavka, červenoočko sú mnohobunkovce.
- Živočíšna bunka má bunkovú stenu.
- Rozdiel medzi rastlinnou a živočíšnou bunkou je v počte menších buniek.
- Jadro je hlavná bunka v tele a nachádza sa vždy v strede.
- Jadro je vnútro celej bunky.
- Vakuolu vodné živočíchov používajú na dýchanie.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

2 – 3-členné skupiny

Materiál a pomôcky

senný nálev, mikroskop, podložné a krycie sklíčko, kvapkadlo, filtračný papier, roztok želatíny/vata, schematický náčrt typických zástupcov jednobunkovcov na interaktívnej tabuli (vid' Obr. 1), ktoré sú bežne prítomné v sennom náleve (autor: E. Tirjaková).

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Na pozorovanie mikroorganizmov v sennom náleve je optimálne obdobie na jeseň (september, október) alebo na jar (koniec mája, jún). Pre porovnanie pohybu jednobunkovcov v sennom náleve v závislosti od teploty, môžeme porovnať vzorku pripravenú pri izbovej teplote, nad 20 °C (štandardné podmienky) so vzorkou, v ktorej pomalší pohyb organizmov môžeme dosiahnuť tak, že na podložné sklíčko kvapneme kvapku ľadovej vody a potom senný nálev (chladnejšia voda – pomalší pohyb mikroorganizmov).
- Spomalenie pohybu nálevníkov môžeme pozorovať aj tesne pred vyschnutím mikroskopického preparátu. Pohyb črievičky spomalí aj želatína alebo vata.
- Podmienkou pre získanie dobre pozorovateľného preparátu je pripraviť kvalitný senný nálev. Často hrozí riziko, že v pripravenom sennom náleve črievičky a ďalšie mikroorganizmy nebudú. Učiteľ musí preto v časovom predstihu nielen zabezpečiť prípravu senného nálevu spolu so žiakmi, ale ešte pred realizáciou aktivity včas skontrolovať prítomnosť potrebného biologického materiálu. Senný nálev v školských podmienkach môžeme pripraviť napr. podľa zjednodušeného návodu (Ušáková, K. a kol. 2009, s. 8 – 12).

Príprava senného nálevu

Do zaváraninovej fľaše vložte list šalátu a hrst' sena, zaťažte kameňom a zalejte vodou z rybníka. Môžete prikvapnúť 1 ml močovky. Fľašu zakryte gázou a umiestnite na svetlé miesto s teplotou nepresahujúcou 20 °C (optimálna teplota pre prvoky). Nálev je potrebné pripraviť aspoň 10 dní pred realizáciou pozorovania. V priebehu dvoch týždňov sú v náleve prítomné črievičky a ďalšie jednobunkovce.

Alternatívne pozorovanie 1 – je viazané na špecifickú prípravu senného nálevu s podporou kultúry črievičky končistej. V tomto prípade bude pozorovanie spojené s farbením preparátu s kultúrou črievičky roztokom neutrálnej červene, ktorá sa používa na farbenie tráviacich vakuol. Na identifikáciu veľkého a malého jadra slúži vitálne farbenie metylénovou modrou. Jadrá sa sfarbia tmavomodro, cytoplazma ostáva sfarbená svetlomodro.

Aj keď preparát, v ktorom predpokladáme prítomnosť črievičky nezafarbíme, t.j. nekvapneme na podložné sklíčko 0,5 % roztok metylénovej modrej, pri dodržaní správneho postupu zhotovenia preparátu, môžeme zreteľne vidieť obidve jadrá aj vakuoly.

Alternatívne pozorovanie 2 – bohatú kultúru črievičiek môžeme získať v 100 ml Erlenmayerovej banke, do ktorej dáme lyžicu drveného dolomitu ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$) na udržanie optimálneho (neutrálneho) prostredia. Do banky vložíme filtračný papier, zalejeme vodou z akvária a uzatvoríme vatou. Sterilizujeme varom približne 10 minút. Po vychladnutí naočkujeme kultúru črievičiek do Petriho misky s agarom – želatína (želatína alebo vata spomalí pohyb črievičky). Obidva varianty pozorovania črievičky, vzhľadom na komplikovanejšiu prípravu aj realizáciu pozorovania sú vhodné pre starších žiakov (8. roč.).

- Pozor si treba dať na dobré osvetlenie preparátu – skontrolovať irisovú clonu, prípadne pri starších mikroskopoch dobre nastaviť zrkadlo. Pri zmene objektívu je potrebné, aby bolo počut' „zavaknutie“, vtedy je okulár a objektív v jednej optickej rovine. Inak je zorné pole mikroskopu nerovnomerne osvetlené.
- Poznámka k veľkosti buniek: Rozmery veľmi malých buniek meriame v mikrometroch – μm . Jeden mikrometer je 1/1000 milimetra (mm). Medzi najmenšie bunky patria baktérie (1000 baktérií sa zmestí na úsečku o dĺžke 1 mm), ktoré majú v priemere 0,5 μm . Veľkosť živočíšnych buniek sa pohybuje v rozmedzí od 10 do 30 μm a rastlinných od 10 μm do 100 a viac mikrometrov. Voľným okom sú rozoznateľní niektorí zástupcovia prvokov, ktorí môžu dosiahnuť veľkosť aj 2 mm (meňavka). Nadštandardnú veľkosť – niekoľko centimetrov (cm), majú niektoré špecializované bunky, napr. svalové a nervové. Najväčšia je bunka vtáčieho (slepačieho) vajca.
- Podmienkou realizácie aktivity je, že žiaci vopred pripravujú pod vedením učiteľa biologický materiál na pozorovanie – senný nálev.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

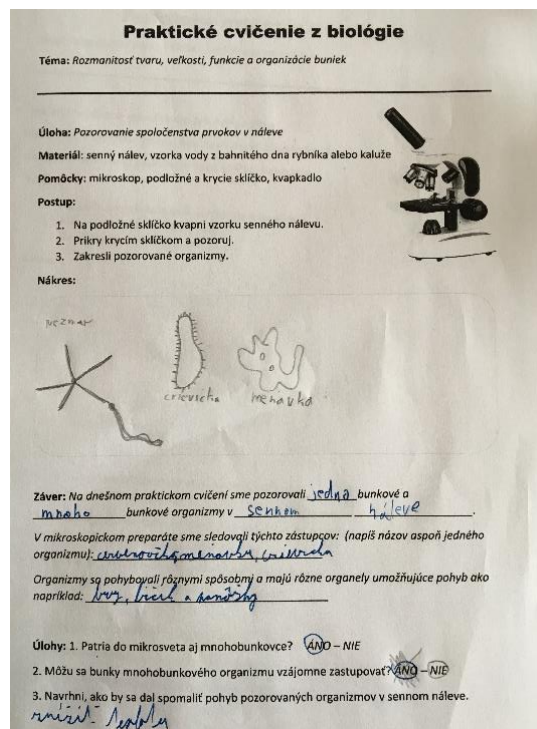
Veľkou skupinou jednobunkových organizmov prvokov sú nálevníky. Za svoje meno vďačia tomu, že sa ich aktívne štádiá objavujú v nálevoch pripravených z vody, sena a trávy. Bežne sa vyskytujú v potokoch, riekach, podzemnej vode a živia sa najmä baktériami. Podieľajú sa na samočistiacich procesoch a v bežnej praxi sa využívajú ako indikátory/ukazovatele znečistenia vôd. V priebehu dvoch týždňov sú v správne pripravenom náleve prítomné rôzne druhy prvokov, predovšetkým črievička končistá, ale aj mnohé ďalšie jednobunkovce, napr. brvonôžka, vírniky a i. Vo vzorke s bahňitým obsahom (stojaté, odpadové vody) je možné pozorovať iné druhy jednobunkovcov, napr. riasu euglénu zelenú (nazývanú aj červenoočko). V planktóne rybníkov a stojatých vôd môžeme nájsť spolu s riasami a jednobunkovcami aj pestrú škálu zástupcov siníc, ktoré sa vznášajú na hladine a tvoria zeleno sfarbený povlak – vodný kvet. Telá týchto mikroorganizmov sú buď jednobunkové a často tvoria kolónie, napr. zelená riasa váľač gúlavý alebo sú mnohobunkové – vláknité, napr. závitnicovka.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na pojmy jednobunkový a mnohobunkový organizmus a pripomenúť obsah daných pojmov. Dôležité je tieto pojmy zopakovať alebo ich v krátkosti priblížiť. Zamerať sa najmä na skutočnosť, že svet mikroorganizmov je veľmi rôznorodý a jeho súčasťou nie sú len jednobunkové organizmy, ale všetky organizmy, ktorých rozmery sa pohybujú v rozmedzí od 2 μm do 3 mm. Zdôrazniť, že telo jednobunkového organizmu tvorí jedna bunka, ktorá vykonáva všetky životné funkcie rovnako ako telo mnohobunkových organizmov, vrátane pohybu, o čom sa žiaci presvedčia aj realizovaním danej aktivity. Pred realizáciou aktivity je potrebné, aby žiaci dostali informáciu v akých jednotkách vyjadrujeme veľkosť buniek.

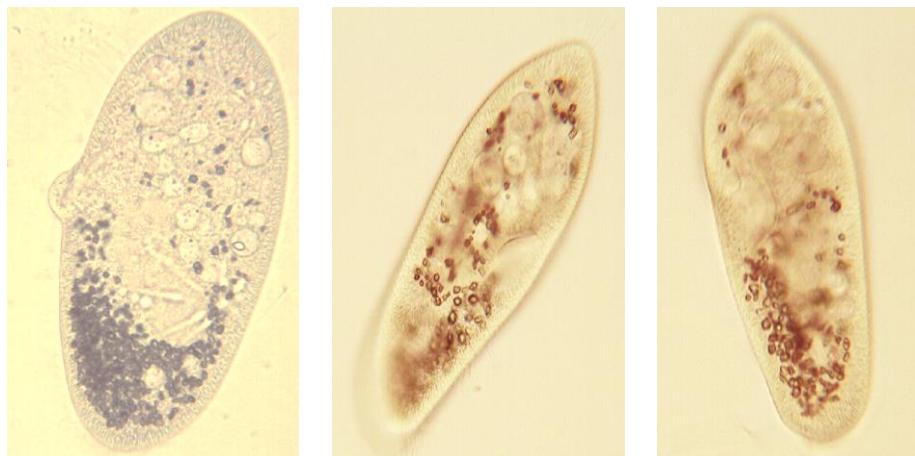
Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci si na začiatku hodiny čítajú pracovný list. Časť „príprava“ začína krátkym úvodným textom, cieľom ktorého, spolu s motivačnými otázkami, je, aby sa žiaci zamysleli, že neznámy svet mikroorganizmov je nesmierne variabilný a tvoria ho rôznorodé a predsa v niečom rovnaké jednobunkové (napr. prvky) a mnohobunkové organizmy. Najbohatšie zastúpenie majú tieto organizmy vo vodnom prostredí rôzneho typu, ktoré významne ovplyvňuje aj ich stavbu, tvar, pohyb, spôsob výživy a ďalšie charakteristiky. Učiteľ riadi krátku diskusiu k problematike mikroskopických organizmov / mikroorganizmov v kontexte ich vzťahu ku kľúčovej téze konceptu „bunka“, ktorej základom sú motivačné otázky v rámci formulovania „problému“. Diskusia vedie k identifikácii žiackych prekonceptov a miskonceptov (viď vyššie).</p> <p>Následne sa žiaci oboznámia s problémom, ktorý majú skúmať – pozorovanie prvkov v sennom náleve. Prečítajú si postup a potrebné pomôcky k úlohám a pristúpia k realizácii prvého kroku, ktorým je rozvíjanie zručnosti v príprave preparátu na pozorovanie organizmov prítomných v sennom náleve. Žiaci už na základe predchádzajúcej diskusie vedia, že v preparáte nemusia pozorovať len prvky, ale aj iné organizmy.</p> <p>Ďalšia zručnosť, ktorú budú rozvíjať je technika mikroskopovania. Učiteľ žiakov upozorní na úskalia, nutnú postupnosť zväčšovania objektívu od najmenších po najväčšie zväčšenie a nezabudnúť zabezpečiť, aby okulár a objektív boli v jednej optickej rovine (viď vyššie).</p> <p>V náleve žiaci pozorujú a vzájomne porovnávajú mikroskopické jedno a mnohobunkové organizmy a ich diverzitu. Žiaci si pozorované organizmy postupne zakresľujú, aj s vyznačením organel a fotografujú ich svojimi mobilmi. <i>Črievička</i> je charakteristická svojím tvarom a brvami, ktorými sa pohybuje. Môžeme v nej jasne pozorovať, že má dve jadrá, tráviace vakuoly a pulzujúcu vakuolu, ktorá vyzerá ako slniečko, preto je dobre rozlíšiteľná. Veľké jadro riadi všetky životné funkcie, okrem rozmnožovania a menšie sa uplatňuje pri pohlavnom rozmnožovaní.</p>	<p>Učiteľ organizuje činnosti žiakov tak, aby mali možnosť porovnávať rôzne jednobunkové a mnohobunkové organizmy. Optimálne je využiť napr. obrázky a animácie na DVO Planéta vedomostí v lekcii „<i>Jednobunkovce a riasy</i>“, napr. video „<i>Rozmanitosť jednobunkovcov a rias</i>“. Tieto simulácie môže učiteľ v pomerne krátkom čase zobrazit' žiakom použitím interaktívnej tabule.</p> <p>V ďalšom kroku učiteľ upriami pozornosť žiakov na nákres organizmov, ktorý bude po celý čas dostupný na interaktívnej tabuli (Obr. 1). Ide o schematický nákres základných skupín jednobunkovcov a mnohobunkovcov, ktoré sú bežne prítomné v dobre pripravenom sennom náleve. Nákres slúži na uľahčenie identifikácie organizmov, ktoré budú žiaci v rámci aktivity pozorovať v sennom náleve, na príprave ktorého sa spolu s učiteľom podieľali.</p> <p>Spolu so žiakmi zopakujeme základné pravidlá prípravy natívneho preparátu a úspešného mikroskopovania. Začneme s najnižším zväčšením, ktoré postupne zvyšujeme, pretože už pri vyšších zväčšeniach, môžu žiaci veľmi zreteľne rozlíšiť typický pohyb <i>črievičky</i> špirálovitým otáčaním okolo pozdĺžnej osi a tiež pohyb brv spredu dozadu.</p> <p>Žiakov pozorovaním zaujal najmä špecifický pohyb <i>črievičiek</i>. Rýchlosť pohybu <i>črievičky</i> môže ovplyvniť celý rad faktorov, hlavne však teplota vody, t. j. teplota prostredia, v ktorom sa pohybujú. Žiaci sa o tom môžu presvedčiť aj alternatívnym pozorovaním. Princíp je jednoduchý, keď budú porovnávať pohyb <i>črievičky</i> v preparáte s ľadovou vodou s pohybom <i>črievičky</i> s vodou pri izbovej teplote (cca 20 °C). Pohyb <i>črievičky</i> môžu spomaliť aj vlákna vaty, ktoré vložíme do preparátu alebo kvapka želatíny. Spomalenie pohybu <i>nálevníkov</i> môžeme pozorovať aj tesne pred vyschnutím mikroskopického preparátu.</p> <p>Na odlíšenie pozorovaných mikroorganizmov žiakom významne pomáhal aj nákres vopred pripravený učiteľom na tabuli (Obr. 1). Pozorovaním a identifikáciou bunkových organel sa žiaci presvedčili, že <i>črievička</i> je jednobunkový organizmus. Tým vyvrátili často identifikovanú miskonceptiu, keď žiaci považujú <i>črievičku</i> za mnohobunkovú, keďže je samostatný „organizmus“. Žiaci si <i>črievičky</i> fotili pri 400-násobnom zväčšení vlastnými mobilmi (Obr. 3).</p>

<p>V tejto fáze pozorovania môže učiteľ rozvinúť diskusiu s využitím otázok uvedených v časti kontext, napr.: <i>Ako sa dostali prvoky (črievička) do senného nálevu? Od čoho závisí druhová rozmanitosť prvokov v náleve? Čím sa živía prvoky v sennom náleve? Ako pomáha črievička pri čistení vôd? Aký význam má črievička (jednobunkovce) pre prírodu a pre človeka?</i></p> <p>V následnom kroku si žiaci ujasnia pojem „mikroorganizmy“, napr. krátkou diskusiou pod vedením učiteľa otázkami typu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vysvetli na príklade pozorovaných mikroorganizmov, či do mikrosveta patria jednobunkové aj mnohobunkové organizmy. - V čom vidíš výhody usporiadania/ organizácie, t. j. formy života na úrovni: <ol style="list-style-type: none"> a) jednobunkového organizmu b) mnohobunkového organizmu c) jednotlivých buniek v rámci mnohobunkového organizmu - Môžu sa bunky mnohobunkových organizmov, vzájomne zastupovať? Vysvetli. <p>Po skončení pozorovania žiaci vyhodnotia zistené fakty riešením úloh, ktoré sú súčasťou protokolu.</p>	<p>Žiaci pozorovaním zistia, že:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. rozlíšiteľnosť pozorovaných objektov závisí predovšetkým od: <ul style="list-style-type: none"> - kvality prípravy a zastúpenia organizmov v sennom náleve, - veľkosti zväčšenia (100 až 400 násobné zväčšenie), 2. vo vzorke senného nálevu sú prítomné jednobunkovce aj mnohobunkovce, ktoré porovnávaním s nákresom na interaktívnej tabuli, vedeli aj pomenovať, 3. pozorované mikroorganizmy majú variabilný tvar (Obr. 2), 4. pohybujú sa bičkami, brvami, meňavkovitým pohybom, 5. z organel je najzreteľnejšie identifikovateľné veľké a menšie jadro, tráviace a pulzujúce vakuoly a pohybové organely – brvy, bičičky, meňavkovitý pohyb (Obr. 3).
---	---



Obr. 2 Ukážka časti žiackeho protokolu s nákresmi pozorovaných jednobunkovcov (anonymný zdroj)



Obr. 3 Fotodokumentácia črievičky z pozorovania (anonymné žiacke zdroje, zväčšenie 10 x 40)

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je pozorovaním zástupcov mikroorganizmov prítomných v sennom náleve zistiť rozdiely v tvare, veľkosti a spôsobe pohybu, identifikovať bunkové štruktúry a na tomto základe odlíšiť jednobunkové organizmy od mnohobunkových. Prostredníctvom praktických činností – príprava senného nálevu, natívneho preparátu, príprava a realizácia mikroskopovania, identifikácia a náčrt pozorovaných objektov, žiaci vyvodí závery, ktoré formulujú aj ako súčasť riešenia úloh pracovného listu. Pozorovaním senného nálevu žiaci zistia, že vedľa seba žijú druhovo rôznorodé **jednobunkové a mnohobunkové organizmy**, ktoré **sa odlišujú tvarom, pohybom** – bičík, brvy, meňavkovitý pohyb, t. j. **sú prispôbené životnému prostrediu**, v ktorom žijú. Podstatným zistením pre žiakov je, že **črievička je jednobunkový organizmus** pretože usporiadaním – **organizáciou stavby tela** je schopná samostatne fungovať rovnako, ako mnohobunkové organizmy. Pozorovaním tak žiaci vyvrátili v úvode hodiny identifikovanú miskoncepciu, keď *črievičku* označili za mnohobunkovú, keďže je samostatný „organizmus“, čo si žiaci často mylne spájajú len s mnohobunkovými organizmami. Toto zistenie podporuje budovanie/konštruovanie predstavy, čo znamená koncept usporiadanie/**organizácia živého systému**, ktorý žiaci na tomto základe stožňujú **s jednobunkovými a mnohobunkovými organizmami**. Ďalším dôležitým záverom je zavedenie pojmu **živočíšna bunka**, ktorá zároveň môže predstavovať aj samostatný organizmus. V porovnaní s rastlinnou bunkou, bunka *črievičky* **nemá bunkovú stenu**, len blanu – **pelikulu**, **dve jadrá**, **tráviace a pulzujúce vakuoly**. Tieto zistenia potvrdené pozorovaním prispeli aj k odstráneniu ďalších miskonceptí identifikovaných v úvode realizácie praktickej aktivity.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať, vyvodzovať, dávať do súvislosti objekty, predpokladať, klasifikovať a tvoriť závery a zovšeobecnenia**. Pokiaľ riešia aj závislosť vzťahu pohybu *črievičky* od teploty senného nálevu, tak sa vytvára priestor aj na rozvíjanie spôsobilosti **operacionalizovať premenné** (vzťah teplota – pohyb). Tým, že žiaci porovnávaním rozlišujú jednobunkové organizmy od mnohobunkových si rozvíjajú spôsobilosť **dávať do súvislosti objekty a javy** (tvar tela, veľkosť, spôsob a rýchlosť pohybu v závislosti od podmienok prostredia), **klasifikovať** a na tomto základe správne **usudzovať, tvoriť závery a zovšeobecnenia**, napr. **zavedenie pojmov živočíšna bunka, prvoky** (bunka = organizmus), **mikroorganizmus**. Na základe našej skúsenosti odporúčame v rámci riešenia postupných krokov aktivity využívať aj metódu diskusie formou úvahových a problémových úloh a konfrontovať **predpoklady** žiakov so závermi získanými **z pozorovania** objektov v sennom náleve a informáciami v krátkych animáciách a videách na portáli DVO Planéta vedomostí.

Ruka v ruke s rozvíjaním **spôsobilostí vedeckej práce** si žiaci rozvíjajú aj špecifické **biologické zručnosti** – nácvik prípravy biologického materiálu (senný nálev), natívneho preparátu a práce so školským optickým mikroskopom. Postup prípravy senného nálevu si osvoja vopred, pod vedením učiteľa.

Použitá literatúra

- 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>.
- HARLEN, W. et al. (2015). *Working with Big Ideas of Science Education* [online]. [cit. 7.4. 2017]. Trieste: Science Education Programme (SEP) of IAP. [online]. [cit.2016-8-12]. Dostupné z: <http://www.interacademies.org/File.aspx?id=25103>
- 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.).
- Planéta vedomostí. (2013). [online]. [cit. 2017-6-3]. Dostupné z: <http://planetavedomosti.iedu.sk>
- TIRJAKOVÁ, E. (2010). *Protistológia*. Interné učebné texty, 1. časť, 216 s. Bratislava: Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta. [online]. [cit.2017-6-3]. Dostupné z: <https://fns.uniba.sk/fileadmin/prif/biol/kzo/Predmety/Protistologia/Protista-skripta-Tirjakova-2010.pdf>
- UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, 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., ČIPKOVÁ, 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
- UŠÁKOVÁ, K., MATIS, D., KOVÁČ, V. (2006). *Biológia 4 -Vývoj, systém a ekológia živočíchov*. Učebnica biológie pre gymnáziá. Bratislava : SPN, 2. vydanie, 87 s., ISBN 80-10-00727-7
- VIŠŇOVSKÁ, J. UŠÁKOVÁ, K. a kol. (2010). *Biológia pre 1. ročník gymnázií – Svet živých organizmov*. Bratislava : Expol Pedagogika, 203 s. ISBN 978-80-8091-214-7

Aktivita **POZOROVANIE AKTIVITY DÁŽĎOVIEK V KOMPOSTOVEJ FĽAŠI** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (8.)

Organizmy potrebujú zásobu energie a látky, od ktorých sú často závislé a o ktoré súťažia s inými organizmami.

Nosná myšlienka (8.2)

Vzájomne závislé organizmy žijúce spoločne v konkrétnych podmienkach prostredia formujú ekosystém. Vzťahy medzi organizmami v ekosystéme sa môžu znázorniť ako potravné reťazce a potravné siete. Živočíchy a rastliny nie sú od seba len potravnovo závislé. V každom ekosystéme existuje aj konkurencia (súťaženie) medzi druhmi kvôli energii a látkam, ktoré sú potrebné pre život.

(V doterajšom obsahu je nosná myšlienka prezentovaná ako súčasť viacerých tematických celkov, a to Spoločenstvá organizmov, Život s človekom a v ľudských sídlach, Životné prostredie organizmov a človeka, Ekologické podmienky života.)

Didaktická sekvencia

1. Empirické štúdium vybraných ekosystémov. Vymedzenie pojmu ekosystém, biotop, spoločenstvo, populácia. Klasifikácia ekosystémov na pôvodné, prírodné a umelé.
2. Empirické štúdium živých organizmov žijúcich vo vybraných ekosystémoch. Klasifikácia organizmov do skupín na základe bežne pozorovaných charakteristík, spoločných a rozdielnych znakov. Vymedzenie pojmu druh.
3. *Empirické štúdium vzájomných vzťahov organizmov v ekosystéme.*
4. Modelovanie narušenia biologickej rovnováhy v ekosystéme.

Prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou tretieho kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. Pochopenie žiakov, že organizmy existujú v rámci systému vzájomných vzťahov medzi biotickými a abiotickými faktormi je dôležitou koncepciou vyučovania ekológie. Pozorovaním okolitej prírody alebo sledovaním prírodopisných filmov v televízii žiaci získavajú predstavy o vzájomných vzťahoch organizmov v ekosystéme. Tieto ich predstavy sú veľmi zjednodušené a často obmedzené len na vybrané javy ako napr. živočíchy sa živia rastlinami alebo inými živočíchmi, hmyz opel'uje rastliny a pod. Vedecké vysvetlenia týchto vzťahov sú však komplexné a využívajú mnohé kľúčové prírodovedné koncepty ako napríklad tok energie a obeh látok v ekosystéme a s tým súvisiace pojmy, procesy a javy ako potravné reťazce a siete, fotosyntéza, dýchanie, rozklad, biologická rovnováha, atď. Pre naplnenie didaktickej sekvencie je potrebné zrealizovať niekoľko aktivít so žiakmi, ako napr. pozorovať vzťahy organizmov v prírode, klasifikácia vzťahov na pozitívne, negatívne, neutrálne, medzidruhové a vnútrodruhové, pozorovanie potravných vzťahov, pozorovanie rastu žeruchy (producent), pozorovanie prítomnosti mikroorganizmov pri rozkladných procesoch (rozkladače), tvorba potravných reťazcov s rôznym počtom organizmov, tvorba potravných sietí, modelovanie narušenia biologickej rovnováhy a pod.

Aktivita je zameraná na pochopenie pojmu reducent (rozkladač) ako jedného z článkov potravného reťazca a významu rozkladačov v potravnom reťazci. Cieľom aktivity je zistiť, že rozklad je biologický proces a na rozkladných procesoch sa môžu podieľať okrem mikroorganizmov aj makroorganizmy (prepojenie na nosnú myšlienku týkajúcu sa toku energie a obehu látok). Aktivita posilňuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce a rozvíja zručnosti žiakov súvisiace s prácou so živými organizmami.

Aktivita vychádza z kontextu bežného života žiaka a empiricky dokazuje prítomnosť rozkladných procesov v ekosystéme. Keďže pozorovanie rozkladných procesov je časovo náročné, realizácia aktivity je rozvrhnutá do dlhšieho časového obdobia (minimálne 5 dní, optimálne 20 dní). V rámci vyučovania sú na realizáciu potrebné dve vyučovacie hodiny. V rámci jednej vyučovacej hodiny učiteľ so žiakmi založí kompostové fľaše a na ďalšej analyzuje a zovšeobecňuje výsledky pozorovania.

POZOROVANIE AKTIVITY DÁŽĎOVIEK V KOMPOSTOVEJ FĽAŠI (pracovný list žiaka)

Príprava

Videli ste už raňajkovať dážd'ovku? Dážd'ovky podobne ako iné živočíchy potrebujú pre svoj rast látky bohaté na bielkoviny, cukry, tuky a vitamíny. Živia sa odumretými čiastočkami rastlín a drobnými uhynutými živočíchmi, ktoré prehltávajú spolu s pôdou. Vhodnou potravou je ovocie, zelenina, chlieb, pečivo, tráva, lístie, a i. Nevhodnou potravou sú kosti, mäso, ryby, mliečne výrobky, zvyšky mastných jedál. Dážd'ovky nemajú rady slnko, sucho, nízke a vysoké teploty.

Problém

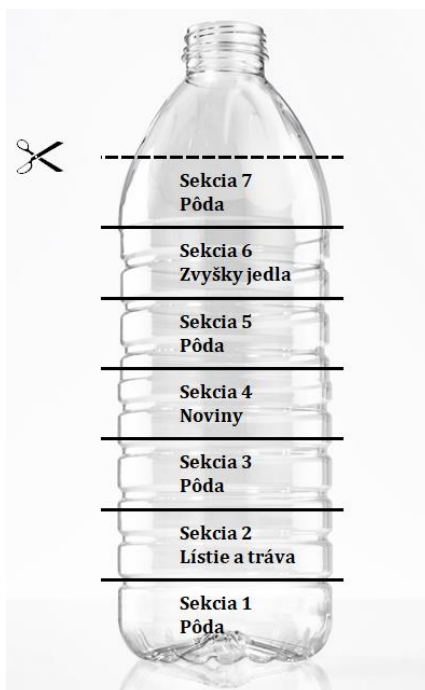
Dokážu dážd'ovky rozložiť odumreté časti rastlín? Napíš, aké zmeny budeš pozorovať vo fľaši, do ktorej dáme vrstvy navlhčenej zeminy, odumretých častí rastlín a dážd'ovky:

Pomôcky

kompostová fľaša – PET fľaša, nožík, lepiaca páska, čierna fólia, pôda (zemina), noviny, tráva, lístie, zbytky jedla (napr. kúsky pečiva, jablka, a i.), dážd'ovky (15 ks), voda

Postup

1. Učiteľ odreže vrch plastovej fľaše. Jej hrany môže oblepiť lepiacou páskou, aby sme sa pri príprave kompostovej fľaše neporanili na ostrých hranách.
2. Do plastovej fľaše navrstvíme navlhčenú pôdu a rôzne materiály, ktoré sa majú rozkladať (noviny, lístie a tráva, zbytky jedla).
3. Na poslednú vrstvu umiestnime dážd'ovky.
4. Fľašu v triede umiestnime na tmavé miesto tak, aby k nej mali žiaci počas celého dňa prístup.



Zhrnutie

- Na začiatku a konci vyučovania pozoruj aktivitu dážďoviek. Každý deň si do pracovného listu zaznamenaj odpovede na nasledovné otázky:
 - V ktorej sekcii sa nachádzajú dážďovky?
 - Dochádza k premiešavaniu sekcií?
 - Dochádza k zmene objemu materiálu vo fľaši? Ak áno, materiál pribúda alebo ubúda?

Tabuľka

	ráno			poobede		
	V ktorej sekcii sa nachádzajú dážďovky?	Dochádza k premiešavaniu sekcií?	Dochádza k zmene objemu materiálu vo fľaši?	V ktorej sekcii sa nachádzajú dážďovky?	Dochádza k premiešavaniu sekcií?	Dochádza k zmene objemu materiálu vo fľaši?
1. deň						
2. deň						
3. deň						
4. deň						
5. deň						

- Napíš, čo si pozoroval v kompostovej fľaši po 5 dňoch.

- Na základe predchádzajúcej diskusie vysvetli, čo spôsobuje aktivita dážďoviek?

4. Na základe pozorovania aktivity dážďoviek predpovedaj, čo by si pozoroval v kompostovej fľaši o dva týždne?

5. Uved' aspoň 2 zástupcov organizmov, ktorých úlohou je rozkladať látky v prírode (rozkladače)?

6. Vytvor schému potravného reťazca, ktorý budú tvoriť nasledovné organizmy:
žaba, sova, tráva, mikroorganizmy, svrček

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

POZOROVANIE AKTIVITY DÁŽĎOVIEK V KOMPOSTOVEJ FLAŠI

Kontext

Ekosystém je základná jednotka prírody, v ktorej prebieha trvalá výmena látok (hmoty) a energie. Vyžaduje si neustály prísun energie, ktorú získava najčastejšie zo slnečnej energie. Pohyb látok v ekosystéme prebieha cez dve fázy potravných reťazcov, a to pastevno-koristníckym a rozkladným reťazcom. V pastevno-koristníckom reťazci producenty vytvárajú biomasu, v ktorej je viazaná energia. Konzumenty prevádzajú biomasu a energiu do inej podoby. V rozkladnom reťazci reducenty zabezpečujú rozklad zvyškov z predchádzajúceho reťazca až na jednoduché minerálne látky. Rozkladný proces si žiaci v rôznom veku predstavujú rozlične. Pre žiakov je fyzikálny rozklad najčastejším vysvetlením rozkladných procesov, pričom si vôbec neuvedomujú význam organizmov, či už makro alebo mikro. Predstavujú si, že organizmus, ktorý sa rozkladá zmizne alebo sa premení na pôdu. Nepochopenie úlohy organizmov v rozkladných procesoch vedie k tomu, že žiaci nevedia presne zaradiť rozkladače do potravného reťazca. Ak ich zaradia do potravného reťazca, tak na jeho koniec nakoľko sa domnievajú, že rozkladajú len posledný článok reťazca.

Aktivita poukazuje na to, že na rozkladných procesoch sa okrem mikroorganizmov podieľajú aj makroorganizmy. V školskej praxi sa nám osvedčilo aktivitu súbežne realizovať s pozorovaním zmien v uzavretom vrecúšku s krajcom chleba alebo ohryzkom jablka (pozorovanie uskutočňujeme bez toho, aby sme vrecúško otvárali, čím predídeme rozširovaniu a vdýchnutiu plesní – môžu spôsobovať alergické reakcie). Porovnaním výsledkov môžeme so žiakmi vyvodit' závery, že na rozkladných procesoch sa zúčastňujú rozkladače a medzi rozkladače patria mikroorganizmy a makroorganizmy. V prípade, že realizujeme aktivitu samostatne, v rámci diskusie nadviažeme na predchádzajúce vedomosti a skúsenosti žiakov (napr. hnitie jablka, pleseň na citróne a pod.)

Ciele

- Žiak má zistiť, že na rozkladných procesoch sa podieľajú makroorganizmy.
- Žiak má opísať zmeny, ku ktorým dochádza pri rozkladných procesoch.
- Žiak má vysvetliť význam rozkladačov v ekosystéme.
- Žiak má zaradiť rozkladače do potravného reťazca.
- Žiak má zrealizovať pozorovanie.

Prerekvizity

Žiakom je známe, že organizmy v ekosystéme sú od seba závislé, ale v každom ekosystéme existuje aj konkurencia (súťaženie) medzi jedincami daného druhu alebo medzi druhmi. Vedia, že organizmy v ekosystéme sú potravnovo závislé. Žiakom je známy obsah pojmov producent a konzument, taktiež vedia uviesť ich konkrétne príklady a význam v potravnom reťazci. V danej aktivite žiaci získavajú predstavu o rozkladných procesoch a význame organizmov v týchto procesoch.

Miskonceptie

- Žiaci nevnímajú význam organizmov pri rozkladných procesoch.
- Žiaci si predstavujú, že časom na základe fyzikálnych procesov dochádza k postupnému rozkladu materiálu.
- Žiaci si predstavujú, že rozkladaný materiál zmizne.
- Rôzne organizmy sa priživujú na rozkladajúcom sa materiály a zvyšky materiálu obohacujú pôdu (Zem sa zväčšuje).
- Žiaci si predstavujú, že rozkladače rozkladajú len odumreté telá rastlín a živočíchov. Nepoznajú ďalšie príklady ako napr. trus.
- Žiaci vnímajú úlohu rozkladačov len z pohľadu získania energie, neuvedomujú si, že ich úlohou je aj vrátiť látku a energiu späť do prostredia.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (s odstupom najmenej 5 dní)

Organizácia triedy

3 – 4-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, nožík, lepiaca páska, čierna fólia, PET fľaše, pôda (zemina), noviny, tráva, lístie, zbytky jedla (napr. kúsky pečiva, jablka, a i.), dážďovky (15 ks/fľaša), voda

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Dážďovky je možné kúpiť v chovateľských potrebách alebo nazbierať v prírode. Vyskytujú sa v pôde alebo vo vrchných vrstvách zrelého kompostoviska.
- Žiakov je dôležité upozorniť, že pracujú so živými organizmami, preto je potrebné s nimi zaobchádzať opatrne.
- Potrebné upozorniť žiakov na hygienu práce – umytie si rúk po práci s dážďovkami.
- Čím menšie kúsky potravy dáme do fľaše, tým rýchlejšie sa rozloží. V prípade dlho dobejšieho pozorovania je vhodné z pridaného biomateriálu vytvoriť celistvú vrstvu a prekryť ju vrstvou uhlíkatého materiálu (lístie, hobliny a pod.). Predchádzame tým množeniu mušiek v kompostovej fľaši.
- Fľaše v triede umiestnime na tmavé miesto, ktoré je dostupné pre všetkých žiakov. Fľašu môžeme obaliť čiernym papierom tak, aby sa tento papier dal odstrániť pre potreby každodenného pozorovania.
- Pozorovanie vyžaduje dlhší čas, prvé dni nie je možné pozorovať aktivitu dážďoviek.
- V prípade možnosti je vhodné rozložiť pozorovanie aktivity dážďoviek na dlhší čas, aby žiaci mohli pozorovať, že v kompostovej fľaši došlo vplyvom aktivity dážďoviek k rozkladu všetkého materiálu.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

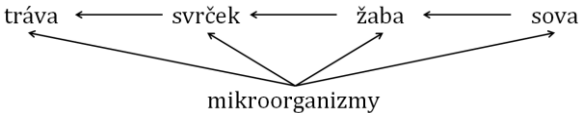
Úvodná informácia

Videli ste už raňajkovať dážďovku? Dážďovky podobne ako iné živočíchy potrebujú pre svoj rast látky bohaté na bielkoviny, cukry, tuky a vitamíny. Živia sa odumretými čiastočkami rastlín a drobnými uhynutými živočíchmi, ktoré prehltávajú spolu s pôdou. Vhodnou potravou je ovocie, zelenina, chlieb, pečivo, tráva, lístie, a i. Nevhodnou potravou sú kosti, mäso, ryby, mliečne výrobky, zvyšky mastných jedál. Dážďovky nemajú rady slnko, sucho, nízke a vysoké teploty. Naším cieľom bude zistiť, čo sa bude diať vo fľaši, do ktorej dáme vrstvy zeminy, novín, lístia, kúskov jablka a dážďovky.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. Je potrebné upriamiť pozornosť žiakov na zmeny, ktoré budú pozorovať vo fľaši.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>1. vyučovacia hodina</p> <p>Učiteľ v rámci prvej vyučovacej hodiny diskutuje so žiakmi o tom, čím sa živia dážďovky, ako prijímajú potravu a aká je ich úloha v ekosystéme. Učiteľ nastolí problém, či dážďovky dokážu rozložiť odumreté časti rastlín (napr. lístie) v prírode. Následne so žiakmi diskutuje, či by to vedeli nejakým spôsobom zistiť a aké zmeny budú pozorovať vo fľaši, do ktorej dáme vrstvy navlhčenej zeminy, odumretých častí rastlín a dážďovky.</p> <p>Učiteľ vedie so žiakmi krátku diskusiu, aby zistil ich prekoncepty a miskonceptie (viď vyššie) a mohol následne s nimi pracovať. Svoje predpoklady si žiaci zapíšu do pracovného listu (každý žiak má vlastný pracovný list). Všetky predpoklady, ktoré žiaci sformulovali, napíšu spoločne na tabuľu.</p> <p>Učiteľ rozdelí žiakov do heterogénnych skupín. Každá skupina si vytvorí vlastnú kompostovú fľašu. Žiaci prečítajú zoznam pomôcok, ktoré budú potrebovať k danej aktivite. Učiteľ rozdá pomôcky.</p> <p>Jednotlivé skupiny žiakov vytvárajú kompostovú fľašu, pričom postupujú podľa pokynov a obrázka v pracovnom liste. Každá skupina si označí svoju kompostovú fľašu. V rámci každej skupiny si žiaci zvolia jedného spolužiaka, ktorý sa bude „starat“ o kompostovú fľašu (v prípade potreby udržiavať vlhkosť, doplniť potravu a pod.).</p> <p>Fľašu uložia na vhodné miesto v triede. Učiteľ upozorní žiakov, aby každý deň ráno a po vyučovaní pozorovali aktivitu dážďoviek a zmeny vo fľaši. Dôležité je, aby si všimli, v ktorej sekcii sa nachádzajú dážďovky, či dochádza k premiešavaniu sekcií a či dochádza k zmene objemu materiálu vo fľaši. Každé pozorovanie si zapíšu na vyhradené miesto v pozorovacom hárku.</p> <p>2. vyučovacia hodina</p> <p>V úvode druhej vyučovacej hodiny (s odstupom minimálne 5 dní) učiteľ požiada žiakov, aby si vybrali pozorovacie hárky. Požiada zástupcov jednotlivých skupín, aby priniesli kompostové fľaše. Spolu so žiakmi na tabuľu napíše predpoklady, ktoré žiaci sformulovali pri zakladaní kompostovej fľaše.</p> <p>Žiaci do pracovného listu napíšu zmeny, ktoré pozorovali po 5 dňoch. Jednotlivé skupiny žiakov prezentujú vlastné pozorovania a zmeny, ktoré nastanú vo fľaši. Výsledky medzi skupinami porovnajú.</p>	<p>Žiaci na základe skúseností z bežného života formulovali nasledovné predpoklady:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dážďovky sa budú voľne pohybovať a budú sa nachádzať v rôznych sekciách. - Bude dochádzať k premiešavaniu sekcií. - Malá časť triedy si myslela, že objem materiálu vo fľaši sa nebude meniť. - Ak sa objem bude meniť, materiál bude ubúdať. (Tvrдила väčšia časť z tých, ktorí si mysleli, že objem sa bude meniť.) - Ak sa objem bude meniť, materiál bude pribúdať. <p>Zrezané fľaše môže učiteľ pripraviť pred vyučovacou hodinou.</p> <p>Ako alternatívu pomôcok je možné využiť rôzne zvyšky potravy, ktorá je však nakrájaná na menšie časti, aby došlo k jej rýchlejšiemu rozkladu.</p> <p>Ak v triede nie je vhodné tmavé miesto, kompostovú fľašu môžeme zakryť kartónovou krabicou, čiernou fóliou (vrece na odpad) alebo jednoducho obaliť čiernym papierom, ktorý prekryjeme na hranách a zlepíme lepiacou páskou.</p> <p>Výsledok pozorovania po 5 dňoch je nasledovný:</p> <p>1. Prvé dva dni nebol zaznamenaný pohyb dážďoviek. Potom sa dážďovky nachádzali v rôznych sekciách.</p>

<p>Učiteľ vedie diskusiu: Aké zmeny a prečo vo fľaši pozorujeme? Čo spôsobuje aktivita dážďoviek vo fľaši? Čo by sme pozorovali v kompostovej fľaši o dva týždne? Mohli by sme rovnakú aktivitu dážďoviek pozorovať aj v prírode?</p> <p>Po realizácii pozorovania nasleduje zhrnutie, kde si žiaci upevňujú svoje vedomosti a využívajú svoje pozorovania na tvorbu záverov. Učiteľ vedie so žiakmi diskusiu o tom, ktoré konkrétne organizmy sú rozkladače (mikroorganizmy – plesne, baktérie, roztoče, makroorganizmy – obrúčkavce, hmyz, huby (podhubie), ktoré materiály rozkladajú rozkladače, prečo rozkladajú rozkladače rôzne materiály a aká je pozícia rozkladačov v potravinovom reťazci.</p> <p>Pre zopakovanie a upevnenie vedomostí učiteľ vyzve žiakov, aby vypracovali poslednú úlohu v pracovnom liste.</p>	<p>2. Nedochoádzalo k premiešavaniu sekcií. Objem materiálu sa zmenil. Došlo k poklesu až k sekcii č.6 a nebolo vidieť sekciu so zvyškami jedla. Poklesla aj sekcia s novinami (sekcia č.4). Výška sekcie s lístím a trávou (sekcia č.2) sa nezmenila.</p> <p>Ak nemáme dostatok času na dlhodobšie pozorovanie aktivity dážďoviek, žiakom ukážeme prácu dážďoviek prostredníctvom videa Worms At Work – 20 DaysTimeLapse Of Vermicomposting (čas 2:19). Dostupné na https://www.youtube.com/watch?v=n9Mnf9ysNSs</p> <p>Zhrnutie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rozklad je biologický proces, ktorého sa zúčastňujú aj organizmy, ktoré nazývame rozkladače. 2. Medzi rozkladače zaradíme dážďovky, huby a hmyz – makroorganizmy, ale aj plesne a baktérie – mikroorganizmy. 3. Dážďovky prehltnú spolu s pôdou aj odumreté časti rastlín a uhynutých živočíchov. V tráviacom trakte premieňajú energeticky bohaté látky a ich výkaly tvoria humus, ktorý dodáva pôde minerálne látky. Tie sú potrebné pre výživu rastlín (producenty). 4. Rozkladače rozkladajú odumreté telá rastlín a živočíchov, výkaly alebo inú hmotu, ktorú rastliny a živočíchy strácajú počas svojho života (vlasý, srst', lístie, a i.). 5. Rozkladom získavajú rozkladače energiu a látky pre svoj život a recyklujú látky (minerálne látky a i.). 6. Rozkladače rozkladajú každý článok potravinového reťazca (producenty, konzumenty). <p>Pri riešení tejto úlohy si žiaci majú uvedomiť vzťahy v potravinovom reťazci – producent, konzument, rozkladač, a že rozkladače, v tomto prípade mikroorganizmy, nie sú na konci potravinového reťazca, ale rozkladajú každý jeho článok.</p> <p>Správne riešenie:</p>  <pre> graph TD mikroorganizmy --> trava mikroorganizmy --> svrcek mikroorganizmy --> zaba mikroorganizmy --> sova sova --> zaba zaba --> svrcek svrcek --> trava </pre>
---	---



Obr. 1 Príprava kompostovej fľaše (PET fľaša bola nahradená skleneným pohárom)

(Fotografie boli vytvorené PhDr. Michaelom Fuchsom
v rámci vyučovania biológie na ZŠ v Červenici.)

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je vytvoriť kompostovú fľašu obsahujúcu vrstvy zeminy, lístia, trávy, zvyškov jedla a dážďovky. Žiaci počas jedného týždňa, optimálne dvoch týždňov, pozorujú zmeny v kompostovej fľaši spôsobené aktivitou dážďoviek. Prostredníctvom praktickej aktivity žiaci zistia, že v kompostovej fľaši dochádza k rozkladu odumretých častí rastlín a že na tomto **rozklade sa zúčastňujú aj organizmy** (dážďovky). V potravinovom reťazci ich zaradíme medzi **rozkladače**. Dážďovky sú schopné vo svojom trávaní premieňať zložité látky, z ktorých získavajú energiu a látky pre svoj život, a obvykle pri ústí svojich chodbičiek vylučujú výkaly bohaté na živiny. Rozkladače tvoria **humus**, ktorý dodáva pôde **minerálne látky**. **Takáto pôda je opäť zdrojom živín pre rastliny**. Realizovaním aktivity žiaci zistia, že **rozkladajúci sa materiál nezmysol, len sa premenil na humus**. Zároveň zistia, že dážďovky pôdu aj účinne prevrstvujú.

V rámci realizácie aktivity (v 5. ročníku ZŠ) zámerne nepoužívame pojmy organické a anorganické látky nakoľko tieto pojmy žiaci nepoznajú z chémie. Namiesto nich odporúčame používať pojmy energeticky bohaté/energeticky chudobné látky alebo zložité/jednoduché látky.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **predpokladať**, **pozorovať** a **usudzovať**. Prostredníctvom vytvorenej kompostovej fľaše zrealizujú pozorovanie, kde pozorujú zmeny v rozhraní jednotlivých sekcií, výskytu dážďoviek v jednotlivých sekciách a objemu materiálu vo fľaši. Žiaci pri pozorovaní zhromažďujú údaje o objekte pozorovania, musia identifikovať základné znaky, rozlíšiť podstatné a nepodstatné detaily, porovnať pozorované znaky s predchádzajúcim pozorovaním a všímať si časovú postupnosť javov. Formulovaním predpokladov v úvode a závere aktivity žiaci vyslovujú predpoklad na základe predchádzajúcich poznatkov a skúseností, napr. z bežného života môžu mať skúsenosti s kompostovaním trávy a pod.,

a očakávania založené na predchádzajúcom pozorovaní, že nastane určitý jav. Na základe údajov z pozorovania žiaci formulujú závery, čím sa u nich rozvíja spôsobilosť usudzovať. Aby žiaci mohli vysvetliť, čo zistili pozorovaním, musia vedieť informácie zovšeobecniť. V konkrétnej aktivite žiaci využívajú **induktívne usudzovanie**, pri ktorom vychádzajú z konkrétnych záverov z pozorovania, na základe ktorých tvoria všeobecné závery. Okrem uvedených spôsobilostí si žiaci rozvíjajú aj zručnosti spojené s činnosťou v biologickom laboratóriu, ktoré sú špecifické najmä **v práci so živou hmotou**.

Použitá literatúra

JACKULÍKOVÁ, A. (2018). Rekonštrukcia predstáv žiakov o vzájomnej závislosti organizmov v ekosystéme. *Diplomová práca*. Školiteľ: E. Čipková. PRIF UK, 90 s. (prílohy 99 s.)

KOVÁČ, V. (2008). *Ekológia. Učebné texty*. [online]. [cit. 2019-3-25]. Dostupné z: <https://fns.uniba.sk/fileadmin/prif/biol/kek/ekolog/Ekologia-UT-2008.pdf>

LEEDS NATIONAL CURRICULUM SCIENCE SUPPORT PROJECT. (1992). *Children's Ideas about Ecosystems*. 26 s. [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné na: https://www.learner.org/courses/essential/life/support/pdf/2_Ecosystems.pdf

MALANDRAKIS, G. (2003). *Facilitating children's understanding of the degradability of materials and the necessity for recycling*. [online]. [cit. 2018-03-25]. Dostupné na: <http://wwwl.phys.uu.nl/esery2003/programme/pdf/202S.pdf>

UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, E., NAGYOVÁ, S., GÁLOVÁ, T. (2012). *Biológia pre gymnáziá 8. Praktické cvičenia a seminár II*. 2. vydanie. Bratislava: SPN. 127 s. ISBN 978-80-10-02391-2.

Worms At Work – 20 Days Time Lapse Of Vermicomposting. [online]. [cit. 2019-04-10]. Dostupné na: <https://www.youtube.com/watch?v=n9Mnf9ysNSs>

Aktivita **DÔKAZ VPLYVU SVETLA NA PRIEBEH FOTOSYNTÉZY** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (8.)

Organizmy potrebujú zásobu energie a látky, od ktorých sú často závislé a o ktoré súťažia s inými organizmami.

Nosná myšlienka (8.3)

Zelené rastliny a baktérie sú schopné využívať slnečnú energiu a jednoduché látky (anorganické) na tvorbu energeticky bohatých (organických) látok prítomných v potrave. Časť tejto potravy rastliny využívajú pre svoj život, nevyužitú potravu dokážu uskladniť.

(V doterajšom obsahu je nosná myšlienka prezentovaná ako súčasť tematického celku Základné životné procesy organizmov, čiastočne aj v tematických celkoch Spoločenstvá organizmov, Živé organizmy a ich stavba, Ekologické podmienky života.)

Didaktická sekvencia

1. Empirické zistenie, že slnko je zdrojom energie a slnečné žiarenie je merateľné v podobe tepla.
2. Empirické zistenie, že energia sa môže meniť z jednej formy na inú.
3. Empirické zistenie, že svetlo, ktoré dopadá na predmet, môže ním prejsť, odraziť sa alebo byť predmetom pohltené (absorbované).
4. Empirické zistenie, že svetlo môžeme rozložiť na zložky – spektrum.
5. Empirické zistenie, že rastliny potrebujú pre svoj rast slnečné svetlo, vodu a minerálne látky.
6. Empirické zistenie, že rastliny obsahujú v bunkách listov farbivá (pigmenty), ktoré pohlcujú energiu (časť) slnečného svetla, vďaka čomu rastlina rastie a vytvára biomasu.
7. Empirické štúdium zloženia rastlinnej biomasy (látkové zloženie, energia).
8. Empirické štúdium zloženia sacharidov (uhlík, energia).
9. *Empirické zistenie, že zelené rastliny v procese fotosyntézy tvoria sacharidy (energeticky bohaté látky, biomasu) za prítomnosti chlorofylu, slnečného svetla, vody a oxidu uhličitého, pričom vzniká kyslík ako vedľajší produkt.*
10. Empirické zistenie, že rastliny prijímajú vodu a v nej rozpustené minerálne látky prostredníctvom koreňov a oxid uhličitý z ovzdušia cez prieduchy.
11. Empirické zistenie, že rastliny získavajú energiu potrebnú pre svoje životné deje rozkladom sacharidov na jednoduchšie látky, pričom sa uvoľňuje energia a oxid uhličitý (dýchanie).
12. Empirické zistenie, že dýchanie prebieha v každej bunke.
13. Empirické zistenie, že látky, ktoré rastliny nespotrebnujú pre svoj život dokážu uskladniť v zásobných orgánoch.

Mnoho miskonceptí žiakov o výžive rastlín má svoje korene v histórii, napr. rovnako ako žiaci aj Aristoteles (384 – 322 pred n. l.) sa domnieval, že rastliny prijímajú už spracovanú potravu z pôdy. Miskonceptie žiakov môžu mať korene aj v antropocentrickom spôsobe uvažovania, teda hľadaním analógií alebo uvažovaním v analógiách s človekom (príp. živočíchmi), kedy sa žiaci mylne domnievajú, že rastliny prijímajú potravu z pôdy, prípadne, že potravou rastlín je pôda. Pravdepodobne rastlinám priradujú ľudské atribúty a predstavujú si, že rastliny „jedia“ podobným spôsobom ako človek.

Pri fotosyntéze je kľúčovým konceptom premena energie. Pre pochopenie fotosyntézy žiaci musia dať do súvislosti vzťahy medzi premenou energie a pozorovateľným rastom rastlín. Porozumenie premeny energie v procese fotosyntézy je pre žiakov náročné, nakoľko proces transformácie svetelnej energie na chemickú je abstraktný a nedá sa pozorovať v školských podmienkach. Bez integrovaného chápania premeny energie vo fotosyntéze, žiaci nie sú schopní stavať na svojich vedomostiach o energii a pochopiť tok energie v ekosystéme. Žiaci si tiež neuvedomujú, že glukóza, ktorá vzniká fotosyntézou, je základom pre vznik všetkých ostatných organických látok ako napríklad bielkovín, nukleových kyselín, tukov, vitamínov, liečivých a jedovatých látok a pod.

Prezentovaná aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je realizáciou deviateho kroku nevyhnutnej didaktickej sekvencie. V rámci uvedenej didaktickej sekvencie je potrebné so žiakmi zrealizovať niekoľko konkrétnych aktivít pre pochopenie myšlienky, že zelené rastliny tvoria sacharidy (biomasu) v procese fotosyntézy, ktorá prebieha za prítomnosti chlorofylu, slnečného žiarenia, vody a oxidu uhličitého, pričom vzniká kyslík ako vedľajší produkt.

Aktivita je zameraná na pochopenie, že pre priebeh fotosyntézy je nevyhnutná prítomnosť svetla. Konkrétny priebeh fotosyntézy vieme v školských podmienkach najjednoduchšie dokázať tvorbou vedľajšieho produktu – kyslíka, príp. spotrebou oxidu uhličitého. Preto je vhodné uvedenú aktivitu spojiť s realizáciou dôkazu, že len v osvetlených častiach listu vzniká škrob ako produkt fotosyntézy (zásobný polysacharid rastlín, ktorý vzniká z glukózy).

Aktivita empiricky dokazuje nevyhnutnosť prítomnosti svetla pre priebeh fotosyntézy, posilňuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce a rozvíja zručnosti žiakov súvisiace s prácou so živými organizmami (živou hmotou). Pri realizácii aktivity využíva medzipredmetové vzťahy s chémiou – rozpustnosť kyslíka (plyn) vo vode, dôkaz kyslíka. Práca prináša praktické poznatky súvisiace s uvedomením si významu rastlín pre život, s jedinečnosťou a nezastupiteľnosťou fotosyntézy a potrebou ochrany rastlín ako producentov potravy (biomasy) a kyslíka.

V rámci vyučovania sú na realizáciu potrebné dve vyučovacie hodiny kvôli dlhšiemu osvetľovaniu rastlín a s tým spojenou preukaznosťou pozorovaných rozdielov.

DÔKAZ VPLYVU SVETLA NA PRIEBEH FOTOSYNTÉZY (pracovný list žiaka)

Príprava

Čo potrebujú rastliny pre svoj rast?

Vďaka čomu môže rastlina rásť?

Aký význam má fotosyntéza pre život rastliny?

Čo by sa stalo, ak by sa práve teraz zastavila fotosyntéza u všetkých organizmov, v ktorých prebieha?

Problém

Za akých podmienok prebieha fotosyntéza?

Sformulujte hypotézu o tom, či svetlo ovplyvňuje priebeh fotosyntézy:

Pomôcky

vodné rastliny – *Cabomba* sp., *Elodea* sp., kadičky (800 – 1000 ml, 2 ks), skúmavky (2 ks), lieviky (2 ks), voda, lampa, kartónová krabica, pravítko, zelená rastlina v črepníku, papier, nožnice, spinky, Petriho miska (1 ks), kadička (250 ml, 2 ks), pipeta, varné kamienky, pinzeta, varič, etanol, Lugolov roztok

Postup A

1. Zostrojíme 2 zostavy (aparátúry) podľa obrázka. Pod lievik dáme vodnú rastlinu, lievik s rastlinou dáme do kadičky. Do kadičky opatrne nalejeme vodu z vodovodu. Vodu nalejeme aj do skúmavky až po jej okraj. Skúmavku uzavrieme prstom, obrátíme a pod vodnou hladinou nastokneme na lievik (dôležité je, aby bol lievik pod vodnou hladinou).



Obr. Aparatúra na zachytávanie plynu

2. Obe zostavy umiestnime ku zdroju svetla na vzdialenosť asi 15 cm. Jednu zostavu prikryjeme krabicou (zatemníme).
3. Rastliny osvetľujeme a pozorujeme množstvo unikajúcich bubliniek.
4. Asi po 45 minútach porovnáme, koľko kyslíka sa uvoľnilo v jednotlivých prostrediach.

Postup B

1. Aspoň na 24 hodín zatemníme list rastliny.
2. Na list upevníme písmeno vystrihnuté z papiera.
3. List osvetľujeme aspoň 3 hodiny.
4. List osvetľovanej rastliny povaríme vo vode, aby sme bunky usmrtili.
5. Potom ho prenesieme do kadičky s horúcim etanolom, aby sa z buniek vyplavili farbivá. (Etanol zahrievame postupne a pri zahrievaní použijeme varné kamienky.)
6. Po vyplavení farbív list prepláchneme vodou.
7. List prenesieme do Petriho misky, pokvapkáme Lugolovým roztokom a pozorujeme.

Zhrnutie

1. Porozmýšľaj a napíš, čo budeš pozorovať, ak bude v prostredí s vodnou rastlinou prebiehať fotosyntéza.

2. Napíš, čo si pozoroval po pokvapkaní listu Lugolovým roztokom.

3. Napíš, čo si pozoroval po 45 minútach v zostave vystavenej svetlu a v zostave, ktorá bola zatemnená.

Tabuľka

svetlo	tma

4. V oboch zostavách odmeraj pokles hladiny vody v skúmavke. Údaje zaznamenaj do tabuľky v úlohe 3.
5. Navrhni, akým spôsobom môžeš dokázať kyslík, ktorý sa vytvoril v procese fotosyntézy a zachytil v skúmavke.

6. Porovnaj vyslovenú hypotézu s výsledkami a formuluj záver.

7. Vysvetli, prečo rastliny potrebujú pre svoj rast svetlo.

8. Hovorí sa, že lesy sú „plúcami Zeme“. Vysvetli tento výrok a napíš argumenty, ktorými by si podložil toto tvrdenie.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

DÔKAZ VPLYVU SVETLA NA PRIEBEH FOTOSYNTÉZY

Kontext

Pochopenie procesu fotosyntézy je pre žiakov veľmi náročné, nakoľko vyžaduje nielen pochopenie pre žiakov abstraktných pojmov a dejov, ale aj spájanie poznatkov biológie, chémie a fyziky. V rámci vyučovania biológie by žiaci základnej školy mali chápať niekoľko úrovní významu rastlín a fotosyntézy. Na globálnej úrovni rastliny prostredníctvom fotosyntézy znižujú množstvo oxidu uhličitého a zvyšujú množstvo kyslíka v atmosfére. Na úrovni ekosystému poskytujú zdroj potravy (a domov) pre iné organizmy. Pochopenie významu fotosyntézy na úrovni organizmu je uvedomenie si, že rastliny sú nezávislé organizmy, ktoré si tvoria vlastnú potravu zo slnečnej energie a anorganických látok. Bunková úroveň je limitovaná na poznanie, že rastlinné bunky obsahujú chlorofyl, ktorý zachytáva slnečnú energiu potrebnú pre fotosyntézu. A najnižšia biochemická úroveň je zameraná na poznanie, že fotosyntéza a bunkové dýchanie sú zložité biochemické procesy, ktoré prebiehajú v rastline súčasne.

Žiaci prichádzajú do škôl často s predstavou, že rastliny získavajú potravu cez korene z pôdy. Sústredím sa na fotosyntézu ako na proces, pri ktorom sa tvorí kyslík a spotrebováva oxid uhličitý vedie k tomu, že žiaci nevnímajú fotosyntézu ako proces, pri ktorom dochádza k premene svetelnej energie na energiu chemických väzieb a tvorbe organických látok z anorganických. Z toho pramení množstvo mylných predstáv, ako napr. že rastliny prijímajú energiu z pôdy, rastliny vyrábajú energiu, najdôležitejší prínos fotosyntézy je produkcia kyslíka, fotosyntéza je inverzné dýchanie a pod.

Jedným z krokov navrhutej didaktickej sekvencie je pochopenie žiakov, že zelené rastliny tvoria sacharidy za prítomnosti chlorofylu, slnečného svetla, vody a oxidu uhličitého. Aktivita dokazuje, že pre priebeh fotosyntézy je nevyhnutná prítomnosť svetla. Ak zelená rastlina nemá k dispozícii svetlo (slnečné žiarenie) fotosyntéza sa zastavuje, čo môžeme okamžite pozorovať na absencii unikania bubliniek kyslíka zo zelených častí rastlín. Tieto bublinky kyslíka sú následne zachytávané lievikom do skúmavky, z ktorej vytlačajú vodu. V školskej praxi sa nám osvedčilo aktivitu doplniť empirickým dôkazom, že na tvorbu škrobu (sacharidov) je potrebné svetlo. List rastliny na niekoľko hodín zatemníme, aby sa spotreboval všetok škrob. Následne na list upevníme písmeno vystrihnuté z papiera a osvetľujeme ho niekoľko hodín. Po osvetľovaní realizujeme dôkaz škrobu Lugolovým roztokom. Výsledkom je zistenie, že časť listu, kde bolo nalepené písmeno, sa nesfarbila do modra nakoľko v dôsledku nedostatku svetla tu neprebíhala fotosyntéza a nevytvoril sa škrob. Vzhľadom na bezpečnosť pri práci odporúčame pozorovanie so žiakmi základnej školy realizovať demonštračne počas čakania na výsledok realizovanej aktivity. Je však potrebné spolu so žiakmi niekoľko dní vopred pripraviť list pre demonštráciu (v prítomnosti žiakov zatemniť list rastliny, následne upevniť písmeno a osvetľovať). Prípravu listu k demonštrácii môžeme zadať vybraným žiakom na domácu úlohu.

Ciele

- Žiak má zistiť, že pre priebeh fotosyntézy je nevyhnutné svetlo.
- Žiak má dať do súvislosti fotosyntézu s tvorbou organických látok a kyslíka.
- Žiak má vysvetliť jedinečnosť a význam fotosyntézy pre život rastlín a živočíchov (vrátane človeka).
- Žiak má formulovať hypotézu.
- Žiak má zrealizovať experiment.

Prerekvizity

Žiakom sú známe podmienky potrebné pre rast rastlín (svetlo, teplota, voda, minerálne látky). Vedia, že slnko je zdrojom energie, slnečné žiarenie je merateľné v podobe tepla a energia sa môže meniť z jednej formy na inú.

Energia sa prenáša prostredníctvom „potravy“ v potravinovej reťazci (sieti), kde zároveň jej časť z organizmu uniká. Zelené rastliny sú v potravinovom reťazci zaradované medzi producenty nakoľko v procese fotosyntézy tvoria z anorganických látok organické (biomasu), v ktorých je viazaná energia zo slnečného žiarenia. Vedľajším produktom tohto procesu je kyslík. Taktiež je im známe, že fotosyntéza prebieha len

v zelených častiach rastlín, ktoré obsahujú chloroplasty a v nich farbivá – chlorofyly pohlcujúce energiu (časť) slnečného žiarenia.

Miskonceptie

- Rastliny prijímajú potravu z pôdy.
- Potravou rastlín je voda, pôda, minerálne látky, príp. aj kyslík a oxid uhličitý.
- Najdôležitejší prínos fotosyntézy je tvorba kyslíka.
- Rastliny sú závislé od človeka.
- Žiaci vnímajú fotosyntézu ako výmenu plynov, nie ako zložitý biochemický proces.
- Rastliny potrebujú slnečné svetlo, nie umelé.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny

Organizácia triedy

4 – 5-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, vodné rastliny – *Cabomba* sp., *Elodea* sp., kadičky (800-1000 ml), skúmavky, lieviky, voda, lampa, kartónová krabica, pravítko, zelená rastlina v črepníku, papier, nožnice, spinky, Petriho miska, kadička (250 ml), pipeta, varné kamienky, pinzeta, varič, etanol, Lugolov roztok

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Žiakov je dôležité upozorniť, že rastliny sú živé organizmy, preto je potrebné s nimi zaobchádzať opatrne.
- Ak chceme urýchliť proces fotosyntézy, môžeme použiť vodu obohatenú o oxid uhličitý, teda môžeme do vody vydychovať alebo použiť minerálnu vodu neperlivú. Je však potrebné dbať na to, aby sme miešaním dostatočne eliminovali bublinky oxidu uhličitého, ktoré nám môžu skresliť výsledok.
- Je potrebné použiť dostatočne hrubú kartónovú krabicu, aby do nej neprenikalo svetlo. Prípadne môžeme dať zostavu na tmavé miesto do skrine a tak ju prikryť krabicou. Pri nedostatočnom zatemnení kadičky môže dôjsť k chybným záverom.
- Vzhľadom na vek žiakov je potrebné, aby etanol zahrieval učiteľ.
- Etanol zahrievame s varnými kamienkami, aby sme predišli utajenému varu.
- Etanol je potrebné zahrievať postupne, aby nedošlo k jeho vznieteniu. Ak sa pri prudkom zahriatí etanol zapáli, kadičku prikryjeme Petriho miskou, aby sme zabránili prístupu kyslíka a plameň zhasne.
- List rastliny je potrebné dlhšie osvetľovať, aby sa vytvorilo dostatočné množstvo škrobu a dôkaz bol preukazný.
- Je potrebné nechať list dostatočne dlho zatemnený, aby sa spotreboval škrob v bunkách. Stopy škrobu by mohli skresliť pozorovanie a viesť k chybným záverom.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Čo potrebujú rastliny pre svoj rast?

Vďaka čomu môže rastlina rásť?

Aký význam má fotosyntéza pre život rastliny?

Čo by sa stalo, ak by sa práve teraz zastavila fotosyntéza u všetkých organizmov, v ktorých prebieha?

Dané otázky sú súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“. V rámci diskusie so žiakmi je potrebné upriamiť ich pozornosť na význam fotosyntézy pre život rastlín, ale aj ostatných organizmov na Zemi. Zároveň je potrebné, aby si žiaci uvedomili jedinečnosť procesu fotosyntézy v prírode.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>V úvode aktivity sme so žiakmi diskutovali o tom, čo rastlina potrebuje pre svoj rast, ako rastie a aký význam má fotosyntéza pre rastliny a iné organizmy na Zemi.</p> <p>V rámci diskusie učiteľ zisťuje miskoncepce žiakov (viď vyššie), aby mohol počas realizácie aktivity s nimi pracovať.</p> <p>Žiaci následne riešili problém: <i>Za akých podmienok prebieha fotosyntéza?</i> Aj keď vedeli, že pre priebeh fotosyntézy je potrebné svetlo (slnečné alebo umelé), oxid uhličitý, voda a chlorofyl, v rámci diskusie zaznamenali problém, ktorý spočíval v tom, že sa nedokázali jednoznačne zhodnúť na tom, či neprítomnosť svetla dokáže spomaliť alebo úplne zastaviť priebeh fotosyntézy. Každý žiak si do pracovného listu napísal vlastnú hypotézu.</p> <p>Učiteľ rozdelí žiakov do heterogénnych skupín. Žiaci prečítajú zoznam pomôcok, ktoré budú potrebovať k danému experimentu.</p> <p>Učiteľ rozdá pomôcky a demonštračne žiakom ukáže, ako si správne vytvoriť zostavu (aparáturu).</p> <p>Spoločne so žiakmi diskutuje o premenných v experimente (nezávislá, závislá, konštantná).</p> <p>Každá skupina bude realizovať experiment podľa postupu A – vytvoria si na základe obrázka dve zostavy.</p> <p>Skupiny žiakov vytvárajú vlastné aparátury, pričom postupujú podľa pokynov a obrázka v pracovnom liste. Jednu zostavu budú osvetľovať po dobu 45 minút a druhú zatemnia kartónovou krabicou. Učiteľ so žiakmi diskutuje, čo zabezpečuje svetlo v procese fotosyntézy a čo môže byť zdrojom svetla (využitie medzipredmetových vzťahov s fyzikou).</p>	<p>Ak žiaci nevedia formulovať hypotézy, vyzveme ich, aby sformulovali predpoklad a následne spolu s učiteľom sformulujú možné hypotézy, pričom im učiteľ vysvetlí, čo sú premenné v experimente.</p> <p>Žiaci formulovali nasledovné hypotézy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fotosyntéza prebieha rýchlejšie na svetle ako v tme. - Ak rastlina nemá svetlo, tak sa fotosyntéza zastaví. - Ak rastlina nemá svetlo, tak sa fotosyntéza spomalí. <p>Dôležité je, aby učiteľ upozornil žiakov, že je potrebné pripraviť zostavu, v ktorej voda v skúmavke bude bez vzduchovej bubliny (skúmavku je potrebné úplne až po okraj naplniť vodou, upchať prstom a až pod vodnou hladinou odtiahnuť prst a nastoknúť na lievik).</p> <p>Nezávislá premenná – svetlo/tma Závislá premenná – množstvo vody vytlačenej zo skúmavky, teda množstvo vytvoreného plynu (kyslíka) Konštantné premenné – množstvo rastlín, množstvo vody, množstvo oxidu uhličitého vo vode, čas, veľkosť skúmaviek, atď.</p> <p>V prípade, že žiaci budú mať v skúmavke malú vzduchovú bublinu, je potrebné upozorniť ich, aby si zaznamenali jej veľkosť.</p> <p>Alternatívou môže byť uloženie jednej zostavy na parapetnú dosku k oknu (svetlo) a druhej do skrine (tma). Výsledky sú viditeľné aj v prípade, že rastliny dáme do vody bez lievika a skúmavky. Okolo zelených častí rastlín sa budú vytvárať bublinky kyslíka.</p>

<p>Učiteľ diskutuje so žiakmi, čo budú pozorovať, ak v prostredí s vodnou rastlinou bude prebiehať fotosyntéza.</p> <p>Počas čakania na výsledok experimentu učiteľ demonštračne zrealizuje dôkaz škrobu ako produktu fotosyntézy prebiehajúcej v liste (postup B). V úvode demonštrácie spolu so žiakmi zopakuje prípravu materiálu. Žiaci vysvetlia jednotlivé kroky prípravy materiálu (listu).</p> <p>Následne učiteľ zrealizuje dôkaz prítomnosti škrobu. Žiaci môžu pozorovať, že časť listu s nalepeným písmenom sa nezafarbila na modro. V tejto časti sa nevytvoril škrob (zásobný polysacharid tvorený glukózou) nakoľko v bunkách neprebíhala fotosyntéza pre absenciu svetla. Svoje pozorovania si zapíšu do pracovného listu.</p> <p>Po realizácii demonštrácie sa vrátíme k prvému experimentu. Vyzveme žiakov, aby pozorovali zmeny v kadičke s vodnou rastlinou, ktorú osvetľujeme a aby tieto zmeny vysvetlili. Žiaci porovnávajú zmeny v osvetľovanej a neosvetľovanej zostave. Úlohou žiakov je odmerať vzdialenosť hladiny vody od dna skúmavky v oboch zostavách. Pozorované zmeny si zapíšu do pracovného listu. V diskusii so žiakmi porovnáme zistenia jednotlivých skupín a zhrnieme, aké zmeny pozorovali.</p> <p>Naše zistenia porovnáme s hypotézou a formulujeme záver. Pre pochopenie fotosyntézy žiaci musia dať do súvislosti vzťahy medzi premenou energie a pozorovateľným rastom rastlín. Preto so žiakmi diskutujeme, prečo rastlina potrebuje pre svoj rast svetlo.</p>	<p>Využitie medzipredmetových vzťahov s chémiou – kyslík je málo rozpustný vo vode, preto ho môžeme pozorovať vo forme bubliniek. Učiteľ môže diskutovať aj o tom, či by žiaci vedeli dokázať, že je to kyslík (kyslík podporuje horenie, dôkaz tlejúcou trieskou)</p> <p>Je nevyhnutné zopakovať so žiakmi jednotlivé kroky prípravy listu a vyzvať ich, aby vysvetlili, prečo sme list najskôr zatemnili, následne upevnili písmeno a osvetľovali. Učiteľ diskutuje so žiakmi o čase, ktorý je potrebný dodržať. Žiaci si uvedomia, že v liste je škrob ako zásobná látka, ktorú bunky počas zatemnenia spotrebujú, pretože potrebujú energiu pre svoj život. Následne je potrebné list dostatočne dlho osvetľovať, aby sa v procese fotosyntézy vytvorilo dostatočné množstvo glukózy. Z nej sa syntetizuje škrob. Aby sme ho dokázali v školských podmienkach, musí ho byť v bunkách dostatočné množstvo.</p> <p>Počas realizácie demonštrácie, učiteľ žiakom vysvetľuje jednotlivé kroky postupu (povarenie – rozrušenie kutikuly a usmrtenie buniek, horúci etanol – vyplavenie farbív z listov, ktoré by nám prekryvali dôkaz, voda – vyplavenie etanolu z buniek, Lugolov roztok – sfarbenie škrobu prítomného v bunkách do tmavomodra).</p> <p>Pri zahrievaní etanolu je nevyhnutné pridať varné kamienky (zabránenie utajenému varu) Etanol je potrebné zahrievať postupne, aby sme zabránili jeho vzplanutiu (etanol je horľavá látka). Potrebné upozorniť žiakov na bezpečnosť pri práci.</p> <p>V kadičke, ktorú sme osvetľovali vidíme v okolí zelených častí rastlín množstvo bublín kyslíka. Tieto bublinky sú zachytávané lievikom a vytlačajú vodu zo skúmavky. V skúmavke pozorujeme pokles hladiny vody.</p> <p>V kadičke umiestnenej v tme môžeme pozorovať absenciu bublín kyslíka a nezmenené množstvo vody v skúmavke.</p> <p>V prípade, že žiaci mali v skúmavke bublinu už na začiatku experimentu, porovnajú rozdiel v jej veľkosti.</p> <p>Zhrnutie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Na priebeh fotosyntézy je potrebné svetlo (svetlo je zdrojom energie). 2. Svetelné zdroje môžu byť prírodné (napr. Slnko) alebo umelé (napr. žiarovka). 3. Pri fotosyntéze dochádza k premene slnečnej energie na chemickú energiu (energiu chemických väzieb), z jednoduchých látok (anorganických) vznikajú energeticky bohaté, organické látky, v ktorých je uložená energia. Ako vedľajší produkt vzniká kyslík.
--	--

Posledná úloha pracovného listu je zameraná na zamyslenie sa, prečo lesy označujeme pľúcami Zeme. Žiaci vedia, že producentami v potravinovom reťazci sú okrem suchozemských zelených rastlín, aj vodné zelené rastliny, riasy a baktérie.

Na záver aktivity (hodiny) využijeme metódu 3, 2, 1. Žiaci pracujú samostatne. Každý žiak napíše 3 dôležité veci, ktoré si na hodine zapamätal, 2 veci, ktoré ho zaujali a 1 vec, na ktorú nevie odpovedať.

4. Glukóza vytvorená v procese fotosyntézy slúži pre rastliny ako potrava. Jej rozkladom získavajú energiu pre svoje životné procesy (rast, rozmnožovanie...).

5. Nespotrebovanú glukózu rastliny ukládajú ako zásobnú látku – škrob.

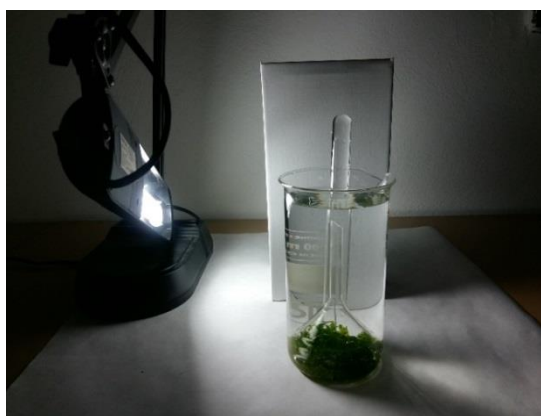
6. Glukóza, ktorá vzniká fotosyntézou, je základom pre vznik iných látok ako napríklad bielkovín, tukov, vitamínov, liečivých a jedovatých látok a pod.

V prípade, že úlohu realizujeme v triede, žiaci sa pravdepodobne sústredia na tvorbu kyslíka. Učiteľ ich upozorní, že asi 10 % viazaného uhlíka a vyprodukovaného kyslíka pripadá na suchozemské zelené rastliny a až 90 % na zelené riasy svetových morí a oceánov. V diskusii učiteľ upriami pozornosť žiakov aj na iné funkcie lesa – znižovanie oxidu uhličitého vo vzduchu, znižovanie prašnosti, hluku, udržanie vody v pôde, zabezpečovanie kolobehu vody, ochladzovanie prostredia, domov pre živočchy...

Aktivita slúži aj ako spätná väzba pre učiteľa. V prípade potreby učiteľ diskutuje so žiakmi o informáciách, ktoré im nie sú dostatočne zrejme.



Obr. 1 Zostavy na začiatku experimentu



Obr. 2 Realizácia experimentu – osvetľovanie



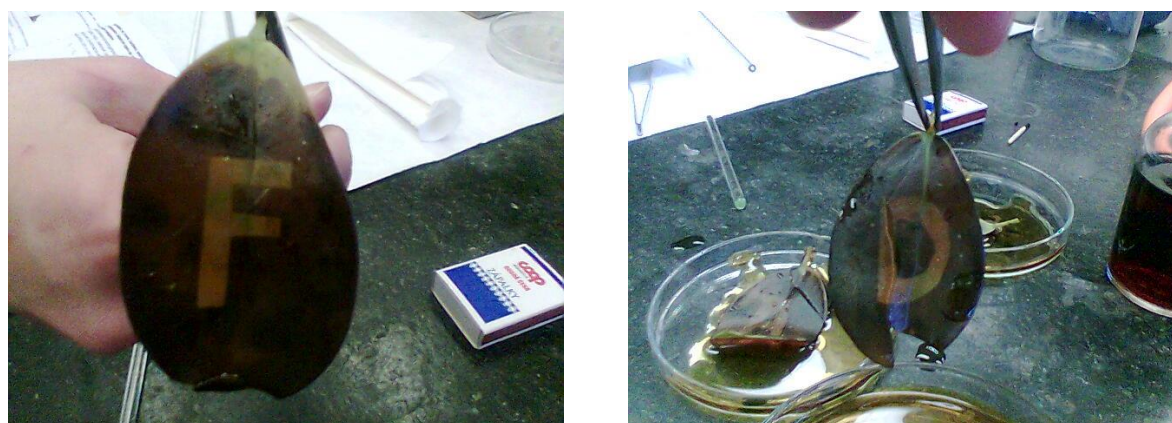
Obr. 3 Zostavy na konci experimentu



Obr. 4 Kyslík vytvorený v procese fotosyntézy (osvetľovaná zostava)



Obr. 5 Pozorovanie rozdielov v prípade, ak rastliny dáme do vody bez lievika a skúmavky



Obr. 6 Dôkaz škrobu vo fotosynteticky aktívnych bunkách

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je prostredníctvom bádania zistiť, či svetlo vplýva na priebeh fotosyntézy. V uvedenej aktivite sme fotosyntézu dokazovali prostredníctvom dôkazu škrobu ako zásobnej látky, ktorá je tvorená glukózou vznikajúcou pri fotosyntéze, a pozorovaním tvorby vedľajšieho produktu – kyslíka. Prostredníctvom praktickej aktivity žiaci zistia, že fotosyntéza v zelených rastlinách prebieha len za prítomnosti svetla. Zároveň zistia, že ak sú splnené všetky podmienky fotosyntézy (voda, oxid uhličitý, chlorofyl, svetlo) fotosyntéza prebieha a výsledkom je tvorba energeticky bohatých látok (sacharidov) a kyslíka ako vedľajšieho produktu. Žiaci zistia, že rastliny sú schopné **vytvoriť si vlastnú potravu a neprijímajú ju z pôdy**. Z pôdy prostredníctvom koreňov prijímajú len vodu a v nej rozpustené minerálne látky. Rozkladom glukózy vytvorenej pri fotosyntéze získavajú energiu pre svoje životné procesy. Glukózu, ktorú nespotrebojú ukládajú ako zásobnú látku – škrob, ktorý slúži ako potravina pre živočíchy (vrátane človeka). Glukóza je základom aj pre vznik ďalších organických látok, ktoré rastlina potrebuje pre svoj život. **Rastliny teda nie sú závislé od živočíchov, ale naopak, živočíchy sú závislé od rastlín**. Realizovaním aktivity žiaci zistia, že pri fotosyntéze nedochádza len k výmene plynov medzi rastlinou a prostredím, ale je to zložitý dej, pri ktorom dochádza **k premene slnečnej energie na energiu chemických väzieb**, ktorá je uložená v glukóze.

V rámci realizácie aktivity zámerne nepoužívame pojmy organické a anorganické látky nakoľko tieto pojmy žiaci nepoznali z chémie. Namiesto nich odporúčame používať pojmy energeticky bohaté / energeticky chudobné látky alebo zložené / jednoduché látky. Z rovnakých dôvodov nepoužívame pojem ATP.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť pozorovať, tvoriť hypotézu, kontrolovať premenné a opisovať vzťahy medzi nimi, merať, usudzovať a tvoriť závery a zovšeobecnenia. Prostredníctvom identifikácie zmien v množstve vody v skúmavkách a na liste rastliny u žiakov rozvíjame spôsobilosť pozorovať, nakoľko žiaci musia identifikovať základné znaky, rozlišovať podstatné detaily od nepodstatných, porovnávať pozorované znaky s predchádzajúcim pozorovaním a všímať si časovú postupnosť javov. Riešením problému a formulovaním hypotézy u žiakov rozvíjame spôsobilosť formulovať hypotézy, teda odborné predpoklady, ktoré sa dajú overiť experimentom. Pri formulovaní hypotézy si žiaci musia uvedomiť premenné, teda všetky faktory, ktoré sa môžu počas prebiehajúceho výskumu zmeniť. Pri realizácii experimentu je dôležité nie len identifikovať premenné, ale aj tieto premenné kontrolovať. Upozornením na nezávislú, závislú a konštantnú premennú a ich kontrolou počas uskutočňovania experimentu rozvíjame u žiakov spôsobilosť kontrolovať premenné počas experimentu a opisovať vzťahy medzi nimi.

Porovnaním poklesu hladiny vody v skúmavke a spojením týchto výsledkov s intenzitou fotosyntézy využívame tzv. nepriame meranie, kedy vlastnosť, ktorá nás zaujíma, nie je meraná priamo, ale prostredníctvom vplyvu danej vlastnosti na inú premennú.

Na základe údajov získaných realizáciou dvoch experimentov žiaci formulujú závery, čím sa u nich rozvíja spôsobilosť usudzovať. Aby žiaci mohli vysvetliť, čo zistili pozorovaním, musia vedieť informácie zovšeobecniť. V konkrétnej aktivite žiaci využívajú induktívne usudzovanie, pri ktorom vychádzajú z konkrétnych záverov z pozorovania, na základe ktorých tvoria všeobecné závery.

Okrem uvedených spôsobilostí si žiaci rozvíjajú aj zručnosti spojené s činnosťou v biologickom laboratóriu, ktoré sú špecifické najmä v práci so živou hmotou. Realizáciou poslednej úlohy v pracovnom liste rozvíjame argumentačné schopnosti žiakov.

Použitá literatúra

- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. [AAAS]. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- BROWN, M. H., & SCHWARTZ, R. S. (2009). Connecting photosynthesis and cellular respiration: Preservice teachers' conceptions. In *Journal of Research in Science Teaching*, 46(7), 791.
- ČIPKOVÁ, E., GÁLOVÁ, T., UŠÁKOVÁ, K. (2006). *Praktické cvičenia v novej koncepcii vyučovania biológie*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave. 140 s. ISBN 80-223-2180-X.
- ČIPKOVÁ, E., KAROLČÍK, Š., VÖRÖSOVÁ, N. (2017). Korekcia miskonceptí žiakov o fotosyntéze a dýchaní rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania. In *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 26(3), 24-34.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- KESIDOU, S., ROSEMAN, J. E. (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061's curriculum review. In *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 522-549.
- STERN, L., ROSEMAN, J. E. (2004). Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? In *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538-568.
- ROSEMAN, J. E., STERN, L., KOPPAL, M. (2010). A method for analyzing the coherence of high school biology text books. In *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 47-70.
- RYOO, K., LINN, M. C. (2012). Can dynamic visualizations improve middle school students' understanding of energy in photosynthesis? In *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 218-243.

Zdroje obrázkov

DAŇKOVÁ, B. Písmenkové listy. [online]. [cit. 2017-6-3]. Dostupné z: <http://www.virtual-lab.sk/claroline196/claroline/document/document.php>

Aktivita VYTVORME SI MODEL DNA A EXTRAKCIA DNA Z DUŽINY BANÁNU a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (9.)

Genetická informácia sa prenáša z jednej generácie organizmov na ďalšiu.

Nosná myšlienka (9.3)

Genetická informácia v bunke, potrebná na „výrobu“ nových buniek sa realizuje na chemickej úrovni prostredníctvom DNA. Informácia sa odovzdáva z generácie na generáciu vo forme poradia nukleotidov, ktoré je „poskladané“ zo súčastí molekuly DNA.

Didaktická sekvencia

1. Jadro je základná bunková štruktúra všetkých organizmov, v ktorej je uložená genetická informácia, nevyhnutná pre život (opakovanie).
2. Rozmnožovaním organizmu nukleové kyseliny zabezpečia prenos znakov a vlastností z rodičov na potomkov. *Nukleové kyseliny sú nositeľmi genetickej informácie.*
3. *Genetická informácia v bunke, potrebná na „výrobu“ nových buniek sa realizuje na chemickej úrovni prostredníctvom DNA. Na základe empirickej skúsenosti odvodenie pojmu genetická informácia.*
4. *Informácia sa odovzdáva z generácie na generáciu vo forme kódu, ktorý je „poskladaný“ z častí molekuly DNA.*
5. Usporiadanie chemických látok medzi špirálami DNA sa mení podľa obsahu príkazov, ktoré kódujú. Zavedenie pojmu „kód“ resp. „genetický kód“. Analógia (Morseova abeceda). Hra s kombináciou písmen abecedy za účelom vytvorenia čo najviac slov rôznych významov.
6. Nukleové kyseliny zohrávajú dôležitú úlohu aj v tvorbe bielkovín – preto ich považujeme za hmotný základ dedičnosti.
7. Žiakom sprístupníme schému kríženia.
8. Riešenie jednoduchých príkladov z genetiky (prenos určitého znaku alebo vlastnosti z generácie rodičov na generáciu potomkov).
9. Demonštrovanie genetického využitia digitálnej simulácie

Žiaci z predchádzajúcich poznatkov už vedia, že bunka (telová) s určitým počtom chromozómov sa rozdelí na 2 dcérske bunky (telové), ktoré majú rovnaký počet chromozómov ako pôvodná deliaca sa materská bunka. Rovnako vedia, že výsledkom vzniku pohlavných buniek sú 4 bunky s polovičným počtom chromozómov a polovičným množstvom DNA. Na základe realizovanej aktivity (úloha 1) si dokážu predstaviť, čo je genetická informácia a zistia, že delením bunky sa genetická informácia dostáva z materskej bunky do dvoch dcérskych buniek. Pred každým delením materskej bunky sa musí DNA a jej genetická informácia zdvojiť (vytvorí si kópiu). Počas delenia bunky novovzniknuté molekuly DNA prechádzajú do dcérskych buniek. V mnohobunkových organizmoch sa takto zabezpečí prenos kompletného súboru genetických informácií (génov) do všetkých buniek organizmu. Žiakov upozorníme na to, že ak by pri vzniku pohlavných buniek nenastala redukcia chromozómov, telové bunky nového jedinca by mali dvojnásobný počet chromozómov (jeho genetický obsah by sa zdvojnásobil, telové bunky by obsahovali štyri chromozómové sady namiesto dvoch).

V súčasnom obsahu biológie na základnej škole je nosná myšlienka prezentovaná prostredníctvom dvoch tém – „Dedičnosť a jej podstata“ a „Prenos genetických informácií. V téme „Dedičnosť a jej podstata“ sú žiakom sprístupňované pojmy – dedičnosť, premenlivosť, genetická informácia, genetika, znaky a vlastnosti, prenos genetickej informácie z rodičov na potomkov, gén, chromozóm a jeho stavba, nukleová kyselina (DNA, RNA). V téme „Prenos genetických informácií“ sú žiakom sprístupňované pojmy – telové bunky, kópie DNA, pohlavné bunky, počet chromozómov v materskej a dcérskej bunke, alela (dominantná, recesívna).

Prezentovaná aktivita v podobe dvoch úloh (1. *Vytvorme si DNA*; 2. *Extrakcia DNA z dužiny banánu*) spadá do 2. – 4. kroku didaktickej sekvencie. Cieľom aktivity je prostredníctvom zhotovenia vlastného

modelu DNA (úsek dvojzávitnicovej DNA) porozumieť, ako sa genetická informácia odovzdáva z generácie na generáciu (úloha 1). Predpokladáme, že je to zároveň prvá skúsenosť žiakov s identifikáciou DNA v laboratórnych podmienkach (úloha 2). Na základe empirickej skúsenosti si žiaci odvodí pojem genetická informácia.

Aktivita podporuje viaceré spôsobilosti vedeckej práce, taktiež zručnosti, ktoré súvisia so špecifickými činnosťami nielen v biologickom ale aj chemickom laboratóriu, ako je napr. príprava biologického materiálu na pozorovanie a experimentovanie (spracovanie dužiny banánu pre proces filtrácie), zostavenie aparatury na filtráciu, ďalšie spracovanie získaného filtrátu). V neposlednom rade ide aj o získanie zručnosti s modelovaním genetického materiálu – DNA (rozvíjanie žiackej predstavivosti). Aktivita podporuje aj medzipredmetové vzťahy (s chémiou).

MODELOVANIE ÚSEKU DNA A EXTRAKCIA DNA Z BUNIEK BANÁNU (pracovný list pre žiaka)

Príprava

Základnou stavebnou jednotkou DNA je **nukleotid**, ktorý obsahuje: a) dusíkatú organickú bázu, b) cukor, c) kyselinu fosforečnú. V DNA rozlišujeme 4 typy dusíkatých báz: C (cytozín), G (guanín), A (adenín), T (tymín). Dusíkaté bázy sú medzi sebou spojené chemickou väzbou a párujú sa podľa pravidla (cytozín s guanínom, adenín s tymínom).

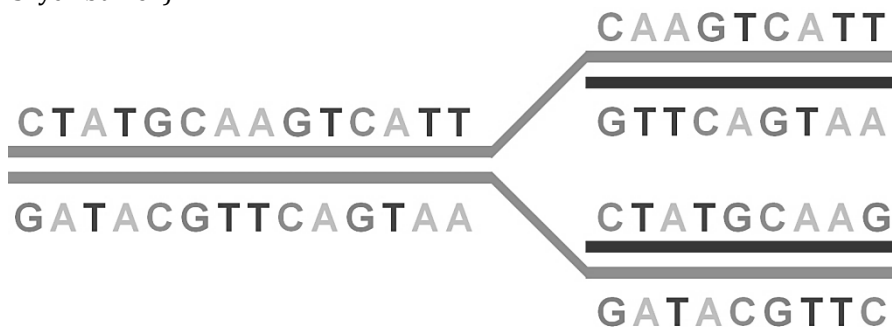
Problém

Úloha 1 – Modelovanie úseku DNA

Zahraj sa na výskumníkov Watsona a Cricka a vytvor model DNA v zjednodušenej podobe.

Na základe svojich doterajších poznatkov o DNA vytvor model DNA (pospájaj úseky DNA vytvorené spolužiakmi v skupine) a na vytvorenom modeli ukáž úsek DNA, ktorý predstavuje genetickú informáciu pre určitý konkrétny znak (napr. tvar nosa).

Z vytvoreného modelu DNA prostredníctvom simulácie znázorni prenos genetickej informácie z materskej bunky do dcérskych buniek (zdvojenie DNA a genetickej informácie, ktorá sa dostáva pri delení materskej bunky do dcérskych buniek).



Obr. 1 Zdvojenie DNA a genetickej informácie, ktorá sa dostáva pri delení materskej bunky do dcérskych buniek

Materiál a pomôcky

gumové cukríky rôznych farieb (4 farby), cukrovinky „pelendrekové paličky“ rôznych farieb (3 farby), drevené špáradlá, filtračný papier, podnosy (Obr. 2)



Obr. 2 Pomôcky k úlohe 1

Postup

1. Vytvorte úsek DNA z pomôcok na to určených (každý žiak v skupine samostatne). Vlákna DNA predstavujú pelendrekové paličky a cukríky 4 farieb predstavujú dusíkaté bázy (každému typu dusíkatej bázy priradíme jednu farbu cukríkov; napr. cytozín – biele cukríky, guanín – žlté, adenín – tmavomodré, tymín – fialové cukríky). Každý žiak v skupine dostane inú farbu časti vlákna DNA (pelendrekové paličky). Drevené špáradlá predstavujú chemickú väzbu.
2. Vytvorte model DNA tak, že pospájate všetky tri úseky DNA vytvorené žiakmi v skupine.
3. Na vytvorenom modeli identifikujte (ukážte) genetickú informáciu pre určitý konkrétny znak, napr. tvar nosa.
4. Simuláciou v skupine znázorníte prenos genetickej informácie z materskej bunky do dcérskych buniek.
5. Vytvorený model DNA v skupine a simuláciu prenosu genetickej informácie z generácie na generáciu (prostredníctvom zdvojenia DNA) zdokumentujte zhotovením fotografií (mobil, fotoaparát) a kresby (použite farebné ceruzky).

Úloha 2 – Extrakcia DNA z dužiny banánu

Za predpokladu, že dodržíš presnú postupnosť krokov extrakcie DNA z buniek dužiny banánu, pozoruj v skúmavke zmeny a pokús sa identifikovať vyextrahovanú DNA. Po realizácii školského pokusu a následnom pozorovaní zmien, ktoré nastanú v skúmavke si premysli odpovede na otázky uvedené v pracovnom liste a sformuluj závery z experimentovania a pozorovania. Správne vyriešené úlohy pracovného listu sú zároveň zhrnutím praktickej aktivity.

Materiál a pomôcky

banán, mikroténové vrečko, filtračný papier, kadičky, skúmavky, lieviky, teplomer, aparátúra na filtráciu (stojan, lapák, kadička, lievik)

Chemikálie

kuchynská soľ (NaCl), destilovaná voda, brezový šampón, denaturovaný lieh

Postup

1. Banán vlož do mikroténového vrečka a prstami rozpuč na kašovitú hmotu.
2. Do kadičky prilej 30 ml destilovanej vody, lyžičku soli a cca 5 ml šampónu.
3. Kadičku s roztokom ponor na 15 minút do vodného kúpeľa, o teplote približne 60 °C.
4. Ohriaty roztok vylej do mikroténového vrečka s banánom a jemne premiešaj.
5. Vzniknutú zmes prefiltruj cez filtračný papier do kadičky.
6. Nalej do skúmavky 5 ml filtrovaného roztoku.
7. Do skúmavky veľmi pomaly nalej 5 ml liehu podchladeného na približne 0°C.
8. Pozoruj bielu vláknitú zrazeninu – DNA.

Zhrnutie

1. Na dnešnom praktickom cvičení sme sa pokúsili zostaviť model DNA a zároveň sme DNA extrahovali z buniek banánu.
 - a) Navrhni, z akého iného (alternatívneho) materiálu by sme si mohli vytvoriť model DNA?

b) Navrhni alternatívny materiál, z ktorého by sme mohli extrahovať DNA? Svoj výber zdôvodni.
alternatívny materiál: _____

zdôvodnenie výberu: _____

c) Opíš, ako by si navrhnutý alternatívny materiál na extrakciu DNA spracoval, t. j. ako by si z neho pripravil filtrát:

2. Zdôvodnite, prečo sme roztok zohriali na 60 °C (krok 3)?

3. Prečo sme pri zahrievaní nepoužili vyššiu teplotu ako 60 °C?

4. Koľko vrstiev sme pozorovali v skúmavke po kroku 7?

5. Čo obsahovali jednotlivé vrstvy vytvorené v skúmavke?

6. Ktoré úkony počas experimentovania narušili bunky?

a) mechanicky: _____

b) chemicky: _____

7. Prečo sme po filtrovaní v kvapaline nevideli molekuly DNA?

8. Porozmýšľajte, prečo sme v postupe použili mydlový slaný roztok?

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

VYTVORME SI MODEL DNA

A EXTRAKCIA DNA Z DUŽINY BANÁNU

Kontext

Žiaci na úrovni základnej školy sa začnú oboznamovať (v zjednodušenej podobe) so štruktúrou DNA takým spôsobom, aby na základe vlastnej skúsenosti, t. j. vytvorením si vlastného modelu DNA, si dokázali predstaviť jej priestorové usporiadanie. V prvej časti aktivity (úloha 1) prichádza k zisteniu, že druhé vlákno DNA musí byť komplementárne s prvým vláknom a že dusíkaté bázy sa párujú podľa určitých pravidiel (sú spojené chemickou väzbou), na základe ktorých si žiak môže vyskladať model úseku DNA. Táto aktivita je založená na predstavivosti žiaka. Prostredníctvom farebného spracovania modelu si žiak uvedomí, že gén je určitým úsekom molekuly DNA, uvedomí si jej štruktúru, osvojí si nové pojmy (adenín, guanín, cytozín, tymín a ich párovanie) a zavedie sa pojem genetická informácia. Prostredníctvom ďalšieho modelovania žiak dokáže pochopiť, že počas delenia bunkového jadra sa nukleová kyselina DNA v chromozómoch zdvojuje – vytvárajú sa dve rovnaké kópie pôvodnej dvojzávitnice. Vytváranie kópií – zdvojovanie DNA – možno prirovnať k postupne sa roztvárajúcemu zipsu, kde sa k obom vláknám roztvorenej dvojzávitnice pripájajú z prostredia jadra chýbajúce časti, ktoré sa hodia stavbou, a tak sa vytvorí dve nové dvojzávitnice DNA (Obr. 3). Modelovaním žiaci pochopia podstatu prenosu genetickej informácie z materskej bunky do dcérskych buniek. Pochopia, že zdvojovaním DNA sa vytvárajú dve nové molekuly DNA (na základe komplementarity A=T, G=C) a ich prostredníctvom sa prenáša genetická informácia do nových buniek (úloha 1). Žiaci sa tak prirodzene, hravou formou zoznamujú s metódami vedeckej práce, rozvíjajú si zručnosti a vytvárajú si reálny obraz molekuly DNA, čo eliminuje vznik miskoncepcií. Zámerom je, aby pojem „DNA“ nebol pre žiakov len abstraktným pojmom v učebniciach, ale aby pochopili, že DNA je reálnou súčasťou chromozómov v jadrách buniek, ktorú môžeme pomerne jednoduchým experimentom demonštrovať v školských podmienkach (úloha 2) a tým u žiakov prirodzene rozvíjať základné spôsobilosti vedeckej práce a uspokojiť túžbu po poznaní. Žiaci sa sami presvedčia, že pozorovanie molekuly DNA bude efektívnejšie vtedy, keď budú precízne dodržiavať postup pri experimentovaní (úloha 2).

Ciele

- Žiak má zistiť pomocou modelovania 3D štruktúru molekuly DNA.
- Žiak má navrhnúť alternatívne pomôcky a materiál na vytvorenie vlastného modelu DNA.
- Žiak má ukázať na vytvorenej pomôčke, kde sa nachádza fiktívny „gén“.
- Žiak má aplikovať prostredníctvom vytvoreného modelu postup, ako sa prenáša genetická informácia (na úrovni zdvojovania (replikácie) DNA) z materskej bunky do novovznikajúcich dcérskych buniek.
- Žiak má pripraviť aparáturu na filtráciu.
- Žiak má pripraviť filtrát z buniek dužiny banánu.
- Žiak má zdôvodniť, prečo sme roztok zohriali na 60° C (krok 3 pracovného postupu).
- Žiak má zistiť koľko vrstiev vznikne v skúmavke po kroku 7 v pracovnom postupe.
- Žiak má pozorovať bielu vláknitú zrazeninu – DNA.
- Žiak má zistiť a zdôvodniť, v ktorej vrstve v skúmavke sa nachádza DNA.
- Žiak má porovnať výsledky pozorovania DNA v jednotlivých pracovných skupinách.
- Žiak má vytvoriť fotodokumentáciu (fotoaparátom, mobilom) a schematickú kresbu (farebnú).
- Žiak má formulovať závery z experimentovania a pozorovania.

Prerekvizity

Žiakom sú známe pojmy genetika, dedičnosť a premenlivosť organizmov, jadro a jeho funkcie, štruktúra chromozómu, štruktúra DNA, gén. Realizáciou aktivity si žiaci uvedené pojmy upevňujú a zároveň si osvojujú nové pojmy – dusíkaté bázy (adenín = A, guanín = G, cytozín = C, tymín = T), genetická informácia.

Miskonceptie

- DNA sa nachádza v celom tele, je stočená a vyzerá ako rebrík.
- DNA je šéfom všetkého, je hlboko v tele.
- DNA je to, čo nás robí živými.
- Žiaci majú mylnú predstavu, že muži „odovzdávajú“ viac genetickej informácie budúcemu dieťaťu ako ženy – matky.
- Pohlavné bunky obsahujú viac genetickej informácie ako bunky telové.
- Genetická informácia (GI) sa medzi bunkami aj generáciami navzájom vymieňajú.
- Jeden gén kóduje väčšinu znakov.
- Gény sú jedinými determinantmi vlastností.

Žiadne z detí nedalo do súvislosti pojmy bielkovina a DNA. Miskonceptie ohľadom genetického kódu u žiakov ZŠ nemáme zmapované (nakolko tento pojem nie je v súčasnosti obsahom učiva ZŠ).

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (45 minút, úloha 1) + 2 vyučovacie hodiny (90 minút, úloha 2). Spolu: 3 vyučovacie hodiny (135 minút). Úlohy sa môžu realizovať aj samostatne (úloha 1 – jedna vyučovacia hodina, úloha 2 – dve vyučovacie hodiny).

Organizácia triedy

3-členné skupiny

Materiál a pomôcky

gumové cukríky rôznych farieb (4 farby), cukrovinky „pelendrekové paličky“ rôznych farieb (3 farby), drevené špáradlá, filtračný papier, podnosy (úloha 1).

banán, mikroténové vrečko, filtračný papier, kadičky, skúmavky, lieviky, teplomer, aparátúra na filtráciu (stojan, lapák, kadička, lievik) – (úloha 2).

Chemikálie

kuchynská soľ (NaCl), destilovaná voda, brezový šampón, denaturovaný lieh (úloha 2).

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Pri tvorbe modelu DNA pracujeme s cukrovinkami, ktoré sú jej stavebným materiálom. Nakolko žiaci po praktickom cvičení môžu „stavebné prvky“ konzumovať, pri práci s nimi pracujeme obzvlášť opatrne a dbáme vo zvýšenej miere na hygienické zásady. Žiaci si na začiatku praktického cvičenia dôkladne umyjú ruky mydlom.
- Pri spájaní úsekov (vytvorených tromi žiakmi v skupine) do jedného väčšieho úseku DNA pracujeme opatrne a dôkladne (spájanie drevenými špáradlami), aby sa nám „model“ pri pravotočivom stáčaní nerozpadol.
- So zachladeným liehom (približne na 0 °C) narába z bezpečnostných dôvodov učiteľ, žiakom preleje do kadičky potrebné množstvo zachladeného liehu bezprostredne predtým, ako s ním žiaci budú pracovať.
- Žiakov upozorníme na správne zostavenie si filtračnej aparátúry – učiteľ skontroluje v každej skupine osobitne.
- Pri namiešaní vody o teplote cca 60 °C opäť z bezpečnostných dôvodov vstupuje učiteľ, ktorý do kadičky so studenou vodou prilieva horúcu vodu zohriatu na elektrickej kanvici. Žiaci si odmerajú teplomerom teplotu vody, podľa potreby dolejú studenú, prípadne ohlásia učiteľovi, ktorý im prilieje vodu horúcu.
- S teplomerom pracujú žiaci so zvýšenou opatrnosťou.
- Aby mal učiteľ všetko pod kontrolou, skupiny pracujú naraz, po každom kroku postupu si učiteľ skontroluje, či každá skupina tento krok zrealizovala.
- Nakolko je pri práci v laboratóriu (kde bol počet žiakov 22) trochu hlučnejšie, učiteľ sa so žiakmi vopred dohodne na pravidlách komunikácie.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Počas delenia bunkového jadra sa DNA v chromozóme zdvojuje – vytvárajú sa dve rovnaké kópie pôvodnej dvojzávitnice. Vytváranie kópií, t. j. zdvojovanie DNA môžeme prirovnať k postupne sa roztvárajúcemu zipsu. K obom vláknam roztvorenej dvojzávitnice sa z prostredia jadra pripájajú chýbajúce časti, ktoré sa hodia stavbou. Dusíkaté bázy sa spájajú chemickou väzbou (párujú sa) na základe pravidla komplementarity (cytozín s guanínom, adenín s tymínom). Tak sa vytvorí dve nové dvojzávitnice DNA. Zdvojovaním DNA (replikácia) sa vytvárajú dve nové molekuly DNA. Takto sa prenáša genetická informácia do nových buniek.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>1. vyučovacia hodina: Na začiatku vyučovacej hodiny učiteľ zisťuje spätnú väzbu formou kontrolných otázok a obrázkov – čo žiaci vedia z predchádzajúcich hodín. Upevňujú si pojmy – dedičnosť a premenlivosť organizmov, jadro a jeho funkcie, štruktúra chromozómu, štruktúra DNA.</p> <p>Učiteľ žiakom sprístupní nové pojmy – uvedie, že V DNA rozlišujeme 4 typy dusíkatých báz: C (cytozín), G (guanín), A (adenín), T (tymín), ktoré sú medzi sebou spojené chemickou väzbou a párujú sa podľa pravidla (cytozín s guanínom, adenín s tymínom).</p> <p>Motivačné otázky, ktoré kladie učiteľ vedú k tomu, aby sa žiaci cítili „v koži“ výskumníkov, konkrétne objaviteľov DNA.</p> <p>Následne sa žiaci oboznámia s problémom, ktorý majú skúmať a ktorý pozostáva z dvoch úloh – modelovanie DNA a extrakcia DNA z buniek banánu. Žiaci pristúpia k riešeniu prvej úlohy (modelovanie DNA). Prečítajú si postup a vyberú potrebné pomôcky k modelovaniu. Skôr ako začnú vlastné modelovanie, musia si overiť, či majú k dispozícii všetky potrebné „stavebné častice“ v podobe materiálu (cukrovíniok).</p> <p>Učiteľ riadi voľný pracovný rozhovor, ktorý žiakov nabáda k správne párovaniu dusíkatých báz podľa pravidiel komplementarity. Napokon vytvorené úseky DNA žiakmi v skupine sa spoja do väčšieho úseku DNA drevenými špáradlami.</p> <p>V ďalšom kroku učiteľ nabáda k simulácii prenosu genetickej informácie z materskej bunky do dcérskych buniek, kde žiaci vytvorenú DNA „rozpletú“, vzniknú dve vlákna a ku každému vláknú doplnia na základe komplementarity dusíkatých báz druhé vlákno DNA – pozri Obr. 5.</p>	<p>Učiteľ organizuje činnosti žiakov tak, aby mali možnosť overiť si doposiaľ získané vedomosti, týkajúce sa dedičnosti a premenlivosti organizmov, jadra a jeho funkcií, štruktúry chromozómu a štruktúry DNA. Optimálne je využiť napr. obrázky a animácie na DVO Planéta vedomostí, alebo učiteľom pripravené úlohy na precvičovanie (prostredníctvom power-pointovej prezentácie).</p> <p>Bezprostredne po sprístupnení nových pojmov (C, G, A, T) si učiteľ overí prostredníctvom krátko cvičenia, či žiaci pochopili spôsob párovania dusíkatých báz na základe ich komplementarity, čo je podmienkou k úspešnému zostrojeniu modelu (Obr. 4).</p> <p>Žiaci pracujú v skupine (po troch). Vlákna DNA predstavujú pelendrekové paličky a cukríky 4 farieb predstavujú dusíkaté bázy (každému typu dusíkatéj bázy priradíme jednu farbu cukríkov; napr. cytozín – biele cukríky, guanín – žlté, adenín – tmavomodré, tymín – fialové cukríky). Každý žiak v skupine dostane inú farbu časti vlákna DNA (pelendrekové paličky). Drevené špáradlá predstavujú chemickú väzbu.</p> <p>Učiteľ upozorňuje na prísne dodržiavanie hygienických pravidiel pri tvorbe modelu DNA z cukrovíniok. Tesne pred prácou si žiaci dôkladne umyjú ruky mydlom.</p> <p>S materiálom sa pracuje príjemne a ľahko, nakoľko je dostatočne mäkký. Žiaci rozmyšľajú nad alternatívnou materiálom.</p> <p>Žiaci pozorne spájajú drevenými špáradlami „dusíkaté bázy“ aj úseky DNA, dávajú pozor, aby sa špicatými časťami špáradiel neporanili. Každý, čo len malý úraz hlásia učiteľovi!</p> <p>Tu je dôležité, aby žiaci poskladaný úsek DNA (ktorý je spojený troma menšími úsekmi) opatrne „rozpletli“ na dve vlákna tak, aby sa model veľmi nerozpadol a aby bolo možné domodelovať prislúchajúce druhé komplementárne vlákna k vláknam</p>

<p>2. a 3. vyučovacia hodina: Úloha 2 – extrakcia DNA z dužiny banánu. Na začiatku hodiny učiteľ riadi diskusiu zameranú na vedomosti, ktoré žiaci už o DNA majú. Postupne zadáva motivačné otázky, súvisiace s následne realizovaným školským pokusom. Diskusia vedie aj k identifikácii žiackych prekonceptov a miskonceptov. Potom si žiaci čítajú pracovný list, kde majú uvedený postup, materiál, pomôcky a chemikálie. Učiteľ žiakov upozorní na dôležitosť presného dodržania postupu krokov počas experimentovania, inak by žiaci nemuseli dospieť k očakávanému výsledku.</p> <p>Žiaci v skupine, dodržiavajú presný postup:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pripraví aparáturu na filtráciu, - pripraví filtrát z dužiny banánu, ktorý vo pred mechanicky rozdrví, - pripraví detergent, - pripraví vodný kúpeľ 60 °C, - filtrujú, - pozorujú bielu vláknitú zrazeninu – DNA, - vytvoria fotodokumentáciu (fotoaparátom, mobilom) a schematickú kresbu. <p>Túto časť aktivity žiaci ukončia nákrešom pozorovanej DNA, ktorý si porovnajú s fotografiami vyrobenými svojimi mobilnými telefónmi.</p> <p>Potom žiaci riešia úlohy v pracovnom liste, ktoré súvisia s priebehom školského pokusu. Zamýšľajú sa ako vedci – skôr ako napíšu svoju odpoveď, poradia sa s členmi svojej pracovnej skupiny. Po krátkej skupinovej diskusii si žiaci zapíšu svoje odpovede do pracovných listov.</p>	<p>„rozpletenej“ pôvodnej DNA. Pri práci sa vyžaduje presnosť. Vytvorenie modelu DNA nie je časovo náročné. Vytvorenie si vlastného modelu u žiakov vyvoláva záujem už tým, že bezprostredný kontakt s touto pomôckou je neporovnateľný s akýmkoľvek sprostredkovaným názorom alebo vizualizáciou. Prostredníctvom modelu DNA učiteľ zavedie pojem genetická informácia. Zároveň si žiaci prostredníctvom modelu a jeho vizualizácie upevňujú pojem gén. Riešením tejto časti aktivity si žiaci uvedomia priestorové usporiadanie DNA.</p> <p>Učiteľ upozorní na pravotočivosť molekuly DNA, čo žiaci aj znázornia na vytvorenom modeli (Obr. 3).</p> <p>V úlohe 2 je potrebné žiakov upozorniť na presnú postupnosť krokov pri extrakcii DNA. Žiaci si zostavia filtračnú aparáturu (posilnenie medzipredmetových vzťahov s chémiou). Namiesto banánu sa môže použiť napr. paradajka. Učiteľ vysvetlí, že namiesto destilovanej vody sa môže použiť aj obyčajná voda z vodovodu, ale len v prípade, ak nie je veľmi tvrdá. Všetky skupiny pracujú po jednotlivých krokoch na pokyn učiteľa. Ak pri konkrétnom kroku niektorá zo skupín mešká, čaká sa na ňu. Ďalší krok postupu začínajú všetky skupiny naraz. Žiaci si pripraví filtračný papier, ktorý vložia do lievika. Aby filtračný papier dobre „sedel“, môže sa kvapkami vody navlhčiť, aby prilnul k stene lievika. Žiaci mechanicky rozdrví banán umiestnený v mikroténovom vrecku prstami. Pripraví si roztok (krok 2).</p> <p>Učiteľ pripraví vriacu vodu v rýchlovarnej kanvici. Žiaci si do malej kadičky naberú trochu studenej vody a učiteľ (z bezpečnostných dôvodov) prilieva vriacu vodu sám do pripravených kadičiek so studenou vodou. Žiaci použijú teplomer na odmeranie teploty vody, ak je chladnejšia než 60 °C, učiteľ prilieje horúcu vodu, ak je teplota vyššia, žiaci dolejú studenú vodu. Teploty sa takýmto spôsobom vyrovnávajú, pokiaľ nedosiahneme stanovenú teplotu vody v kadičke, a to 60 °C.</p> <p>Pri príprave filtrátu dávame pozor, aby sme miešaním zmesi sklenenou tyčinkou nepoškodili filtračný papier (znehodnotil by sa nám filtrát). Filtrácia prebieha pomaly, žiaci potrebujú pri práci značnú dávku trpezlivosti.</p> <p>Počas čakania pri rôznych krokoch postupu si žiaci upratujú pracovné miesto, nepotrebné pomôcky umyjú a odložia. Zároveň učiteľ motivačným rozhovorom pripravuje žiakov na ďalší krok postupu.</p> <p>S podchladeným liehom pracuje učiteľ (lieh je podchladený na cca 0 °C, potrebné množstvo odleje v každej skupine do kadičky. Žiaci do skúmavky ktorá je pod správnym sklonom prilievajú lieh veľmi pomaly, nechajú ho stekať po stenách skúmavky. Filtrát a lieh je v pomere 1:1. Skúmavky žiaci vložia do stojana (Obr. 5).</p>
---	--

Na záver vyučovacej hodiny učiteľ opäť využije riadenú diskusiu – žiaci sa zamýšľajú nad správnosťou odpovedí na položky pracovného listu. Učiteľ pri nesprávnych žiackych odpovediach pomocnými otázkami nabáda k správne riešeniu úloh. Správne odpovede si žiaci jasne vyznačia do svojich zošitov, prípadne v pracovných listoch si svoje nesprávne odpovede opravujú.

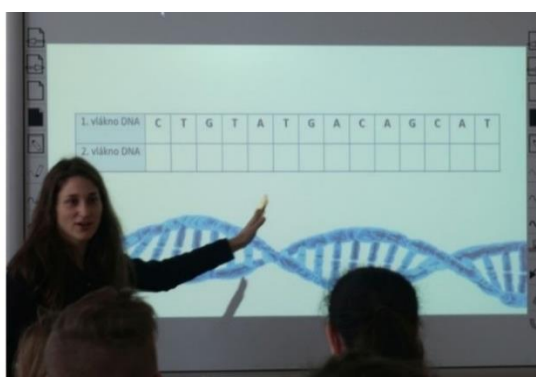
Položky pracovného listu žiaci riešili bezprostredne po realizácii aktivity

Žiaci experimentovaním a pozorovaním zistia: na vytvorenie modelu DNA je potrebný farebne odlišný a tvarovateľný materiál, na úspešné získanie výsledku pri experimentovaní je potrebné presne dodržiavať postup práce (nie každá skupina mala uspokojivý výsledok, niektorí nedodržiavali napr. čas v úlohe 2 (krok 3), na získanie filtrátu musia banán dôkladne mechanicky rozdrviť, aby mohli zistiť prítomnosť DNA, musia byť trpezliví, nechať skúmavky v stojane a počkať, kým DNA „vycestuje“ do vrstvy, v ktorej je viditeľná, šampón použili ako detergent, ktorý v bunke ničí bunkovú stenu, cytoplazmatickú membránu a jadrovú membránu a tak sa môže uvoľniť DNA, DNA je dobre rozpustná vo vode, v podchladenom liehu (pri nižšej teplote) sa nerozpúšťa, prečo roztok zohriali na 60 °C, koľko vrstiev pozorovali v skúmavke po kroku 7, čo obsahujú jednotlivé vrstvy vytvorené v skúmavke, že, kvalita výsledku závisí od presnosti práce, teda dodržiavaním pracovného postupu.

Učiteľ upozorní na správne zakresľovanie biologických objektov, žiakov nabáda kresliť schematicky a pri opise obrázkov použiť odbornú terminológiu.

Na prvú časť aktivity (úloha 1) je nutné si vyhradiť 1 vyučovaciu hodinu, na druhú časť aktivity (úloha 2) dve vyučovacie hodiny. Efektívne je, ak sa celá aktivita zrealizuje v 3-hodinovom vyučovacom bloku.

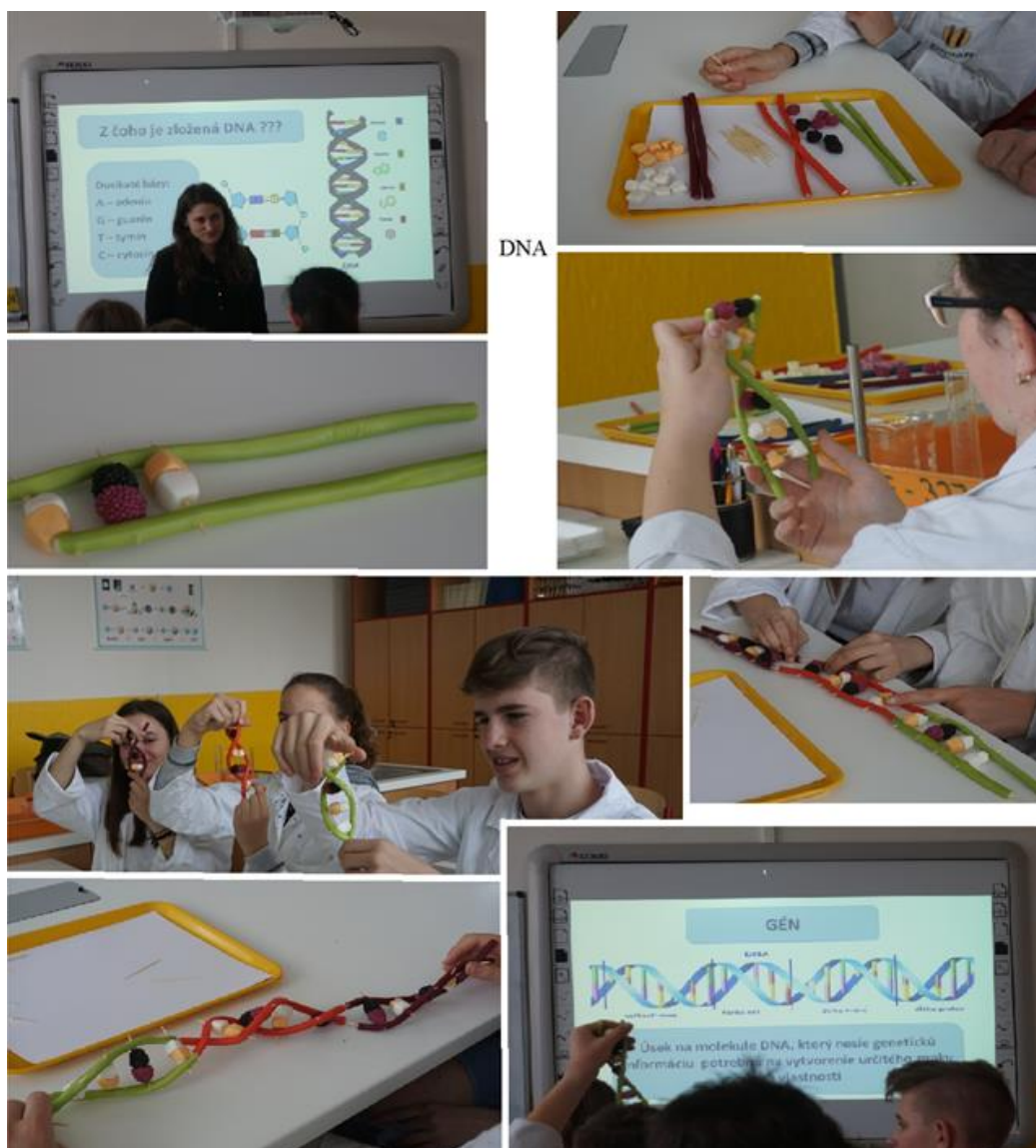
Otázky, uvedené v časti Zhrnutie, žiaci zodpovedajú formou odpovedí na položky pracovného listu alebo ich zodpovedajú počas učiteľom riadenej diskusie. Svoje odpovede na otázky v pracovnom liste si žiaci prediskutujú s učiteľom.



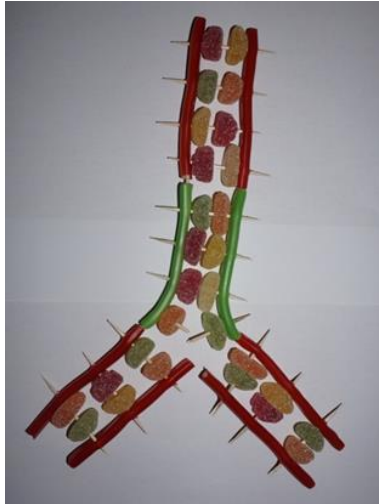
Obr. 1 Priebeh úvodnej časti hodiny



Obr. 2 Pomôcky k úlohe 1



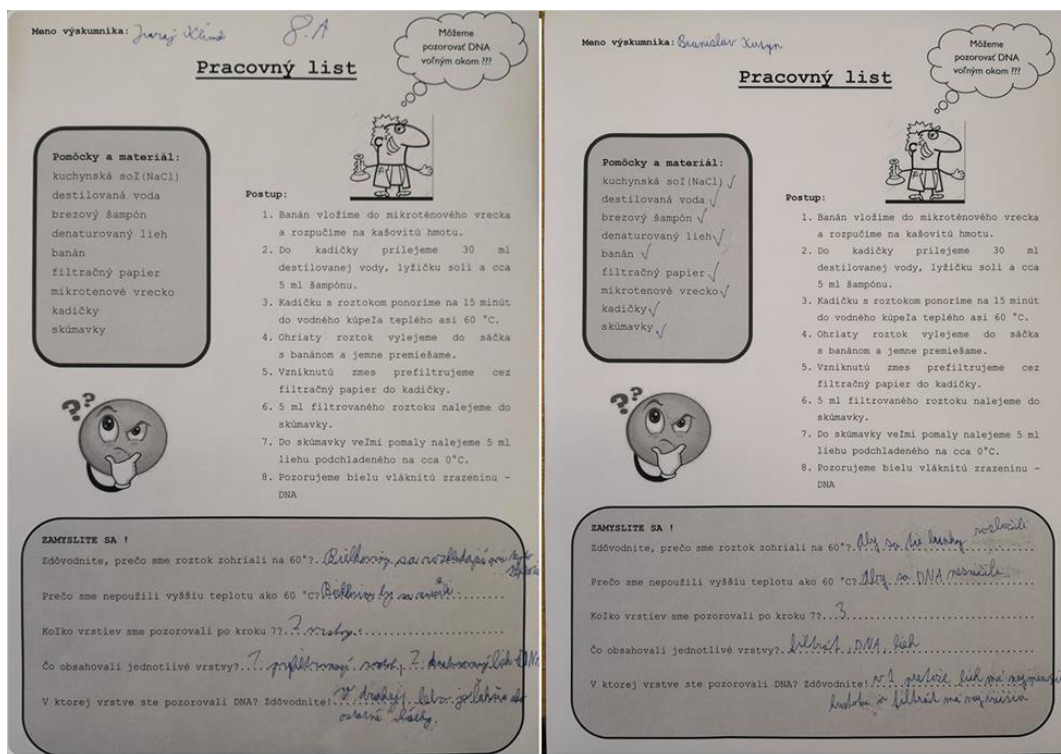
Obr. 3 Fotografie z realizácie aktivity (úloha 1)



Obr. 4 Simulácia prenosu genetickej informácie z materskej bunky do dcérskych buniek prostredníctvom replikácie DNA (úloha 1)



Obr. 5 Fotografie z realizácie aktivity (úloha 2)



Obr. 6 Ukážka riešených pracovných listov (úloha 2), zdroj: žiaci 8.A triedy

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je zistiť stavbu (štruktúru) molekuly DNA pomocou vlastnými rukami vytvoreného modelu DNA. Prostredníctvom praktických činností – „Vytvoríme si model DNA“ (úloha 1) a „Extrahcia DNA z dužiny banánu“ (úloha 2), žiaci vyvodlia závery. Tieto závery sú formulované na základe učiteľom riadenej diskusie a taktiež formou riešenia úloh položiek pracovného listu. Žiaci zistia, že každý gén kóduje určitý konkrétny znak (napr. tvar nosa, farba pokožky a pod.), že genetická informácia sa medzi bunkami aj generáciami nevymieňa, ale prechádza v tej istej podobe z materskej bunky do dcérskych buniek. Dôležitým záverom z pozorovania DNA (úloha 2) je spresnenie predstáv o nukleovej kyseline DNA. Žiaci zistia, že DNA je za určitých podmienok viditeľná aj voľným okom. Dôležitým momentom je zavedenie pojmov – názvy dusíkatých báz a genetická informácia. Taktiež žiaci získajú predstavu o priestorovom usporiadaní molekuly DNA (úloha 1). Prostredníctvom úloh a riadenej diskusie na začiatku hodiny si žiaci potvrdia, že DNA sa vyskytuje v jadre bunky, čo dokážu aj experimentovaním (úloha 2), kde DNA získajú postupnými krokmi z rozmiaždených buniek dužiny banánu. Žiacke zistenia realizovaním aktivity tak vyvrátia niektoré miskoncepce (popísané vyššie). Na základe vlastnej skúsenosti si žiaci ľahšie budujú predstavu o molekule DNA, o jej štruktúre a o prenose genetickej informácie z materskej bunky do dcérskych buniek.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite, ktorá pozostáva z dvoch úloh rozvíja spôsobilosť **pozorovať**, **formulovať závery** a **zovšeobecňovať**, **merať** a **experimentovať**. Žiaci sa presvedčia, že úspech v pozorovaní biologických objektov (DNA), získaných experimentovaním (úloha 2) závisí od dodržania presného postupu krokov. Predpokladom pozorovania je získanie základných zručností ako sústrediť sa na objekt, rozoznávať detaily a analyzovať ich, pozorované skutočnosti zakresliť, vyfotografovať. Žiak sa pri pozorovaní snaží o vlastnú formuláciu zistení – snaha identifikovať DNA v skúmavke, zisťuje, v ktorej vrstve sa nachádza a pokúša sa o zdôvodnenie jeho výsledkov pozorovania. Medzi základné zručnosti žiaka, ktoré sú predpokladom spôsobilosti *merať* (meranie teploty vody s cieľovou teplotou cca 60 °C) je zvoliť si adekvátny merací nástroj (teplomér), ovládať princípy merania (správny postup pri meraní teploty vody), ovládať jednotky a urobiť odhad merania (zmiešaním studenej a horúcej vody). Je zrejmé, že ide o intelektuálne zručnosti a tie sa dajú rovnako dobre trénovať ako manuálne zručnosti (čím častejšie ich žiak používa, tým je zručnejší). Čo sa týka spôsobilosti *experimentovať*, žiaci zostroja aparaturu na filtráciu a formulujú

predpoklad, kde sa v skúmavke (v ktorej vrstve) vyextrahuje DNA (úloha 2). V úlohe 1 žiaci navrhnu alternatívne pomôcky, z ktorých sa dá zostaviť model DNA. Ďalej pod vedením učiteľa rozvíjame u žiakov spôsobilosť *formulovať závery a zovšeobecnenia*. Tieto formulujeme na základe učiteľom riadenej diskusie a pomocou úloh pracovného listu.

Poznámka: Pani učiteľka Zörkoczyová (ZŠ Ostredkova, Bratislava Ružinov) má od rodičov podpísaný súhlas s uverejnením fotografií na webovú stránku školy.

Použitá literatúra

- ĎUNDOVÁ, K. (2014). Nové prístupy k hodnoteniu vedomostí z genetiky - základné genetické pojmy. *Diplomová práca*. Školiteľ: E. Gálová, Bratislava: Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2014. 82 s.
- 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>.
- 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>
- HELD, L. a kol. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Pedagogická fakulta Trnavskej Univerzity v Trnave. ISBN 978-80-8082-486-0
- HELD, L., VRABEC, M., PROKŠA, M., MICHALISKOVÁ, R., UŠÁKOVÁ, K., NAGYOVÁ, S., PODSTRELENÁ, M., ČIPKOVÁ, E. (2016). *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 I. K aktuálnemu stavu prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave. 2016. 175 s. ISBN 978-80-8082-993-3
- JANEKOVÁ, L. (2017). Predstavy žiakov základnej školy o dedičnosti a premenlivosti. *Diplomová práca*. Školiteľ: S. Nagyová, Bratislava: Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2017. 65 s.
- JUHÁSOVÁ, A. (2017). Identifikácia miskoncepcií z genetiky u gymnazistov. *Záverečná práca DPŠ*. Školiteľ: S. Nagyová, Bratislava: Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2017. 69 s.
- KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z., GANAJOVÁ, M., KIMÁKOVÁ, K. (2016). *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Časť A*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav. 1. vydanie, 128 s., ISBN 978-80-8118-155-9
- NAGYOVÁ, S. (2016). Miskoncepce z oblasti biológie. In: HELD, L. a kol., 2016. *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 I. K aktuálnemu stavu prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave. 2016. 175 s. ISBN 978-80-8082-993-3
- NAGYOVÁ, S., ČIPKOVÁ, E., UŠÁKOVÁ, K., JANEKOVÁ, L. (2017). Predstavy žiakov základnej školy o dedičnosti a premenlivosti. In *Biológia, ekológia, chémia*. 21 (4), 4-11. ISSN 1338-1024 [Online]. Dostupné na: <http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2017.pdf>
- STOJKOVIČOVÁ, S. (2017). Zisťovanie miskoncepcií základných genetických pojmov u žiakov gymnázií. *Záverečná práca DPŠ*. Školiteľ: S. Nagyová, Bratislava : Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2017. 64 s.
- UHEREKOVÁ, M., TRÉVAJOVÁ, I., PIKNOVÁ, Z., MATLÁKOVÁ, A., VIŠŇOVSKÁ, J., ZVONČEKOVÁ, V. (2012). *Biológia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Združenie EDUCO, 1. vyd., 76 s. ISBN 978-80-89431-34-2
- VIŠŇOVSKÁ, J., UŠÁKOVÁ, K., GÁLOVÁ, E., ŠEVČOVIČOVÁ, A. (2012). *Biológia pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : SPN, 1. vyd., 174 s. ISBN 978-80-10-02286-1.
- VLČKOVÁ, J. (2014). Současný stav výzkumu miskoncepcií v genetice. In JANÍK, T., SLAVÍK, J., LOKAJÍČKOVÁ, V. (Eds.), *Školní vzdělávání: učitel – vyučování, žák – učení*. Brno: Masarykova univerzita, s. 151 - 168, ISBN 978-80-210-7569-6

Aktivita GENETICKY MODIFIKOVANÉ ORGANIZMY a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (9.)

Genetická informácia sa prenáša z jednej generácie organizmov na ďalšiu.

Nosná myšlienka (9.10)

Ak sú známe sekvencie génov, genetický materiál môže byť umelo zmenený za účelom konkrétnych (žiaducích) vlastností, znakov alebo funkcií. Biotechnológie umožnili prostredníctvom klonovania vznik geneticky identických organizmov rôznych druhov, vrátane cicavcov (napr. ovca Dolly). Intenzívne sa rozvíjajúcim odvetvím biotechnológie sú génové manipulácie, kde sa do jedného organizmu cielene vnáša určitý gén (alebo gény) iného organizmu. Tieto špeciálne techniky pomáhajú napr. v procese liečby rôznych ochorení. Vzniknuté geneticky modifikované organizmy (GMO) majú dnes široké uplatnenie v medicíne, poľnohospodárstve a potravinárskom priemysle.

(V doterajšom obsahu bola nosná myšlienka prezentovaná len okrajovo. Záver obsahu učiva v učebnici Biológie pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom je venovaný *genetickému poradenstvu*, v súvislosti s liečbou rôznych geneticky podmienených ochorení. Problematika biotechnológií a geneticky modifikovaných organizmov sa v spomínanej učebnici nevyskytuje. V inovovanom ŠVP je formulovaný výkonový štandard, ktorý má najbližšie k uvedenej nosnej myšlienke, a to: *zdôvodniť* podstatu šľachtenia, *diskutovať* o dedičných chorobách, ich vplyve na život človeka a možnosti využitia genetického poradenstva, *posúdiť* využitie vedeckých poznatkov genetiky.)

Didaktická sekvencia

1. Pojmové vymedzenie biotechnológií ako technológií založených na využívaní poznatkov z biológie, ktorá má svoje uplatnenie v poľnohospodárstve, potravinárskom priemysle a v medicíne.
2. Demonštrovanie ukážok konkrétneho využitia biotechnológií v praxi s využitím digitálnych simulácií.
3. Zavedenie pojmov *génové inžinierstvo*, *génové manipulácie*, *GMO (geneticky modifikované organizmy)*, *klonovanie*. Prostredníctvom digitálnych simulácií by žiaci mali sami prísť na to, čo je podstatou *génového inžinierstva*, *génových manipulácií*, *klonovania* a *GMO*.
4. Vyhľadávanie relevantných informácií v odbornej literatúre a na webe.

Žiaci v danej aktivite realizovanými činnosťami posilňujú viaceré spôsobilosti vedeckej práce, rozvíjajú spôsobilosť vyvodzovať, klasifikovať, tvoriť závery a zovšeobecnenia. Aktivita vo forme pracovného listu pre žiakov a metodických poznámok pre učiteľa je vhodnou aktivitou k zavedeniu nových pojmov viažucich sa k biotechnológiám. Jej cieľom je rozlíšiť pojmy bežného jazyka a odborných termínov ako napr. *génové inžinierstvo*, *génové manipulácie* a tiež prispieť k pochopeniu pojmu „geneticky modifikované organizmy“. Aktivita vychádza z kontextu života žiaka, využíva predchádzajúce vedomosti o biotechnológiách ako technológiách založených na využívaní poznatkov z biológie, ktorá má svoje uplatnenie v poľnohospodárstve, potravinárskom priemysle a v medicíne. Aktivita je výraznou motiváciou pre realizáciu ďalších aktivít. Pojmy, viažuce sa k problematike biotechnológií a génových manipulácií sú pre žiakov abstraktné. Predstavujú zložité procesy, ktoré nedokážeme žiakom priblížiť experimentálne. Môžeme im ich iba priblížiť sprostredkovane, aby im dokonale porozumeli.

4. Pozri si video: *Aké riziká prinášajú GMO?* Diskutuj so svojimi spolužiakmi o GMO.
5. Pozri si video: *Genetické modifikácie potravín.* Diskutuj so svojimi spolužiakmi o GMO.
6. Zúčastni sa na diskusii ako zástanca jednej zo skupín:
 1. skupina: predstavitelia pestovateľov, ktorí chcú sadiť geneticky modifikované zemiaky,
 2. skupina: predstavitelia tradičných pestovateľov zemiakov).
 Porozmýšľaj a porad' sa v skupine, prečo by si chcel pestovať práve tieto zemiaky. Spíš argumenty. Diskutuj o tom v skupine a potom s celou triedou.

Argumenty pestovateľov geneticky modifikovaných zemiakov	Argumenty tradičných pestovateľov zemiakov

Zhrnutie

1. Na dnešnej hodine sme sa zaoberali geneticky modifikovanými organizmami.
 - a) Napíš, o aké organizmy ide:

 - b) Napíš, čo je podstatou génových manipulácií:

2. Ktoré sú najvýznamnejšie objavy týkajúce sa GMO vo svete?

3. Zamysli sa, kedy nám nové poznatky v genetike:
 - a) prinášajú úžitok:

 - b) za akých okolností nám môžu uškodiť:

4. Dnes si získal nové poznatky o GMO. Opäť hlasuj so svojimi spolužiakmi a vyjadri svoj postoj ku GMO:
 - a) som „za“
 - b) som „proti“
 Zmenil sa tvoj názor? Zmenili názor tvoji spolužiaci?

5. Európa sa zatiaľ GMO bráni, v iných krajinách sú už súčasťou každodenného života. Najväčšími producentmi GMO plodín sa v roku 2009 stali USA, Brazília, Argentína, India a Kanada. Pestujú najmä GMO kukuricu, sóju, bavlnu, cukrovú repu a tekvice. U nás je povolené obmedzené a prísne kontrolované pestovanie geneticky upravovanej kukurice a cukrovej repy. Prečo sa podľa vás Európa bráni tejto modernej metóde skvalitňovania potravín? Vysvetlite:

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

GENETICKY MODIFIKOVANÉ ORGANIZMY

Kontext

Skôr ako sa žiaci začnú oboznamovať s pojmami biotechnológie a génové inžinierstvo, je potrebné aby sa sami oboznámili s konkrétnymi geneticky modifikovanými organizmami a ich charakteristickými znakmi. Na základe konkrétnych príkladov z praxe si žiaci dokážu vyvodit' pojem „GMO“. Zamýšľaním sa nad ich hospodárskym významom resp. významom pre jednotlivca, si vytvárajú svoj názor. Na základe toho dokážu o problematike diskutovať a argumentovať, čo so sebou prináša formovanie postoja k danej veci. K tomu, aký názor a postoj zaujme žiak ku geneticky modifikovaným potravinám a organizmom, prispievajú aj názory a postoje ostatných spolužiakov, o ktorých sa dozvedia počas učiteľom riadenej diskusie. O tom, ako sa menia názory a postoje žiakov smerom ku GMO učiteľ získa výsledkami hlasovania, ktoré sa porovnávajú „pred“ a „po“ realizácii uvedenej aktivity, ktorá pozostáva z krokov uvedených v postupe. Žiaci sa sami presvedčia, že ku konečnému výsledku sa lepšie dopracujú, keď nezostanú so svojimi názormi sami, ale o probléme diskutujú a vymieňajú si názory s ostatnými spolužiakmi.

Ciele

- Žiak má zistiť na základe konkrétnych príkladov z praxe, čo sú geneticky modifikované organizmy (GMO),
- Žiak má zistiť, aké názory a postoje majú jeho rovesníci,
- Žiak má analyzovať videá týkajúce sa problematiky biotechnológií,
- Žiak má zistiť prostredníctvom videa, aké sú riziká GMO,
- Žiak má diskutovať o problematike GMO,
- Žiak má argumentovať o kladoch a záporoch GMO,
- Žiak má formovať svoje názory a postoje ku GMO.

Prerekvizity

Žiakom je známy obsah pojmov – znaky a vlastnosti, chromozóm, DNA, gén, genetická informácia a jej prenos z generácie na generáciu, genóm, delenie buniek, rozmnožovanie (pohlavné a nepohlavné), mutácie a prírodný výber. V danej aktivite sa niektoré pojmy upevňujú, konkretizujú a následne sa aplikujú do praktickej podoby.

Miskoncepcie

- Iba geneticky modifikované plodiny majú gény.
- Iba niektorí ľudia majú gény na choroby.
- Predstavy žiakov ZŠ o krížení a šľachtení zostávajú aj po sprístupnení učiva nezmenené – spájajú ich najmä so psami.
- Šľachtí sa kukurica, aby bola „lepšia“.
- Kríženie a šľachtenie je skoro to isté, len pri šľachtení chceme získať nejaký špeciálny znak.
- Podľa žiakov SŠ sa výskumník v genetike snaží objaviť liek na rôzne ochorenia (rozpor s realitou, pretože snahou výskumníka je rozšíriť si znalosti o chorobe, zistiť ako ochorenie funguje na molekulej úrovni a tak chce prispieť k rozšíreniu možností liečby).
- Žiaci SŠ sa domnievali, že genetické inžinierstvo umožňuje zobrať gén jedného druhu organizmu a vložiť ho do organizmu iného druhu a tak preniesť určitý znak s rovnakým prejavom.

Potrebný čas práce

1 vyučovacia hodina (30 minút)

Organizácia triedy

frontálny spôsob výučby, individuálna práca žiaka, práca v skupinách (úloha 3)

Materiál a pomôcky

pracovný list, hlasovacie zariadenie (alternatíva krieda a tabuľa), počítač s prístupom na internet, premietacia plocha.

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Aktivita si nevyžaduje úkony, ktoré by bezprostredne ohrozovali bezpečnosť žiakov pri práci.
- Na to, aby bola aktivita úspešná, je potrebné klásť dôraz na dodržiavanie disciplíny v triede a dodržiavanie pravidiel komunikácie.
- Učiteľ dbá, aby diskusia prebiehala spontánne a na úrovni, aby jednotlivé odpovede žiakov neboli ostatnými žiakmi zosmiešňované, ani neprípustne kritizované. Učíme žiakov pravidlám komunikácie, rešpektovať názor iných, stáť si za svojim názorom a prijímať od ostatných konštruktívnu kritiku atď.
- Vhodné je zaobstarat' si hlasovacie zariadenie, kde učiteľ vie okamžite štatisticky vyhodnotiť odpovede žiakov, pričom šetrí drahocenný čas. V prípade, ak takéto zariadenie nemáme k dispozícii, hlasovanie uskutočníme prostredníctvom bežného sčítavania hlasov a zapisovania na tabuľu.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Určite ste už počuli o biotechnológiách, GMO alebo génových manipuláciách – či už z odborných alebo populárno-vedeckých článkov, z televízie alebo internetu. Veda už pokročila tak ďaleko, že skupine vedcov sa podarilo „vypestovať“ funkčnú ľudskú pečeň z kmeňových buniek, ktoré získali z buniek pokožky a z krvi. Ich úspech naznačuje, že sa blíži čas, keď bude možné „pestovať“ náhradnú pečeň a iné orgány potrebné na transplantáciu v laboratórnych podmienkach. Pacienti tak nebudú musieť čakať na vhodných darcov.

Rovnako ste určite počuli o geneticky modifikovaných organizmoch. Ako každý živý organizmus, aj GMO rastliny a živočíchy sa rozmnožujú a rozširujú. Po uvoľnení do životného prostredia sa nedajú vziať späť. Okrem pozitívnych ohlasov sa vyskytujú aj negatívne, ktoré hlásajú, že nie je vylúčené, že takéto organizmy môžu vytvárať neznáme nové látky, ktoré môžu spôsobovať napríklad alergie. Na základe toho, čo ste doteraz čítali a počuli o GMO a na základe vašej predstavy, čo si o GMO doteraz myslíte, prosím vyjadrite sa, či ste „za“ alebo „proti“ GMO.

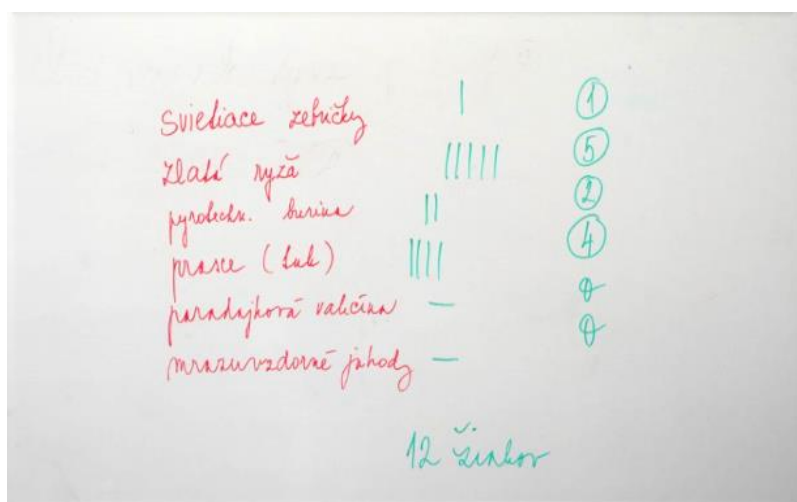
Tento text je súčasťou motivačného rozhovoru na začiatku vyučovacej hodiny a siaha až po prvé hlasovanie, kde žiaci vyjadrujú svoj názor.

Postup aktivity a metodické poznámky

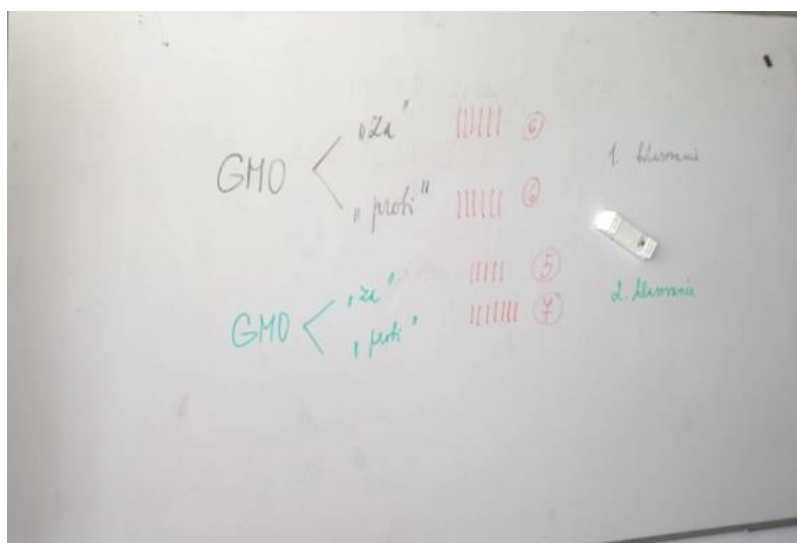
Činnosť	Metodické poznámky
Na začiatku vyučovacej hodiny učiteľ <i>vedie motivačný rozhovor</i> , týkajúci sa GMO. Na konci rozhovoru sa spýta žiakov, kto je „za“ GMO a kto „proti“. Ak je to možné, učiteľ použije hlasovacie zariadenie. Výsledky hlasovania vystaví na viditeľnom mieste (použije flipchart alebo tabuľu).	Výsledky hlasovania na začiatku hodiny budú porovnávané s výsledkami hlasovania na konci vyučovacej hodiny. Učiteľ organizuje činnosti žiakov tak, aby im ponechal dostatok času na prečítanie si textu o konkrétnych príkladoch GMO.
Po krátkom rozhovore žiaci <i>riešia</i> 2. úlohu v pracovnom liste.	Pri overovaní aktivity žiaci na úlohu 2 najčastejšie odpovedali takto: <i>vznikajú mutanty, organizmy s inými vlastnosťami, nové zvieratá, chemicky vytvorené organizmy, s vlastnosťami, ktoré predtým ne-</i>

<p>Po vyriešení druhej úlohy žiaci spontánne prechádzajú k riešeniu úlohy č. 3, kde <i>kriticky posudzujú významnosť jednotlivých geneticky modifikovaných organizmov pre hospodárstvo, spoločnosť alebo jednotlivca</i>. Žiaci svoj výber <i>zdôvodňujú</i> formou písomnej odpovede v pracovnom liste. Učiteľ pokračuje v riešení úlohy 3 frontálne. Prostredníctvom hlasovacieho zariadenia (v našom prípade sme mali k dispozícii iba tabuľu) učiteľ zaznamenáva počty GMO, ktoré sú <i>hodnotené</i> žiakmi ako najvýznamnejšie pre hospodárstvo, spoločnosť alebo jednotlivca (Obr. 1). „Vítazným“ geneticky modifikovaným organizmom v našej experimentálnej triede sa stala „zlatá ryža“. Počas učiteľom riadenej diskusie o „vítaznom“ GMO žiaci svoj výber <i>zdôvodňujú</i> a podložia <i>argumentmi</i>.</p> <p>Následne učiteľ sprístupní žiakom video pod názvom: Aké riziká prinášajú GMO? v trvaní 4:00 min. (dostupné na: <https://www.youtube.com/watch?v=CfviENp1Ow&t=29s>). Po vzhliadnutí videa učiteľ riadi diskusiu, v ktorej sa sumarizujú získané poznatky o GMO.</p> <p>Následne učiteľ žiakom <i>sprístupní</i> ďalšie, v poradí 2. video pod názvom: Genetické modifikácie potravín v trvaní 0:44 min. (dostupné na: <https://www.youtube.com/watch?v=J7YABQNUkyE>). Po vzhliadnutí videa učiteľ riadi diskusiu, v ktorej sa sumarizujú získané poznatky o GMO. Učiteľ upozorní aj na negatívne účinky GMO, uvedie príklad z praxe (napr. mrazuvzdorné zemiaky ⇒ gén aljašskej tresky ⇒ možnosť vzniku alergií).</p> <p>Na vyučovacej hodine sa pokračuje úlohou 6. Žiakov rozdelíme na dve skupiny. Jedna skupina predstavuje pestovateľov, ktorí chcú sadiť geneticky modifikované zemiaky (nakolko minulý rok bola slabá úroda, chcú aby boli odolné voči škodcom, voči mrazu). Druhá skupina žiakov reprezentuje tradičných pestovateľov zemiakov bez zásahu genetických manipulácií. Žiaci oboch skupín sa radia a <i>spisujú argumenty</i>, prečo by chceli pestovať práve takéto zemiaky. Táto úloha začína krátkou motiváciou, kde učiteľ premietne obrázok poľa – „<i>Predstavte si, že vlastníte toto pole a ste pestovateľmi zemiakov</i>“. Úlohu 6 ukončíme diskusiou. V diskusii sa vyskytnú argumenty „za“ aj „proti“ pestovaniu geneticky modifikovaných organizmov. Učiteľ riadi diskusiu a žiaci vyvodžia závery, ku ktorým dospeli riešením úloh 1 – 3 v Zhrnutí pracovného listu.</p>	<p><i>mali, umelo vytvorené organizmy, vytvorené zmenené organizmy, ktoré majú vložené určité žiadané znaky</i>.</p> <p>Žiaci majú možnosť porovnávať GMO uvedené v pracovnom liste. Učiteľ nabáda žiakov k čítaniu s porozumením a k využitiu kritického myslenia. Najčastejšie žiacke argumenty pre víťazný geneticky modifikovaný organizmus „zlatá ryža“ boli tieto: <i>z ponúkaných GMO najviac pomáha ľuďom, zlepšenie kvality života pre chudobných obyvateľov, zvýšenie prísunu vitamínov pre chudobných, obyvatelia si môžu kúpiť jedlo ktoré je pre nich prístupné a zároveň aj zdravšie</i> (argumenty sa v rôznych podobách viackrát opakovali).</p> <p>Žiaci so záujmom sledovali video <i>Aké riziká prináša GMO?</i> Je postačujúce (ak potrebuje učiteľ ušetriť čas), pustiť video od 0:50 – 1:28 minút. Taktiež je vhodné stíšiť zvuk (kvôli verzii v českom jazyku), video sprevádza svojim komentárom sám učiteľ. Pri overovaní aktivity v diskusii zazneli tieto odpovede žiakov na otázku, aké sú riziká GMO: <i>aj iné rastliny sa stanú odolnými voči škodcom, viac sa postrekuje, je potrebné viac financií...ai</i>.</p> <p>Video <i>Genetické modifikácie potravín</i> sú bez ozvučenia, učiteľ komentuje priebeh videa napríklad takto: <i>Rastliny tvoria vlastné pesticídy, takže keď sa do nich „zahryzne“ nejaký škodca, jeho žalúdok „exploduje“ a on zahynie. Pri tomto type geneticky modifikovaných plodín sa gén z pôdnej baktérie Bt (Bacillus thuringiensis) vloží do DNA rastliny (kukurica). To spôsobí, že každá bunka rastliny vylučuje smrteľný Bt-toxín. Okolo 19 % geneticky modifikovaných plodín produkuje vlastné pesticídy. Zvyšných 13 % GM plodín produkuje pesticídy a tie sú zároveň odolné voči herbicídum</i>.</p> <p>Pri overovaní aktivity (úloha 6) boli zaznamenané tieto žiacke argumenty:</p> <p>„PRE“ – <i>v pivniciach zemiaky vydržia, počas roka sa dajú viackrát pestovať, lepšia úroda, menšie straty, zvýšený obsah vitamínov, vydržia dlhšie kým budú znehodnotené, finančne výhodné, nebezpečné látky sa tepelnou úpravou zničia, ale aj prostredie žalúdka ich zničí</i>.</p> <p>„PROTI“ – <i>zvýšená finančná záťaž, riziko alergie, nebezpečenstvo ohrozenia zdravia, možnosť škodiť organizmom, nie je istota že nebudú alergie (testovanie na dobrovoľníkoch)</i>.</p> <p>Učiteľ spolu so žiakmi po realizácii aktivity vyvodí pojmy biotechnológie a génové manipulácie. Uskutočnením aktivity sa zistí sila žiackej argumentácie. Učiteľ porovná výsledky hlasovania na začiatku hodiny a na konci hodiny (Obr. 1).</p>
---	--

<p>Úplne na záver hodiny sa v rámci zhrnutia učiteľ vráti k hlasovaniu, ktoré prebehlo aj na začiatku vyučovacej hodiny. Spýta sa žiakov, kto je „za“ GMO a kto „proti“. Vyučovaciu hodinu ukončí vyhodnotením hlasovania a krátkou sumarizáciou žiackych názorov a postojov.</p>	<p>Počas uvedenej aktivity striedame individuálnu prácu žiaka so skupinovú formou výučby.</p> <p>Žiaci odpovedali na otázky formou pracovného listu alebo počas učiteľom riadenej diskusie.</p> <p>Žiaci realizovaním aktivity:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. poznajú konkrétne príklady geneticky modifikovaných organizmov, 2. zistia, aký postoj majú rovesníci (spolužiaci) ku GMO, 3. zistia prostredníctvom videa, aké sú pozitíva aj riziká GMO, 4. argumentujú o kladoch a záporoch GMO, 5. zistia na príklade, v čom spočíva princíp geneticky modifikovaných potravín (prostredníctvom videa). <p>Výber videí je variabilný. Učiteľ sa sústreďí na to, aby výberom poukázal rovnako na klady ako aj úskalia GMO.</p>
---	---



Obr. 1 GMO a ich najvýznamnejší zástupca z pohľadu hodnotenia žiakmi



Obr. 2 Porovnanie výsledkov hlasovania „za“ a „proti“ GMO na začiatku a na konci vyučovacej hodiny

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Úlohou žiakov je zistiť, čo je podstatou geneticky modifikovaných organizmov. Na základe konkrétnych GMO (uvedených v pracovnom liste, úloha 2) sformulujú ich charakteristiku. Žiaci si tak prostredníctvom aktivity sami vyvodí pojem GMO = **geneticky modifikované organizmy**. Na základe analýzy videí a učiteľom riadenej diskusie žiaci pochopia pozitíva, ale aj úskalia týkajúce sa GMO. Zodpovedaním otázok v rámci Zhrnutia po analýze videí, po učiteľom riadenej diskusii a po žiackej argumentácii učiteľ vyvodí pojmy **biotechnológie** a **génové manipulácie**. Na základe vlastnej skúsenosti (Zhrnutie – úloha 3) si žiaci ľahšie vybudujú predstavu o pozitívach a negatívach GMO. Pojmy, viažuce sa k problematike biotechnológií a génových manipulácií sú pre žiakov abstraktné. Predstavujú zložité procesy, ktoré nedokážeme žiakom priblížiť experimentálne. Môžeme im ich priblížiť iba sprostredkovane, napr. prostredníctvom videoukážok, aby im lepšie porozumeli. Výskumy zaoberajúce sa zisťovaním miskoncepcií v genetike ukazujú, že vedomosti žiakov sú tvorené predovšetkým definíciami a vysvetlením pojmov. Vzťahy a súvislosti medzi nimi sa ukazujú byť problematické.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **vyvodzovať, predpokladať, klasifikovať, tvoriť závery a zovšeobecnenia**. Tým, že žiaci riešia (zbierajú argumenty) v dvoch skupinách, kde jedna je za pestovanie GMO zemiakov a druhá za pestovanie zemiakov tradičným spôsobom (úloha 6), rozvíjajú **spôsobilosť klasifikovať** a na tomto základe správne **usudzovať** a **vyvodzovať závery a zovšeobecnenia** porovnaním týchto simulovaných situácií. Žiaci tvoria predpoklady, kde výsledkom tejto schopnosti je vytváranie odborných odhadov (na základe predošlých pozorovaní a skúseností) o tom, čo sa má v blízkej budúcnosti stať (čo sa stane, ak budeme dodávať na trh GMO zemiaky a čo ak budeme dodávať zemiaky pestované tradičným spôsobom). Vytvorené predpoklady sú tým hodnotnejšie, čím premyslenejšie sa pristupuje k tvorbe úsudkov a čím kvalitnejšie pozorovanie sa zrealizuje. Schopnosť **argumentovať** je tiež jednou z foriem komunikácie, ktorú využijú žiaci predovšetkým pri odpovedaní na otázky 2 a 3 v časti Zhrnutie. Tu žiaci objasňujú, zdôvodňujú svoje názory a postoje. Na základe vlastnej skúsenosti odporúčame zhrnutia a závery formulovať prostredníctvom odpovedí na položky pracovného listu a rozvíjať tak u žiakov **komunikačné zručnosti** formou diskusie. Výhodou opisovanej aktivity je to, že ju zvládnu aj deti na ZŠ (vo veku 13 – 14 rokov). Na základe prečítaného, počutého a videného si dokážu vytvárať názor a zaujať k danej veci postoj a pod vedením učiteľa rozvíjať spôsobilosť **formulovať závery a zovšeobecnenia**.

Použitá literatúra

- ĎUNĎOVÁ, K. (2014). Nové prístupy k hodnoteniu vedomostí z genetiky – základné genetické pojmy. *Diplomová práca*. Školiteľ: E. Gálová, Bratislava : Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2014. 82 s.
- 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>.
- 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>
- HELD, L., VRABEC, M., PROKŠA, M., MICHALISKOVÁ, R., UŠÁKOVÁ, K., NAGYOVÁ, S., PODSTRELENÁ, M., ČIPKOVÁ, E. (2016). *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 I. K aktuálnemu stavu prírodovedného vzdelávania*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave. 2016. 175 s. ISBN 978-80-8082-993-3.
- HELD, L., PROKŠA, M., OSUSKÁ, L. (1993). Vývin vedeckých predstáv vo vyučovaní. In *Bulletin ÚMC Ministerstva školstva a vedy SR – časopis pre pedagogickú prax*. roč. 2, č. 5, s. 19 – 26.
- JANEKOVÁ, L. (2017). Predstavy žiakov základnej školy o dedičnosti a premenlivosti. *Diplomová práca*. Školiteľ: S. Nagyová, Bratislava : Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2017. 65 s.
- JUHÁSOVÁ, A. (2017). Identifikácia miskoncepcií z genetiky u gymnazistov. *Záverečná práca DPŠ*. Školiteľ: S. Nagyová, Bratislava : Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2017. 69 s.
- KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z., GANAJOVÁ, M., KIMÁKOVÁ, K. (2016). *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Časť A*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav. 1. vydanie, 128 s., ISBN 978-80-8118-155-9
- NAGYOVÁ, S. (2016). Miskoncepce z oblasti biológie. In HELD, L. a kol., 2016. *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 I. K aktuálnemu stavu prírodovedného vzdelávania*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave. 2016. 175 s. ISBN 978-80-8082-993-3
- NAGYOVÁ, S., ČIPKOVÁ, E., UŠÁKOVÁ, K., JANEKOVÁ, L. (2017). Predstavy žiakov základnej školy o dedičnosti a premenlivosti. In *Biológia, ekológia, chémia*. 21 (4), 4-11. ISSN 1338-1024 [Online]. Dostupné z <http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2017.pdf>

STOJKOVIČOVÁ, S. (2017). Zisťovanie miskoncepcií základných genetických pojmov u žiakov gymnázií. *Záverečná práca DPŠ*. Školiteľ: S. Nagyová, Bratislava : Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2017. 64 s.

TSUI, CH. Y., TREAGUST, D.F. (2010). Conceptual change in learning genetics: an ontological perspective. In *Research in Science & Technological Education*, 22(2), 185–202.

VLČKOVÁ, J. (2014). Současný stav výzkumu miskoncepcí v genetice. In JANÍK, T., SLAVÍK, J., LOKAJÍČKOVÁ, V. (Eds.), *Školní vzdělávání: učitel – vyučování, žák – učení*. Brno: Masarykova univerzita, s. 151 – 168, ISBN 978-80-210-7569-6

UHEREKOVÁ, M., TRÉVAJOVÁ, I., PIKNOVÁ, Z., MATLÁKOVÁ, A., VIŠŇOVSKÁ, J., ZVONČEKOVÁ, V. (2012). *Biológia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Združenie EDUCO, 1. vyd., 76 s. ISBN 978-80-89431-34-2

UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, 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

Videá

Aké riziká prinášajú GMO?

(dostupné na: <<https://www.youtube.com/watch?v=CfvniENp1Ow&t=29s>>).

Genetické modifikácie potravín

(dostupné na:< <https://www.youtube.com/watch?v=J7YABQNUkyE>>).

Pečeň z kmeňových buniek má byť dostupná o desať rokov

(dostupné na: <<https://vat.pravda.sk/clovek/clanok/286446-pecen-vypestovana-z-kmenovych-buniek-ma-byt-dostupna-o-desat-rokov/>>)

Aktivita ŽIŽIAVKA OBYČAJNÁ (*Porcellio scaber*) a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (10.)

Rôznorodosť organizmov, ich prežitie a vyhynutie je výsledkom evolúcie.

Nosná myšlienka (10.2)

Pod premenlivosťou (variabilitou) rozumieme tvarovú a funkčnú rozmanitosť živých organizmov a ich schopnosť reagovať na rôzne podmienky prostredia odlišným spôsobom, ide o prispôbovanie sa organizmov prostrediu. Organizmy dokážu žiť v istom prostredí, pretože majú vlastnosti, ktoré im umožňujú v ňom prežiť. Do ďalšej generácie prechádzajú len jedince, ktoré majú v danom priestore a čase dostatočnú zdatnosť (fitnes).

(Problematika adaptácie doteraz nebola súčasťou obsahu.)

Didaktická sekvencia

1. Živé organizmy sa navzájom líšia jeden od druhého znakmi, morfológickými a fyziologickými vlastnosťami. Odchýlky existujú v rámci populácie, medzi jedincami, medzi skupinami.
2. Vnútrodruhovú kríženie – potomstvo nikdy nie je totožné s rodičmi.
3. Medzidruhovú kríženie. Rôzne druhy sa medzi sebou nemôžu krížiť tak, aby mali plodné potomstvo.
4. Prírodný a umelý výber (šľachtenie).
5. Pohlavný výber.
6. *Variácie vplyvom prostredia. Adaptácia na prostredie. Rôzne typy prostredí a príklady organizmov žijúcich v nich. Mnohé variácie umožňujú organizmom dobre zapadnúť do prostredia, nemajú vplyv alebo nezvýhodňujú iné organizmy.*
7. Prispôbovanie sa živočíchov tvarom tela, spôsobom života prostrediu. Prispôbovanie sa rastlín podmienkam, v ktorých žijú.
8. Vnútrodruhovú a medzidruhovú konkurenciu – kompetícia kvôli materiálnym a energetickým zdrojom. Prírodný výber môže viesť k novým druhom. Niektoré organizmy sú lepšie prispôbované svojmu prostrediu ako iné. Tieto organizmy skôr prežijú a budú mať potomkov ako ich kompetítory. Charakteristiky, ktoré vlastnia, sa stanú bežnými u druhu v ďalších generáciách.
9. Prežitie organizmov (jedovaté rastliny, popínave rastliny). Ak prostredie uplatní selekčný tlak, ako napr. obmedzená dostupnosť listov, upredností jednu populáciu pred druhou.
10. Vymieranie organizmov. Menej prispôbivé jedince zahynú pred reprodukciou.
11. Adaptovanejšie organizmy majú väčšiu šancu na prežitie, čo im umožňuje odovzdať vhodnú kombináciu génov potomkom. Týka sa to len zmien v pohlavných bunkách, mutácie v somatických bunkách sa neodovzdávajú.
12. Genetická variácia. Kontinuum predka a potomkov. Spôsobujú dedičnú premenlivosť organizmu, pretože dochádza k zmene genotypu a tým celej genetickej informácie. Vznikajú vplyvom určitých faktorov – mutagénov (napr. rastlinný chameleón – v Kodani v laboratóriu boli genetickými mutáciami vytvorené rastliny, ktoré majú zachraňovať životy. Rozšíria sa ako bežná burina, ale vplyvom oxidu dusičitého, ktorý vylučujú mýny osadené v pôde, sa sfarbia na červeno, a tak informujú o prítomnosti mín).
13. Speciácia – vznik nových druhov ako zdroj rozmanitosti.

Prezentovaná aktivita je realizáciou nevyhnutného kroku k porozumeniu evolúcie. Jej cieľom je prišpiet' k pochopeniu pojmu adaptácia, aj keď sa tu tento pojem zatiaľ nedefinuje.

Realizovanými činnosťami sa posilňujú nielen viaceré spôsobilosti vedeckej práce a zručnosti súvisiace s manipuláciou so živým organizmom, zároveň priamy kontakt so živočíchmi pozitívne ovplyvňuje afektívnu stránku učiacich sa a fyzický kontakt študenta so živočíchom, pôvodne vnímaný ako odporný, redukuje emócie strachu a odporu. Fyzický kontakt so živými organizmami môže napomôcť pri vytváraní pozitívneho vzťahu k prírode, k živým organizmom u žiakov a k ochrane menej preferovaných živočíchov.

Praktické aktivity so živočíchmi sú tiež ideálnou stratégiou na rozvíjanie povedomia žiakov o etickom a morálnom zaobchádzaní so živočíchmi, a to v súvislosti s celosvetovými problémami (napr. využívanie zvierat pre vedecké účely, testovanie kozmetiky na zvieratách, vysušovanie močiarov a pod.).

ŽIŽIAVKA OBYČAJNÁ (*Porcellio scaber*) (pracovný list žiaka)

Vonkajšie charakteristické znaky žižiavky

1. Na základe obrazového materiálu skúmaného druhu doplňte predpoklady v tabuľke:

otázka	predpoklad	pozorovanie	význam pre žižiavku
Aká je dĺžka žižiavky?			
Koľko končatín má žižiavka?			
Akú farbu má žižiavka?			
Opíšte povrch žižiavky.			
Viete rozpoznať zmyslové orgány žižiavky?			
Je pancier zložený z viacerých častí?	Označte krížikom: <input type="checkbox"/> z jednej časti <input type="checkbox"/> rozdelený do segmentov <input type="checkbox"/> na väčší segment prináleží jeden pár končatín <input type="checkbox"/> rozdelený do troch častí		
Čo vás pri pozorovaní ešte zaujalo?			

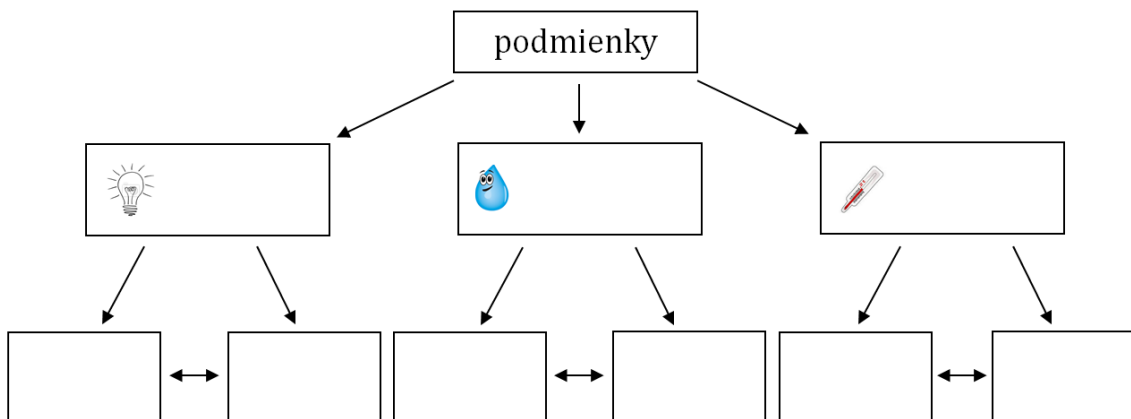
- Žižiavku položte na Petriho misku a pozorujte. Svoje pozorovania zaznamenajte do tabuľky.
- Žižiavku pozorujte a nakreslite. Do tabuľky uveďte význam pozorovaných častí pre žižiavku.

Problém

Kde sa cítia žižiavky najlepšie? Ktoré podmienky prostredia majú byť preskúmané?

Predpoklad

Predpokladané podmienky zapíšte do okienok nižšie.



Ako by ste svoje predpoklady overili?

Overte svoje predpoklady: Aby ste mohli potvrdiť či vyvrátiť svoje predpoklady, musíte si vždy pripraviť i kontrolnú skupinu.

1. Ktorý z nasledujúcich kontrolných pokusov sa hodí k výskumnému vyjadreniu 1 a 2? Označte krížikom.

Pokus k vplyvu vlhkosti	Pokus k vplyvu sily svetla
Výskumné vyjadrenie 1	Výskumné vyjadrenie 2
teplý/vlhký/svetlý	teplý/suchý/svetlý
Kontrolný pokus	Kontrolný pokus
<input type="checkbox"/> chladný/vlhký/svetlý	<input type="checkbox"/> chladný/vlhký/svetlý
<input type="checkbox"/> chladný/suchý/tmavý	<input type="checkbox"/> chladný/suchý/tmavý
<input type="checkbox"/> chladný/suchý/svetlý	<input type="checkbox"/> chladný/suchý/svetlý
<input type="checkbox"/> teplý/suchý/svetlý	<input type="checkbox"/> teplý/suchý/svetlý
<input type="checkbox"/> chladný/vlhký/tmavý	<input type="checkbox"/> chladný/vlhký/tmavý
<input type="checkbox"/> teplý/vlhký/tmavý	<input type="checkbox"/> teplý/vlhký/tmavý

2. Nasledovný priebeh pokusu je nesprávny. Odôvodnite prečo:

Pokus k vplyvu teploty
Výskumné vyjadrenie 3
teplý/vlhký/svetlý
Kontrolný pokus
chladný/suchý/tmavý

3. Overte stanovené predpoklady týkajúce sa svetla, vlhkosti, teploty.

Predložte triede vaše plánovanie pokusu.

Skupina	
Problémová otázka (do nedokončenej vety vložte podmienky prostredia, týkajúce sa postupne svetla, vlhkosti a tepla)	Žije žižavka skôr v _____ alebo skôr v _____ prostredí?
Predpoklad	
Plánovanie experimentu	
Materiál	

a) Svetlo

Do Petriho misky vložte 20 jedincov žižavky obyčajnej. Petriho misku rozdeľte na dve polovice. Polovicu Petriho misky zakryte čiernym papierom. Pozorujte, v ktorej časti misky sa budú najčastejšie zdržiavať a počas časových intervalov zapíšte počet jedincov vo svetlej časti a počet jedincov v tmavej časti.

Realizácia a pozorovanie	čas	počet jedincov na svetle	počet jedincov v tme
		30 s	
	1 min		
	1,30 min		
	2 min		
	2,30 min		
	3 min		
	3,30 min		
	4 min		
Výsledky	Celkový počet (súčet):		

b) Vlhkosť

Petriho miskú rozdeľte na dve polovice. Do polovice Petriho misky vložte suchý filtračný papier a do druhej polovice vlhký filtračný papier. Do Petriho misky na oba filtračné papiere vložte 20 jedincov žiživky obyčajnej. Pozorujte v ktorej časti misky sa budú žiživky zdržiavať a počas časových intervalov zapíšte počet jedincov vo vlhkej časti a počet jedincov v suchej časti.

Realizácia a pozorovanie	čas	počet jedincov vo vlhkej časti	počet jedincov v suchej časti
	30 s		
	1 min		
	1,30 min		
	2 min		
	2,30 min		
	3 min		
	3,30 min		
	4 min		
Výsledky	Celkový počet (súčet):		

c) Teplota

Petriho miskú rozdeľte na dve polovice. Do jednej polovice vložte ľad. Do stredu Petriho misky vložte 20 jedincov žiživky obyčajnej. Pozorujte v ktorej časti sa budú zdržiavať žiživky a počas časových intervalov zapíšte počet jedincov v teplej časti a počet jedincov v chladnej časti.

Realizácia a pozorovanie	čas	počet jedincov v teple	počet jedincov v chlade
	30 s		
	1 min		
	1,30 min		
	2 min		
	2,30 min		
	3 min		
	3,30 min		
	4 min		
Výsledky	Celkový počet (súčet):		

Výsledky

Výsledky jednotlivých skupín prezentujte pred spolužiakmi a zapíšte do tabuľky.

a) svetlo	Počet jedincov, ktoré uprednostnili skôr svetlo.	Počet jedincov, ktoré uprednostnili skôr tmu.
b) vlhkosť	Počet jedincov, ktoré uprednostnili skôr sucho.	Počet jedincov, ktoré uprednostnili skôr vlhko.
c) teplota	Počet jedincov, ktoré uprednostnili skôr teplo.	Počet jedincov, ktoré uprednostnili skôr chlad.

Záver

Žižavky obyčajné preferujú nasledovné podmienky:

Potvrdili sa vaše stanovené predpoklady?

áno

nie

Vysvetlenie rozdielu:

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

ŽIŽIAVKA OBYČAJNÁ (*Porcellio scaber*)

Kontext

Prispôsobenie sa prostrediu bolo možné na základe odlišností počas reprodukcie, čo umožnilo jednotlivcovi prispôbiť sa prostrediu a iným nie. Organizmy, ktoré sa hodia do prostredia s obmedzenými zdrojmi prostredia sú adaptované napr. kaktus, polárny medveď, ťava. Lev má adaptácie, ktoré mu umožňujú účinne zabiť korisť a to štruktúrne – zuby, pazúry, biochemické – extra proteíny, tráviace enzýmy a tiež správanie – lov v organizovaných skupinách. Jedince, ktoré sú lepšie prispôbené danému prostrediu majú väčšiu šancu na odovzdanie svojich alel do potomstva.

Časom môžu naakumulované zmeny viesť k vzniku nového druhu. Ak dve populácie antilop boli napr. abiotickými faktormi oddelené jedna od druhej, prírodný výber môže zvýhodniť odlišné adaptácie v dvoch prostrediach. Formovanie nového druhu – dve populácie rovnakého druhu budú separované pohorím – na opačných stranách môže existovať odlišný selekčný tlak. Na jednej strane nastane prírodný výber dostupnosťou potravy na vysokých stromoch – uprednostnené budú vysoké antilopy a na druhej strane prírodný výber vplyvom predátorov, ktoré lepšie vidia vysoké antilopy ľahšie zvýhodní nižšie antilopy. Obe populácie získajú postupom času rozdielne adaptácie, ktoré im neumožňujú sa medzi sebou krížiť. Stali sa z nich dva odlišné druhy.

Ciele

- Žiak má opísať vonkajšiu stavbu tela žižiavky.
- Žiak uvedie podmienky prostredia v ktorom žižiavka žije.
- Žiak chápe prispôsobeniu sa organizmov prostrediu.

Prerekvizity

Výkonová časť vzdelávacieho štandardu obsahuje nasledovné ciele: žiak má zdôvodniť na príklade stavovca význam sfarbenia podľa prostredia v ktorom žije. Ďalej má zdôvodniť prispôsobenie stavovcov životnému prostrediu na ukážke kostry končatín – zdôvodniť adaptáciu orgánov opornej, dýchacej a obehovej sústavy stavovca vzhľadom na jeho prirodzené prostredie a spôsob života, zdôvodniť odlišnosti orgánov tráviacej sústavy v závislosti od potravy. Nakoniec má „Porovnať spoločné a odlišné znaky lebky, chrčtice a končatín ľudskeho a živočíšneho organizmu“. Čo sa týka obsahu učebnice týkajúceho sa vyššie uvedených cieľov, uvedené sú len príbuzné a odlišné znaky v stavbe tela človeka ľudoopov bez akéhokoľvek náznaku evolúcie či vedeckého vysvetlenia. Práve tu je možnosť uviesť napr. DNA podobnosť človeka a ľudoopov.

Miskonceptie

Evolúcia je ako lezenie po rebríku pokroku. Organizmy sa neustále zlepšujú. – Prírodný výber vyradí jednotlivcov, ktorí sú nevhodní pre konkrétnu situáciu. Žiadny organizmus nemusí byť dokonalý. Musí byť však dostatočne zdatný, aby prežil a rozmnožoval sa v danom prostredí a čase. Mnohé taxóny sa zmenili, no neznamená, že sú lepšie, keďže na inom mieste by to nemuselo tak dobre fungovať. Zdatnosť súvisí s prostredím, nie pokrokom. Mylné predstavy o evolučných stromoch:

- Taxóny, susediace na špičkách fylogeny sú viac príbuzné jeden druhému ako ku taxónom, ktoré sú na vzdialenejších zakončeníach.
- Taxóny, ktoré sa dostali na vrchol alebo pravú stranu sú vyspelejšie ako ostatné organizmy na iných pozíciách.
- Taxóny, ktoré sú bližšie k spodnej časti a ľavej strane stromu reprezentujú predkov ostatných taxónom na strome.
- Taxóny, ktoré sú bližšie k spodnej časti a ľavej strane stromu sa vyvinuli oveľa skôr ako ostatné taxóny.
- Na Zemi bol vždy iba jeden druh ľudí v danom čase.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

4 – 5-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy, tri Petriho misky, desať a viac jedincov žiživky obyčajnej, filtračný papier, čierny papier, ľad, lupa, pravičko, písacie potreby. Taktiež je vhodné si pripraviť pinzety a gumené rukavice, ktoré môžu byť potrebné pri manipulácii so živočíchmi a nádoby na zber a prenos jedincov.

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Na základe skúseností a výskumných overovaní odporúčame pracovať so zástupcom bezstavovcov, napr. žiživkou obyčajnou, ktorá je ľahko dostupným organizmom. Druhy sa však veľmi ťažko odlišujú, čiže nemusí ísť exaktne o uvedený druh, ale pracovať môžete i so žiživkou múrovou (*Oniscus asellus*), preto nie je nutné presne ich determinovať.
- Žiživky považujeme za vhodný objekt pozorovania z týchto dôvodov:
 1. Pomerne ľahko dostupné (zväčša aj v okolí školy), bez finančných nákladov.
 2. Výrazné prejavy pozorovaného správania.
 3. Využitie aktivít v rôznych tematických celkoch.
- Poznatky o žiživke sú nadobúdané priamou aktívnou manipuláciou s ňou, preto pre prácu volíme väčšie jedince.
- Najefektívnejšie je, ak žiaci pracujú v skupinách, čo si však vyžaduje prispôsobenie pracovného prostredia v triede. Okrem pracovných podmienok je dôležité upriamiť pozornosť žiakov nielen na spôsob práce a vypracovávanie jednotlivých úloh, ale aj na dodržiavanie bezpečnosti pri práci, na zaobchádzanie s pomôckami, ako i na vhodné zaobchádzanie so živými organizmami, ktoré je potrebné vrátiť do ich pôvodného prostredia následne po práci s nimi.
- Každý pracovný list obsahuje úlohu, po prečítaní ktorej majú žiaci formulovať predpoklad. Všetky aktivity je potrebné vopred prediskutovať s cieľom, aby bolo každému žiakovi zrejmé čo má overovať.
- V prípade, ak nemá Petriho miska dostatočnú teplotu, môžeme na jej zohriatie použiť ako zdroj tepla teplú vodu alebo ju môžeme nahradiť aj inými látkami (zohriate mince v horúcej vode, teplé gélové vankúše, apod.). V prípade, ak je použitá teplá voda, treba dbať na to, aby množstvo nepokrývalo úplne celú „teplú“ polovicu Petriho misky, nakoľko voda obmedzuje pohyb žiživiek. Naopak, ľad ako zdroj chladu, sa v praxi osvedčil. Uprednostniť treba väčšie kusy ľadu (kocky a pod.) a nie malé kryštálky ľadu (rýchlejšie sa topia – voda obmedzí pohyb žiživiek).
- Je vhodné, ak zdroj svetla je nad Petriho miskou. Treba zvážiť aj polohu Slnka počas dňa, keďže svetlo sa dostáva do tried pod rôznym uhlom, čo môže ovplyvniť experiment. Pre úspešnú prácu treba odstrániť takéto rušivé faktory, aby sa do tmavej časti nedostávalo svetlo (resp. dostávalo sa čo najmenej svetla) zo žiadneho smeru a na svetlej časti bolo naopak dostatočné osvetlenie. Pri práci je možné použiť aj niektoré umelé zdroje svetla.
- Odporúčame použiť väčšie Petriho misky s priemerom približne 20 cm, ktoré je potrebné farebným značením rozdeliť na dve polovice (dovnútra nevkladáme žiaden materiál na fyzické rozdelenie, nakoľko by to bránilo pohybu žiživiek z jednotlivých strán Petriho misky). Ak sa používa len jedna Petriho miska, je potrebné, aby po každej úlohe bola riadne vysušená, resp. nemala inú teplotu v rôznych častiach, čo by mohlo viesť k narušeniu práce.
- Pri vkladaní jedincov do Petriho misky dbáme, aby boli vložené do jej stredu, nie prednostne na jednu stranu misky.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

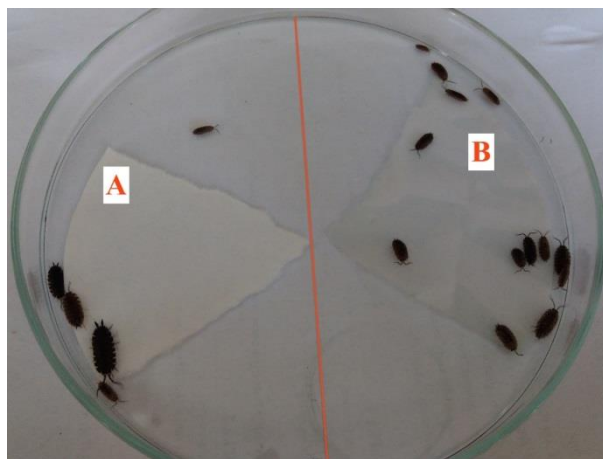
Úvodná informácia

Žižlavka je 10 – 15 mm veľký živočích patriaci do kmeňa článkonožce, triedy kôrovce. Je to nočný živočích, ktorý sa živí rozkladajúcou sa rastlinnou hmotou. Nájde ho na vlhkých miestach, v komposte pod listím.

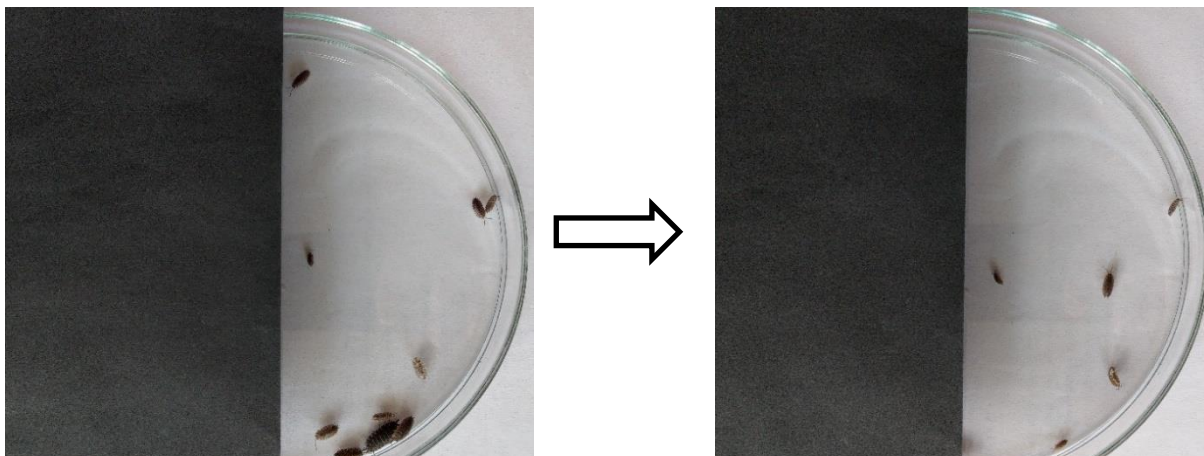
Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci sa najskôr musia zoznámiť so živočíchom, s ktorým budú pracovať.</p> <p>Prvá aktivita je zameraná na pozorovanie morfológických znakov tela žižlavky obyčajnej. Žiaci stanovujú predpoklady o dĺžke tela, počte končatín, farbe, povrchu tela a zmyslových orgánoch žižlavky. Zistené údaje z pozorovania žižlavky žiaci zaznamenávajú do tabuľky.</p> <p>Po dôkladnom pozorovaní vonkajšej stavby tela žižlavky a jej morfológických znakov, žiaci svoje zistenia zapíšu do tabuľky a porozmýšľajú nad významom pozorovanej časti. Na záver majú žiaci za úlohu nakresliť žižlavku a opísať vonkajšiu stavbu jej tela.</p> <p>Druhou aktivitou je overenie prirodzených podmienok pre život žižlavky. Žiaci stanovujú predpoklady o možnom prirodzenom prostredí žižlaviek. Svoje predpoklady následne overujú zmenou jednotlivých podmienok prostredia ako intenzita svetla, vlhkosť, teplota a pozorujú reakcie žižlavky na zmeny.</p>	<p>Pozorovaný objekt – žižlavka obyčajná môže byť zabezpečená učiteľom alebo žiakmi, individuálne alebo spoločne na predchádzajúcich vyučovacích jednotkách.</p> <p>Dôležitá je príprava pracovného prostredia a prostredia pre pozorovania a experimenty.</p> <p>Predpoklady sa môžu líšiť v jednotlivých skupinách (triedach) v závislosti od toho, či biologický materiál zabezpečuje učiteľ alebo žiaci. V prípade, ak materiál zabezpečuje učiteľ, je možné očakávať menej presné predpoklady, nakoľko žiaci neprišli do kontaktu so žižlavkami a ani s ich prirodzeným prostredím. Taktiež je možnosť spoločného zberu (žiaci a učiteľ) v areáli školy pred začiatkom vyučovacej jednotky. Treba podotknúť, že správanie učiteľa zohráva významnú úlohu. Mal by mať neustále na pamäti, že žiaci ho môžu považovať za vzor, ktorý im sprostredkuje spôsoby vedeckej práce. Prejavovanie emócií odporu alebo strachu pri zbieraní a manipulácii so živočíchmi nielenže nemožno považovať za vhodný prístup učiteľa biológie, no zároveň tým ovplyvňuje ďalšiu činnosť žiakov. Preto odporúčame pre učiteľov využiť vhodné pomôcky, ktoré budú vyhovovať ich individuálnym potrebám pre zber a prípadnú prácu so živočíchmi.</p> <p>Pozorovanie je potrebné opakovať v pravidelných časových intervaloch. Vhodné je použiť 30 sekundové intervaly počas štyroch minút. Počty jedincov žiaci zaznamenávajú do tabuliek.</p> <p>Žiaci, obdobne ako v predchádzajúcom prípade, zaznamenávajú do tabuľky v pracovnom liste počet jedincov, ktoré sa zdržujú v nezakrytej časti Petriho misky. Počet jedincov v zakrytej časti nie je vidno, preto ich dodatočne musia vypočítať (celkové množstvo – počet jedincov na svetle = počet jedincov v zakrytej časti). Výpočty odporúčame uskutočňovať potom ako už prebehli všetky pozorovania, aby to nenarušilo potrebné činnosti uskutočňované žiakmi.</p>

<p>Petriho misku rozdelia na dve polovice a vložia do nej 20 jedincov žiživky obyčajnej. Polovicu Petriho misky zakryjú čiernym papierom. Pozorujú, v ktorej časti sa budú zdržiavať žiživky a počas časových intervalov zapisujú počet jedincov vo svetlej časti a počet jedincov v tmavej časti.</p> <p>Petriho misku rozdelia na dve polovice. Do jednej polovice vložia suchý filtračný papier a do druhej polovice vlhký filtračný papier. Do misky na oba filtračné papiere vložia spolu 20 jedincov žiživky obyčajnej. Pozorujú, v ktorej časti sa budú žiživky zdržiavať častejšie a počas časových intervalov zapisujú počet jedincov vo vlhkej časti a počet jedincov v suchej časti.</p> <p>Petriho misku opäť rozdelia na polovicu. Do misky v ktorej bola predtým teplá voda na zohriatie žiaci do stredu vložia 20 jedincov žiživky obyčajnej. Do jednej polovice vložia ľad. Pozorujú, v ktorej časti sa budú zdržiavať žiživky a počas časových intervalov zapisujú počet jedincov v teplej časti a počet jedincov v chladnej časti misky.</p> <p>Po ukončení overovania stanovených predpokladov žiaci jednotlivých skupín prezentujú svoje výsledky ostatným spolužiakom. Zároveň udávajú, či sa ich predpoklady, ktoré si určili na začiatku aktivít, potvrdili alebo vyvrátili.</p>	<p>Ako už bolo spomenuté vyššie, treba vkladat' suchý filtračný papier do suchej Petriho misky s rovnakou teplotou v celom objeme, aby sme nenarušili priebeh experimentu.</p>
---	--



Obr. 1 Pozorovanie vplyvu vlhkosti: A – suchý papier; B – vlhký papier



Obr. 2 Pozorovanie vplyvu svetla;
vľavo počet jedincov na začiatku aktivity, vpravo počet jedincov na konci aktivity.

Posilňovanie relevantných spôsobilostí vedeckej práce

Žiaci v danej aktivite rozvíjajú spôsobilosť **pozorovať, klasifikovať a merať**. Dôraz je kladený na analýzu, argumentáciu, rozvoj spôsobilostí vedeckej práce, ktoré rozvíjajú prírodovednú gramotnosť žiaka. Zároveň si žiak osvojí komunikačné kompetencie, kompetenciu riešiť problémy, i sociálne a pracovné.

Aktivita **ADAPTÁCIE STAVOVCOV** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (10.)

Rôznorodosť organizmov, ich prežitie a vyhynutie je výsledkom evolúcie

Nosná myšlienka(10.2)

Pod premenlivosťou (variabilitou) rozumieme tvarovú a funkčnú rozmanitosť živých organizmov a ich schopnosť reagovať na rôzne podmienky prostredia odlišným spôsobom, ide o prispôbovanie sa organizmov prostrediu. Organizmy dokážu žiť v istom prostredí, pretože majú vlastnosti, ktoré im umožňujú v ňom prežiť. Do ďalšej generácie prechádzajú len jedince, ktoré majú v danom priestore a čase dostatočnú zdatnosť (fitness).

(Problematika adaptácie doteraz nebola súčasťou obsahu.)

Didaktická sekvencia

1. Živé organizmy sa navzájom líšia jeden od druhého znakmi, morfológickými a fyziologickými vlastnosťami. Odchýlky existujú v rámci populácie, medzi jedincami, medzi skupinami.
2. Vnútrodruhové kríženie – potomstvo nikdy nie je totožné s rodičmi.
3. Medzidruhové kríženie. Rôzne druhy sa medzi sebou nemôžu krížiť tak, aby mali plodné potomstvo.
4. Prírodný a umelý výber (šľachtenie).
5. Pohlavný výber.
6. Variácie vplyvom prostredia. Adaptácia na prostredie. Rôzne typy prostredí a príklady organizmov žijúcich v nich. Mnohé variácie umožňujú organizmom dobre zapadnúť do prostredia, nemajú vplyv alebo nevýhodujú iné organizmy.
7. Prispôbovanie sa živočíchov tvarom tela, spôsobom života prostrediu. Prispôbovanie sa rastlín podmienkam, v ktorých žijú.
8. *Vnútrodruhová a medzidruhová konkurencia – kompetícia kvôli materiálnej a energetickej zdrojov. Prírodný výber môže viesť k novému druhu. Niektoré organizmy sú lepšie prispôbované svojmu prostrediu ako iné. Tieto organizmy skôr prežijú a budú mať potomkov ako ich kompetítory. Charakteristiky, ktoré vlastní, sa stanú bežnými u druhu v ďalších generáciách.*
9. Prežitie organizmov (jedovaté rastliny, popínave rastliny). Ak prostredie uplatní selekčný tlak, ako napr. obmedzená dostupnosť listov, upredností jednu populáciu pred druhou.
10. Vymieranie organizmov. Menej prispôbivé jedince zahynú pred reprodukciou.
11. Adaptovanejšie organizmy majú väčšiu šancu na prežitie, čo im umožňuje odovzdať vhodnú kombináciu génov potomkom. Týka sa to len zmien v pohlavných bunkách, mutácie v somatických bunkách sa neodovzdávajú.
12. Genetická variácia. Kontinuum predka a potomkov. Spôsobujú dedičnú premenlivosť organizmu, pretože dochádza k zmene genotypu a tým celej genetickej informácie. Vznikajú vplyvom určitých faktorov – mutagénov (napr. rastlinný chameleón – v Kodani v laboratóriu boli genetickými mutáciami vytvorené rastliny, ktoré majú zachraňovať životy. Rozšíria sa ako bežná burina, ale vplyvom oxidu dusičitého, ktorý vylučujú mýny osadené v pôde, sa sfarbia na červeno, a tak informujú o prítomnosti mín).
13. Speciácia – vznik nových druhov ako zdroj rozmanitosti.

Prezentovaná aktivita je realizáciou nevyhnutného kroku k porozumeniu evolúcie. Jej cieľom je pripíeť k pochopeniu pojmu prírodný výber, aj keď sa tu tento pojem zatiaľ nedefinuje.

ADAPTÁCIE STAVOVCOV (pracovný list žiaka)

Príprava 1

Adaptácie pomáhajú organizmom prežiť v prostredí, v ktorom žijú. Jednou dôležitou adaptáciou primátov je protistojný palec.

Problém 1

Na čo slúži primátom protistojný palec? Je výhodou ho mať? Prečo?



Predpoklad

Navrhňte ako by sa dal Váš predpoklad overiť a overte ho.

Postup

1. Šnúрку, ktorá leží na lavici, vezmite a položte pred seba. Použite stopky, aby ste odmerali čas, potrebný na zobrať šnúрку z lavice, jej zviazanie na uzol a polozenie späť na lavicu.
2. Lepiacou páskou si prilepte palec k ruke (pomôže vám spolužiak alebo učiteľ).
3. Opakujte prvý krok bez použitia palca a výsledky oboch meraní zapíšte do tabuľky. Porovnajete výsledné časy oboch meraní.

Tabuľka

Palec:	Čas:
voľný	
prilepený k ruke	

Výsledok

Aký bol časový rozdiel medzi viazaním šnúrky s pomocou palca a bez použitia palca?

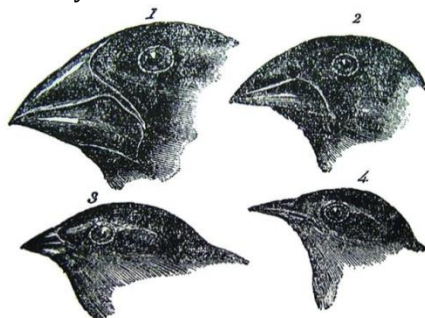
Napíšte ďalšie činnosti, o ktorých ste presvedčení, že by boli ovplyvnené, ak by ľudia nemali protistojný palec.

Príprava 2

Na Galapágoch žije 13 druhov piniek. Keď Charles Darwin navštívil Galapágy, všimol si, že na každom ostrove sa nachádza iný druh pinky. Rozmanitosť (diverzita) druhov sa odlišovala v tvare zobáka. Zobák každého druhu pinky sa prispôbil (adaptoval) na zdroje potravy na danom ostrove. Na Galapágoch sú hlavným zdrojom potravy piniek červíky.

Problém 2

Ktorá z piniek má najlepšie prispôsobený zobák na zbieranie červíkov?



Predpoklad

Postup

1. Na lavicu, ktorá reprezentuje Galapágy si vysypte červíky. Všetky štyri druhy piniek sa živia týmito červíkmi, pričom každý druh má iný tvar zobáka.
2. Budete mať 20 sekúnd na to, aby ste pozbierali všetky červíky na lavici pomocou vidličky, ktorá reprezentuje „vidličkovitý tvar“ zobáka pinky. Po učiteľovej výzve sa snažte čo najrýchlejšie pozbierať všetky červíky na lavici do pohárka. Červíky môžete zbierať dovtedy, kým učiteľ nepovie „stop“.
3. Po uplynutí času, zrátajte koľko červíkov máte v pohárku.
4. Rovnaký postup opakujte s ďalšími pomôckami predstavujúcimi rôzne tvary zobáka: lyžička, nôž, pinzeta. Svoje výsledky zaznačte do tabuľky.

Výsledok

tvár zobáka piniek	počet červíkov v pohárikú
plastová vidlička	
plastová lyžička	
plastový nožík	
pinzeta	

Zhrnutie

Zamyslite sa a odpovedzte na otázky:

1. Ktorý z týchto tvarov zobáka je najlepší na zbieranie červíkov?

2. Čo si myslíte, že sa stane, ak pre ostatné tri typy zobákov piniek sa stanú červíky jediným zdrojom potravy?

3. Navrhните ďalšie pomôcky pre napodobnenie zobáka u piniek?

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity ADAPTÁCIE STAVOVCOV

Kontext

Prírodný výber organizmov s určitými vlastnosťami, ktoré im umožňujú prežiť v konkrétnych podmienkach životného prostredia prebieha už od prvej formy života, ktorá sa objavila na Zemi pred viac ako 3,5 miliónmi rokov. Neskôr vznikli jednobunkové organizmy a zhruba pred 2 miliónmi rokov sa z niektorých z nich vyvinuli mnohobunkové organizmy, ktoré nakoniec viedli k súčasným rastlinám, živočíchom a hubám. Ostatné formy zostali jednobunkovými.

Prírodný výber zahŕňa organizmy, ktoré sa snažia adaptovať. – Prírodný výber vedie k adaptácii, ale tento proces nezahŕňa snaženie. Prírodný výber zahŕňa genetickú variabilitu a selekciu medzi variantmi prítomnými v populácii. Jediniec má alebo nemá gény, ktoré sú v danom priestore a čase dosť dobré na to, aby prežil a rozmnožoval sa.

Prírodný výber dáva organizmu to, čo potrebuje. – Prírodný výber nemá žiadne zámery či úmysly. Ak genetická variabilita umožňuje niektorým jedincom prežiť lepšie ako ostatní, budú mať viacej potomkov v ďalšej generácii a populácia sa bude vyvíjať. Ak tomu tak nie je, populácia môže prežívať, ale nemení sa a môže aj zaniknúť.

Evolúcia znamená, že život sa zmenil náhodou. – Náhoda je jedným z faktorov, ale existujú aj nenáhodné evolučné mechanizmy. Náhodná mutácia je ultimátnym zdrojom genetickej variability. Prírodný výber je proces, pri ktorom niektoré varianty prežijú a iné nie, nie je náhodný.

Chýbajúce fosílie sú dôkazmi proti evolúcii. – Mnohé „medzičlánky“, resp. fosílie dokazujúce prechod z jedného druhu na iné chýbajú. Tieto chýbajúce fosílie nie sú dôkazmi proti evolúcii. Skôr je otázkou času kedy sa nájdu, resp. aj v prípade ich absencie môžeme predpokladať ich existenciu, prípadne si pomáhať v odvodzovaní pomocou línií príbuzných druhov.

Aktivity, ktoré sme prezentovali, sú zamerané na adaptácie stavovcov – protistojný palec u primátov a tvar zobáka u píniek. Ako námet na rozšírenie tejto aktivity môžeme uviesť ďalšiu adaptáciu primátov, a to je *binokulárne videnie* – vzdialenosť medzi očami, ktorá ovplyvňuje lepšie videnie objektov. Vedci veria, že táto adaptácia zlepšila koordináciu primátov a aj spôsobilosť posudzovať vzdialenosť.

Ciele

- Žiak má poznať rôzne spôsoby prispôsobenia sa organizmov.
- Žiak má zrealizovať kvantifikované pozorovanie a na základe pozorovaných javov, vie vyhodnotiť adaptácie.
- Žiak je schopný vysvetliť proces adaptácie na rôznych príkladoch.

Prerekvizity

Výkonová časť vzdelávacieho štandardu obsahuje nasledovné ciele: žiak má zdôvodniť na príklade stavovca význam sfarbenia podľa prostredia, v ktorom žije. Ďalej má zdôvodniť prispôsobenie stavovcov životnému prostrediu na ukážke kostry končatín – zdôvodniť adaptáciu orgánov opornej, dýchacej a obehovej sústavy stavovca vzhľadom na jeho prirodzené prostredie a spôsob života, zdôvodniť odlišnosti orgánov tráviacej sústavy v závislosti od potravy. Nakoniec má „Porovnať spoločné a odlišné znaky lebky, chrbtice a končatín ľudského a živočíšneho organizmu“. Čo sa týka obsahu učebnice týkajúceho sa vyššie uvedených cieľov, uvedené sú len príbuzné a odlišné znaky v stavbe tela človeka ľudoopov bez akéhokoľvek náznaku evolúcie či vedeckého vysvetlenia. Práve tu je možné uviesť napr. podobnosť DNA človeka a ľudoopov.

Miskonceptie

Miskonceptie o prírodnom výbere a adaptácii:

- Prírodný výber sa týka organizmov, ktoré sa snažia prispôsobiť.
- Evolúcia je ako lezenie po rebríku pokroku. Organizmy sa neustále zlepšujú.
- Organizmy si našli v priebehu evolúcie vhodné prostredie samy.

- Prírodný výber dáva organizmom to, čo potrebujú.
- Prírodný výber zahŕňa organizmy, ktoré sa snažia adaptovať.
- Prírodný výber dáva organizmu to, čo potrebuje.
- Ľudia nemôžu negatívne ovplyvniť ekosystémy, pretože druh bude rozvíjať to, čo potrebuje pre prežitie.
- Prírodný výber pôsobí pre dobro druhu.
- Najzdatnejšie organizmy v populácii sú tie, ktoré sú najsilnejšie, najzdravšie, najrýchlejšie a / alebo najväčšie.
- Prírodný výber je o prežití najzdatnejších jedincov v populácii.
- Prírodný výber produkuje organizmy perfektne sa hodiace do prostredia.
- Všetky vlastnosti organizmov sú adaptáciami.
- Nový druh vznikne, ak sa začne krížiť s iným druhom.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

4 – 5-členné skupiny

Materiál a pomôcky

lepiaca páska, stopky, šnúrka, červíky 10 – 15 ks (nastrihaná hrubá bavlnka), pohárik, pinzeta, plastová vidlička, plastová lyžička, plastový nožík, stopky.

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- V tejto evolučnej aktivite študenti najskôr metódou brainstormingu hodnotia význam ľudskej ruky. Následne pomocou krátkeho pokusu vyhodnotia jeho význam pre ľudí. Jeho princípom je obmedzenie použitia palca v každodenných aktivitách, aby vďaka tomu vedeli posúdiť, aký má pre nich význam, aj keď ho vnímajú ako ich bežnú a triviálnu súčasť ľudského tela. Protistojný palec, dovoľuje primátom chytať vetvy stromov oveľa efektívnejšie. Ľudia používajú protistojný palec pri manipulácii s nástrojmi.
- Aktivita spája použitie brainstormingu, diskusie, metódy kladenia otázok, pozorovania i spracovania dát. Ak je vykonávaná komplexne, ako súčasť výučby, je možné ňou vysvetliť aj termíny ako adaptácia, protistojné postavenie palca, či primáty – takže jej použitie nie je nevyhnutne viazané iba na tému evolúcia.
- Študentov učiteľ rozdelí do malých skupín. Každá skupina bude na svoj vlastný papier realizovať brainstorming. Centrálny termín je možné prispôbiť podľa potrieb, napríklad palec, ľudská ruka. Každá skupina dostane dve minúty na spracovanie, potom sa spoločne vyhodnotí celá trieda a diskutuje sa o ich nápadoch a postrehoch. Ak žiadna skupina neprišla s označením protistojné postavenie palca, napíše ho učiteľ ako hlavný pojem na tabuľu a v krátkosti žiakom vysvetlí jeho význam.
- Ak žiaci nemajú možnosť použiť topánky na šnurovanie, je možné vymyslieť aj inú aktivitu, napríklad napísať svoje celé meno písaným písmom, prípadne telefónne číslo, aj keď aktivita so šnúrkami sa zdá byť študentom zábavnejšia.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Pracovný list začína úvodom o adaptáciách. Nasleduje riešenie problému, či je protistojný palec výhodou alebo nevýhodou. Žiaci majú rozmýšľať nad nastoleným problémom, majú uviesť svoj predpoklad, či je to výhoda alebo nevýhoda mať protistojný palec a svoje tvrdenie majú zdôvodniť.</p> <p>Majú navrhnúť ako by sa dal ich predpoklad overiť a následne ho overujú.</p> <p>V nasledujúcej úlohe si majú žiaci z lavice vziať voľne položenú šnúрку, zaviazať ju na uzol a zmerať čas, za ktorý činnosť stihli vykonať. Potom zopakujú ten istý postup, avšak s prilepeným palcom pomocou lepiacej pásky k dlani (alebo priviazaným palcom k dlani šnúrkou). Oba namerané časy si zaznamenajú do pripravenej tabuľky. Obe aktivity je vhodné zopakovať najmenej trikrát a vypočítať priemerný čas a ten následne porovnať.</p> <p>Po skončení a vyhodnotení tejto úlohy nasleduje krátka, otvorená diskusia o dôležitosti protistojného palca.</p> <p>Ďalší pracovný list začína sprievodným textom o takzvaných „Darwinových pinkách“. Na svojich poznávacích cestách navštívil Darwin aj Galapágy, kde si všimol, že na rôznych ostrovoch sa vyskytujú rôzne druhy piniek s odlišným tvarom zobáka. Žiaci tak pokračujú v pochopení pojmu adaptácie, pretože po prečítaní textu a oboznámením sa s Darwinovými pinkami, majú rozhodnúť, ktorá z piniek (podľa obrázka) má najlepšie prispôsobený zobák na zbieranie červíkov, ktoré tvoria hlavný zdroj ich potravy.</p> <p>Žiaci stanovujú predpoklad. Prispôsobenie zobáka overujú na základe uvedeného postupu.</p> <p>Úloha začína tým, že „červíky“ sú voľne vysypané na lavici. Žiaci si pripraví stopky a zvolia prvý „zobák“ s ktorým sa pokúsia pozbierať všetky „červíky“.</p>	<p>Zároveň sa pýtame, čo by sa stalo ak by sme protistojný palec nemali. Ako by nás tento fakt ovplyvnil a či by nás vôbec ovplyvnil.</p> <p>Vo väčšine prípadov sa budú návrhy týkať priviazania palca alebo jeho prilepenia k ruke. Medzi návrhy patrí aj držanie palca spolužiakom zatiaľ, kým vykonajú nejakú činnosť (zbierajú perá z lavice a ukladajú naspäť do peračníka).</p> <p>Vykonanie činnosti bez prilepeného palca a s prilepeným palcom k dlani nezaberie veľa času. Preto odporúčame, aby učiteľ dohliadol na to, aby si v skupine každý žiak vyskúšal činnosť, kedy je protistojný palec prilepený či priviazaný k dlani.</p> <p>Žiaci majú možnosť napísať ďalšie činnosti, o ktorých si myslia, že by boli sťažené, ak by sme nemali protistojný palec.</p> <p>Rôzne tvary zobákov piniek sú napodobnené pomocou umelohmotnej vidličky, lyžičky a nožička. Hlavná potrava pre pinky na ostrove sú červíky, v tejto aktivite je použitá ako náhrada farebné gumičky.</p> <p>Ako jednoznačný znak ukončenia úlohy musia byť „červíky“ pozbierané do umelohmotného pohára a lavica je prázdna. Keď je lavica prázdna, určený žiak zo skupiny čas zastaví. Takýto postup zopakujú so všetkými tvarmi „zobákov“.</p>

<p>Jednotlivé časy žiaci zapisujú do prehľadnej tabuľky. Po ukončení úlohy a vyhodnotení zapísaných časov, majú žiaci rozhodnúť, ktorý tvar zobáka pinky je najefektívnejší na zbieranie červíkov.</p> <p>Za úlohou nasledujú otázky, ktoré s ňou súvisia a pre žiaka sú určené hlavne na zamyslenie a následné riešenie problému zadaného prostredníctvom týchto otázok.</p>	<p>Na záver majú navrhnúť ďalšie pomôcky, ktoré by sa dali použiť ako napodobnenie tvaru zobáka piniek. Je na zvážení učiteľa či by zopakoval úlohu s navrhnutými pomôckami od žiaka.</p>
---	---

Zhrnutie budovaných prírodovedných predstáv a pojmov

Východiskovou predstavou je vnímanie rôznorodosti rastlín a živočíchov. Je spojené s porovnávaním a hľadaním podobností a odlišností. Žiak si uvedomí podobnosť druhov.

Pri rozvoji konceptu evolúcie problematika prispôsobovaniu sa prostrediu absentuje. O to viac je potrebné zamerať pozornosť na zdôvodnenie tohto procesu a to práve evolúciou.

Aktivita **LOVČÍK HÁJNY (*Pisaura mirabilis*)** a jej umiestnenie v realizácii didaktickej sekvencie

Kľúčová téza (10.)

Rôznorodosť organizmov, ich prežitie a vyhynutie je výsledkom evolúcie

Nosná myšlienka (10.2)

Pod premenlivosťou (variabilitou) rozumieme tvarovú a funkčnú rozmanitosť živých organizmov a ich schopnosť reagovať na rôzne podmienky prostredia odlišným spôsobom, ide o prispôsobovanie sa organizmov prostrediu. Organizmy dokážu žiť v istom prostredí, pretože majú vlastnosti, ktoré im umožňujú v ňom prežiť. Do ďalšej generácie prechádzajú len jedince, ktoré majú v danom priestore a čase dostatočnú zdatnosť (fitness).

(Problematika adaptácie doteraz nebola súčasťou obsahu.)

Didaktická sekvencia

1. Živé organizmy sa navzájom líšia jeden od druhého znakmi, morfológickými a fyziologickými vlastnosťami. Odchýlky existujú v rámci populácie, medzi jedincami, medzi skupinami.
2. Vnútrodruhovú kríženie – potomstvo nikdy nie je totožné s rodičmi.
3. Medzidruhovú kríženie. Rôzne druhy sa medzi sebou nemôžu krížiť tak, aby mali plodné potomstvo.
4. Prírodný a umelý výber (šľachtenie).
5. *Pohlavný výber.*
6. Variácie vplyvom prostredia. Adaptácia na prostredie. Rôzne typy prostredí a príklady organizmov žijúcich v nich. Mnohé variácie umožňujú organizmom dobre zapadnúť do prostredia, nemajú vplyv alebo nezvýhodňujú iné organizmy.
7. Prispôsobenie sa živočíchov tvarom tela, spôsobom života prostrediu. Prispôsobenie sa rastlín podmienkam, v ktorých žijú.
8. Vnútrodruhovú a medzidruhovú konkurenciu – kompetícia kvôli materiálnym a energetickým zdrojom. Prírodný výber môže viesť k novým druhom. Niektoré organizmy sú lepšie prispôbivé svojmu prostrediu ako iné. Tieto organizmy skôr prežijú a budú mať potomkov ako ich kompetítory. Charakteristiky, ktoré vlastnia, sa stanú bežnými u druhu v ďalších generáciách.
9. Prežitie organizmov (jedovaté rastliny, popínave rastliny). Ak prostredie uplatní selekčný tlak, ako napr. obmedzená dostupnosť listov, upredností jednu populáciu pred druhou.
10. Vymieranie organizmov. Menej prispôbivé jedince zahynú pred reprodukciou.
11. Adaptovanejšie organizmy majú väčšiu šancu na prežitie, čo im umožňuje odovzdať vhodnú kombináciu génov potomkom. Týka sa to len zmien v pohlavných bunkách, mutácie v somatických bunkách sa neodovzdávajú.
12. Genetická variácia. Kontinuum predka a potomkov. Spôsobujú dedičnú premenlivosť organizmu, pretože dochádza k zmene genotypu a tým celej genetickej informácie. Vznikajú vplyvom určitých faktorov – mutagénov (napr. rastlinný chameleón – v Kodani v laboratóriu boli genetickými mutáciami vytvorené rastliny, ktoré majú zachraňovať životy. Rozšíria sa ako bežná burina, ale vplyvom oxidu dusičitého, ktorý vylučujú mýny osadené v pôde, sa sfarbia na červeno, a tak informujú o prítomnosti mín).
13. Speciácia – vznik nových druhov ako zdroj rozmanitosti.

Prezentovaná aktivita je realizáciou nevyhnutného kroku k porozumeniu evolúcie. Jej cieľom je rozlíšiť pojmy prírodný a pohlavný výber a tiež prispieť k pochopeniu pojmu pohlavný výber, aj keď sa tu tento pojem zatiaľ nedefinuje.

Realizovanými činnosťami sa posilňujú nielen viaceré spôsobilosti vedeckej práce a zručnosti súvisiace s manipuláciou so živým organizmom, zároveň priamy kontakt so živočíchmi pozitívne ovplyvňuje afektívnu stránku učiacich sa a fyzický kontakt študenta so živočíchom, pôvodne vnímaný ako odporný,

redukuje emócie strachu a odporu. Fyzický kontakt so živými organizmami môže napomôcť pri vytváraní pozitívneho vzťahu k prírode, k živým organizmom u žiakov a k ochrane menej preferovaných živočíchov.

LOVČÍK HÁJNY (*Pisaura mirabilis*) (pracovný list žiaka)

Príprava

Lovčík hájny je bežným európskym druhom pavúka s dĺžkou tela okolo 1 – 1,5 cm. Vyskytuje sa v rôznych habitatoch, najčastejšie ho však nájdeme v hájoch a v blízkosti vodných tokov (tečúcich i stojacích vôd) na vegetácii. Vyskytujú sa v dolnej časti vegetácie v lesoch či na lúkach, ale veľmi hojne aj na rumoviskách, pri poľných cestách či priamo v záhradách. Dospelé jedince sa objavujú najskôr v druhej polovici apríla, ale väčšina dospieva až v máji. Nepatrí medzi chránené druhy, čo jeho využitie na hodinách biológie značne zjednodušuje. Na chov alebo krátkodobé skladovanie plne postačujú malé zaváraninové poháre s objemom 0,3 litra. V odbornej literatúre sa dlhé desaťročia tvrdilo, že dar je ochranou samcov pred kanibalizmom. Už však vieme, že to nie je pravda, lebo samica samca bez daru buď odmietne alebo sa s ním pári krátko (4 – 7 min.), príp. jeho spermie vylúči z epigyne a nepoužije ich na fertilizáciu vajíčok. Túto hypotézu však môžeme ľahko testovať.

Pomôcky

dospelé pavúky, poháre s objemom 0,3 l, 2 sklené akváriá s objemom 10 l, vata, riedka tkanina, striekačka s vodou, drobné článkonožce (nymfy svrčkov, muchy), polystyrénová guľôčka, 2 papiere (veľkosť A4)

Problém 1

Existujú tzv. zásnubné dary u pavúkov? Vplýva prítomnosť svadobného daru na reprodukčný úspech samcov?

Predpoklad

Čo by sa stalo, keby sme samcovi nedali darček?

Čo by sa stalo, keby sme dali samcovi nevhodný dar, napr. suchú plevu alebo polystyrénovú guľôčku?

Ako dlho sa samice pária, keď im samce prinesú veľké verzus malé dary?

Postup

Na dno akvária s objemom 10 – 12 litrov vložte čistý papier a vpustite naň samičku. Nechajte ju tam aspoň 10 min – v tejto fáze rozptýli svoje feromóny. Potom vložte dnu samca (ďalej od samice) a nechajte ho zorientovať sa v novom priestore. Keď začne trhavým pohybom hľadať samicu, ponúknite mu svadobný dar (experimentálna skupina), napr. muchu alebo nymfu svrčka.

Ak samec na samicu nereaguje do 5 – 10 min, vymeňte ho za iného. Ak naopak samica odmieta komunikovať so samcom, tiež ju môžete jednoducho vymeniť. V kontrolnej skupine samcovi dar neponúkame.

Výsledok

Problém 2

Závisí reprodukčné správanie samíc od kvality darčeka? Vplýva veľkosť darov na reprodukčné správanie samíc?

Predpoklad

Postup

Samcom môže rovnakým spôsobom ponúknuť napr. vysušeného (experimentálna skupina) a čerstvého svrčka alebo muchu (kontrolná skupina).

Aj v prírode je dostupnosť potravy značne variabilná, preto sa aj dary líšia veľkosťou. Samcom v experimentálnej skupine ponúkneme polovicu muchy (alebo svrčka), v kontrolnej dostanú celú muchu (alebo svrčka).

Výsledok

Samice budú buď samcov z experimentálnej skupiny odmietat' alebo sa s nimi budú páriť podstatne kratšie. Samce sú inak schopné urobiť dary z čohokoľvek – semienka rastlín, kúsok papiera a pod., čo sa dá skúsiť tiež.

Zhrnutie

Výsledky pozorovania medzi porovnajte medzi skupinami.

Metodické poznámky k realizácii žiackej aktivity

LOVČÍK HÁJNY (*Pisaura mirabilis*)

Kontext

Okrem prírodného výberu vplýva na organizmy podľa Darwina aj pohlavný výber. Darwin si všimol, že mnohé druhy živočíchov sú pohlavne dimorfné, t. j. samce bývajú pestrejšie sfarbené ako samice a/alebo majú rôzne ďalšie sekundárne pohlavné znaky ako napr. parohy, výrastky na štítoch a pod. Pohlavný výber delíme na intersexuálnu selekciu, kam patrí výber samca samicom a opačne a na intrasexuálnu kompetíciu, t. j. súťaž jedného pohlavia o druhé pohlavie. Samice bývajú selektívnejším pohlavím, pretože vo väčšine prípadov investujú do potomkov viac ako samce (napr. produkcia väčších gamét, gravidita, laktácia, starostlivosť o potomstvo), preto sa samce, ktoré sú menej vyberavé, pária s väčším počtom samíc. Samce tým, že investujú do potomstva menej, bývajú kompetitívnejším pohlavím, t. j. častejšie medzi sebou súperia o priazeň samice. Znamená to, že pohlavný výber je zodpovedný za selekciu rôznych extravagančných pohlavných znakov, ktoré nemusia priamo súvisieť s prírodným výberom. Napr. nadchvostové krovky páva sú výsledkom intersexuálnej selekcie, lebo perie s viacerými ornamentmi je pre samice atraktívnejšie. Parohy jeleňov sú výsledkom intrasexuálnej kompetície medzi samcami o samice, pretože samce bez parohov nie sú pre samice menej atraktívne, ale boli by silne handicapované v boji s rivalmi. Úloha pohlavného výberu sa v evolúcii nesmie podceňovať, pretože aj keby akýkoľvek jedinec dokázal odolať faktorom prostredia, bez reprodukcie, t. j. bez pohlavného výberu by bol evolučne neúspešný.

Ciele

- Žiak má poznať biológiu lovčíka hájneho.
- Žiak má zrealizovať kvantifikované pozorovanie a na základe pozorovaných javov, vie vyhodnotiť
- Žiak je schopný vysvetliť správanie samíc bez svadobného daru.

Prerekvizity

Deviaty ročník základnej školy je zameraný na témy ako Dedičnosť a jej význam, Premennivosť a rozmanitosť organizmov, druhové vlastnosti, vlastnosti jedinca. Žiak má uviesť príklad premenlivosti a jej význam, uviesť príklad významu premenlivosti pre život organizmov a demonštrovať na príklade prispôsobenie organizmov prostrediu. Súčasťou je i schopnosť porovnať rozsah nárokov organizmov na faktory prostredia na príkladoch. Rovnako ako v predchádzajúcich ročníkoch, aj v deviatom ročníku nie je uvedené vymedzenie evolúcie, pojem sa vyskytuje len pri vymedzení pojmu vývoj ako synonymum. Jediné s čím sa na základnej škole žiaci stretnú je vymedzenie Darwinovej teórie a prírodného výberu. V učebnici biológie pre 9. ročník sa uvádza pomenovanie Darwinovej teórie a prírodného výberu nasledovne: „Charles Darwin formuloval v 19. storočí teóriu o vývoji – evolúcii organizmov na Zemi. Podľa tejto teórie: organizmy jedného druhu sa v prírode vyvíjajú viac-menej odlišne v závislosti od vplyvu rozdielnych životných podmienok na základe premenlivosti, z premenlivosti vyplýva zákon prírodného výberu – prežijú len najsilnejšie a najsilnejšie jedince, najsilnejšie jedince, ktoré sa pri prírodnom výbere udržia a rozmnožia, prenášajú zmenené znaky a vlastnosti na potomkov“, avšak len v časti zaujímavosti, a nie v rámci základného učiva.

Potrebný čas práce

2 vyučovacie hodiny (90 minút)

Organizácia triedy

4 – 5-členné skupiny

Materiál a pomôcky

pracovné listy pre žiakov, dospelé pavúky, poháre s objemom 0,3 l, 2 akváriá 10 l, vata, riedka tkanina, striekačka s vodou, drobné článkonožce (nymfy svrčkov, muchy), polystyrénová guľôčka, 2 papiere (veľkosť A4)

Upozornenie na kritické miesta realizácie a bezpečnostné riziká

- Odchyt a chov: Tieto pavúky sú jednými z najbežnejších na Slovensku, nie sú chránené zákonom, preto nie je problém ich nachytať. Vyskytujú sa v dolnej časti vegetácie v lesoch či na lúkach, ale veľmi hojne aj na rumoviskách, pri poľných cestách či priamo v záhradách. Dospelé jedince sa objavujú najskôr v druhej polovici apríla, ale väčšina dospieva až v máji. Odchytené jedince zásadne chováme oddelene. Po tomto období samce hynú (v dospelom štádiu žijú len okolo 40 dní), samice sa však dajú nájsť aj neskôr v lete (aj v auguste). Pohodlne sa dá chytiť v dopoludňajších alebo popoludňajších hodinách (t. j. nie cez obed, keď je intenzita slnečného svetla najvyššia) pri slnení na vegetácii, napr. na prhl'ave dvojdomej (*Urtica dioica*).
- Pavúky je najlepšie chytať do malých nádob (napr. od detskej výživy) opatrným nahnaním pavúka do nádoby a jej okamžitým uzavretím. Na chov alebo krátkodobé skladovanie plne postačujú malé zaváraninové poháre s objemom 0,3 litra. V každej nádobe môže byť len jeden jedinec, inak by sme riskovali kanibalizmus. Nádoba má byť ventilovaná (t. j. uzavretá tkaninou alebo otvormi vo vrchnáku), nesmie byť na priamom slnku, ale najlepšie niekde na balkóne, kde sú nočné teploty nižšie. Naopak, chov pri vyšších teplotách urýchľuje ich metabolizmus a tým pádom skraca aj dĺžku života. Do nádob umiestnime chumáč vlhkej vaty, ktorú pravidelne kontrolujeme a v prípade potreby znova namáčame do vody. Ak nepoužijeme vatu, nádoby s lovčikmi rosíme aspoň 2x denne vodou.
- Potravou lovčikov je drobný hmyz do veľkosti muchy domovej alebo iné článkonožce. V zajatí bežne konzumujú napr. nymfy svrčkov, ktoré sú dostupné v pet-shop predajniach (ale pozor, drobné svrčky sú často len na objednávku), ak nemáme k dispozícii malú potravu, môžeme nakrájať väčšie svrčky. Potravu sa zmocňuje prudkým výpadom (t. j. netvorí sieť), preto je možné hoci aj mŕtvu potravu hodiť cca 1 – 2 cm pred pavúka, ktorý na ňu skočí. Videná bola aj konzumácia zabudnutých častí tiel svrčkov, t. j. je schopný mŕtvolu nájsť a neskôr ju skonzumovať. Nikdy nepredkladáme veľké svrčky, ktoré by mohli byť skôr hrozbou pre samotného pavúka. Kŕmime podľa potreby, lovčikovi stačí cca 1 mucha denne. V prípade potreby vydrží hladovať aj viac dní.
- Reprodukčné správanie: lovčík je jeden z mála pavúkov, u ktorých bolo dokumentované predávanie tzv. svadobného daru samici. Sú to rôzne látky, ktoré môže samička skonzumovať. Zaraďujeme sem napríklad mŕtvy hmyz, rôzne symbolické dary (napr. nekonzumovateľné semená tráv), rôzne sekréty samcov (napr. sliny) alebo dokonca aj špecifické látky v ejakuláte samcov. Svadobným darom je nájdený mŕtvy alebo čerstvo usmrtený hmyz, ktorý samec obalí do vlákna, čím darček nadobúda biele sfarbenie. Zároveň je samec vďaka vláknu v permanentnom kontakte s darom, ktorý by mu mohla samica pri kopulácii ľahko ukradnúť.
- Ak by niekto chcel presne vedieť, aké veľké sú dary v prírode, uvádzame hodnoty hmotnosti darov, ktoré boli odobraté samcom: 0,0018 – 0,0271 g, veľkosť okolo 3 mm.

PRIEBEH REALIZÁCIE A METODICKÉ POZNÁMKY

Úvodná informácia

Lovčík hájny je bežným európskym druhom pavúka s dĺžkou tela okolo 1 – 1,5 cm. Vyskytuje sa v rôznych habitatoch, najčastejšie ho však nájdeme v hájoch a v blízkosti vodných tokov (tečúcich i stojacích vôd) na vegetácii. Vyskytujú sa v dolnej časti vegetácie v lesoch či na lúkach, ale veľmi hojne aj na rumoviskách, pri poľných cestách či priamo v záhradách. Dospelé jedince sa objavujú najskôr v druhej polovici apríla, ale väčšina dospieva až v máji. Nepatrí medzi chránené druhy, čo jeho využitie na hodinách biológie značne zjednodušuje. Na chov alebo krátkodobé skladovanie plne postačujú malé zaváraninové poháre s objemom 0,3 litra.

V odbornej literatúre sa dlhé desaťročia tvrdilo, že dar je ochranou samcov pred kanibalizmom. Už však vieme, že to nie je pravda, lebo samica samca bez daru buď odmietne alebo sa s ním pári krátko (4 – 7 min.), príp. jeho spermie vylúči z epigyne a nepoužije ich na fertilizáciu vajíčok. Túto hypotézu však môžeme ľahko testovať.

Daný text je súčasťou pracovného listu pod nadpisom „príprava“.

Samec po zaregistrovaní samice (vizuálne a/alebo pomocou feromónov) obvykle obalí darček a snaží saamicu pomalými trhanými pohybmi lokalizovať. Po kontakte s prednými končatinami samec ukazuje samici svadobný dar rozťahnutím pedipálp v „sedavej“ polohe (bruškom-opistozómou sa dotýka zeme). Samica začne darček „ochutnávať“ a potom v niektorých prípadoch sa môže začať premiestňovať na iné miesto, zatiaľ čo samček „hrá mŕtveho chrobáka“ a necháva sa samicou vliecť. Potom sa opatrne premiestni na spodnú časť opistozómy samice za začne kopulovať tak, že priloží jednu z pedipálp ku kopulačnému otvoru (epigyne) samice. Pedipalpy môže samec počas kopulácie, ktorá trvá bežne 40 – 60 min, aj viackrát vymeniť. Spermie sa do pedipálp dostávajú ešte predtým, obvykle po dospení pavúka. Zväčšené pedipalpy sú neklamným znakom samcov u viacerých druhov pavúkov, na čo je vhodné študentov upozorniť. Samice sa pária viackrát (exaktné čísla z prírody nepoznáme), nie sú schopné rozlíšiť samca s ktorým sa pári od nového samca a neradia sa pri kopulácii veľkosťou samcov, ale veľkosťou darov. Samotný dar nezvyšuje počet vajíčok ani kvalitu mláďat. Načo samotný dar je, je stále nejasné. Vieme, žeamicu môže do určitej miery zasýtiť, samce sú vďaka darom nápadnejšie pre predátorov, lebo sa pohybujú pomalšie, takže je možné, že ide o handicap (iba najsilnejší si môžu dovoliť nosiť dary, ale medzi samcami, ktorí v prírode mali dary a nemali neboli zistené vo fyzickej kondícii žiadne rozdiely) alebo o znak dobrých loveckých schopností.

Samica neskôr po kopulácii (závisí to od jej veku, ak sa nepárla, kokón urobí tiež) vytvára kokón, t. j. guľovitú štruktúru z pavučiny, do ktorej kladie vajíčka. Kokón nosí v chelicérach asi 3 týždne, potom malým pavúkom vytvorí 3D pavučinu, v ktorej sa mláďatá rozptýlia a samica ich stráži ďalších max. 7 dní. Celkovo je tvorba kokóna v zajatí komplikovanejšia, lebo mnoho vajíčok sa nevyvinie (na to treba žiarovky, ktoré vytvoria vyššiu teplotu, ktorú vývin mladých pavúkov v kokóne vyžaduje). Navyše táto fáza je skôr koncom školského roka, preto navrhujem sa obmedziť na reprodukčné správanie, ktoré sa dá pozorovať a experimentálne ovplyvňovať v apríli – máji.

Postup aktivity a metodické poznámky

Činnosť	Metodické poznámky
<p>Žiaci na začiatku hodiny čítajú pracovný list, časť Príprava, ktorá im má predstaviť objekt, s ktorým budú pracovať.</p> <p>Rovnako sa musia oboznámiť s chovom predstaviteľného druhu a jeho biológiou priamym pozorovaním v nádobách, v ktorých sú chované.</p> <p>Následne žiaci „čítajú problém“ a ich úlohou je stanoviť predpoklad, či vplýva prítomnosť svadobného daru na reprodukčný úspech. V pripravenej úlohe sa zaoberajú vplyvom kvantity i kvality daru na reprodukčný úspech.</p>	<p>Pozorovaný objekt – lovčík hájny môže zabezpečiť učiteľ alebo žiaci individuálne alebo spoločne na predchádzajúcich vyučovacích jednotkách. Nie je vylúčený ani dlhodobý chov pre experimentálne účely.</p> <p>Dôležitá je príprava pracovného prostredia a prostredia pre pozorovania a experimenty:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dno pohára by malo tvoriť chumáč vlhkej vaty, pretože pri zníženej vlhkosti jedince môžu uhynúť. 2. Vrch pohára stačí zakryť riedkou tkaninou. 3. Pavúky denne mierne rosíme vodou a nenecháme ich na priamom slnečnom svetle. Ich potravou (v prípade ak by sme ich chceli chovať dlhšie) sú drobné článkonožce približne do veľkosti muchy domovej, to znamená, že v zajatí im môžeme ponúknuť napr. drobné nymfy svrčkov dostupné v obchodoch s chovateľskými potrebami.

<p>Na základe postupu si žiaci v skupinách v pracovnom liste pripraví akvárium, v ktorom budú pozorovať správanie lovčíka.</p> <p>Žiaci by mali pozorovať správanie samca i samice v kontrolnej (bez daru) a v experimentálnej skupine (s darom) a zapísať do časti Výsledok. Najskôr pozorujú správanie bez ponúknutia daru a v ďalšom kroku ponúknu samcovi dar a pozorujú.</p> <p>Pri druhom probléme žiaci predpokladajú vplyv veľkosti daru na reprodukčné správanie sa samíc. Pri stanovovaní predpokladov treba dbať na formuláciu a tiež na uvedenie možnej realizácie pozorovania.</p> <p>Po realizácii všetkých postupov nasleduje zhrnutie, kde si žiaci upevňujú svoje vedomosti a využívajú svoje pozorovania na vytvorenie odpovedí.</p>	<p>Žiaci pravdepodobne nemajú skúsenosť s chovom pavúkov a je pravdepodobné, že niektorí z nich sa budú báť a nebudú javiť záujem o prácu s nimi. Uvedené treba mať na mysli a podľa toho vytvárať rovnocenné skupiny.</p> <p>Učiteľ môže žiakom ukázať manipuláciu s lovčíkom a predstaviť pojem svadobný dar. S uvedeným termínom sa žiaci pravdepodobne stretli vo svojom bežnom živote, ale nie pri pozorovaní živočíšnej ríše. Znáмым pojmom by mal byť pojem reprodukčný úspech, feromóny.</p> <p>Je vhodné upozorniť žiakov na opatrnú manipuláciu s jedincami.</p> <p>Ak samec na samicu nereaguje do 5 – 10 min, vymeňte ho za iného. Ak naopak samica odmieta komunikovať so samcom, tiež ju môžete jednoducho vymeniť. V kontrolnej skupine samcovi dar neponúkame.</p> <p>Zhrnutie</p> <p>1. Vplyv daru na reprodukčný úspech Samica by si mala sadat bruškom na podklad a odmietať kopuláciu bez poskytnutia daru. Výsledkom by mala byť vyššia úspešnosť samcov s darmi, u ktorých dôjde ku kopulácii častejšie a ak by aj kopuloval niektorý samec bez daru, kopulácia bude podstatne kratšia (tým pádom samec transferuje aj menej spermií). Dobrým trikom je samice nechať aspoň 3 dni hladovať, vtedy na dar reagujú rýchlejšie a zvyšuje sa šanca, že budú kopulovať.</p> <p>2. Vplyv veľkosti daru na reprodukčný úspech. Viaceré experimenty dokázali, že čím je dar väčší, tým je aj kopulácia dlhšia, to by sa malo prejavovať aj v tomto školskom experimente.</p>
--	--

4 Zoznam prác, ktoré vznikli v súvislosti s riešením projektu APVV-14-70 *Prírodovedné kurikulum pre základnú školu 2020*

- ARAJOVÁ, E., UŠÁKOVÁ, K. & NAGYOVÁ, S. (2016). Úroveň osvojenia vybraných biologických pojmov v učive 9. ročníka ZŠ. In *Biológia, ekológia, chémia*, 20(4), 19-32. ISSN 1338-1024
Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2016.pdf
- BRONERSKÁ, J. (2018). Monitoring of IBSE activities effectiveness by the means of concept mapping in the topic of periodic law. In M. RUSEK & K. VOJÍŘ (eds.) *Project-based education in science education: empirical texts XV.* (p. 218-227). ISBN 978-80-7290-980-3 (WOS)
- ČIPKOVÁ, E. & BARČÁKOVÁ, V. (2018). Miskoncepce žiakov základnej školy o opornej a pohybovej sústave. In *Biológia, ekológia, chémia*, 21(3), 24-28. ISSN 1338-1024
- ČIPKOVÁ, E. & KAROLČÍK, Š. (2018). Assessing of scientific inquiry skills achieved by future biology teacher. In *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*. 23(1-2), pp. 71-80. ISSN 2084-4506 (WOS)
- ČIPKOVÁ, E., KAROLČÍK, Š. & VÖRÖSOVÁ, N. (2017). Korekcia miskonceptí žiakov o fotosyntéze a dýchaní rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania. In *Biologie, chemie, zeměpis*, 26(3), 24-34. ISSN 1210-3349
- ČIPKOVÁ, E., KAROLČÍK, Š., & SCHOLZOVÁ, L. (2019). Are secondary school graduates prepared for the studies of natural sciences? – evaluation and analysis of the result of scientific literacy levels achieved by secondary school graduates. In *Research in Science & Technological Education*, 1-22. (CCC)
- ČIPKOVÁ, E., KAROLČÍK, Š., DUDOVÁ, N. & NAGYOVÁ, S. (2018). What is the Students' Interest in Biology after the Biology Curriculum Modification? In *The Curriculum Journal*, 29(3), 370-386. ISSN 0958-5176. (WOS, SCOPUS)
- ČIPKOVÁ, E., KAROLČÍK, Š., SLÁDKOVÁ, K. & UŠÁKOVÁ, K. (2018). What is the Level of Scientific Literacy among Geography Students Studying Bachelor's Studies in Natural Sciences. In *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(4), 295-310. doi 10.1080/10382046.2017.1389044 (SCOPUS)
- DEMKANIN, P. (2017). *Didaktika fyziky pre študentov magisterského štúdia a pre učiteľov v praxi*. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave. ISBN 978-80-223-4374-9
- DEMKANIN, P. (2018). Concept formation: physics teacher and his know-how and know-why. In *Journal of Baltic Science Education*, 17 (1), 4-7. (WOS)
- DROZDÍKOVÁ, A. (2016). Tepelné javy pri chemických reakciách. In *Inovácie a trendy v prírodovednom vzdelávaní* (s. 41-46). Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave. ISBN 978-80-223-4175-2
- DROZDÍKOVÁ, A., OKÁLOVÁ, A. & KLIMEŠOVÁ, G. (2018). Využitie bádateľskej metódy pri sprístupňovaní faktorov ovplyvňujúcich rýchlosť chemickej reakcie na ZŠ. In *Biológia, Ekológia, Chémia*, 22(3), 8-12. ISSN 1338-1024
- FANČOVIČOVÁ, J. (2017). Zbierka aktivít z biológie pre žiakov 5. ročníka nižšieho sekundárneho vzdelávania. In *Biológia, ekológia, chémia*, 21(4), 51. ISSN 1338-1024 Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2017.pdf
- FANČOVIČOVÁ, J. (2018). *Zbierka aktivít pre žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania*. Trnava : Trnavská univerzita v Trnave, 77 s. ISBN 978-80-568-0140-6
Dostupné z <http://pdf.truni.sk/download?metodicke-prirucky/fancovicova-zbierka-aktivit-zns-2018.pdf>
- FANČOVIČOVÁ, J. & JAROŠOVÁ, J. (2018) Vplyv fyzického kontaktu so živočíchom na afektívnu a psychomotorickú stránku učiacich sa. In *Edukace v kontextech plurality hodnot* (s. 122-136). Ružomberok : Equilibria. ISBN 978-80-8143-238-5
- FANČOVIČOVÁ, J. & PROKOP, P. (2018). Effects of Hands-on Activities on Conservation, Disgust and Knowledge of Woodlice. In *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 721-729. ISSN 1305-8215 (CCC)
- FANČOVIČOVÁ, J. & WEISSOVÁ, M. (2017). *Zbierka aktivít z biológie pre žiakov 5. ročníka nižšieho sekundárneho vzdelávania*. Trnava : Trnavská univerzita v Trnave, 82 s. ISBN 978-80-568-0063-8
Dostupné z <http://pdf.truni.sk/download?metodicke-prirucky/fancovicova+weissova-zbierka-aktivit-bzns-2017.pdf>
- FANČOVIČOVÁ, J. (2018). Transformácia vedeckých poznatkov o evolúcii do obsahu učiva a jeho potenciál vyvolať v pojmových štruktúrach žiakov konceptuálnu zmenu. In H. ČTRNÁCTOVÁ, K. NESMERAK, M. TEPLÁ (Eds.) *DidSci PLUS* (s. 47-55). Praha : Univerzita Karlova v Praze. ISBN 978-80-7444-065-6

- FANČOVIČOVÁ, J. (2019). The Transformation of Scientific Knowledge Concerning Evolution into the Content of the Curriculum and its Potential to Create a Conceptual Change in the Conceptual Structures of Pupils. In *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15 (10). (WOS)
- FANČOVIČOVÁ, J., HORNÁČKOVÁ, A. & BAČOVÁ, D. (2017). Chápanie významu zoologických záhrad súčasťou spoločnosťou: sú zoologické záhrady miestom zábavy? In *Výzkum v přípravě učitelů přírodovědných, zemědělských a příbuzných oborů* (s. 25-35). Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-2784-9
- GAŠPARÍK, V. & PROKŠA, M. (2016). Je voda vodivá? Příklad využitia senzora vodivosti a výskumne ladenej koncepcie vyučovania vo vyučovaní chémie na ZŠ. In *Biológia, ekológia, chémia*, 20(1), 2-6. ISSN 1338-1024. Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2016.pdf
- GAŠPARÍK, V. & PROKŠA, M. (2016). Realizácia bádateľských aktivít s využitím počítačom podporovaných experimentov z termochémie na ZŠ. In *Biológia, ekológia, chémia*, 20(1), 7-11. ISSN 1338-1024. Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2016.pdf
- GAŠPARÍK, V., PROKŠA, M. & DROZDÍKOVÁ, A. (2017). How can pupils see what is invisible?: possibilities of inquiry probeware experiment implementation in primary schools. In *Chemistry-didactics-ecology-metrology*, 22(1-2), 69-91. (WOS)
- HELD, L. & BENEDIKOVÍČOVÁ, Z. (2018). Primary school students' understanding of chemical bonding and the particulate nature of matter. In *Journal of Science Education* 19(1), 135-147. ISSN 0124-5481 (SCOPUS)
- HELD, L. (2017). Zmena individuálnej koncepcie budúceho učiteľa chémie v záujme konštruktivistickej paradigmy vzdelávania žiakov. In *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie* (s. 24-29). Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě. ISBN 978-80-7464-942-4
- HELD, L. (2018). Ako reformovať prírodovedné kurikulum. In H. ČTRNÁCTOVÁ, K. NESMERAK & M. TEPLÁ: *DidSci PLUS* (p. 67-79). Praha : Univerzita Karlova v Praze. ISBN 978-80-7444-065-6
- HELD, L. a kol. (2016). *Konceptia prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020*. Trnava : TYPI, 489 s. ISBN 978-80-568-0197-0
- HELD, L. a kol. (2016). *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 I*. K aktuálnemu stavu prírodovedného vzdelávania. Trnava : TYPI, 177 s. ISBN 978-80-8082-993-3
- HELD, L. a kol. (2016). *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 II*. K základným tézám obsahu prírodovedného vzdelávania. Trnava : TYPI, 239 s. ISBN 978-80-8082-994-0
- HELD, L. a kol. (2017). *Látky, ich vlastnosti, látkové množstvo*. Trnava : TYPI, 95 s. ISBN 978-80-568-0047-8
- HELD, L. BRONERSKÁ, J. (2018). *Periodický zákon. Didaktická rekonštrukcia tém chemického vzdelávania*. Trnava : TYPI, 132 s. ISBN 978-80-568-0161-1
- HELD, L. (2017). Avogadro's Hypothesis after 200 Years. In *Universal Journal of Educational Research* 5(10), 1718-1722. ISSN 2332-3205 Dostupné z <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1155552.pdf>
- HORVÁTH, P. (2017). Learning by experience on the example mathematic pendulum. In *DIDFYZ 2016: From the Roots to Contemporary Education – Proceedings of the 20th International Conference DIDFYZ. Melville“ AIP*, 7 s. ISBN 987-0-7354-1472-3 Art. No 057002 (AIP conference proceedings, Vol 1804).
- HORVÁTH, P. & WANNOUS, J. (2017). Historický prístup vo vyučovaní pojmu sila. In *Zborník konferencie Tvorivý učiteľ fyziky Smolenice 2017*. (v tlači)
- HOŠÁLOVÁ, M. & HELD L. (2018). An attempt to create a sequence for implementation of the traditional topic: mixtures. In M. RUSEK & K. VOJÍŘ (eds.) *Project-based education in science education: empirical texts XV*. (p. 198-207). ISBN 978-80-7290-980-3 (WOS)
- KOCUNOVÁ, J. & HELD L. (2018). A didactic reconstruction of a traditional topic: the particulate model of matter. In M. Rusek & K. Vojíř (eds.) *Project-based education in science education: empirical texts XV*. (p. 208-217). ISBN 978-80-7290-980-3 (WOS)
- KOTULÁKOVÁ, K. & BUGAJOVÁ, D. (2017). Spôsobilosti vedeckej práce v kontexte dnešnej školy – posun od štruktúrovaného k riadenému skúmaniu. In *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie* (s. 65-74). Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě. ISBN 978-80-7464-942-4.
- KOTULÁKOVÁ, K. (2019). Identifying teachers' beliefs prior to CPD training focusing on an inquiry-based approach in science education. In *Research in Science Education*. Published online: 24. April 2019 Springer Nature B.V. 2019 (doi.org /10.1007/s11165-019-9841-0). (CCC)
- KOTULÁKOVÁ, K. & DLHOLUCKÝ, D. (2018). Potenciál didakticky rekonštruovaných tém týkajúcich sa kolobehu látok a energie na stupni ISCED 2 v rozvoji spôsobilostí vedeckej práce. In H. ČTRNÁCTOVÁ, K. NESMERAK, M. TEPLÁ (Eds.) *DidSci PLUS* (s. 217-227). Praha : Univerzita Karlova v Praze. ISBN 978-80-7444-065-6
- KOVÁČOVÁ, L. & HELD, L. (2018). Komparácia poznatkov budúcich učiteľov prírodovedných predmetov a žiakov základných škôl o skleníkovom efekte. In *Zborník z konferencie Project-Based Education in Chemistry and Related Fields*. Charles University in Prague, Faculty of Education (v tlači).

- KOVÁČOVÁ, L. (2017). Environmental Education from the Perspective of Norwegian System of Education with Focus on Environmental Projects. In *Projektové vyučovanie v prírodovedných predmetych* (s. 57-63). Praha : Univerzita Karlova v Praze. ISBN 978-80-7290-929-2
Dostupné z http://pages.pdf.cuni.cz/pvch/files/2011/11/PBE_XIV_final.pdf (WOS)
- LAPITKOVÁ, V. & VELMOVSKÁ, K. (2017). Vytváranie predstáv o toku energie v biosfére. In *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*, 2(46), 35-46.
- LEŠKOVÁ, D., UŠÁKOVÁ, K. & ČIPKOVÁ, E. (2016). Zisťovanie úrovne prírodovednej gramotnosti vysokoškolákov využitím metodiky TOSLS. The determination of the level of scientific literacy of college students using the TOSLS methodology. In *Biológia, ekológia, chémia* 20(3), 33-40. ISSN 1338-1024
Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2016.pdf
- MICHALISKOVÁ, R. & PROKŠA, M. (2017). Zisťovanie úrovne vedomostí a identifikácia miskoncepcií u študentov učiteľstva PriF UK v Bratislave z témy „Rýchlosť chemických reakcií“. In *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie* (s. 275-283). Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě. ISBN 978-80-7464-942-4
- MICHALISKOVÁ, R. & PROKŠA, M. (2018). The Level of Mastery of the Concept of Chemical Reaction Rate by 9th Grade Students. In *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology* 23(1-2), 81-95. ISSN 2084-4506 (SCOPUS)
- NAGYOVÁ, S., UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, E. & KUCHÁRIKOVÁ, M. (2016). Zisťovanie úrovne vedomostí žiakov 6. ročníka základných škôl z biológie. In *Biológia, ekológia, chémia*. 20(3), 41-46. ISSN 1338-1024
Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2016.pdf
- NAGYOVÁ, S., ČIPKOVÁ, E., UŠÁKOVÁ, K. & JANEKOVÁ, L. (2017). Predstavy žiakov základnej školy o dedičnosti a premenlivosti. In *Biológia, ekológia, chémia* 21(4), 30-35. ISSN 1338-1024
Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2017.pdf
- NAGYOVÁ, S., STOJKOVIČOVÁ, S., UŠÁKOVÁ, K. & ČIPKOVÁ, E. (2018). Využitie pojmových máp na hodinách genetiky. In *Biológia, ekológia, chémia* 22(4), 12-20. ISSN 1338-1024 Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2018.pdf
- PROKŠA, M. & DROZDÍKOVÁ, A. (2018). Historický pohľad na prístupy k výberu a štrukturalizácii učiva chémie na Slovensku. In *Biológia, Ekológia, Chémia* 22(3), 4-7. ISSN 1338-1024
Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2018.pdf
- PROKŠA, M. & MICHALISKOVÁ, R. (2016). Mastering the concept of chemical reactions rate after the bachelor degree preparation of future teachers at the Faculty of Natural Sciences of Comenius University in Bratislava. In *Teaching of science subjects in higher & highest education* (s. 127-144). Kraków: Pedagogical University of Crakow. ISBN 978-83-8084-038-6
- UŠÁKOVÁ, K. & JANIGÁČOVÁ, K. (2017). Úvod do didaktickej rekonštrukcie konceptu bunka na základnej škole. In *Pedagogická revue* 64(3), 59-90. ISSN 1335-1982 Dostupné z http://www.statpedu.sk/files/sk/publikacnacinost/pedagogicka-revue/pedagogicka-revue_3-2017_final.pdf
- UŠÁKOVÁ, K. & LEHOTSKÁ, A. (2017). Skúmanie žiackych a vedeckých predstáv konceptu krvný obeh na základnej škole využitím modelu didaktickej rekonštrukcie. In *Biológia, ekológia, chémia* 21(4), 13-24. ISSN 1338-1024
Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_4_2017.pdf
- UŠÁKOVÁ, K. & NEMEC, S. (2018). Skúsenosti s overovaním aktivít na predchádzanie miskoncepcií vybraných nosných myšlienok kľúčovej tézy „Bunka“ na základnej škole. In *Biológia, ekológia, chémia*, 22(3), 13-23. ISSN 1338-1024
Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2018.pdf
- UŠÁKOVÁ, K. & ŠABÍK, J. (2018). Zisťovanie miskoncepcií žiakov v učive „Živiny a zdravá výživa“ na základnej škole. In *Biológia, ekológia, chémia*, 22(2), 4-11. ISSN 1338-1024 Dostupné z http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_2_2018.pdf
- UŠÁKOVÁ, K. & ZEDNIKOVIČOVÁ, S. (2018). Žiacke predstavy o mikroorganizmoch na základnej škole. In *Pedagogická revue*, 65(2), 37-61. ISSN 1335-1982
- VRABEC, M. & PROKŠA, M. (2016). Identifying Misconceptions Related to Chemical Bonding Concepts in the Slovak School System Using the Bonding Representations Inventory as a Diagnostic Tool. In *Journal of Chemical Education*, 93(8), 1364–1370. ISSN 2375-1665 (CCC)
- ŽOLDOŠOVÁ, K. (2018). *Metodická príručka pre učiteľa k učebnici prírodoveda pre 3. ročník základnej školy*. Bratislava : Expol Pedagogicka, 160 s. ISBN 978-80-8091-477-6
- ŽOLDOŠOVÁ, K. (2018). *Prírodoveda pre 3. ročník základnej školy*. Bratislava : Expol Pedagogika, 88 s. ISBN 978-80-8091-475-2
- ŽOLDOŠOVÁ, K. (2018). *Metodická príručka k učebnici prírodovedy pre 4. ročník základnej školy*. Bratislava : Expol Pedagogika, 160 s. ISBN 978-80-8091-483-7
- ŽOLDOŠOVÁ, K. (2018). *Prírodoveda pre 4. ročník základnej školy*. Bratislava : Expol Pedagogika, 120 s. ISBN 978-80-8091-481-3

Nepublikované bakalárske, diplomové a záverečné práce

- BARČÁKOVÁ, V. (2017). Identifikácia žiackych miskoncepcií v učive biológie na základnej škole (oporná a pohybová sústava, zmysly – sluch, zrak) (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- BRANICKÁ, E. (2016). Žiacky plánovací experiment vo vyučovaní fyziky v prostredí počítačom podporovaného prírodovedného laboratória (*Diplomová práca* pod vedením P. Demkanina). Bratislava : FMFI UK.
- CINA, M. (2019). Využitie IBSE vo vyučovaní oxidačno-redukčných reakcií na ZŠ (*Diplomová práca* pod vedením A. Drozdíkovej). Bratislava : PRIF UK.
- ČEVAJKA, J. (2017). Mobilné technológie – súčasť vyučovania fyziky (*Diplomová práca* pod vedením K. Velmovskej). Bratislava : FMFI UK.
- ČOLLÁKOVÁ, D. (2017). Identifikácia žiackych miskoncepcií v učive biológie na základnej škole (dýchanie, metabolizmus) (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- DLHOLUCKÝ, D. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: Živé organizmy a svetlo (*Diplomová práca* pod vedením K. Kotulákovej). Trnava : PdF TU.
- DUDOVÁ, N. (2016). Záujem žiakov základnej školy o biológiu (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- ĎURICOVÁ, D. (2019). Rekonštrukcia predstáv žiakov základnej školy o závislosti a konkurencii druhov v ekosystéme (*Záverečná práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- FARSKÁ, L. (2019). Didaktická rekonštrukcia a žiacke predstavy (*Bakalárska práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- FLOREKOVÁ B. (2018). Prostriedky identifikácie chybných žiackych koncepcií a ich použitie vo vyučovaní chémie (*Diplomová práca* pod vedením M. Prokšu). Bratislava : PRIF UK.
- GLADIŠ, J. (2019) Projektové vyučovanie s prvkami rómskeho jazyka na hodinách biológie v základnej škole (*Záverečná práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- HOŠÁLOVÁ, M. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: látky a zmesi (*Diplomová práca* pod vedením L. Helda). Trnava : PdF TU.
- JACKULÍKOVÁ, A. (2018). Rekonštrukcia predstáv žiakov o vzájomnej závislosti organizmov v ekosystéme (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- JAKAKUBIČ, A. (2019). Súvislosti vyučovania fyziky a matematiky na základnej a strednej škole (*Diplomová práca* pod vedením P. Horvátha). Bratislava : FMFI UK.
- JAKUBCOVÁ, D. (2018). Žiacke pochopenie pojmu metabolizmus (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- JANEKOVÁ, L. (2017). Didaktická rekonštrukcia učiva „Dedičnosť a premenlivosť“ na základnej škole (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- JANEŠÍKOVÁ, A. (2017). Didaktická rekonštrukcia učiva o trávení a vstrebávaní živín v základnej škole (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- JANIGÁČOVÁ, K. (2017). Didaktická rekonštrukcia pojmu bunka v základnej škole (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- JANOŠKOVÁ, K. (2018). Zisťovanie miskoncepcií žiakov základnej školy o rozmnožovacej sústave človeka a vývine jedinca (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- KISS, T. (2017). Žiacke predstavy vo vyučovaní fyziky (*Diplomová práca* pod vedením K. Velmovskej). Bratislava : FMFI UK.
- KLIMEŠOVÁ, G. (2019). Využitie IBSE vo vyučovaní Termochémie na ZŠ (*Diplomová práca* pod vedením A. Drozdíkovej). Bratislava : PRIF UK.
- KLINOVSKÁ, L. (2018). Rozvoj žiackych spôsobilostí vedeckej práce na gymnáziu. (*Diplomová práca* pod vedením P. Horvátha). Bratislava : FMFI UK.
- KOCÚNOVÁ, J. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: časticový model látky (*Diplomová práca* pod vedením L. Helda). Trnava : PdF TU.
- KOHÚTOVÁ Z. (2018). Transformácia vedeckých poznatkov o evolúcii do obsahu učiva a jeho potenciál vyvolať v pojmových štruktúrach žiakov konceptuálnu zmenu (*Diplomová práca* pod vedením J. Fančovičovej). Trnava : PdF TU.
- KOMADOVÁ, M. (2018). Identifikácia miskoncepcií žiakov základnej školy o rozmnožovacej sústave človeka (*Rigorózna práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- KOPEROVÁ, D. (2019). Biomakromolekuly a ich prítomnosť v biologických systémoch – didaktická rekonštrukcia (*Diplomová práca* pod vedením K. Kotulákovej). Trnava : PdF TU.
- KORFANTOVÁ, B. (2017). Didaktická rekonštrukcia učiva „Vývin jedinca“ na základnej škole (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.

- KRIŠTOFÍKOVÁ, L. (2019). Postoje žiakov k praktickým cvičeniam z biológie (*Záverčná práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- KUCHÁRIKOVÁ, M. (2016). Zisťovanie úrovne vedomostí žiakov 6. ročníka ZŠ z biológie (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- KUKULA, M. (2017). Experimenty vo vyučovaní fyziky ISCED2 (*Diplomová práca* pod vedením V. Lapitkovej). Bratislava : FMFI UK.
- LALUHA, R. (2017). Prepojenie poznatkov z optiky s praktickými skúsenosťami pomocou otázok a úloh (*Bakalárska práca* pod vedením K. Velmvskej). Bratislava : FMFI UK.
- LEDVINSKÁ, A. (2018). Rekonštrukcia predstáv žiakov o dýchaní (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- LEHOTSKÁ, A. (2017). Didaktická rekonštrukcia pojmu krvný obeh v základnej škole (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- LESSOVÁ, E. (2019). Rozvoj tvorivosti vo výchovno-vzdelávacom procese (*Bakalárska práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- LEŠKOVÁ, D. (2016). Zisťovanie úrovne prírodovednej gramotnosti v biológii využitím metodiky TOSLS (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- LIESKOVANOVÁ, V. (2017). Didaktická rekonštrukcia učiva „Vylučovacia sústava“ na základnej škole (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- LIŠTIAKOVÁ, T. (2018). Posun v spôsobilostiach vedeckej práce v kontexte dnešnej školy (*Diplomová práca* pod vedením K. Kotulákovej). Trnava : PdF TU.
- LONCOVÁ M. (2018). Koncept evolúcie v pojmových štruktúrach žiakov (*Diplomová práca* pod vedením J. Fančovičovej). Trnava : PdF TU
- MACÁŠEK, L. (2019). Návrh aktivít na predchádzanie miskoncepcií konceptu „Životné funkcie bunky“ v biológii základnej školy a ich overenie v praxi (*Záverčná práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- MASICOVÁ, S. (2019). Identifikácia miskoncepcií konceptu „Vnútromaternicový vývin jedinca“ (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- MASNÁ, V. (2019). Identifikácia miskoncepcií konceptov „fotosyntéza“ a „dýchanie“ na základnej škole a návrh aktivít na ich predchádzanie (*Rigorózna práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- MIŽÚROVÁ, M. (2019). Identifikácia miskoncepcií konceptu „Nervová sústava“ a návrh aktivít na ich elimináciu (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- MORÁVKOVÁ, L. (2019). Vlastnosti látok a ich štruktúra – didaktická reprezentácia (*Diplomová práca* pod vedením Ľ. Helda). Trnava : PdF TU.
- NEMEC, S. (2018). Návrh aktivít na predchádzanie miskoncepcií kľúčovej tézy bunka v učive „Bunka a mikroorganizmy“ na základnej škole (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- OKÁLOVÁ, A. (2017). Sprístupňovanie problematiky faktorov ovplyvňujúcich rýchlosť chemických reakcií na ZŠ s prvkami IBSE (*Diplomová práca* pod vedením A. Tothovej). Bratislava : PRIF UK.
- OLEJÁROVÁ, K. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: Prvky a ich klasifikácia (*Diplomová práca* pod vedením Ľ. Helda). Trnava : PdF TU.
- ONUFEROVÁ, M. (2017). Infinitézimálny počet vo fyzike v spojení s metódou obráteného vyučovania (*Diplomová práca* pod vedením K. Velmvskej). Bratislava : FMFI UK.
- PALICOVÁ, L. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: Model fotosyntézy – reaktanty a produkty (*Diplomová práca* pod vedením K. Kotulákovej). Trnava : PdF TU.
- PAPÍKOVÁ, P. (2016). Prostriedky identifikácie chybných žiackych koncepcií a ich použitie vo vyučovaní chémie na gymnáziu (*Diplomová práca* pod vedením M. Prokšu). Bratislava : PRIF UK.
- PIVOVARNIČKOVÁ, I. (2016). Tvorba a overenie učebných úloh na testovanie prírodovednej gramotnosti – Globálne ekologické problémy (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- PODSTRELENÁ, M. (2016). Tvorba učebných úloh na zisťovanie úrovne prírodovednej gramotnosti vo vybranom učive biológie gymnázia (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- POLLÁKOVÁ, S. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: štruktúra látok a ich vlastnosti (*Diplomová práca* pod vedením Ľ. Helda). Trnava : PdF TU.
- PONICKÝ, R. (2016). Prostriedky identifikácie chybných žiackych koncepcií a ich použitie vo vyučovaní chémie na ZŠ (*Diplomová práca* pod vedením M. Prokšu). Bratislava : PRIF UK.
- POTANČOKOVÁ, E. (2017). Vytváranie predstáv o časticovej stavbe látok na základnej škole (*Bakalárska práca* pod vedením V. Lapitkovej). Bratislava : FMFI UK.
- POTANČOKOVÁ, E. (2019). Vyučovanie fyziky na nižšom stupni gymnázia s podporou pracovných listov (*Diplomová práca* pod vedením P. Horvátha). Bratislava : FMFI UK.

- POTANKOVÁ, A. (2019). Návrh a overovanie aktivít na elimináciu miskoncepcií konceptu „dedičnosť a premenlivosť“ na ZŠ (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- ROŽEKOVÁ, D. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: chemická väzba (*Diplomová práca* pod vedením L. Helda). Trnava : PdF TU.
- SALÁDIOVÁ, S. (2018). Didaktická rekonštrukcia tematického celku Chemické výpočty na ZŠ (*Diplomová práca* pod vedením A. Drozdíkovej). Bratislava : PRIF UK.
- SÁROVÁ, M. (2019). Návrh a overovanie vybraných didaktických hier a aktivít z biológie v školskej praxi (*Záverečná práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- SAVKOVÁ, D. (2019). Žiakmi riadené pozorovania v 6. ročníku základných škôl (*Záverečná práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- SITÁROVÁ, I. (2018). Mylné predstavy žiakov základnej školy o obehovej sústave človeka (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- SLÁDKOVÁ, K. (2016). Prírodovedná gramotnosť študentov prírodných vied (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- STANKOVÁ, S. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: klasifikácia chemických zmien (*Diplomová práca* pod vedením L. Helda). Trnava : PdF TU.
- ŠABÍK, J. (2018). Identifikácia miskoncepcií konceptu „Živiny a zdravá výživa“ na základnej škole a návrh didaktických možností ich predchádzania (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- ŠPRLÁKOVÁ, L. (2018). Didaktická rekonštrukcia témy: Konzumenti, získavanie energie, dýchanie (*Diplomová práca* pod vedením K. Kotuľákovej). Trnava : PdF TU.
- ŠROMEKOVÁ, K. (2017). Fyzikálny experiment v rámci sústredenia Fyzikálneho korešpondenčného semináru (*Bakalárska práca* pod vedením P. Demkanina). Bratislava : FMFI UK.
- ŠTEFAŇÁKOVÁ, J. (2018). Vyučovanie fyziky na strednej zdravotníckej škole (*Diplomová práca* pod vedením P. Horvátha). UK Bratislava : FMFI UK.
- TARAJOVÁ, E. (2016). Zisťovanie úrovne osvojenia vybraných biologických pojmov v učive biológie 9. ročníka (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- TARAJOVÁ, S. (2019). Rýchlosť chemickej reakcie – didaktická reprezentácia (*Diplomová práca* pod vedením L. Helda). Trnava : PdF TU.
- TRÚSIKOVÁ, A. (2017). Kritické myslenie a fyzikálne úlohy (*Diplomová práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- VAJDIAROVÁ, S. (2017). Videosekvencie fyzikálnych pokusov vo vyučovaní fyziky (*Bakalárska práca* pod vedením K. Velmovskej). Bratislava : FMFI UK.
- VÖRÖSOVÁ, N. (2016). Identifikácia žiackych miskoncepcií a možnosti ich odstránenia prostredníctvom bádateľských prístupov (*Diplomová práca* pod vedením E. Čipkovej). Bratislava : PRIF UK.
- WANNOUS, J. (2017). Od pojmu hybnosť k pojmu sila pri vyučovaní fyziky (*Diplomová práca* pod vedením P. Horvátha). Bratislava : FMFI UK.
- ZEDNIKOVIČOVÁ, S. (2018). Identifikácia miskoncepcií konceptu „Mikroorganizmy“ na základnej škole a návrh aktivít na ich predchádzanie (*Diplomová práca* pod vedením K. Ušákovej). Bratislava : PRIF UK.
- ZELINOVÁ, J. (2019). Pojem chemickej reakcie – didaktická rekonštrukcia (*Diplomová práca* pod vedením J. Bronerskej). Trnava : PdF TU.
- ZREBŇÁKOVÁ, T. (2019). Zisťovanie úrovne kritického myslenia žiakov gymnázia (*Záverečná práca* pod vedením S. Nagyovej). Bratislava : PRIF UK.
- ŽEMLOVÁ, M. (2019). Vlastnosti plastov a ich štruktúra – didaktická rekonštrukcia (*Diplomová práca* pod vedením J. Bronerskej). Trnava : PdF TU.

Dizertačné práce

- BARTOŠOVIČ, L. (2016). Možnosti efektívnej implementácie interaktívnych fyzikálnych modelov (*Dizertačná práca* pod vedením P. Demkanina). Bratislava : FMFI UK.
- GERGĽOVÁ, B. (2018). Výskum metód vyučovania fyziky vedúcich k rozvoju schopností žiakov pracovať v tíme (*Dizertačná práca* pod vedením P. Demkanina). Bratislava : FMFI UK.
- KOVÁČOVÁ, L. (2019). Výskumne ladená konceptia prírodovedného vzdelávania a vybrané environmentálne problémy (*Dizertačná práca* pod vedením L. Helda). Trnava : Pedagogická fakulta TU.
- MICHALISKOVÁ, R. (2019). Didaktická rekonštrukcia kľúčových tém vyučovania chémie na úrovni nižšieho stredného vzdelávania (*Dizertačná práca* pod vedením M. Prokšu). Bratislava : PRIF UK.

VNUKOVÁ, P. (2017). Hodnotenie spôsobilostí vedeckej práce žiakov základnej školy v predmete fyzika (*Dizertačná práca* pod vedením V. Lapitkovej). Bratislava : FMFI UK.

VRABEC, M. (2017). Metódy a prostriedky identifikácie a eliminácie miskoncepcií v téme Chemická väzba vo vyučovaní chémie na gymnáziách (*Dizertačná práca* pod vedením M. Prokšu). Bratislava : PRIF UK.

Podiel autorov na publikácii

Mgr. Jana Bronerská, PhD.	NM 1.7, NM 1.8
doc. PaedDr. Elena Čipková, PhD.	NM 2.15, NM 8.1, NM 8.2, NM 8.3, NM 8.4, NM 8.5, NM 8.6
doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD.	NM 2.1, NM 2.2, NM 2.3, NM 2.4, NM 2.5, NM 2.6, NM 2.7, NM 2.8, NM 2.9, NM 2.10, NM 2.11, NM 2.13, NM 2.14, NM 2.15, NM 2.16
PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.	NM 4.8, NM 4.9, NM 4.12, NM 4.13
doc. PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.	NM 10.1, NM 10.2, NM 10.3, NM 10.4
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.	Úvod, kapitola Redefinícia relevantných didaktických pojmov, NM 1.1, NM 1.2, NM 1.3, NM 1.4, NM 1.5, NM 1.6, NM 1.9, NM 1.11, NM 1.13, NM 5.5
doc. Mgr. Natália Hlavatá Hudáčková, PhD.	NM 5.3, NM 5.4, NM 5.7, NM 5.8
PaedDr. Peter Horváth, PhD.	NM 3.1, NM 3.2, NM 3.3, NM 3.4, NM 3.5, NM 3.6, NM 3.7, NM 3.8
PaedDr. Katarína Kotuláková, PhD.	NM 8.1, NM 8.5
Mgr. Lucia Kováčová	NM 5.5
doc. RNDr. Viera Lapitková, PhD.	NM 4.1, NM 4.2, NM 4.3, NM 4.4, NM 4.5, NM 4.6, NM 4.7, NM 5.1
Mgr. Renáta Michalisková	NM 1.10
RNDr. Soňa Nagyová, PhD.	NM 9.1, NM 9.2, NM 9.3, NM 9.4, NM 9.5, NM 9.6, NM 9.7, NM 9.8, NM 9.9, NM 9.10
PaedDr. Mária Orolínová, PhD.	NM 5.2
prof. RNDr. Miroslav Prokša, CSc.	NM 1.10, NM 1.12, NM 4.8, NM 4.9, NM 4.10, NM 4.11, NM 4.12, NM 4.13
doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.	NM 7.1, NM 7.2, NM 7.3, NM 7.4, NM 7.5, NM 7.6, NM 7.7, NM 7.8, NM 7.9
doc. PaedDr. Klára Velmovská, PhD.	NM 6.1, NM 6.2, NM 6.3, NM 6.4, NM 6.5, NM 6.6, NM 6.7, NM 6.8, NM 6.9, NM 6.10

Lubomír Held a kolektív

**Koncepcia prírodovedného kurikula
pre základnú školu 2020**

Zodpovední redaktori: Mgr. Jana Bronerská, PhD., PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

Grafická úprava a zalomenie: PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

Návrh obálky: PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

Vydalo vydavateľstvo Typi Universitatis Tyrnaviensis,
spoločné pracovisko Trnavskej univerzity v Trnave
a VEDY, vydavateľstva Slovenskej akadémie vied,
v roku 2019.

Vytlačila VEDA, vydavateľstvo SAV.

ISBN 978-80-568-0197-0

