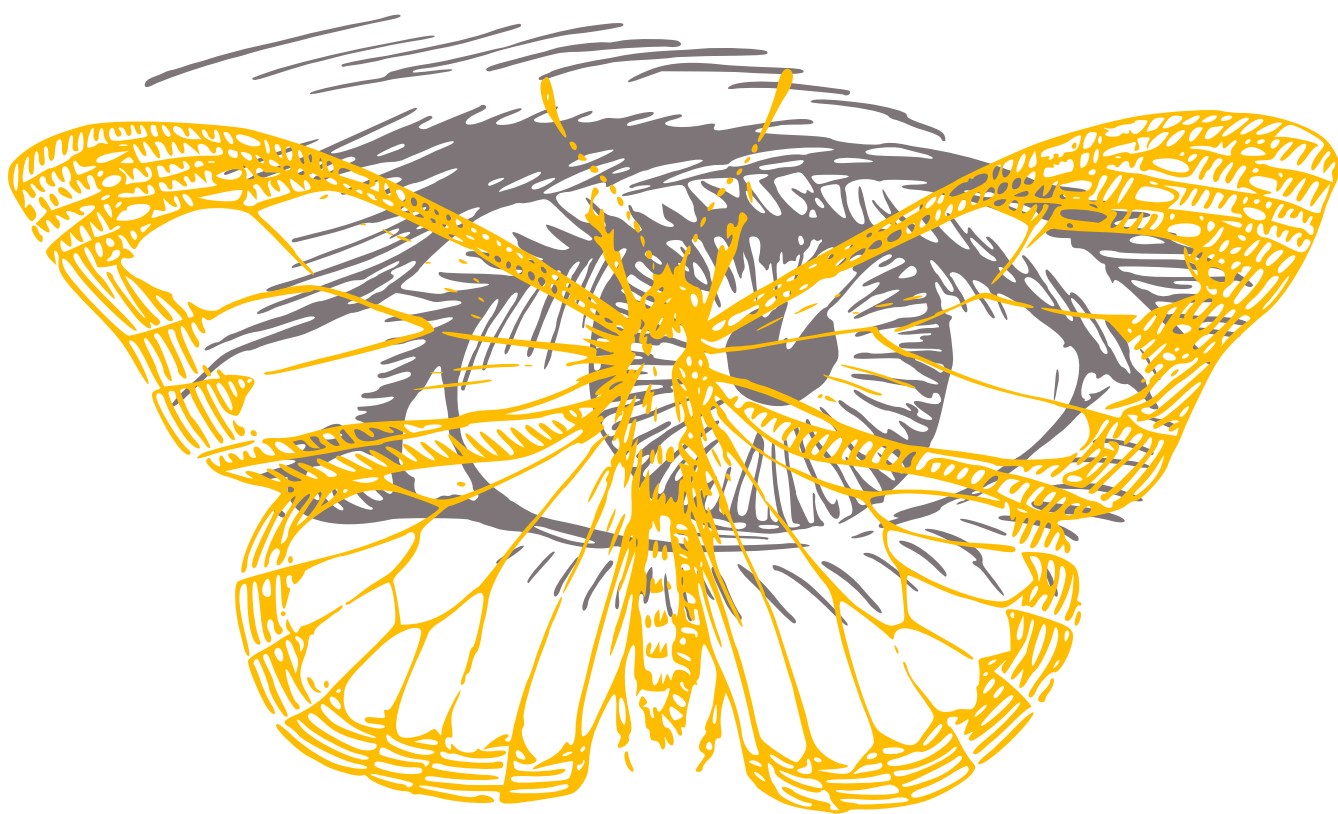


EVOLÚCIA

okolo nás



**Metodická príručka
pre učiteľov**

Publikácia bola vypracovaná v rámci riešenia projektu KEGA č. 008TTU-4/2023, Modernizácia a zatraktívnenie výučby evolúcie v sekundárnom vzdelávaní, financovaného z prostriedkov štátneho rozpočtu z kapitoly Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky. Názory a stanoviská v tomto dokumente sú názormi jeho autorov. Projekt sa realizoval na Trnavskej univerzite v Trnave a Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach.

Editori: RNDr. Anna Mišianiková, PhD.

Autori:

doc. PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.

PaedDr. Andrea Lešková, PhD.

RNDr. Anna Mišianiková, PhD.

Mgr. Simona Todáková

Recenzenti:

prof. PaedDr. Pavol Prokop, DrSc.

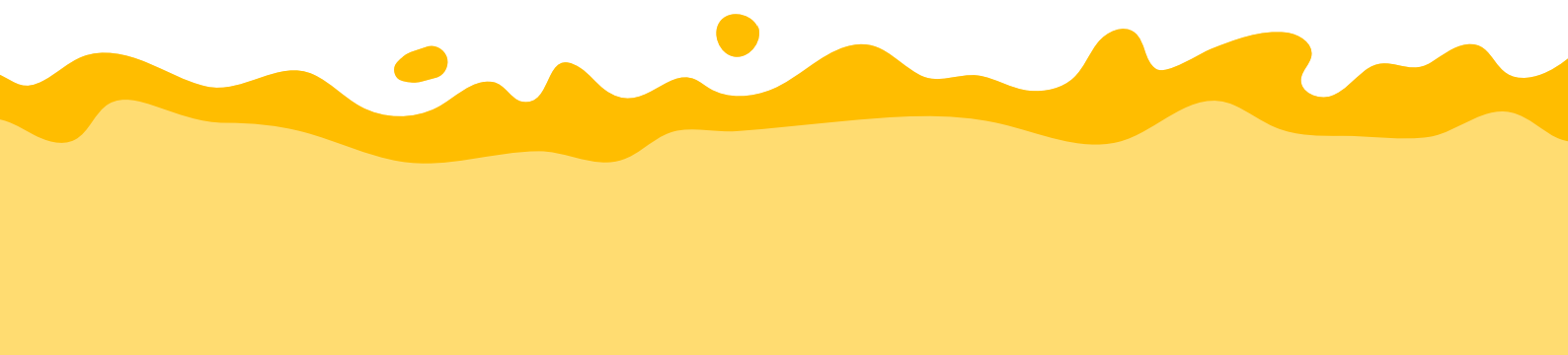
PaedDr. Mariana Páleníková

Jazyková korektúra:

PaedDr. Michal Novocký, PhD.

Trnava, 2025

ISBN



Obsah

Úvod	4
Bádateľsky orientovaná výučba	5
Kto sa lepšie skryje?	9
Téma: Prírodný výber	
Nie je noha ako noha	18
Téma: Adaptácia na vodu viazaného vtáctva	
Pozri sa na moje zuby	27
Téma: Adaptácie zubov živočíchov	
Dva kohúty sa na jednom dvore neznesú	34
Téma: Pohlavný výber	
Kto z nás je najkrajší?	39
Téma: Sekundárne pohlavné znaky v pohlavnom výbere	
Vidím, vidíš, vidíme	47
Téma: Adaptácia človeka	
Vzájomný súzvuk	52
Téma: Koevolúcia kvitnúcich hmyzoopelivých rastlín a živočíchov	
Svetlý, tmavší, najtmavší	59
Téma: Evolúcia variácií sfarbenia pokožky u ľudskej populácie	
Prílohy	69
Zdroje	78
Zdroje videozáznamov	79

Úvod

Evolučná biológia je jedným z ústredných konceptov modernej biológie, ktorý vysvetľuje rozmanitosť života na Zemi a mechanizmy jeho postupnej zmeny. Prostredníctvom pojmov, ako sú prírodný výber aj pohlavný výber, genetická variabilita a speciácia, poskytuje rámec na pochopenie dynamických zmien v populáciách organizmov naprieč časom. Táto interdisciplinárna oblasť spája poznatky napr. genetiky, paleontológie, ekológie, antropológie, čím ponúka komplexný pohľad na mechanizmy, ktoré formovali život v minulosti a naďalej ovplyvňujú súčasné ekosystémy. Evolučná biológia je jednou z najdôležitejších, ale zároveň aj najnáročnejších teórií v oblasti biológie. Vedecké poznatky o evolúcii by mali patriť k všeobecnému prehľadu, mali by byť súčasťou biologického vzdelávania na všetkých vzdelávacích úrovniach, ktorých cieľom je rozvíjanie prírodovedne gramotného človeka. Práve prostredníctvom evolučnej teórie je možné osvojiť si vedecké pojmy, pochopiť prácu vedcov, nadobudnúť spôsobilosti vedeckej práce či disponovať vedeckými predstavami a prejavovať vedecký postoj. Napriek svojej vedeckej dôležitosti zostáva jej výučba výzvou – či už pre absenciu kvalitných metodických materiálov, alebo pre jej chronicky nedostatočné zastúpenie v učiteľských študijných programoch na univerzitách.

Vytvorením metodickej príručky bolo našou snahou preklenúť súčasnú situáciu absencie vzdelávacích materiálov pre učiteľov a žiakov a zároveň reflektovať kurikulárnu reformu školstva na Slovensku. Koncept evolúcie je vo vzdelávacom štandarde oblasti Človek a príroda v novom kurikule (ŠVP ZV, 2023) uchopený explicitnejšie a je jedným z komponentov obsahového štandardu. Evolučné poznanie žiakov je vystavané na chápaní súvislostí v zmysle neustále prebiehajúcich adaptácií organizmov na meniace sa podmienky. V prvom sú vytvárané predispozičné predstavy, ktoré sú predpokladom pre neskoršie pochopenie evolučných procesov. V druhom a treťom cykle sa informácie o spôsobe života a o prostredí prepájajú so stavbou ich tela.

Zámerom predloženého materiálu je tak poskytnúť učiteľom kvalitné materiály na efektívne a pútavé vyučovanie evolučných princípov, a to spôsobom, ktorý podporuje bádateľsky orientované vzdelávanie (IBSE) a využíva moderné didaktické prístupy.

Metodickú príručku tvorí obsahovo osem tém, ktoré pokrývajú kľúčové aspekty evolúcie – od prírodného a pohlavného výberu, cez adaptácie rôznych skupín organizmov, až po koevolučné vzťahy. Činnosti v nej sú koncipované tak, aby žiakov viedli k objavovaniu prírodných zákonitostí bádáním, k rozvoju argumentácie a kritického myslenia prostredníctvom diskusných aktivít a formatívneho hodnotenia s využitím vybraných nástrojov.

Veríme, že vzdelávací materiál prispeje k lepšiemu porozumeniu základných evolučných konceptov a podnieti záujem žiakov o jej ďalšie štúdium.

autorky

Bádateľsky orientovaná výučba

Bádateľsky orientovaná výučba (BOV, resp. Inquiry-Based Science Education – IBSE) je založená na predpoklade, že učenie je aktívny proces, pri ktorom si žiaci sami konštruujú poznatky na základe svojich vlastných skúseností. Tento proces im pomáha lepšie pochopiť učivo a aplikovať teoretické poznatky v praxi. Podporuje rozvoj kritického myslenia žiakov, ich vedeckých zručností a schopnosti riešiť problémy. Vychádza z teórie konštruktivismu a vedeckého bádania.

Skúmanie je zamerané na objavovanie prírodovedných princípov a zákonitostí prostredníctvom aktívnej účasti žiakov. Zároveň je dôraz kladený na skupinovú prácu a spoluprácu medzi žiakmi, čo prispieva k rozvoju ich sociálnych a komunikačných zručností. Tieto interakcie podporujú výmenu nápadov, názorov a zdieľanie skúseností. Práve vo vyučovaní biológie je dôležitá experimentálna činnosť, ktorá pomôže žiakom lepšie porozumieť prebiehajúcim javom a dejom v prírode. Žiaci si takouto činnosťou osvojujú bádateľské zručnosti, ku ktorým patrí: kladenie otázok, formulácia hypotéz, plánovanie a realizácia pozorovaní a experimentov, analyzovanie, vyhodnocovanie a zaznamenávanie údajov formou grafov a tabuliek, interpretácia výsledkov a v neposlednom rade vyvodzovanie záverov a zovšeobecnení. Bádanie vyžaduje identifikovanie problémov, formulovanie predpokladov, kritické a logické myslenie a posudzovanie alternatívnych vysvetlení. Pri hodnotení bádateľsky orientovaného vyučovania učiteľ využíva nástroje formatívneho hodnotenia, ktoré mu umožňujú sledovať pokrok žiakov v učení, poskytovať im spätnú väzbu. Dôraz sa kladie aj na rovesnícke hodnotenie a sebahodnotenie žiakov. V súčasnosti sa čoraz vo väčšej miere začleňujú do bádateľsky orientovanej výučby digitálne technológie pomocou meracích systémov, simulácií, virtuálnych laboratórií, realizácie dátových analýz v reálnom čase, ale aj rôznych platforiem na spoluprácu a hlasovanie, prostredníctvom ktorých možno podporiť rozvoj digitálnej gramotnosti žiakov.

Pri realizácii bádateľsky orientovaného vyučovania sa najčastejšie využíva model 5E, ktorý vyvinula spoločnosť Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) a je založený na konštruktivistickom prístupe k učeniu. Model 5E pozostáva z piatich fáz: Engage (Zapojenie), Explore (Objavovanie), Explain (Vysvetlenie), Elaborate (Prehĺbenie) a Evaluate (Hodnotenie) (Obr. 1). Podľa uvedeného modelu boli vytvorené predložené námety v jednotlivých témach vzdelávacieho materiálu.



Obr. 1 Fázy modelu 5E

Zdroj: <https://www.linkedin.com/pulse/what-5e-model-instruction-ron-morrain-louie/>

Vo fáze **Zapojenia** (Engage) sa učiteľ snaží vzbudiť záujem a zvedavosť žiakov, motivovať ich a prepojiť novú tému s ich predchádzajúcimi vedomosťami a predstavami. Informácie zozbiera, zaznamená a identifikuje predstavy žiakov.

Vo fáze **Skúmania** (Explore) učiteľ zapája žiakov do procesu bádania. Žiaci realizujú praktické aktivity. Najskôr formulujú výskumné otázky a hypotézy na testovanie, navrhujú a realizujú skúmanie, zbierajú dáta, hľadajú súvislosti, spolupracujú v skupinách.

Vo fáze **Vysvetlenia** (Explain) žiaci formulujú a zdôvodňujú svoje poznatky na základe predchádzajúceho skúmania. Učiteľ žiakov usmerňuje, zdôrazní získané poznatky a zavádza odbornú terminológiu (v podobe zákona, teórie). So žiakmi diskutuje o výsledkoch skúmania tak, aby žiaci opísali, čo zistili pri experimentálnej činnosti. Učiteľ zároveň konfrontuje získané výsledky žiakov s ich prvotnými informáciami, prípadne miskoncepciami, ktoré identifikoval vo fáze zapojenia.

Fáza **Rozšírenia** (Elaborate) spočíva v rozšírení a aplikácii získaných poznatkov v nových kontextoch, situáciách. Táto fáza je dôležitá z hľadiska zovšeobecnenia získaných poznatkov, pričom žiaci modifikujú svoje prvotné predstavy o študovanom jave.

Fáza **Vyhodnotenia** (Evaluate) je zameraná na hodnotenie porozumenia pojmov a získaných zručností žiakov formou sumatívneho a formatívneho hodnotenia. Učiteľ môže formulovať otázky, ktoré sú zamerané na rozvoj vyšších poznávacích funkcií, čím rozvíja ich schopnosť posudzovať, analyzovať a vyhodnocovať výsledky práce.

1. Prírodný výber

V priebehu evolúcie sa živočíchy prispôbili prostrediu, v ktorom žijú, tvarom, funkciou alebo spôsobom života. Adaptácie organizmov sú nevyhnutnou podmienkou pre ich prežitie v prostredí. Nevznikajú cielene, ale ide o výsledok prírodného výberu.

Vysvetlenie, ako sa adaptácie u organizmov mohli vyvinúť, je základom Darwinovej evolučnej teórie. Aj po vyše 150 rokoch od vydania Darwinových myšlienok o evolúcii, evolučná teória čelí kritike a odmietaniam zo strany laickej verejnosti, čo je podporované aj šírením hoaxov prostredníctvom sociálnych sietí. Podstatou tejto teórie je, že dedičné rozdiely v tvare, fyziológii alebo v správaní medzi jedincami toho istého druhu sú výsledkom selekcie alel, ktoré podmieňujú ich úspech v kompetícii o prírodné (potrava, miesto na život a rozmnožovanie) a sociálne zdroje (partner, postavenie v skupine).

Jedným z príkladov adaptácií organizmov je sfarbenie. Príkladom sú mnohé druhy živočíchov, ktoré sú sfarbené veľmi nápadne, čo súvisí s hľadaním si partnera, splynutím s okolím či absorbovaním tepla. U toxických druhov organizmov je tiež časté nápadné sfarbenie (aposematické), podobne ako u zrelého ovocia na stromoch. Na rozdiel od ovocia, ktorého farba sa selektovala, aby ovocie bolo konzumované potenciálnymi šíriteľmi semien, nápadné sfarbenie iných organizmov slúži na vyhnutie sa konzumácii, t. j. predácii. Zmysel takéto sfarbenie nadobúda až vtedy, keď si uvedomíme, že je často spojené s iným typom obrany živočíchov, napríklad s ich chemickou obranou. Význam aposematického sfarbenia je v tom, že upozorňuje predátora na nebezpečnosť, jedovatosť alebo nechutnosť takto sfarbenej potenciálnej koristi.

Na rozdiel od aposematického sfarbenia, nenápadné, kryptické sfarbenie umožňuje živočíchom byť nenápadným farbou aj vzorom a umožňuje im splynúť s prostredím. Svojím vzhľadom môžu pripomínať napríklad kôru stromov, na ktorých sa nachádzajú. V určitom období života môže byť pre organizmy výhodné mať kryptické sfarbenie, v inom období zas aposematické. Príkladom je koník krdľový (*Schistocerca gregaria*). Keď má populácia tohto druhu malú hustotu, mladé koníky sú krypticky sfarbené – zelené. Keď však populácia dosiahne vysokú hustotu, koníky sa sfarbia nápadne – žltो-čierno. Takáto zmena na aposematickú formu je adaptáciou na zníženie predácie pri vysokej hustote koristi (Prokop, Trnka, 2015). Sfarbenie zohráva významnú úlohu aj u motýľov. Kryptické sfarbenie má ochrannú funkciu, a to napr. v celkovom sfarbení piadiviek, môr a vybraných druhoch lišajov. Niektoré druhy sú však sfarbené len na vrchnej alebo spodnej strane krídel s podobným zvyškom tela. Príkladom aposematického výstražného sfarbenia sú nápadné pestro sfarbené vretienky s dennou aktivitou, alebo niektoré nočné druhy motýľov, spriadače. U motýľov môžeme

pozorovať aj odstrašujúce sfarbenie, napríklad kresbu pripomínajúcu oko, často na zadných krídlach. Niektoré druhy lišajov a stužkavcov s pestro sfarbenými zadnými krídlami v kombinácii červenej, ružovej, žltej farby s tmavohnedou, čiernou alebo bielou. S celkovým správaním motýľov (ale týka sa to aj mnohých iných druhov) súvisí mimetické (napodobňujúce) sfarbenie, ktoré poskytuje ochranu pred nepriateľmi. Motýľ oklame zmysly iných živočíchov tým, že vzhľadom a správaním napodobňuje niektoré druhy najmä blanokrídleho hmyzu, napríklad osy, sršne, kutilky, lumky a hrabalky. Mnohé druhy motýľov napodobňujú tiež rôzne časti rastlín, listy, kôru alebo časti vetvičiek (trávovce z čeľade vijačkovité, pierkavce, obalovače) (Kulfan, 2024).

Téma: Prírodný výber		Rozsah aktivity	
Názov: Kto sa lepšie skryje?		1 vyučovacia hodina (45 minút)	
Ciele			
Žiakom osvojované vedomosti		Žiakom rozvíjané zručnosti a spôsobilosti	
• poznať význam kryptického sfarbenia živočíchov • uviesť príklady adaptácií živočíchov • rozlíšiť aposematické a kryptické sfarbenie živočíchov • rozlíšiť mimetizmus od mimikier		• argumentovať • spolupracovať • prezentovať • vyhľadávať, triediť a hodnotiť informácie • pracovať s dostupnými informáciami • prezentovať zistenia	
Výkonový a obsahový štandard pre 2. cyklus (podľa ŠVP ZV, 2023)			
Výkonový štandard • opísať pozorovaný objekt • formulovať zdôvodnený predpoklad súvisiaci so skúmaným problémom • realizovať pozorovanie s cieľom overiť predpoklad • vytvoriť kategórie triedenia objektov a zaradiť objekty do vytvorených kategórií • porovnať údaje získané skúmaním so svojím predpokladom a predpoklad vyhodnotiť • vytvoriť úsudok o vzťahoch a súvislostiach pozorovaných premenných • vyhľadať chýbajúce informácie a overiť ich v ďalších informačných zdrojoch • porovnávať rôznorodosť v uvažovaní a pri riešení výskumných otázok rovesníkmi • zodpovedať za svoju úlohu v skupine • vnímať svoju činnosť ako jeden zo zdrojov nových poznatkov			
Obsahový štandard • skúmať rôznorodosť organizmov na základe identifikácie ich spoločných a rozdielnych vonkajších znakov a spôsobu života • kategorizovať organizmy na základe pozorovaných spoločných a rozdielnych znakov • identifikovať prispôbenia sa organizmov danému prostrediu na konkrétnych príkladoch			

Riešený didaktický problém

Pojem evolúcia nie je zavedený a ani sa nevyskytuje ako termín vo vzdelávacích štandardoch (ŠVP, 2015). Jeho význam sa začína používať po prvýkrát v 7. ročníku, v ktorom má žiak zdôvodniť na príklade stavovca význam jeho sfarbenia podľa prostredia, v ktorom žije. Zároveň má zdôvodniť prispôbenie stavovcov životnému prostrediu na ukážke kostry končatín – analyzovať adaptáciu orgánov opornej, dýchacej a obehovej sústavy stavovcov vzhľadom na jeho prirodzené prostredie a spôsob života a zdôvodniť odlišnosti orgánov tráviacej sústavy v závislosti od potravy. Ďalej sa žiaci stretávajú s pojmom biologická evolúcia pri objasnení biologického vývoja, avšak rovnako bez jeho uvedenia či vymedzenia.

Dominantné formy práce žiakov

- skupinová práca
- kooperatívna práca

Príprava pomôcok

pracovné listy pre žiakov, biely, sivý a čierny papier, 30 tmavých fazulí, 30 svetlých fazulí rovnakej dostatočnej veľkosti, nádoba na fazule, kalkulačka, stopky, mobilný telefón

Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov

- nástroj formatívneho hodnotenia – minútový lístok, lístok pri odchode

Odporúčania k realizácii metodiky

Na základe skúseností s overovaním daných aktivít odporúčame, aby učiteľ pred aktivitou žiakom vysvetlil postup vypracovania pracovného listu. Je potrebné žiakom ozrejmiť, že majú písať informácie alebo výsledky, na ktoré prišli realizovaním danej aktivity. Rovnako, že zistenie majú prepojiť aj s naformulovaným predpokladom, ktorý majú buď vyvrátiť alebo potvrdiť. Ak majú žiaci skúsenosť s podobným postupom práce, nie je to nutné.

Vysvetliť im, že fazule zbierajú s otvorenými očami a jednou rukou. Pred aktivitou oči zatvoria, aby boli menej ovplyvňované farbami prostredia.

Je potrebné pozorovať rozloženie fazule na papieri. Fazule by mali byť rozložené po celej ploche papiera, nie na jednej kope v strede papiera. Pri výbere fazule na aktivitu je vhodné dbať na približne rovnakú veľkosť a počet. Pri nižších ročníkoch je vhodné so žiakmi na príklade vysvetliť počítanie priemeru, aby sa predišlo chybám a zdržovaniu. Pri žiakoch vo vyšších ročníkoch je vhodné využitie online didaktickej hry.

Priebeh vyučovacej hodiny

Vo **fáze zapojenia** žiaci vyplnia minútový lístok, v ktorom majú odpovedať v priebehu jednej minúty na otázku „*Prečo majú rôzne druhy organizmov rôzne sfarbenie?*“. Následne premietnite žiakom obrázky piadivky brezovej (*Biston betularia*), jej svetlú a tmavú formu, a nechajte im čas na prezretie. Usmernite žiakov, aby sa zamerali na to, v čom sú rovnaké a v čom sa líšia.

Následne žiakom položte otázky:

Otázky pre žiakov:



Poznáte názvy uvedených motýľov?

Videli ste ich už niekedy?

Kde by ste ich išli hľadať?

Akú úlohu v prírode zohráva ich sfarbenie?

Vo **fáze skúmania** budú žiaci pracovať v štvorčlenných skupinách. Rozdajte žiakom pracovný list s názvom „Kto sa lepšie skryje?“. Úlohou žiakov bude naformulovať predpoklady k výskumnej otázke: „*Ako ovplyvňuje sfarbenie piadivky brezovej jej šancu na prežitie?*“. Svoje predpoklady si zapíšu do pracovného listu. Žiakom rozdajte všetky potrebné pomôcky k realizácii pokusu. Následne zrealizujú pokus s fazuľami na základe postupu, ktorý majú uvedený v pracovnom liste. Pred samotným uskutočnením pokusu si spoločne so žiakmi prečítajte celý postup, aby sa žiaci mohli vyjadriť, ak niečomu nerozumejú, je im niečo nejasné alebo majú otázky.

Postup:

- Položte biely papier na lavicu a vysypte naň všetkých 60 fazuliek.
- Zavrite oči a počítajte do 10. Následne otvorte oči a pozbierajte v priebehu 20 sekúnd čo najviac fazulí do vopred určenej nádoby. Fazule môžete zbierať len po jednej. Po uplynutí 20 sekúnd spočítajte počet svetlých a čiernych fazulí, ktoré ste pozbierali.
- Opakujte tento postup 3-krát a výsledok zapíšte do tabuľky.
- Vypočítajte priemerný počet fazulí a zapíšte výsledky do tabuľky.
- Tento postup opakujte 3-krát, ale s použitím čierneho papiera.

Žiaci si vysypú fazule na papier a rozložia si ich rovnomerne po celej ploche papiera, nie na jednu kopu.

Zástupcovia jednotlivých skupín nadiktujú výsledky za svoju skupinu. Tie učiteľ zapíše do spoločnej tabuľky, ktorú môže mať pripravenú na tabuli alebo počítači. Spoločne si vypočíta so žiakmi priemer celej triedy, aby žiaci videli celkový počet pozbieraných farieb na podkladoch.

Poznámka pre učiteľa

Dôležité je upozorniť žiakov na fakt, aby fazule zbierali iba po jednom kuse a s jednou rukou. Zbiera vždy iba jeden žiak. Pred samotnou aktivitou žiak, ktorý bude zbierať fazule, musí mať na chvíľu zatvorené oči, aby nebol ovplyvňovaný inými farbami prostredia. Je vhodné, aby žiak zbieral fazule v stoj, čím bude mať zabezpečený lepší pohľad na papier s fazuľami. Druhý žiak v skupine bude merať čas na stopkách alebo smartfóne po dobu 20 sekúnd. Tretí žiak v skupine bude zapisovať údaje do tabuľky a vypočíta aritmetický priemer, štvrtý žiak bude prezentovať výsledky za skupinu.

Pokus žiaci zopakujú 3-krát na bielom papieri a 3-krát na čiernom papieri. Role v skupine si žiaci môžu meniť. Fazule by mali byť rozložené po celej ploche papiera, nie na jednej kope v strede papiera. Pri výbere fazulí na aktivitu je vhodné vybrať fazule rovnakej veľkosti. Pri nižších ročníkoch je vhodné so žiakmi na príklade vysvetliť výpočet priemeru, aby sa predišlo chybám a zdržovaniu.

Vzor výslednej tabuľky:

	Biely papier		Čierny papier	
Skupiny žiakov				
1				
2				
3				
4				
5				
Priemer				

Aktivitu si spoločne so žiakmi vyhodnotíte na základe aritmetických priemerov.

Žiakov sa spýtajte:

Otázky pre žiakov:



Prečo ste pozbierali rôzny počet bielej a čiernej fazule na bielom a na čiernom podklade?

Prečo ste pozbierali na bielom papieri viac čiernej fazule?

Svoju odpoveď zdôvodnite.

Uvedte, čo ste uvedenou aktivitou dokázali/potvrdili.

Žiaci by mali prísť k záveru, že medzi čiernymi fazuľami a bielym podkladom bol väčší kontrast a naopak.

Vo **fáze vysvetlenia** začnite so žiakmi rozhovor. Povedzte žiakom, aby si predstavili, že fazule boli piadivky zobrazené v úvode ich pracovného listu a papier je kôra stromu. Využite online hlasovanie na otázku: „Ktorú piadivku ste si na obrázku všimli skôr“?

Poznámka pre učiteľa

Online hlasovanie je veľmi vhodné využiť v priebehu vyučovacej hodiny, ak chcete získať odpovede od všetkých žiakov hneď. Môžete využiť voľne dostupné platformy: Socrative, Poll Everywhere, Kahoot!, Mentimeter, Slido, Google Forms a pod.

Po hlasovaní pokračujte so žiakmi v rozhovore, počas ktorého by žiaci mali prísť na to, že piadivky sa adaptovali, čiže sa prispôsobili prostrediu. Je dôležité, aby žiaci pochopili pojem adaptácia a vedeli ho použiť aj na iných príkladoch z bežného života, ktoré poznajú.

Otázky pre žiakov:



Prečo používajú piadivky takýto spôsob prispôsobenia?

Viete uviesť príklady iných organizmov, ktoré sa prispôobili prostrediu, v ktorom žijú?

Žiaci majú argumentovať, prečo si všimli práve danú formu a s čím to súvisí. Majú prísť k záveru, že sfarbenie živočíchov ovplyvňuje ich šancu na prežitie, lebo sa ním chránia pred predátormi. Svetlá forma piadivky je pre jej prežitie výhodnejšia v svetlom prostredí, v ktorom tmavá forma piadivky kontrastuje a je viditeľná aj pre dravce.

Na základe opisu výsledkov a diskusie si žiaci zapíšu svoje zistenia do pracovného listu.

Zistenie:



Na bielom papieri boli viac viditeľné čierne fazule a naopak.

Otázky pre žiakov:



Aký vplyv bude mať zmena sfarbenia prostredia na populáciu piadiviek?

Čo by sa stalo, ak by sa svetlo sfarbená kôra stromov zmenila na tmavo sfarbenú?

V prípade časových možností a dostupného vybavenia môžete doplniť bádanie žiakov s využitím didaktickej hry opísanej v časti „Alternatíva“.

Žiaci by si mali uvedomiť, že zmena sfarbenia svetlej kôry stromov, ktorá bola výhodnejšia pre prežitie svetlej formy piadiviek na tmavú kôru, bude znamenať lepšiu adaptáciu tmavej formy piadiviek. Svetlá forma piadiviek bude na tmavej kôre kontrastná a dobre viditeľná pre predátorov, čo spôsobí zníženie počtu jedincov svetlej formy v populácii piadiviek. V populácii tak začnú prevládať piadivky s tmavým sfarbením, ktoré sú dobre prispôsobené na tmavú kôru stromov. Žiakom povieme, že k týmto zmenám došlo v Anglicku, kedy v populácii piadiviek začala prevládať tmavá forma nad svetlou, ktorá bola výrazná na znečistenej tmavej kôre stromov v priemyselne znečistených oblastiach.

Zaujímavosť

V Anglicku bola tmavá forma piadivky brezovej výnimočná s frekvenciou výskytu približne 0,01 %. Výrazne prevládala svetlá forma. Približne v polovici 19. storočia však v dôsledku priemyselnej revolúcie došlo k znečisteniu kôry stromov a vyhubeniu svetlých lišajníkov, čo viedlo k zvýhodneniu prežitia tmavej formy piadivky. Farebný kontrast svetlej piadivky brezovej na tmavej kôre stromov spôsobil koncom 19. storočia výraznú redukciu až vymiznutie svetlých jedincov v znečistených oblastiach. Príčiny tohto javu boli začiatkom 20. storočia pripisované Darwinovej evolučnej teórii. Až v 50. rokoch 20. storočia experimenty B. Kettlewella dokázali, že zmeny v populácii sú spôsobené predátormi, ktorí viac požírajú tú formu piadivky, ktorá je v znečistených aj neznečistených oblastiach výraznejšia. V tomto prípade teda nejde o príklad darwinovského mechanizmu evolúcie v zmysle „mutácia-selekcia“, ako sa pôvodne uvádzalo, lebo nevzniká žiadna novátorská funkcia v organizme. Označenie kolísania počtu dvoch variácií organizmu v tej istej populácii, iba na základe zvýhodnenia jednej formy pri zmene prostredia ako evolúcie, je častou miskoncepciou. Tento príklad však pomôže žiakom pochopiť, prečo je adaptácia sfarbením dôležitá pre prežitie, ako aj samotný princíp evolúcie.

Vo fáze rozšírenia ukážte žiakom obrázky rôznych živočíchov a pýtajte sa ich, ktorého živočícha si na obrázkoch skôr všimli.

Otázky pre žiakov:



Aké faktory prostredia vplývajú na viditeľnosť živočícha?

Uvedte príklady živočíchov a zdôvodnite vplyv prostredia na ich viditeľnosť.

Žiaci majú zdôvodniť svoje odpovede na základe argumentácie. Povedzte im, aby si premysleli a uviedli príklady ďalších živočíchov, ktoré používajú rovnaký spôsob ochrany. Názvy živočíchov si následne zapíšu do pracovného listu.

Pokračujte v rozhovore so žiakmi, počas ktorého sa žiakov opýtajte:

Otázky pre žiakov:



Prečo je u živočíchov dôležité sfarbenie?

Môže ich sfarbenie ochrániť? Svoju odpoveď zdôvodnite.

Ako sa živočichy môžu prispôbiť prostrediu, v ktorom žijú?

Prečo sa prispôbujú?

Ide o zmenu krátkodobú či dlhodobú?

Poznáte ešte iné živočichy, ktoré využívajú takýto typ adaptácie?

To, či si živočích všimnú ostatné organizmy, závisí od sfarbenia živočícha, ako aj od sfarbenia prostredia, v ktorom sa nachádza.

Došlo v prípade piadivky brezovej k zmene sfarbenia?

Vo **fáze hodnotenia** budú žiaci pracovať s čiernobielymi obrázkami, ktoré majú v pracovných listoch. Ich úlohou bude vyfarbiť obrázky koníkov tak, aby sa na prvom obrázku uplatnila adaptácia a druhý obrázok si vyfarbia ľubovoľne. Učiteľ kontroluje, či žiaci porozumeli zadaniu úlohy. Po vyfarbení obrázkov si spoločne uvediete správne riešenia úlohy.

Prírodný výber:

prvý obrázok: zelená byť – zelený koník; hnedá byť – hnedý koník

druhý obrázok: zelená byť – čierny, žltý, ... koník

V závere vyučovacej hodiny učiteľ žiakom rozdá nástroj formatívneho hodnotenia Lístok pri odchode, ktorý žiaci samostatne vyplnia. Učiteľ poskytne spätnú väzbu žiakom na základe vyplnených informácií. Na otázky žiakov môže odpovedať buď v závere vyučovacej hodiny, alebo na nasledujúcej vyučovacej hodine.

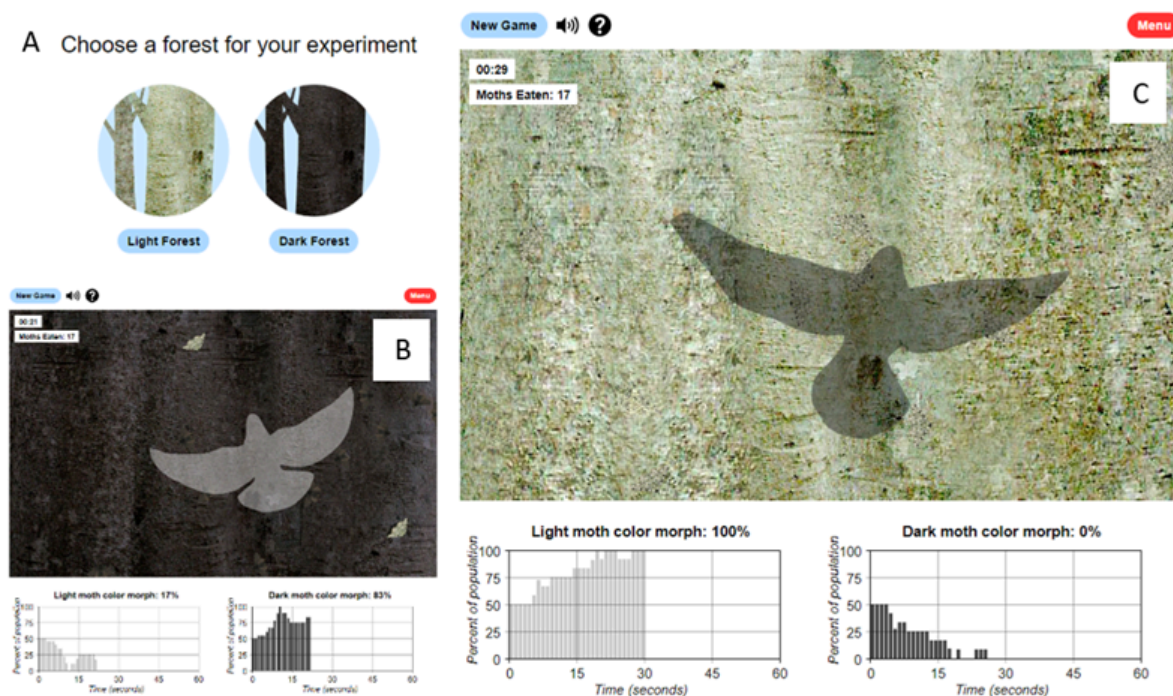
Variant 2

Alternatívou aktivity s farebnými papiermi a fazuľami je využitie online didaktickej hry – simulácie s bádateľským prístupom. Potrebne je pripojenie na internet, nie je však nutná inštalácia. Žiaci môžu hrať hru individuálne, v dvojiciach pomocou mobilného telefónu, tabletu alebo počítača. Na stránke <https://askabiologist.asu.edu/peppered-moths-game/> sú uvedené informácie o piadivke brezovej, priemyselnej revolúcii a pod. Hra je síce v anglickom jazyku, ale ponúka jednoduchú orientáciu. Vysvetlite žiakom princíp hry, ale inštrukcie zadávajte tak, aby ste neprezradili očakávaný výsledok.

Postup:

- Na stránke <https://askabiologist.asu.edu/peppered-moths-game/play.html> zvolíte podmienky lesa. Na výber máte les so svetlou alebo tmavou kôrou stromov (kliknutím na „Light Forest“/„Dark Forest“, Obr. 2A).
- Budete v pozícii dravca – predátora a vaším cieľom je vychytať čo najrýchlejšie motýle piadivky brezovej.
- Predátorom pohybuje pomocou myši a chytajte jedince kliknutím ľavého tlačidla myši, v prípade notebooku bez myši prstom. Simulácia dáva aj zvukové signály, takže budete vedieť, kedy bol váš lov úspešný.
- Hra začína výberom lesa a trvá 60 sekúnd. Hrajte jednu hru vo svetlom a jednu hru v tmavom lese.
- Na ľavej strane uvidíte počet skonzumovaných jedincov a odpočet času. V dolnej časti bude graf znázorňujúci počet skonzumovaných svetlých a tmavých jedincov (Obr. 2B, 2C). Zaznamenajte svoje zistenia z grafov do tabuľky.

Poznámka: Tabuľka môže byť totožná, ako v prípade pokusu s fazuľami, ale v tomto prípade budú žiaci uvádzať % „skonzumovaných“ jedincov svetlej a tmavej formy motýľov.



Obr. 2: Simulácia znázorňujúca zmeny populácie piadivky brezovej

(A – výber lesa so stromami svetlej a tmavej kôry, B a C – aktívna simulácia s priebežným vyhodnotením počtu jedincov svetlej a tmavej formy piadivky brezovej, B – dravec a motýle piadivky brezovej na tmavej kôre, C – vychytanie všetkých jedincov tmavej formy piadivky, v simulácii sa vyskytujú iba svetlé jedince.)

Zdroj: <https://askabiologist.asu.edu/games-sims/peppered-moths-game/>

2. Adaptácia na vodu viazaného vtáctva

Adaptácia organizmov je nevyhnutnou podmienkou pre ich prežitie v prostredí. Prírodný výber organizmov s určitými vlastnosťami, ktoré im umožňujú prežiť v konkrétnych podmienkach životného prostredia, prebieha od prvej formy života. Pod premenlivosťou a variabilitou rozumieme funkčnú a tvarovú rozmanitosť živých organizmov, ich schopnosť reagovať odlišným spôsobom na rôzne podmienky prostredia. Hovoríme o prispôsobovaní organizmov životnému prostrediu. Aby organizmy dokázali prežiť v určitom prostredí, potrebujú mať vlastnosti, ktoré im to umožňujú. Tie jedince, ktoré sú schopné získať dostatok potravných zdrojov, sexuálnych partnerov a sú schopné čeliť ochoreniam (t. j. majú vysokú evolučnú zdatnosť) v danom priestore a čase, prechádzajú do ďalšej generácie.

Niektoré organizmy, ktoré žijú v prostredí s obmedzenými zdrojmi prostredia, sa adaptovali. Sú to napríklad polárny medveď (*Ursus maritimus*), polárna líška (*Vulpes lagopus*), ťava dvojhrbá (*Camelus bactrianus*). Rozlišujeme viacero typov adaptácií, a to napríklad biochemické – tráviace enzýmy, extra proteíny, štrukturálne – pazúry, zuby, a behaviorálne. V organizovaných skupinách je takýmto správaním lov koristi. Jedince, ktoré sú danému prostrediu lepšie prispôsobené, majú taktiež vyššiu šancu na odovzdanie svojich alel potomstvu. Časom to môže viesť až k vzniku nového druhu. Podľa rozsahu rozlišujeme špecializované a všeobecné adaptácie. Špecializované sa týkajú určitého druhu v konkrétnych podmienkach životného prostredia. Do tejto skupiny patrí prispôsobenie chameleóna spôsobu života na stromoch. Všeobecné adaptácie sa týkajú širokého spektra podmienok prostredia, sú charakteristické pre veľké taxóny, napríklad zmeny krvnej, nervovej a dýchacej sústavy stavovcov, pohlavné rozmnožovanie.

Téma: Adaptácia na vodu viazaného vtáctva	Rozsah aktivity
Názov: Nie je noha ako noha	1 vyučovací hodina (45 minút)
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti	Žiakom rozvíjané zručnosti a spôsobilosti
• odlíšiť vodné vtáctvo od ostatných druhov vtákov • uviesť príklady adaptácií vodných vtákov • chápať a vysvetliť pojem adaptácia na konkrétnom príklade • opísať stavbu tela vtákov	• spolupracovať • argumentovať • zdôvodniť
Výkonový a obsahový štandard pre 2. cyklus (podľa ŠVP ZV, 2023)	
Výkonový štandard • opísať pozorovaný objekt s použitím odbornej terminológie • formulovať zdôvodnený predpoklad súvisiaci so skúmaným problémom • odlíšiť pri pozorovaní to, čo je pre zodpovedanie výskumnej otázky podstatné • vytvoriť kategórie triedenia objektov a zaradiť objekty do vytvorených kategórií • identifikovať premennú, ktorú je potrebné merať • porovnať údaje získané skúmaním so svojím predpokladom a predpoklad vyhodnotiť • vytvoriť úsudok o vzťahoch a súvislostiach pozorovaných premenných • zodpovedať svoju úlohu v skupine Obsahový štandard • skúmať rôznorodosť organizmov na základe identifikácie ich spoločných a rozdielnych vonkajších znakov a spôsobu života • kategorizovať organizmy na základe pozorovaných spoločných a rozdielnych znakov • identifikovať prispôsobenia sa organizmov danému prostrediu na konkrétnych príkladoch	

Riešený didaktický problém

Po prvýkrát sa pojem evolúcia a jeho význam začína používať v 7. ročníku. Výkonová časť vzdelávacieho štandardu (ŠVP, 2015) obsahuje nasledujúce ciele: žiak má zdôvodniť na príklade stavovca význam sfarbenia podľa prostredia, v ktorom žije. Žiak má ďalej zdôvodniť prispôsobenie stavovcov životnému prostrediu na ukážke kostry končatín – zdôvodniť adaptáciu orgánov opornej, dýchacej a obehovej sústavy stavovcov vzhľadom na jeho prirodzené prostredie a spôsob života, zdôvodniť odlišnosti orgánov tráviacej sústavy v závislosti od potravy. Význam pojmu evolúcia sa používa i v 8. ročníku ZŠ opäť bez vymedzenia či jeho uvedenia. Pre správne pochopenie mechanizmov evolúcie vzhľadom na náročnosť témy je nevyhnutnou súčasťou vzdelávania i obrazový a grafický materiál. Správna grafická interpretácia vzťahov medzi druhmi je predpokladom správnych vedeckých predstáv žiakov o evolúcii.

Dominantné formy práce žiakov

- skupinová práca
- individuálna práca
- diskusia

Príprava pomôcok

pracovné listy pre žiakov, kartičky, nádoba s vodou, vrečko, motúz, papier, vosková pastelka, sviečka, vtáacie pero, kameň, nádoba so zeminou, kuchynské kliešte, pinzeta, hrozno, semená

Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov

- pojmová mapa – zhodné a rozdielne znaky
- pozorovanie činnosti žiakov počas vyplňania pracovného listu

Odporúčania k realizácii metodiky

Na základe skúseností s overovaním daných aktivít odporúčame, aby učiteľ pred aktivitou žiakom vysvetlil postup vypracovávania pracovného listu. Pracovný list je zostavený formou postupu: uvedenie predpokladu, vykonanie aktivity a napísanie zistení.

Pri realizácii pokusu demonštrovania zobákov je vhodné žiakov upozorniť na to, že hrozno pinzetou nemôžu napichovať. Tiež je potrebné pri aktivite s alobalom precítiť vodu. Špagát vyberať po jednom kuse. Marshmallow na drôte majú odtráhať po častiach. Tým predídeme nesprávnym výsledkom pokusu.

Priebeh vyučovacej hodiny

Na začiatku hodiny vo **fáze zapojenia** učiteľ žiakom ukáže 2 obrázky, na ktorých bude zástupca na vodu viazaných vtákov a iných vtákov.



Obr. 3: Príklady druhov vtákov viazaných a neviazaných na vodu

Zdroj: Canva

Učiteľ žiakom rozdá pracovné listy. Úlohou žiakov bude pozorne si prezrieť obrázky a do tabuľky v pracovnom liste napísať spoločné a rozdielne znaky medzi zobrazenými druhmi vtákov.

Pravdepodobne žiaci uvedú, že vodné vtáky sa odlišujú plávacími blanami, masným perím, zobákmi, veľkosťou, stavbou tela a pod. Zistenia žiakov učiteľ zapíše aj na tabuľu, a v prípade potreby informácie doplní na základe otázok.

Otázky pre žiakov:



1. Ako sa odlišujú vodné vtáky od ostatných vtákov?
2. Ktoré vodné vtáky žijú na Slovensku?
3. Aké druhy vodných vtákov poznáte?
4. Poznate lokality na Slovensku, kde by ste mohli pozorovať vodné vtáctvo?

Vo **fáze skúmania** učiteľ žiakov rozdelí do skupín. Následne im rozdá obrázky (kartičky) končatín nôh (Príloha) a žiaci majú uviesť, ktorému druhu patrí končatina a akú činnosť daný druh vykonáva pomocou končatín. Alternatívou pri práci s obrázkami je vytváranie trojíc, kedy žiaci priradujú aj obrázok prostredia súvisiaci s daným druhom. Žiaci si tak jednoduchšie odvodí činnosť, ktorú končatiny vtáka vykonávajú.

Žiaci majú nájsť na základe aktivity odpoveď na otázku: „Komu patria dolné končatiny na obrázkoch a k čomu (a kde) slúžia?“ Zámer tejto aktivity spočíva v tom, aby si žiaci uvedomili, že každý vták má končatiny určené na inú činnosť.

Žiaci pomenúvajú komu patria dolné končatiny na obrázkoch a na čo ich vtáky používajú:

kura – hrabanie; bocian – brodenie; orol – chytanie koristi; pštros – behanie; kačica, labuť, pelikán – plávanie.

Vo **fáze vysvetlenia** majú uviesť žiaci svoje predpoklady na výskumnú otázku: „*Ktorému z vtákov, ktorých máte uvedených na obrázkoch, sa bude lepšie plávať?*“ Na základe predpokladov, ktoré žiaci uvedú do pracovného listu, uskutočnite demonštračný pokus. Pri pokuse budú asistovať žiaci.

Prvá aktivita sa bude týkať plávacích blán, ktoré majú na končatinách na vodu viazané vtáky. (Nemusí sa to však týkať všetkých druhov, napr. volavky nemajú plávacie blany, brodia sa vodou a nepotrebujú plávať.) Žiaci uskutočnia demonštráciu modelu dolnej končatiny na vodu viazaných vtákov v nádobe s vodou. Do nádoby nalejte toľko vody, aby mal žiak ponorenú ruku po zápästie. Žiak bude skúšať odpor vody najskôr rukou bez igelitového vrečka a potom s igelitovým vrečkom. Vrečko predstavuje plávacie blany vodných vtákov. Svoje skúsenosti následne opíše ostatným žiakom triedy. Po ukončení pokusu žiaci potvrdia alebo vyvrátia svoje predpoklady a odpoveď si zapíšu do pracovného listu. Odpoveď učiteľ zapíše aj na tabuľu.

Následne žiakom premietnite obrázky vtákov. Žiaci majú porovnať uvedené obrázky a zamerať sa na postavenie končatín k telu a na ich tvar.



Obr. 4: Dolné končatiny rôznych vtákov

Zdroj: Canva

Žiaci pozorujú, ako sú končatiny prispôsobené plávaniu, majú analyzovať, že dolné končatiny vodných vtákov sú „vysunuté“ dozadu, aby nimi mohli plávať, „zložiť“ ich dozadu, zatiaľ čo končatiny vtákov, ktoré nie sú viazané na vodu (napr. lesné vtáky), smerujú dopredu.

Vo **fáze rozšírenia** uskutočnia žiaci dve aktivity, aby si uvedomili, ktorými ďalšími vlastnosťami sa vodné vtáky prispôbili prostrediu, v ktorom žijú. Žiaci majú naformulovať svoj predpoklad na otázku „*Prečo majú vodné vtáky masťné perie?*“. Do pracovného listu zapíšu svoj predpoklad. Budú skúmať, prečo perie vtákov zostáva vo vode suché a nezmáča sa.

Variant 1

Postup pokusu:

1. Vezmite si dva papiere.
2. Jeden z papierov vyfarbite voskovkou.
3. Oba papiere namočte do vody.
4. Porovnajte výsledky.
5. Sformulujte záver.

Variant 2

Postup pokusu:

1. Vezmite si dve vtáacie perá.
2. Jedno pero potrite voskom sviečky.
3. Obe perá namočte do vody.
4. Porovnajte výsledky.
5. Sformulujte záver.

Na základe pokusov žiaci pozorujú a opíšu rozdiely. Zistia, že vďaka masťnote sa perie nezmáča. Na potretom papieri a vtáčom pere sa vytvorili kvapky vody. Žiaci si svoje zistenia zapíšu do pracovného listu (napr. že masťnota pomáha vtákovi pred zmáčaním peria a pred tým, aby ich voda nestiahla v dôsledku vyššej hmotnosti pod hladinu). Následne so žiakmi diskutujte, či aj rastliny majú na svojom povrchu vrstvu, ktorá ich chráni pred vodou.

Pomôcka pre učiteľa

V nadzemných častiach rastliny sú epidermálne bunky obsahujúce kutín a sú pokryté kutikulou. Táto kutikula znižuje straty vody. Niekedy je pokrytá voskom. Vosk dáva niektorým rastlinám belavú alebo modrastú farbu povrchu. Zároveň chráni rastlinu pred slnečným žiarením a vetrom.

Poslednou aktivitou bude demonštrácia prispôsobenia sa vtáčích zobákov na základe prijímanej potravy. Žiaci najskôr napíšu do pracovného listu svoj predpoklad na otázku: „*Prečo majú vtáky rôzny tvar zobákov?*“. Následne učiteľ so žiakmi zrealizuje pokus.

Postup:

1. Do nádobiek vložte nasledujúce druhy potravy:

Pomôcky pre „potravu“:

- hrozno vo vyššej nádobe s vodou (reprezentuje potravu hlbšie pod hladinou)
- nastrihané kúsky špagátu (vlny) zamiešané v zemi (červy)
- kúsky alobalu vo vode (potrava vodných vtákov)
- zmes semien rastlín (slnečnica nelúpaná, proso, ľan, pšenica, jačmeň, pistácie nelúpané a pod.)
- marshmallow na tenkom drôte (predstavuje mäso pre dravé vtáky)

Postup:

- Na stole máte rôzne druhy potravy. Použite nástroje (sítko na čaj, kliešte, nožnice, pinzetu a dlhé kliešte na gril) na „vylovenie potravy“ – použite 1 predmet na 1 druh potravy.
- Počas 10 sekúnd vyberte čo najviac kúskov potravy.
- Počet vylovených kusov „potravy“ spočítajte a zapíšte do tabuľky.
- Priradte k obrázkom vtákov predmet podľa tvaru a funkcie, ktoré pripomínajú tvar a funkciu zobáka daného druhu.

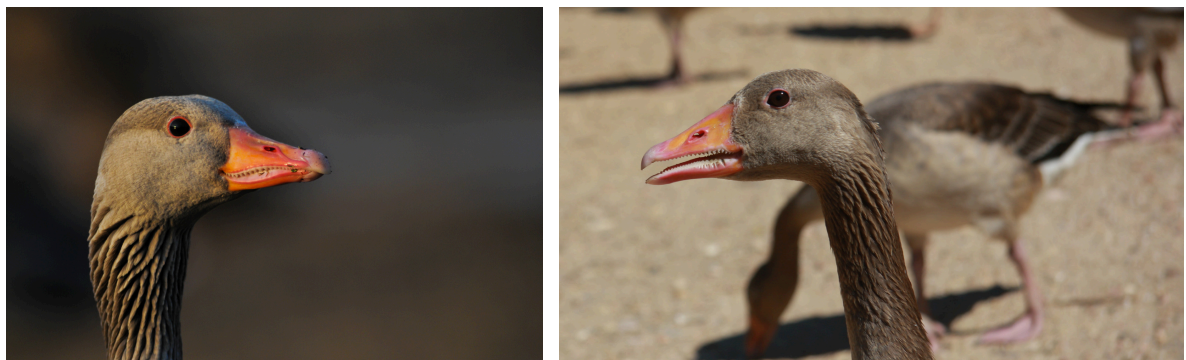
Tabuľka:

Predmet	Druh (vták)	Potrava				
		A	B	C	D	E
						
						
						
						
						
						

Žiaci výsledky aktivity zapisujú do vopred pripravenej tabuľky v pracovnom liste. Pri realizácii pokusu demonštrovania zobákov je vhodné žiakov upozorniť na to, že hrozno pinzetou nemôžu napichovať. Tiež je potrebné pri alobale precediť vodu. Špagát vyberať po jednom kuse. Marshmallow na drôte majú otrhávať po častiach. Tým predídeme nesprávnym výsledkom pokusu.

Po realizácii aktivity budete so žiakmi diskutovať o tom, s ktorými nástrojmi sa im lepšie pracovalo a v akom prostredí. Žiaci môžu uviesť, že sa im lepšie pracovalo pinzetou v pôde. Pinzeta predstavovala malý zobák vtákov, ako majú sýkorky, vrabce, lastovičky. Kliešte demonštrovali dlhý zobák bociana/pelikána vo vodnom prostredí. Hrozno a kamienky predstavovali ryby, žaby. Spoločne vyvodíte závery, ktoré si žiaci zapíšu do pracovných listov na základe pozorovaní a analýzy údajov, ktoré získali realizáciou pokusu. Žiaci majú dospieť k záveru, ako sa tvar zobákov vtákov môže prispôbiť ich potrave, ktorú prijímajú, a prostrediu v ktorom žijú.

Následne žiakom zadajte otázku „Majú vtáky zuby?“ Ukážte žiakom detailný obrázok zobáka kačice, prípadne husi. Žiaci majú uviesť ich význam pre kačicu/hus.



Obr. 5: Zuby husi
Zdroj: Canva

Žiaci môžu uviesť, že vtáky zuby nemajú, ale kačica má drobné zúbky. Slúžia jej ako sítko. Do zobáka si kačica naberie vodu a cez zúbky voda vytečie a v zobáku jej ostane len potrava.

Pomôcka pre učiteľa

Veľkosť a tvar vtáčieho zobáka nám môže veľa napovedať o spôsobe obživy a správaní. Napríklad vtáky, ktoré konzumujú semená, majú často silné krátke zobáky, ktorými sa dokážu dostať cez tvrdý obal semena, zatiaľ čo vtáky, ktoré sa živia nektárom, napríklad kolibríky, majú dlhé tenké zobáky, aby sa dostali do kvetov. Dravé vtáky majú, naopak, ostré zakrivené zobáky na trhanie mäsa, zatiaľ čo pobrežné vtáky oplývajú tenkými zobákmi, ktoré im slúžia na hľadanie bezstavovcov v bahne. Niektoré vtáky, vrany a papagáje používajú svoje zobáky ako nástroje na hľadanie potravy a manipuláciu s predmetmi. Veľkosť a tvar zobáka vtákov navyše ovplyvňuje aj výber materiálu pre stavbu hniezda. V stavbe hniezda vtákov tak môžeme pozorovať značnú rôznorodosť v štruktúre a použitých materiáloch od blata, trávy, vetvičiek, peria až po umelé materiály, ako plast alebo aj cigaretové ohorky. Okrem toho môže byť farba a zdravotný stav zobáka aj indikátorom kondície čo zohráva aj úlohu pri výbere partnera. Vtáky žijúce v horúcom podnebí môžu zvýšiť prietok krvi do zobákov, čím regulujú svoju telesnú teplotu (Sheard *et al.*, 2023).

Vo **fáze hodnotenia** bude úlohou žiakov dokresliť zobáky vtákov do makiet, ktoré majú pripravené v pracovnom liste. Touto aktivitou učiteľ zistí, či žiaci pochopili, ako druh prijímanej potravy ovplyvňuje tvar vtáčích zobákov.

V závere vyučovacej hodiny žiaci samostatne vyplnia **lístok pri odchode**.

3. Adaptácia zubov živočíchov

Rozmanitosť druhov prispieva k udržaniu života na Zemi. Zem je neustále meniacim sa miestom, v ktorom abiotické faktory ovplyvňujú prežitie jednotlivých foriem života. Toto prežitie závisí od aktuálnych okolností. Organizmy dokážu žiť v určitom prostredí, pretože majú vlastnosti, ktoré im to umožňujú. Prispôsobenie sa prostrediu bolo možné okrem iného aj na základe individuálnych rozdielov vznikajúcich rekombináciou alel pri pohlavnom rozmnožovaní, čo umožnilo jednotlivcovi prispôbiť sa prostrediu a iným nie. Organizmy, ktoré žijú v prostredí s obmedzenými zdrojmi, sú tiež adaptované, napr. lišajníky, machorasty, kaktusy a sukulenty, polárny medveď, polárna líška, tučniaky. Lev má adaptácie, ktoré mu umožňujú účinne usmrtiť korisť. Adaptácie sa vyvíjajú na základe prírodného výberu a genetických zmien. Štrukturálne adaptácie sa prejavujú prítomnosťou zubov a pazúrov. Biochemickými adaptáciami sú extra proteíny, tráviace enzýmy. Tiež majú správanie, ktoré im umožňuje lov v organizovaných skupinách. Jedince, ktoré sú lepšie prispôbolené danému prostrediu, majú následne väčšiu pravdepodobnosť prežitia a reprodukcie, čím sa tieto vlastnosti prenášajú ďalej na nasledujúce generácie formou odovzdávania alel potomstvu.

Adaptácia chrupu na druh prijímanej potravy

Tráviaca trubica je základom tráviacej sústavy stavovcov. Tvar, štruktúra a rozmiestnenie zubov sa významne menia v závislosti od stravovacích návykov a typu prijímanej potravy. Živočíchy, ktoré sa živia predovšetkým rastlinnou stravou, majú často ploché a hrubé zuby, ktoré im umožňujú trhať, žuť a tráviť rastlinný materiál. Napríklad kravy, ovce, kone majú široké a ploché žuvacie zuby, ktoré sa nachádzajú v zadnej časti ústnej dutiny. Bylinožravce majú zároveň tráviacu sústavu dlhšiu a zložitejšiu ako druhy mäsožravé. Primárnou funkciou ústnej dutiny bolo uchopovanie potravy. Slúži však aj na rozomieľanie a spracovanie potravy, prípadne na jej čiastočné trávenie. Mäsožravce majú často ostré a špicaté zuby, ktoré im umožňujú trhať mäso. Príkladom sú špicaté očné zuby a silné rezáky u levov. Všežravce majú zuby, ktoré sú vhodné na konzumáciu rôzneho druhu potravy. Ich zuby môžu mať rôzne tvary a funkcie. Človek je príkladom všežravca, s kombináciou špicatých očných zubov a tupých črenových zubov a stoličiek s veľkou plochou určenou na drvenie potravy. V ústnej dutine sa nachádzajú okrem zubov aj jazyk, chuťové poháriky a ústia do nej aj niektoré žľazy. Zuby sú významné na trhanie a rozomieľanie potravy. Sú dôležitým systematickým znakom. Všetky môžu mať rovnaký tvar, vtedy hovoríme o homodontnom chrupe, alebo sú veľkostne a tvarovo rôzne, kedy ide o heterodontný chrup. Môžeme rozlišovať aj generácie zubov – difiodontný má človek (2 generácie), polyfiodontný napríklad žraloky. Pre príjem a spracovanie potravy u cicavcov sú zuby dôležité. Zároveň sú aj dôležitým taxonomickým znakom.

Téma: Adaptácie zubov živočíchov	Rozsah aktivity
Názov: Pozri sa na moje zuby	1 vyučovacia hodina (45 minút)
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti	Žiakom rozvíjané zručnosti a spôsobilosti
• uviesť príklad rôznych druhov živočíchov podľa typu prijímanej potravy • uviesť rozdiely medzi zubami jednotlivých skupín živočíchov (svoje tvrdenie odôvodniť) • chápať pojem prírodný výber • opísať časti tráviacej sústavy jednotlivých druhov stavovcov na základe konkrétnych príkladov • uviesť rozdelenie živočíchov z hľadiska typu prijímanej potravy	• spolupracovať • argumentovať
Výkonový a obsahový štandard pre 2. cyklus (podľa ŠVP ZV, 2023)	
Výkonový štandard • opísať pozorovaný objekt s použitím odbornej terminológie • formulovať zdôvodnený predpoklad súvisiaci so skúmaným problémom • odlíšiť pri pozorovaní to, čo je pre zodpovedanie výskumnej otázky podstatné • vytvoriť kategórie triedenia objektov a zaradiť objekty do vytvorených kategórií • porovnať údaje získané skúmaním so svojím predpokladom a predpoklad vyhodnotiť • vytvoriť úsudok o vzťahoch a súvislostiach pozorovaných premenných • zodpovedať svoju úlohu v skupine Obsahový štandard • skúmať rôznorodosť organizmov na základe identifikácie ich spoločných a rozdielnych vonkajších znakov a spôsobu života • identifikovať prispôsobenia sa organizmov danému prostrediu na konkrétnych príkladoch	

Riešený didaktický problém

Po prvýkrát sa pojem evolúcia a jeho význam začína používať v 7. ročníku. Výkonová časť vzdelávacieho štandardu (ŠVP, 2015) obsahuje nasledujúce ciele: žiak má zdôvodniť na príklade stavovca význam sfarbenia podľa prostredia, v ktorom žije. Tiež má zdôvodniť prispôsobenie stavovcov životnému prostrediu na ukážke kostry končatín – zdôvodniť adaptáciu orgánov opornej, dýchacej a obehovej sústavy stavovcov vzhľadom na jeho prirodzené prostredie a spôsob života, zdôvodniť odlišnosti orgánov tráviacej sústavy v závislosti od potravy.

Dominantné formy práce žiakov

- skupinová práca
- kooperatívna práca

Príprava pomôcok

pracovné listy pre žiakov, uteráky, cereálie, štrk, gumičky, lebka líšky, sánka jeleňa a pod., 3D modely, tablety alebo počítač

Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov

- vypracovanie pracovného listu
- lístok pri odchode

Odporúčania k realizácii metodiky

Ak na hodine použijete na lepšiu demonštráciu lebky zvierat, je vhodné kontrolovať žiakov pri manipulácii. Žiakom vysvetlite, že lebky predstavujú učebnú pomôcku, ktorá slúži na demonštráciu vybraných charakteristických znakov. V prípade menších žiakov je vhodné, aby pomôcky žiakom ukázal iba učiteľ.

Priebeh vyučovacej hodiny

Vo **fáze zapojenia** upriamte pozornosť žiakov na chrup cicavcov. Postupne im ukážte obrázky 4 – 5 rôznych chrupov a zubov cicavcov. Žiaci si samostatne do pracovného listu napíšu, ktorému živočíchovi patrí chrup na obrázku. Obrázky sú súčasťou prílohy metodického materiálu. Po priradení obrázkov k chrupu učiteľ spoločne so žiakmi uvedie správne názvy živočíchov v spojitosti s chrupom.

Vo **fáze skúmania** budete so žiakmi diskutovať a zadáte im nasledujúce otázky:

Otázky pre žiakov:



Od čoho závisí tvar zubov živočíchov?

Líši sa chrup živočíchov?

Prečo majú niektoré druhy živočíchov väčšie zuby ako iné druhy?

Žiaci si rozdajú pripravené pracovné listy a budú pracovať v skupinách. Spoločne si prečítate problémovú otázku: „*Prečo majú živočíchy rôznu veľkosť zubov?*“ Následne žiaci svoje predpoklady zapíšu do pracovného listu. Vo **fáze vysvetlenia** si prostredníctvom prezentácie (Príloha) alebo 3D modelov (<https://www.turbosquid.com/3d-model/animal-teeth>) so žiakmi povieť o adaptáciách zubov živočíchov, ktoré sa živia rôznymi druhmi potravy. Táto časť bude prebiehať metódou rozhovoru učiteľa so žiakmi. Budete rozoberať postupne všetky typy zubov živočíchov. Ak na hodine použijete na lepšiu demonštráciu lebky zvierat, je vhodné kontrolovať žiakov pri manipulácii, aby sa s nimi nehrali. Žiakom vysvetlite, že lebky predstavujú učebnú pomôcku, ktoré slúži na demonštráciu vybraných charakteristických znakov. V prípade mladších žiakov je vhodné, aby pomôcky žiakom ukázal iba učiteľ. Prezentácia je doplnená obrázkami na lepšiu predstavivosť.

Otázky pre žiakov:



Ako rozdeľujeme živočíchy podľa typu prijímanej potravy?

Ktoré živočíchy patria medzi všežravce?

Čím sa živia?

Aké typy zubov majú všežravce?

Aké typy zubov má človek?

Prvou skupinou, ktorou začnete, budú všežravce. Uvediete žiakom, že do tejto skupiny patrí aj človek. Na 3D modeloch čeľuste a sánky si pomenujete zuby, pričom si budete všímať tvary zubov, ich umiestnenie a počet. Uvediete si príklady všežravých živočíchov. Patrí sem taktiež medveď hnedý, diviak lesný. Živia sa aj mäsom, aj rastlinnou potravou. Rozoznávame rezáky, očné, črenové zuby a stoličky.

Následne spoločne so žiakmi budete charakterizovať skupinu mäsožravcov.

Otázky pre žiakov:



1. Ktoré živočíchy patria medzi mäsožravce?
2. Aký tvar majú zuby?
3. Akej potrave sa zuby prispôbujú?
4. Ktoré zuby sú v ich chrupe dominantné?
5. Aký je hlavný rozdiel medzi zubami mäsožravca a človeka?

Prejdete na skupinu mäsožravcov a žiakov sa opýtate, ktoré živočíchy sem patria. Následne im ukážete obrázky a 3D model lebky a zubov mäsožravcov. Obrázky v prezentácii si opíšete, žiakov upozorníte na rozdielny počet stoličiek, v porovnaní so zubami človeka na predchádzajúcom obrázku. Žiakov sa opýtate, ktoré živočíchy sem patria. Pre lepšiu predstavivosť ukážete lebku líšky. Žiaci sa môžu pokúsiť určiť, o lebku akého živočícha ide. Následne dáte lebku žiakom kolovať. Upozorníte ich, aby si všímali tvar a veľkosť jednotlivých zubov. Taktiež sa ich opýtate, prečo majú mäsožravce predné zuby väčšie. V závere diskusie sformulujete závery o mäsožravcoch: medzi mäsožravce patrí tiger, lev, puma, vlk. Majú veľké a ostré očné zuby, ktoré im umožňujú usmrcovať korisť a trhať z nej mäso. Tiež majú ostré pazúry na lovenie.

Následne so žiakmi pokračujete v rozhovore o bylinožravcoch a zadáte im nasledujúce otázky:

Otázky pre žiakov:



- Ktoré živočíchy patria medzi bylinožravce?
- Čím sa živia?
- Aké majú zuby?
- Ktoré zuby sú u bylinožravcov dominantné?
- Prečo majú široké zuby?
- Prečo máme tému zubov pri adaptáciách?

So žiakmi diskutujete o chrupe bylinožravcov. Zuby si opíšete podľa obrázka lebky v prezentácii. Žiakom ukážete sánku zástupcu bylinožravcov. Žiakov necháte vysloviť predpoklad, o sánku akého živočícha ide. Keď nebudú vedieť, pomôžete im doplňujúcimi otázkami. Poviete im, aby si všímali najmä veľkosť a tvar stoličiek. Pomôcku im dáte kolovať. Ide o sánku jeleňa. Žiaci pozorujú zuby bylinožravca. Diskutujú o tom, či sa zuby jeleňa zhodujú s opisom, ktorý sme si povedali, prípadne s obrázkom v prezentácii.

Následne uvediete rozdiely medzi zubami bylinožravcov a mäsožravcov. Opäť ich upozorníte na počet stoličiek v porovnaní s predchádzajúcimi obrázkami lebiek. Žiaci hovoria svoje zistenia, návrhy o bylinožravcoch. Odpovedajú: Medzi bylinožravce patrí krava, kôň, koza, ovca. Bylinožravce majú široké zuby, aby mohli rozžúť rastliny, preto majú tomu prispôbené najmä stoličky.

Žiaci vyplnia tabuľku v pracovnom liste, v ktorej majú uviesť spoločné a rozdielne črty zubov človeka a živočíchov. Návrhy žiakov učiteľ zapíše na tabuľu.

Pomôcka pre učiteľa

rozdielne: tvar, veľkosť, počet
rovnaké: farba, funkcia

Následne odpovedajú na úlohy 2, 3, 4 z pracovného listu a svoje odpovede si do neho zapíšu.

Úlohy z pracovného listu:



1. Uvedte, čo všetko ste museli použiť na to, aby ste sa mohli naobedovať.
2. Prečo majú mäsožravce (vlk, pes) ostré a veľké očné zuby?
3. Diskutujte o tom, čo okrem zubov používa tiger na lepšie spracovanie potravy?

Vo fáze rozšírenia sa žiakov opýtate:

Otázky pre žiakov:



Majú vtáky zuby?
Ako si drvia potravu?

Po zodpovedaní otázok si žiaci naformulujú do pracovného listu svoj predpoklad na výskumnú otázku: „Akým spôsobom vtáky prijímajú a spracúvajú potravu?“

V 4-členných skupinách uskutočnia pokus podľa postupu, ktorý majú uvedený v pracovnom liste:

Postup:

1. Vytvorte model hrvoľa. Uterák umiestnite na lavicu a do jeho stredu rozsypte drobné kamienky štrku. Na štrk rozložte druhý uterák.
2. Vysypte hrst cereálií do stredu vrchného uteráka. Uteráky zrolujte tak, aby ste vytvorili dlhý valec. Konce uterákov spojte pomocou gumičiek.
3. Rovnakým spôsobom ako v bode 1 a 2 pripravte druhý valec, avšak bez použitia drobných kamienkov v prvom uteráku (kontrola).
4. Gúľaním uterákov po lavici simulujte drvenie potravy v hrvoľi. Stočené uteráky tiež nadvihnite a stlačte.
5. Následne uteráky rozbaľte a pozorujte, ako sa zmenil vzhľad cereálií. Obsah oboch valcov porovnajte.

Po ukončení pokusu žiaci vypracujú otázky v pracovnom liste.

Otázky pre žiakov:



Zmenil sa vzhľad cereálií po rozbalení uterákov?
Aká je funkcia drobných kamienkov v hrvoľi vtákov?
Myslíte si, že hrvoľ vtákov je hladký alebo drsný?

Príklady odpovedí žiakov: Cereálie boli rozdrvené. Kamienky tam majú na drvenie potravy. Hrvol' je drsný preto, aby mohol drviť potravu vtákov.

Poznámka pre učiteľa

Ak žiaci nebudú poznať pojem hrvoľ, oboznámte ich s tým, že niektoré vtáky ho využívajú na drvenie a spracovanie potravy. Tiež im povieť, že hrvoľ majú len zrnožravé vtáky (holub, sliepka).

Vo **fáze hodnotenia** žiaci budú čítať text s využitím metódy INSERT. Úlohou žiakov je označovať informácie podľa dôležitosti, prepájať známe a neznáme informácie, analyzovať text a formulovať informácie vlastnými slovami. V texte žiaci vyznačia informácie na základe značiek:

Značky:

- ✓ toto som vedel
- ? tejto informácii nerozumiem, chcem vedieť viac
- + nová informácia
- toto je inak, ako som si myslel

Po prečítaní textu so žiakmi diskutujete o označených slovných spojeniach na základe značiek.

V závere vyučovacej hodiny žiaci vyplnia lístok pri odchode.

4. Pohlavný výber

Pohlavný výber sa realizuje medzi jedincami samčieho pohlavia a ovplyvňuje rozmnožovanie a životaschopnosť potomstva. Samce majú vyvinuté silnejšie „zbrane“ pre vzájomné boje, ktorými sú napríklad rohy, kly, parohy a iné. Pohlavný výber nie je samostatným evolučným činiteľom, ale je súčasťou prírodného výberu.

Pred vyše 150 rokmi si Charles Darwin všimol, že na organizmy vplýva okrem prírodného výberu aj pohlavný výber. Niektoré druhy živočíchov sú pohlavne dimorfné (káčer – kačica, páv a samica páva, kohút bažanta a sliepka, samce vtákov pekne spievajú, samce roháčov majú veľké hryzadlá). To znamená, že samce sú pestrejšie sfarbené ako samice, majú rôzne výrastky, tiež môžu mať iné sekundárne pohlavné znaky, ku ktorým patria napríklad parohy alebo výrastky na štítoch. Pohlavný výber rozlišujeme na intrasexuálnu kompetíciu, to je kompetícia medzi jedincami toho istého pohlavia. Sekundárne pohlavné znaky však môžu byť podľa Darwina selektované aj intersexuálne, to je opačným pohlavím. Samice vo väčšine prípadov investujú do potomstva viac ako samce, a preto bývajú selektívnejším pohlavím, kým samce sú menej vyberavé, a preto sa pária s väčším počtom samíc. Samce bývajú kompetitívnejším pohlavím, investujú do potomstva menej, a preto medzi sebou častejšie súperia o priazeň samice. Pohlavný výber je teda výsledkom selekcie rozličných extravagantných pohlavných znakov, ktoré s prírodným výberom nemusia priamo súvisieť. Príkladom intersexuálnej selekcie sú napríklad nadchvostové krovky páva, pretože ornamenty na perí sú pre samice atraktívnejšie. Výsledkom intrasexuálnej kompetície medzi samcami sú parohy jeleňov. Parohy samcom slúžia nielen ako atraktívny znak pre samice, ale aj ako zbraň v boji s rivalmi. Úloha pohlavného výberu je v evolúcii nesmierne dôležitá. Nesmie sa podceňovať, pretože ak jedinec dokáže odolať faktorom prostredia, bez pohlavného výberu by bol evolučne neúspešný (Prokop a Trnka, 2015).

Téma: Pohlavný výber	Rozsah aktivity
Názov: Dva kohúty sa na jednom dvore neznesú	1 vyučovací hodina (45 minút)
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti	Žiakom rozvíjané zručnosti a spôsobilosti
• chápať pojem pohlavný dimorfizmus, poznať jeho význam a vedieť ho vysvetliť na konkrétnom príklade • vysvetliť, prečo je samec niektorých druhov živočíchov atraktívnejší ako samica • chápať termín pohlavný výber	• argumentovať • analyzovať
Výkonový a obsahový štandard pre 2. cyklus (podľa ŠVP ZV, 2023)	
Výkonový štandard • opísať pozorovaný objekt s použitím odbornej terminológie • odlíšiť pri pozorovaní to, čo je pre zodpovedanie výskumnej otázky podstatné • vytvoriť kategórie triedenia objektov a zaradiť objekty do vytvorených kategórií • vytvoriť úsudok o vzťahoch a súvislostiach pozorovaných premenných • zodpovedať svoju úlohu v skupine Obsahový štandard • skúmať rôznorodosť organizmov na základe identifikácie ich spoločných a rozdielných vonkajších znakov a spôsobu života	

Riešený didaktický problém

Pojem pohlavný výber sa vo vzdelávacích štandardoch (ŠVP, 2015) pre predmet biológia vôbec nevyskytuje. Tejto témy sa ale nepriamo týka učivo v 6. a 7. ročníku. V učive 6. ročníka sa nachádza pojem pohlavná dvojtvarosť pri téme Chovateľsky významné vtáky, ktorá sa nachádza v tematickom celku Život s človekom a v ľudských sídlach. Taktiež v 7. ročníku sa v učive nachádza pojem pohlavná dvojtvarosť alebo pohlavný dimorfizmus. Nachádza sa pri téme Rozmnožovacia sústava stavovcov, ktorá je zaradená do tematického celku Stavba a funkcie tela stavovcov. V obsahovom a výkonovom štandarde pre 6. a 7. ročník sa ale tento pojem vôbec nevyskytuje. Domnievame sa, že pri týchto témach by bolo vhodné spomenúť aj problematiku pohlavného výberu, aby sa žiaci o pohlavnej dvojtvárnosti naučili iba deskriptívne, ale aby odhalili funkčný a evolučný zmysel odlišností medzi samcami a samicami.

Dominantné formy práce žiakov

- skupinová práca
- diskusná sieť

Príprava pomôcok

pracovné listy pre žiakov, video ukážky

Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov

- vyplnený pracovný list
- sebahodnotiaci karta

Odporúčania k realizácii metodiky

Vyučovaciu hodinu navrhujeme zaradiť do výučby biológie v 6. ročníku. Žiaci v 5. ročníku sa ešte nestretli s pojmom pohlavný dimorfizmus, ktorý bol pre starších žiakov už známy. Tému je možné zaradiť do tematického celku Život s človekom a v ľudských sídlach, konkrétne do témy Chovateľsky významné vtáky.

Priebeh vyučovacej hodiny

Na začiatku vyučovacej hodiny vo **fáze zapojenia** zistíte, aké majú žiaci vedomosti o prírodnom výbere, a nadviažete tak na tému vyučovacej hodiny, ktorou bude pohlavný výber. Zopakujte si, akými znakmi a vlastnosťami sa môžu rôzne živočíchy medzi sebou odlišovať. Nakoniec sa žiakov opýtate, či sa môžu živočíchy odlišovať aj v rámci jedného druhu medzi pohlaviami.

Následne žiakom rozdáte pracovné listy, s ktorými budú pracovať počas celej hodiny.

Otázky pre žiakov:



Ako sa medzi sebou líšia živočíchy?

Môžu sa živočíchy odlišovať aj v rámci jedného druhu?

Týmito otázkami žiakov upozorníte na rozdiely medzi pohlaviami, ktoré si v bežnom živote často ani neuvedomujú.

Vo **fáze skúmania** žiaci budú pracovať s obrázkami v pracovných listoch, alebo im učiteľ môže vytvoriť online pexeso na stránke <https://wordwall.net/cs>. Prípadne môžete využívať online hlasovanie. Ich úlohou bude určiť, ktoré zo zvierat je samec a ktoré samica. Zároveň majú vymenovať a zapísať rozdiely do tabuľky v pracovnom liste. Od žiakov vyžadujte zdôvodnenie odpovedí. Následne prebehne so žiakmi diskusia. Opýtate sa ich, ktoré ďalšie druhy zvierat sa navzájom odlišujú. Ak neuvedú ďalšie druhy, ukážte im na internete obrázky kury domácej – kohúta a sliepky.

Otázky pre žiakov:



Prečo je kohút nápadnejšie sfarbený ako sliepka?

Prečo v kurníku nemôžu byť dva kohúty?

Prečo sa sliepky medzi sebou nebijú?

Prečo kohút nesedí na vajciach?

So žiakmi prídete v diskusii k záveru, že sliepky sú menej nápadné a sedia na vajciach. Naopak, kohút je nápadný, rád sa ukazuje a púšťa sa do bitiek. Z toho vyplýva, že kohút je kompetitívny, teda súťaživý, bojuje o priazeň sliepok, o ktoré sa nemieni deliť s iným samcom. Sliepka sa pári s tým samcom, ktorý si vydobyje teritórium. Na základe diskusie vysvetlite žiakom pojem pohlavný dimorfizmus. Aby žiaci pochopili, že živočíchy sa neodlišujú len svojím vzhľadom, tak sa ich vo **fáze vysvetlenia** spýtate: „Získavajú samce pozornosť samíc len svojím nápadným vzhľadom alebo aj iným spôsobom?“

Žiaci pracujú s pracovným listom, zapisujú svoje postrehy a nápady. Následne žiakom spustíte videoukážky, ktoré budú zamerané na ručanie jeleňa, kikiríkание kohúta, tokanie hlucháňa, čo sú ďalšie spôsoby kompetície o samice.

Link na videá:

- <https://www.youtube.com/watch?v=LkQFDKO71sl> (jelenia ruja 2018, ukážka do 1:30 min.)
- <https://www.youtube.com/watch?v=9kJ66z2yiSs> (kikirkanie kohúta, ukážka do 0,30 min.)
- <https://www.youtube.com/watch?v=y86AZhFZbj0> (tok hlucháňa 2023, ukážka do 1:00 min.)

Vo fáze rozšírenia žiakom ukážete obrázky žirafy sieťovanej. Žiaci budú vo dvojiciach diskutovať o tom, prečo majú žirafy dlhý krk. Žiakom zadáte otázky:

Otázky pre žiakov:



Prečo sa žirafám vyvinuli dlhé krky?

Je dlhý krk pre žirafy výhodnejší ako krátky krk?

Svoje predpoklady si zapíšu do tabuľky v pracovnom liste. Následne návrhy predstavia ostatným spolužiakom triedy.

Výhody	Nevýhody

Po predstavení návrhov žiakom pustíte video:

<https://www.youtube.com/watch?v=KQLPL1qRhn8> (Giraffes Fighting, ukážka 1,39 min.).

Následne žiakom zadajte otázky, čím overíte ich porozumenie. Vo videu žiacividia skutočný dôvod, prečo majú žirafy dlhé krky.

Otázky pre žiakov:



Prečo sa vo videu jedince fyzicky napádali?

Myslíte si, že ide o dvoch samcov, dve samice alebo o samca aamicu?

Žiakom vysvetlite, že ide o dvoch samcov, ktorí súperia oamicu. Žiaci si na základe priebehu hodiny samostatne napíšu vlastnými slovami, čo je to pohlavný výber. Spoločne si niektoré tvrdenia prečítajte, prípadne informácie spoločne opravte a doplňte.

Vo **fáze hodnotenia** sa vrátite k obrázkom v pracovnom liste zo začiatku hodiny. Budete spoločne diskutovať, či je pohlavný výber uplatnený aj na týchto obrázkoch a akým spôsobom, teda budete hovoriť o každom zobrazenom zástupcovi (sfarbenie, zvukové prejavy a podobne). Žiakov sa opýtate, či poznajú aj iné druhy živočíchov, ktoré sa od seba takýmto spôsobom odlišujú (páv, baran, krava). Svoje návrhy si zapíšu do pracovného listu. Obrázky im môžete sprostredkovať prostredníctvom dataprojektora a internetu. Hodinu zakončíte vyplnením sebahodnotiacej karty a videoukážkou: <https://www.youtube.com/watch?v=3lrlBKv1sE0> (Great Argus Pheasant Mating Dance (argusianus argus), ukážka 2,19 min.).

5. Sekundárne pohlavné znaky v pohlavnom výbere

Sekundárne pohlavné znaky živočíchov zvyšujú ich atraktivitu u opačného pohlavia a nepriamo tak ovplyvňujú reprodukčný fitness. Pohlavný výber vytvára selekčný tlak na sekundárne pohlavné znaky, ako morfológické (sfarbenie, výzbroj, tvar či veľkosť) tak behaviorálne (spev, stávanie hniezd, svadobné tance). Atraktivita jedného pohlavia pre druhé priamo súvisí s množstvom potomstva a s nákladmi na jeho výchovu. Ten z páru, ktorý vynakladá viac energie pri starostlivosti o mláďatá, má ročne zvyčajne viac potomstva, a teda investuje viac do vábenia partnera. Keďže sa rozmnožia len tí najatraktívnejší jedinci, atraktívne znaky sa prenášajú z generácie na generáciu. Znak, ktorý opačné pohlavie považuje za atraktívne, môžu ich nositelia znevýhodňovať v prirodzenom výbere, keďže im môžu sťažiť útek pred predátorom či ukrytie.

Pohlavný výber je konceptom, ktorý bol dlhodobo nepochopený pravdepodobne viac ako ktorákoľvek iná myšlienka v evolučnej biológii. Hoci je pohlavný výber o niečo menej intuitívny než prirodzený výber, je s ním koncepcne totožný. K vývoju pri oboch spomenutých mechanizmoch dochádza za predpokladu dostatočnej genetickej variability v populácii.

Pohlavný výber je Darwinom definovaný ako závislý od výhody, ktorú majú určitý jedinci proti iným jedincom rovnakého pohlavia a druhu, a to výlučne v súvislosti s reprodukciou. Možno ho teda považovať za reprodukčnú súťaž. Hoci sa objavili návrhy nerozlišovať medzi pohlavným a prirodzeným výberom, Darwin tento rozdiel definoval jasne. O pohlavnom výbere sa vyjadril, že nezávisí od boja o existenciu (prirodzený výber), ale ide o boj medzi samcami o možnosť páriť sa so samičou (Hosken, House, 2011).

Téma: Adaptácia človeka	Rozsah aktivity
Názov: Kto z nás je najkrajší?	1 vyučovacia hodina (45 minút)
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti	Žiakom rozvíjané zručnosti a spôsobilosti
- identifikovať pohlavie živočícha na základe znakov pohlavného dimorfizmu pomocou obrazového materiálu - zdôvodniť zmenu sfarbenia samca kačice dĺvej počas roka - interpretovať údaje v stĺpcovom grafe a prepojiť ich s informáciami o pohlavnom výbere a sexuálnom dimorfizme - uvedomiť si rozdiel medzi intersexuálnou a intrasexuálnou kompetíciou	- argumentovať - spolupracovať - analyzovať - hodnotiť - interpretovať údaje z grafu
Výkonový a obsahový štandard pre 3. cyklus (podľa ŠVP ZV, 2023)	
Výkonový štandard - identifikovať relevantné údaje prezentované formou textov, obrázkov, tabuliek, diagramov a grafov - opísať alebo kvantitatívne vyjadriť vzťah medzi skúmanými premennými na základe získaných údajov - interpretovať grafické závislosti Obsahový štandard - pozorovať a analyzovať prírodný a pohlavný výber na príkladoch, simulovať prírodný výber - pozorovať pohlavný dimorfizmus, porovnať mechanizmy pohlavného výberu: kompetícia o partnera v rámci jedného pohlavia a pohlavný výber medzi pohlaviami	

Riešený didaktický problém

Pri téme súvisiacej s pohlavným výberom si žiaci často neuvedomujú súvislosť s evolúciou. Okrem toho môžu vznikať miskoncepcie, že znaky, ktoré sú dôležité v pohlavnom výbere, musia byť automaticky výhodné aj v prirodzenom výbere. V skutočnosti môžu tie isté znaky dané jedince znevýhodňovať, a preto sú ich nositelia nadpriemerne zdatné jedince. Výsledkom je eliminácia extrémnych genotypov a fenotypov ako dôsledok prírodného výberu. Navrhnuté aktivity pre žiakov by mali eliminovať možné miskoncepcie žiakov. Na základe obrazového materiálu a videí si žiaci uvedomia súvislosti medzi sexuálnym dimorfizmom, pohlavným výberom a prírodným výberom.

Dominantné formy práce žiakov

- skupinová práca
- diskusná sieť

Príprava pomôcok

pracovné listy pre žiakov

Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov

- vypracovanie pracovného listu
- nástroj formatívneho hodnotenia lístok pri odchode

Odporúčania k realizácii metodiky

Pracovný list obsahuje množstvo teoretických otázok, ktoré v prípade prezenčnej výuky navrhujeme nahradiť krátkym výkladom a hlbším náhľadom do problematiky.

List obsahuje úlohy vhodné pre prácu v skupine aj pre jednotlivcov. Prácu v skupine odporúčame najmä v úlohách 3. a 7., ktoré môžu byť pre jednotlivca náročné.

Práca metódou INSERT obsahuje pomerne rozsiahly text pre odporúčanú vekovú kategóriu (11 – 13 rokov). Preto odporúčame prácu minimálne vo dvojiciach, kedy by si mohli rozdeliť značky alebo text na kratšie časti. Zadelenie práce odporúčame ponechať na žiakov samotných v rámci rozvoja mäkkých zručností.

Priebeh vyučovacej hodiny

V rámci fázy zapojenia sa žiakov opýtate, či existujú rozdiely medzi samcami a samicami v živočíšnej ríši. Je vhodné, aby žiaci uviedli konkrétne príklady živočíchov aj s rozdielmi, ktoré medzi pohlaviami môžeme pozorovať. Následne rozdáte žiakom pracovný list, kde sú zobrazené rôznych druhov živočíchov. Žiaci budú pracovať vo dvojiciach a zapíšu si rozdiely, ktoré si všimli medzi jedincami daného druhu. Majú rozhodnúť, ktorý z páru je samec, ktorá je samica a svoje tvrdenie zdôvodniť. Výsledky budú vybraní žiaci prezentovať pred celou triedou.

V rámci kontroly cvičenia hodnotíte správnosť a nesprávnosť pohlaví, ktoré žiaci určili.

Po ukončení cvičenia, vo fáze skúmania, sprístupnite žiakom videoukážku: <https://www.youtube.com/watch?v=GUEaceaxPp0> (kačica divá, trvanie 2:27 min.). Doplňte ju uvedeným textom:

„Kačica divá sa vyskytuje takmer na celom území Európy. Od októbra do júna vo fáze rozmnožovania sa samec líši od samice tzv. svadobným šatom, vďaka čomu je ešte nápadnejší (pre nás krajší) v porovnaní s mesiacmi v roku, keď k reprodukcií nedochádza. Samec má na hlave perie tmavozelenej kovovolesklej farby, žltozelený zobák, na krku má kontrastný biely pásik, krk a prsia má tmavohnedej farby a hnedosivý chrbát. Sfarbenie samice sa počas roka nemení. Má nenápadné hnedasté sfarbenie, čo zrejme súvisí s nenápadnosťou potrebnou počas sedenia na vajíčkach. U kačíc prevažuje rastlinná potrava, ale sú všežravé. Hniezdia na zemi v porastoch v blízkosti vody alebo priamo na vode.“

Po ukončení videoukážky zadajte žiakom otázky:

Otázky pre žiakov:



Prečo perie samice ostáva rovnaké počas celého roka?

Prečo má samec od októbra do júna výraznú farbu a po zvyšok roka menej nápadné sfarbenie?

Akú výhodu poskytuje samcovi výrazné sfarbenie?

Odpovede na uvedené otázky si žiaci zapíšu do pracovného listu.

Ďalšia úloha obsahuje informácie v grafickej podobe. Je pravdepodobné, že žiaci budú mať s prečítaním údajov v grafoch problém. Najprv poskytnite žiakom čas, aby si prečítali text: *„U morských koníkov sa o mláďatá stará výhradne samec, čo znamená, že znáša všetky nevýhody spojené s rodičovstvom. Oplodnené vajíčka nosí a vyživuje, zatiaľ čo samica sa o mláďatá nestará vôbec. V tomto prípade si samec vyberá samicu. Vyberajú si tie najväčšie, s ktorými môžu mať najviac mláďat. Nasledujúci graf zobrazuje, koľko partnerov majú počas jednej páriacej sezóny samce a samice morského koníka. Pozorne si prezrite graf a naformulujte odpovede na otázky pod textom.“*

Následne uvediete niekoľko príkladov, ako čítať údaje z grafu (napr. 6 samcov nemalo žiadnu partnerku, 15 samíc malo 2 partnerov). Požiadate niekoľkých žiakov, aby uviedli svoje príklady, aby ste sa uistili, že dokážu samostatne interpretovať informácie z grafov. Následne poskytnete žiakom čas na vypracovanie zadania: „Podľa údajov z grafov rozhodnite, kto má počas sezóny viac partnerov, samec alebo samica? Sformulujte predpoklad, či bude mať viac potomstva samec alebo samica? Svoj predpoklad zdôvodnite.“

Po ukončení úlohy žiaci opäť budú interpretovať grafy. Žiakom prečítajte informáciu: „V prípade mlokov sa o vajíčka stará samica. Po párení ich nosí približne tri dni, kým ich nakladie do vodného prostredia a zabezpečí im ochranu pred predátormi tým, že ich zabalí do listov vodného porastu. Samica v sebe udržiava spermie až od troch samcov. Na oplodnenie si vyberie spermie len od jedného samca. Počas roka je samec na nerozoznanie od samice. Počas obdobia párenia (od februára do apríla) má samec čierno sfarbené končatiny a hladkú pokožku, zatiaľ čo pokožka samice je počas celého roka drsná.“

Po prečítaní textu žiaci uvedú svoj predpoklad do pracovného listu na nasledujúce otázky:

Podľa údajov z grafu rozhodnite, kto má počas sezóny viac partnerov, SAMEC alebo SAMICA?

Utvorte predpoklad, či bude mať viac potomstva samec alebo samica. Svoj predpoklad zdôvodnite.

Budete so žiakmi pokračovať v diskusii a zadáte im otázky:

Otázky pre žiakov:



V čom sa líšia grafy pre morské koníky a mloky?

Sú podľa Vás tieto rozdiely náhodné, alebo súvisia s rozdielmi medzi pohlaviami?

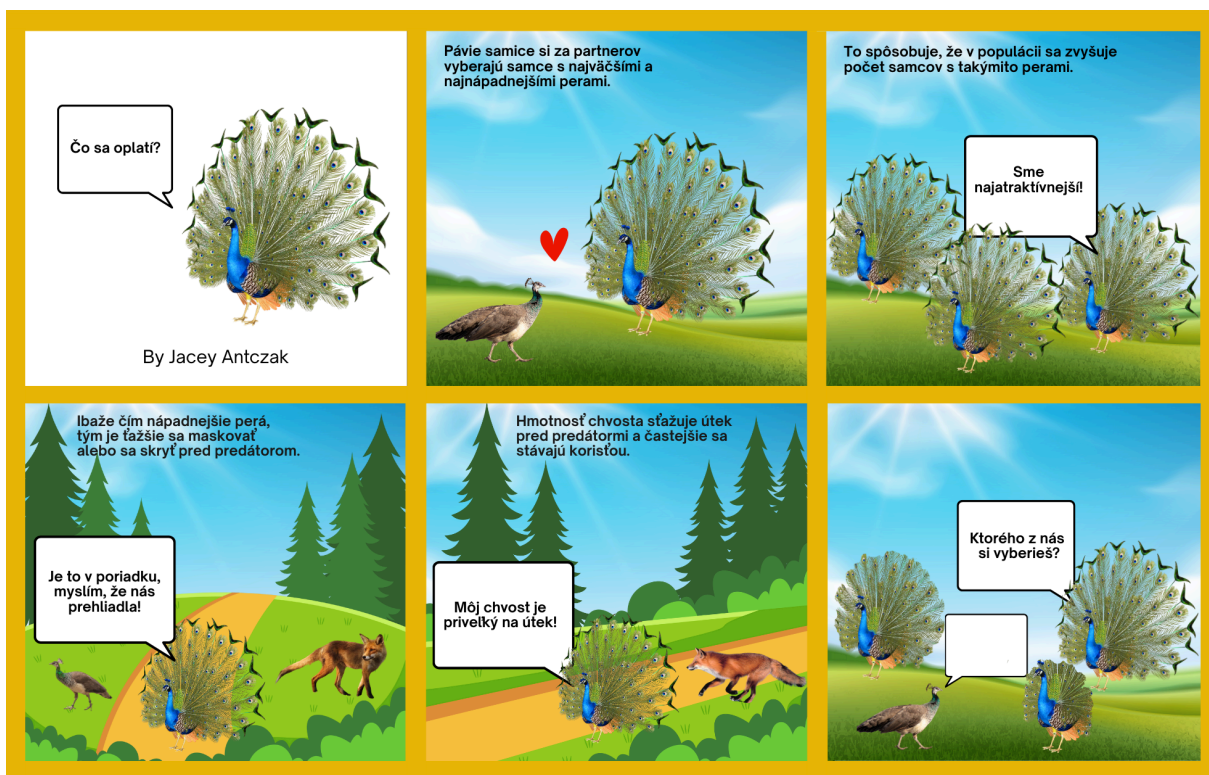
Kto si vyberá partnera u morských koníkov a mlokov?

Súvisia rozdiely medzi pohlaviami s výberom partnera? Ak áno, ako?

Po diskusii sa vrátia k svojim predpokladom a určia, či sa potvrdil ich predpoklad z predošlej úlohy – prečo sa v prípade kačíc sfarbujú samec a nie samica. Do pracovného listu si uvedú, čím im prípad kačíc viac pripomína párenie mlokov alebo morských koníkov.

Pri práci žiakov dbajte na to, aby bol rešpektovaný nápad a názor každého člena skupiny rovnako. Pri diskusii požiadajte žiakov o zdôvodnenie.

Vo fáze vysvetlenia sa žiaci oboznámia s príbehom v komixe.



Obr. 6: Príbeh s pávmi

Zdroj: Canva, upravené podľa: <https://vestibulares.estrategia.com/public/question/https-www4e64f961a/>

Žiaci predstavia svoje návrhy a ich autori argumentujú, prečo ich považujú za správne. Až po tejto diskusii odpovedajú na otázky v pracovnom liste.

Otázky pre žiakov:



1. Čo odpovie samica na obrázku?
2. Aké má pre samca výhody to, že si ho samica vyberie?
3. Prečo si samice vyberajú samcov s nápadnými perami?

Žiaci si prečítajú informáciu v pracovnom liste: „Niekedy samce v súťaži o samičku neinvestujú do ornamentov či farieb, ale do výbroje, aby z boja o samicu vyradili ostatných samcov. Takéto vyradenie prebieha zvyčajne násilnými súbojmi, pri ktorých sa samce často zrania. Následkom týchto zranení môže byť v extrémnych prípadoch úmrtie porazeného samca.“

Na základe obrázka majú žiaci analyzovať, ktorý zo samcov vyhrá súboj a ktorý bude mať viac mláďat so samicom. Zároveň majú porovnať, ako sa líši spôsob výberu partnera u pávov v komikse a bojujúcich jeleňov.

V tomto prípade ide o intrasexuálnu kompetíciu miesto intersexuálnej selekcie. Očakávame, že žiaci budú s druhom na našom území oboznámení a nezaskočí ich pozorovaný morfológický znak. V rámci diskusie požiadate žiakov, aby vlastnými slovami opísali, čo sa na obrázku deje. Je nevyhnutné, aby diskusia viedla k pochopeniu, že ide o iný mechanizmus toho istého javu.

V rámci **fázy rozšírenia** budú žiaci samostatne pracovať s textom a využitím metódy INSERT, kde si za okraj textu budú uvádzať znaky:

Znaky:

- ✓ toto som vedel
- ? tejto informácii nerozumiem
- + nová informácia
- toto je inak, ako som si myslel

Žiaci po prečítaní textu prezentujú informácie, ktoré si označili. V diskusii sa zamerajte predovšetkým na informácie, ktoré boli pre nich nové a ktorým nerozumejú, alebo si mysleli, že je to inak. Po ukončení diskusie sa vráťte k úlohám v pracovnom liste.

Nasledujú úlohy, ktoré obsahom nadväzujú na text. Preto je dôležité upozorniť žiakov, aby pri vypracovaní pracovného listu dodržiavali poradie cvičení a postupovali podľa inštrukcií. Dvojúrovňová otázka môže odhaliť miskoncepce. Týmto úlohám venujete pozornosť. Do diskusie vstúpíte až v momente, ak žiaci nie sú schopní prísť k akceptovateľným záverom.

Zadajte žiakom otázky:

Otázky pre žiakov:



1. *Zohráva spev vtákov nejakú úlohu pri výbere partnera?*
2. *Môže byť spev vtákov príkladom pohlavného dimorfizmu?*

Žiaci krúžkujú správnu odpoveď. Svoj výber zdôvodnia.

Otázka pre žiakov:



Ktorý zo samcov spevavcov bude mať najviac potomstva?

1. s najfarebnejším perím, bez ohľadu na spev,
2. s pestrým perím a atraktívnym spevom,
3. s najkrajším spevom, bez ohľadu na perie.

Žiaci majú analyzovať, či pohlavná dvojtvarosť súvisí s výberom partnera, a svoju odpoveď zdôvodniť.

Sprístupnite im text:

V prípade pávov samce lákajú samice na veľké a pestré chvosty. Ak predpokladáme, že potomstvo budú mať len samce s najväčším chvostom, bude mať každá ďalšia generácia dlhšie a dlhšie chvosty, aby sa zapáčili samiciam.

Opýtate sa ich: „Bude sa dĺžka chvosta pávov v populácii zväčšovať donekonečna?”

Žiaci by mali pochopiť, čo získa samica tým, že si vyberie atraktívnejšieho samca, napr. gény podmieňujúce lepšiu rezistenciu voči ochoreniam.

Príkladom je pavičia rybka (*Poecilia reticulata*). Samce pavičích rybiek majú farebné škvrny (oranžové, čierne, modré), ktoré slúžia na prilákanie samíc. Samice preferujú samcov s väčším počtom jasných a kontrastných škvŕn.

Vedci zistili, že:

- Samce s atraktívnejším sfarbením (napr. väčšie oranžové škvrny) majú lepší imunitný systém a nižšiu záťaž parazitmi (napr. červami rodu *Gyrodactylus*).
- Tieto znaky sú signalizáciou genetickej kvality, pretože len zdravý jedinec si môže dovoliť investovať energiu do farebného sfarbenia a zároveň prežiť.

Samice, ktoré si vyberajú pestrofarebných samcov, nepriamo vyberajú gény spojené so silnejšou imunitou pre svoje potomstvo. To je ukážka tzv. "dobrých génov" hypotézy v sexuálnom výbere.

Vo **fáze hodnotenia** majú žiaci nájsť v pracovnom liste čo najviac príkladov na pohlavný dimorfizmus a vyplniť lístok pri odchode.

6. Adaptácia človeka

Adaptácia organizmov je nevyhnutnou podmienkou pre ich prežitie v prostredí. Môže byť definovaná ako proces, ktorým sa organizmus prispôsobuje podmienkam prostredia, aby zvýšil svoju šancu na prežitie, ale zároveň aj na rozmnožovanie. Tento proces môže zahŕňať fyzické, behaviorálne a fyziologické zmeny. Pod premenlivosťou a variabilitou rozumieme funkčnú a tvarovú rozmanitosť živých organizmov, ich schopnosť reagovať odlišným spôsobom na rôzne podmienky prostredia. Hovoríme o prispôbovaní sa organizmov životnému prostrediu. Aby organizmy dokázali prežiť v určitom prostredí, potrebujú mať vlastnosti, ktoré im to umožňujú. Tie jedince, ktoré majú dostatočnú zdatnosť v danom priestore a čase, si zvyšujú šancu na prežitie a reprodukciu, a je pravdepodobnejšie, že prenesú svoje gény na ďalšie generácie. Postupom času sa tieto adaptívne vlastnosti stávajú bežnejšími v populácii.

Zo systematického hľadiska anatomické a morfológické znaky nevynímajú človeka z ríše zvierat, práve naopak, súčasný človek je cicavec z radu primátov, ktorý patrí do čeľade *Hominidae*. Ktorákoľvek časť tela podlieha evolúcii, dokonca aj správanie človeka je výsledkom prírodného a pohlavného výberu. Človek a jeho predkovia čelili počas celej svojej evolučnej histórie adaptívnym problémom, ktoré podmieňovali ich prežitie a rozmnožovanie. Ide o klimatické faktory, parazity, predátorov alebo o problémy, ktoré sa týkajú obstarania potravy alebo ohrozenia členmi iných kmeňov. Adaptácie primátov sú výsledkom evolúcie v priebehu miliónov rokov a sú kľúčové pre ich prežitie. Primáty majú veľa spoločných evolučných trendov, medzi ktoré patrí aj schopnosť palca k opozícii alebo zdokonaľovanie očí a priestorového videnia (Hraška a kol., 2012).

Téma: Adaptácia človeka	Rozsah aktivity
Názov: Vidím, vidíš, vidíme...	1 vyučovací hodina (45 minút)
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti	Žiakom rozvíjané zručnosti a spôsobilosti
• vedieť, ako sa človek adaptoval v priebehu evolúcie • chápať význam protistojného palca • rozumieť pojmu binokulárne videnie a poznať jeho význam v každodennom živote • vysvetliť spoločné a odlišné znaky človeka a živočíchov	• argumentovať • spolupracovať • analyzovať
Výkonový a obsahový štandard pre 3. cyklus (podľa ŠVP ZV, 2023)	
Výkonový štandard • formulovať hypotézu • porovnať údaje v tabuľke • vysvetliť vzťah medzi modelom a reálnym javom/objektom • identifikovať relevantné údaje pri tvorbe záveru • aktívne spolupracovať a vytvárať tak synergický efekt skupiny • reagovať na návrhy/argumentáciu rovesníkov, rozhodovať o akceptovateľnosti/neakceptovateľnosti návrhov a tvrdení vhodnými argumentmi Obsahový štandard • pozorovať funkčnú a tvarovú rozmanitosť živých organizmov • pozorovať adaptácie živočíchov vrátane človeka na príkladoch modelových druhov • analyzovať význam štrukturálnych a etologických adaptácií	

Riešený didaktický problém

Vo vzdelávacích štandardoch (ŠVP, 2015) pre základné školy pre predmet biológia sa pojem adaptácia vôbec nevyskytuje. V 7. ročníku v tematickom celku Človek a jeho telo výkonový štandard uvádza, že žiak by mal vedieť, aké majú ľudské a živočíšne organizmy odlišné a spoločné znaky, čím sa nepriamo dotýka adaptácie človeka. V učebnici pre 7. ročník sa k tomuto výkonu viaže téma Znaky ľudského organizmu. Keďže súčasťou rozvoja konceptu evolúcie je aj problematika prispôsobovania sa prostrediu a adaptácie človeka sú nevyhnutné na prežitie, myslíme si, že by bolo vhodné venovať sa tejto téme dôkladnejšie s priblížením fyzických adaptácií.

Dominantné formy práce žiakov

- skupinová práca
- diskusná sieť

Príprava pomôcok

pracovné listy pre žiakov, šnúrky, stopky, lepiaca páska, ceruzy, krajčírsky meter

Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov

- lístok pri odchode

Odporúčania k realizácii metodiky

Žiaci v 5. ročníku mali problém s tým, že nevedeli mať otvorené len ľavé oko. Vyriešili sme to tak, že jedno oko im zakryl spolužiak. Preto v 5. ročníku bola aktivita časovo náročnejšia. Ak berieme do úvahy vzdelávacie štandardy, daná vyučovacia hodina by sa najviac hodila pre žiakov 7. ročníka. Zaradili by sme ju do tematického celku Človek a jeho telo.

Priebeh vyučovacej hodiny

Vo **fáze zapojenia** sa žiakov opýtate: „Čo by sa stalo, ak by sme nemali protistojný palec? Ovplyvnilo by to náš život?“ Žiaci majú uviesť svoje predpoklady do pracovného listu.

Následne so žiakmi zrealizujete vo fáze skúmania pokus podľa nasledujúceho postupu. Žiaci budú pracovať vo dvojiciach. Jeden bude merať čas, druhý realizovať pokus, potom si svoje úlohy vymenia. Výsledky si zapíšu do pracovného listu.

Postup:

1. Šnúрку, ktorá leží na lavici, vezmite a položte pred seba.
2. Použite stopky, aby ste odmerali čas potrebný na zobrať šnúрку z lavice, jej zviazanie na uzol a položenie späť na lavicu.
3. Lepiacou páskou si prilepte palec k ruke (s pomocou spolužiaka alebo učiteľa).
4. Opakujte prvý krok bez použitia palca a výsledky oboch meraní si zapíšte do tabuľky.
5. Porovnajte výsledky oboch meraní a sformulujte záver.

Po aktivite budete so žiakmi analyzovať, či bolo jednoduchšie vykonať aktivitu s použitím palca alebo bez neho. Budete diskutovať, či je výhodné mať protistojný palec a k čomu nám slúži takéto postavenie. Zistenia si žiaci zapíšu do pracovných listov. Vyvoláte niektorých žiakov a prečítajú, čo si zapísali. V závere aktivity žiaci uvedú do pracovného listu ďalšie činnosti, o ktorých sú presvedčení, že by boli ovplyvnené, ak by ľudia nemali protistojný palec.

Vo **fáze vysvetlenia** budete diskutovať so žiakmi, či sa človek adaptoval aj inak ako protistojným palcom (bipédna chôdza, 5 prstov). Spýtate sa žiakov, či sa aj náš zrak v priebehu evolúcie adaptoval. Vypočujete si žiacke názory a následne si vo fáze rozšírenia prečítate krátky text z pracovného listu. Následne žiaci zrealizujú vo dvojiciach pokus na základe nižšie uvedeného postupu.

Postup:

1. V každej ruke držte jednu ceruzku hrotmi obrátenými proti sebe, pričom sú od seba vzdialené 60 cm.
2. Snažte sa priblížiť hroty ceruziek k sebe tak, aby sa navzájom dotkli.
3. Skúšku uskutočnite 5-krát s obidvoma očami otvorenými, potom 5-krát s jedným okom zatvoreným.
4. Výsledky dotyku spolužiak zaznamenáva do tabuľky pomocou znamienka +/-, podľa toho, či sa vám hroty ceruziek dotkli.

Vo **fáze rozšírenia** môžete so žiakmi zrealizovať jeden z uvedených pokusov.

Alternatívy pokusu:

Variant 1: Skákajúce obrazy

Postup pokusu:

Vyberte si ľubovoľný predmet v miestnosti – napr. obraz na stene. Ľavou rukou si zakryte ľavé oko a pravou rukou ukážte na nejaký detail na obraze. Pozerajte sa pravým okom na detail, ktorý je na obraze, a potom odkryte ľavé oko. Obraz zrazu podskočí. To isté vyskúšajte s pravým okom.

Vysvetlenie: Obraz na sietnici ľavého oka je odlišný od obrazu pravého oka. Pri pozeraní sa oboma očami sa oba obrazy spoja a vzniká priestorové videnie.

Variant 2: Diera v ruke

Postup pokusu:

Zoberte si hárok kancelárskeho papiera a stočte ho do rúrky. Rúrka by mala byť úzka vo veľkosti oka. Pravou rukou si podržte rúrku pred pravým okom a pozerajte sa týmto okom do nej. Ľavú ruku držte 5 cm od ľavého oka. Svoju pozornosť sústreďte na pozeranie sa cez rúrku. Počkajte približne 10 sekúnd. Čo vidíte? V ľavej ruke máte diery.

Vysvetlenie: Na sietnici pravého oka vznikne obraz diery (otvoru v rúrke). Na sietnici pravého oka vznikne obraz pravej ruky. Oba obrazy sa v mozgu spoja a vidíme diery v ruke aj napriek tomu, že tam nie je.

Variant 3: Pokúste sa hrotom ceruzy trafiť do daného bodu.

Postup pokusu:

Nakreslite si ceruzou na papier bod. Jedno oko si zakryte a pokúste sa trafiť daný bod. Nie je to jednoduché. Pokiaľ oko odkryjete, pôjde to ľahko. Jedným okom sa zle odhaduje poloha bodu v priestore, ale oboma očami je to jednoduché.

Po realizácii aktivity/aktivít so žiakmi diskutujte, kedy sa im podarilo ceruzkami dotknúť, či sa im to podarilo aj s jedným zatvoreným okom. Pod tabuľku v pracovnom liste žiaci zapíšu, ktorý z pokusov bol najúčinnnejší a prečo.

Vo **fáze hodnotenia** analyzujte so žiakmi, načo nám slúži binokulárne videnie a prečo je výhodné pre človeka. Výsledky diskusie si žiaci zapíšu do pracovného listu. V závere vyučovacej hodiny žiaci individuálne vyplnia lístok pri odchode.

7. Koevolúcia kvitnúcich hmyzoopelivých rastlín a živočíchov

Pre opelovače je výhodné špecializovať sa na špecifický druh rastliny z dôvodu limitovania potravnej konkurencie. Princíp koevolúcie – adaptácie ekologických partnerov jeden na druhého v procese evolúcie demonštrujeme na príklade kvitnúcich rastlín a ich opelovačov. Napriek tomu, že rastliny musia investovať energetické zdroje do produkcie energeticky nákladného nektáru či výrazného sfarbenia, získavajú výhodu stabilného opelovača, ktorý zabezpečí jeho rozmnoženie. Rovnako aj špecializácia ústnych ústrojov hmyzu znamená zvýšené náklady. Špecializáciou na istý druh potravy sa ale znižuje počet druhov, ktoré sú schopné z rastliny získať nektár, a teda sa zvyšuje množstvo dostupnej potravy pre jedinca. Jedinec, ktorý má prístup k potrave, má aj vyššiu reprodukčnú schopnosť.

Koevolúcia kvitnúcich rastlín a živočíchov, ktoré ich opelujú, predstavuje jeden z najvýraznejších príkladov adaptácie a špecializácie v prírode. Ukazuje tiež, ako môžu byť interakcie medzi dvoma skupinami organizmov zdrojom biodiverzity. Kvitnúce rastliny sa prispôsobujú svojim opelovačom, ktoré sa zase prispôsobujú týmto rastlinám. Každý zo zúčastnených organizmov tak predstavuje evolučný pohyblivý cieľ.

Koevolúcia medzi kvitnúcimi rastlinami a ich opelovačmi vytvára selekčný tlak, ktorý môže napr. zvýhodňovať dlhšie rúrkovité koruny kvetov a zároveň dlhšie jazyky či sosáky u hmyzu alebo dlhšie zobáky vtákov. To môže viesť k extrémnym morfológickým znakom ako u rastlín tak u bezstavovcov. Ako príklad sa často používajú zobáky kolibríkov alebo rúrkovité kvety niektorých rastlín, ktoré opelujú (Arnett, 2014).

Téma: Koevolúcia kvitnúcich hmyzoopelivých rastlín a živočíchov	Rozsah aktivity
Názov: Vzájomný súzvuk	2 vyučovacie hodiny (90 minút)
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti	Žiakom rozvíjané zručnosti a spôsobilosti
• formulovať záver na základe obrazovej sekvencie zobrazujúcej limitáciu potravnej konkurencie • rozumieť, že zmeny ako u hmyzu tak u rastlín nie sú účelné, ale vyvinuli sa na základe prírodného výberu • zdôvodniť faktory, ktoré zohľadnil pri formulovaní predpokladu • rozhodnúť, ktorý typ ústneho ústrojenstva patrí ktorému živočíchovi v závislosti od typu potravy, ktorú prijíma • sformulovať hypotézu opisujúcu príčiny špecializácie tvaru piestika u rastlín a ústnych ústrojov u opeľovačov	• argumentovať • spolupracovať • prezentovať výsledky
Výkonový a obsahový štandard pre 3. cyklus (podľa ŠVP ZV, 2023)	
Výkonový štandard • upraviť pôvodne vytvorené kritériá triedenia pri práci s rovnakým súborom • aktívne spolupracovať a vytvárať synergický efekt skupiny • reagovať na návrhy/argumentácie rovesníkov, rozhodovať o akceptovateľnosti/neakceptovateľnosti návrhov a tvrdení vhodnými argumentmi • formulovať hypotézu • identifikovať a zaznamenať podobné a odlišné znaky a vlastnosti objektov, látok alebo javov; rozhodnúť, ktoré znaky vedú k identifikácii kategórií a následnému triedeniu	

Obsahový štandard

- skúmať diverzitu súčasných organizmov
- pozorovať funkčnú a tvarovú rozmanitosť živých organizmov
- pozorovať adaptácie rastlín a živočíchov vrátane človeka na príkladoch modelových druhov
- analyzovať štrukturálne a etologické adaptácie
- analyzovať príklady adaptácií organizmov na špecifické podmienky prostredia
- pozorovať koevolúciu rastlín a živočíchov

Riešený didaktický problém

Žiaci sa často učia mechanicky a neuvedomujú si prepojenosť medzi stavbou kvetu a ústnymi orgánmi hmyzu. Často im unikne, že ide o príklad koevolúcie, kedy dochádza k vzájomnej adaptácii a špecializácii rastlín a hmyzu. Praktické aktivity pomôžu žiakom prehĺbiť vedomosti o evolúcii rastlín a živočíchov a tiež lepšie chápať evolúciu druhov v priebehu času vo vzájomných súvislostiach, s dopadom vzájomných väzieb organizmov.

Dominantné formy práce žiakov

- skupinová práca
- kooperatívna práca

Príprava pomôcok

pracovné listy pre žiakov, šnúrk, stopky, lepiaca páska, ceruzky

Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov

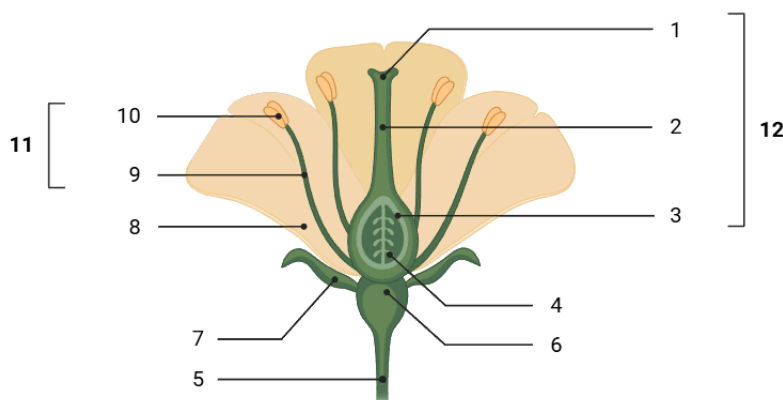
- vypracovanie pracovného listu

Odporúčania k realizácii metodiky

Predložená metodika je vhodná pre samostatnú i skupinovú prácu. Vzhľadom na rozsah úloh odporúčame prácu žiakov v malých skupinách. Výsledky skupinovej práce odporúčame prezentovať zástupcami jednotlivých skupín pred celou triedou. Tieto výstupy podporujú rozvoj prezentačných zručností. Fixácia v úvode je prerekvizitou pre prácu s pracovným listom. Neodporúčame ju pri práci s pracovným listom vynechať. Pracovný list je pomerne rozsiahly a je možné počet úloh podľa potreby redukovať. Úlohy musia byť vybrané tak, aby sa nenarušila logická postupnosť. Limitovaním rozsahu získate priestor na diskusiu.

Priebeh vyučovacej hodiny

Žiakov oboznámte s témou a priebehom vyučovacej hodiny. Rozdajte im pracovné listy. V rámci **fázy zapojenia** si so žiakmi zopakujete stavbu kvetu, jeho fertilné (samčie a samičie) a sterilné časti. Venujete sa fixácii predchádzajúcich vedomostí týkajúcich sa fertilných častí kvetu. Tieto vedomosti sú nevyhnutnou prerekvizitou pre ďalšiu prácu. Fixácii je venovaná úloha 1, v ktorom majú žiaci k jednotlivým číslam uviesť správne názvy častí kvetu. Žiakov upozorníte na vpisovanie odpovedí vedľa označenia častí kvetu.



Obr. 7: Stavba kvetu

Zdroj: BioRender

Poznámka pre učiteľa

Časti kvetu: 1. blízna, 2. čnelka, 3. semenník, 4. vajíčko, 5. kvetná stopka, 6. kvetné lôžko, 7. kalich, 8. koruna, 9. nitka, 10. peľnica, 11. tyčinka, 12. piestik.

Žiaci do pracovného listu uvedú názvy pre samčiu a samičiu časť kvetu a zakrúžkujú v obrázku časť kvetu, v ktorej sa tvorí peľ. Následne napíšu 3 funkcie jednotlivých častí piestika.

V rámci **fázy skúmania** žiaci pracujú s obrazovým materiálom trvalky orlíčka rôznych kultivarov. Majú si všímať tvar a dĺžku piestika. Farba a veľkosť kvetu je v tomto prípade irelevantná. Žiakom vysvetlite: „*Rastliny z rodu orlíček (Aquilegia) majú napriek svojej príbuznosti výrazné morfológické odlišnosti. Ich piestiky majú odlišnú dĺžku aj tvar. Na obrázkoch sú zobrazené rôzne kultivary rodu orlíček spolu s uvedenou dĺžkou ich piestika. Dĺžka piestika je uvedená v zátvorke (orlíček obyčajný 5 – 12 mm, sitka orlíček 16 – 24 mm, orlíček zlatý 30 – 70 mm)*“.

Po identifikácii piestika budú žiaci pracovať v skupinách (3 – 4 žiaci v skupine) a majú naformulovať svoj predpoklad na výskumnú otázku: „*Aký bol dôvod vývoja rôznej dĺžky piestika u príbuzných druhov?*“ Žiakov k prezentácii výsledkov vyzvete až po vypracovaní úlohy, nie po menších častiach. Požiadate 3 – 4 jednotlivcov, prípadne zvolených zástupcov skupín, aby prezentovali svoje výsledky. Predpoklady zatiaľ nehodnotíte ako správne či nesprávne. Dôraz kladiete na odôvodnenie rozhodnutí.

V diskusii sa zamerajte na otázky:

Otázky pre žiakov:



Nad akým faktorom ste uvažovali?

Prečo ste použili tento faktor?

Prečo je podľa Vás dôležitý?

Môže to byť aj iný faktor?

Vo **fáze vysvetlenia** žiaci budú pokračovať vo vyplňaní pracovného listu, v ktorom majú priradiť opelovača k rastline orlídka, ktorú opelovač opeluje. Následne majú zdôvodniť a vysvetliť, na základe čoho sa rozhodli priradiť opelovača k jednotlivým kultivárom orlídka. Odôvodňujú a určujú faktor, ktorý pri rozhodovaní vzali do úvahy.

Žiakom sprostredkujte nasledujúce informácie: *„Kvitnúce rastliny produkujú lepkavú tekutinu – nektár, ktorý obsahuje množstvo cukru a patrí medzi energeticky bohaté látky. Pre hmyz predstavuje výbornú potravu. Orlíčky produkujú nektár na báze piestika.“* Žiaci majú analyzovať a zdôvodniť. *„Prečo kvety produkujú nektár, ak pri jeho produkcii prídu rastliny o množstvo výživných látok?“* Svoje odpovede si zapíšu do pracovného listu.

V nasledujúcej úlohe žiaci zvažujú energetické nároky rastliny na lákanie svojich opelovačov. V modeli na obrázku je uvedená včela medonosná, ktorá sa pokúša dostať k nektáru na báze piestika, aby získala potravu (včela získava nektár, pričom na končatinách prenesie peľ na ďalšie rastliny). Predpokladáme, že žiaci vedia, prečo majú včely ochlpené končatiny. Do pracovného listu uvedú predpoklad na výskumnú otázku – *„Je výhodné aj pre rastlinu, ak sa včela nasýti nektáru?“* – a zároveň zakrúškujú jednu z možných odpovedí a svoj výber zdôvodnia.

Poznámka pre učiteľa

Náklady by mali byť nižšie, než získaná výhoda z opelenia a tá musí byť stále kladnou hodnotou.

Vo **fáze rozšírenia** so žiakmi zrealizujete aktivitu kúty. Žiaci sa rozdelia do skupín na základe toho, koľko rôznych názorov prezentujú. Žiaci, ktorí vyjadria súhlas, pôjdu do jedného kúta miestnosti. Žiaci, ktorí sú „proti“, pôjdu do druhého kúta miestnosti. Môžu sa rozdeliť do viacerých skupín, kde každá skupina pôjde do iného rohu miestnosti. Žiaci si v skupine vymieňajú názory, argumentujú, zdôvodňujú svoje odpovede v pracovných listoch. Každá skupina si zvolí hovorcu, ktorý bude prezentovať názory skupiny v diskusii. Učiteľ začne diskusiu tak, že určí zástupcu jednej skupiny, aby vysvetlil stanovisko skupiny a uviedol hlavné dôvody na jeho podporu. Do rozhovoru sa môžu zapojiť aj ostatní členovia skupiny. Následne budú pokračovať ďalšie skupiny.

Na základe toho, čo žiaci v diskusii počujú, môžu zmeniť svoj názor a zmeniť skupinu. Môžu prejsť zo svojej skupiny do skupiny, s ktorou súhlasia. Požiadate zvyšok triedy, aby vyjadrili svoj názor na vyjadrenia spolužiakov. Po zahájení definitívneho stanoviska učiteľ ukončí diskusiu a požiada skupiny, aby definitívne zhrnuli svoje argumenty a dôvody, o ktoré sa opierajú.

Následne budú pokračovať vo vyplňaní pracovného listu, v ktorom priradia ústne orgány hmyzu (cicavé, bodavo-cicavé, hryzavé a lízavé) živočíchovi a zároveň spoja živočícha s potravou, ktorú konzumuje. Vytvárajú súvislosť medzi špecializáciou ústnych orgánov a druhom prijímanej potravy.

Otázky pre žiakov:



Akú výhodu má hmyz z toho, že je špecializovaný na rôzny druh potravy?

Súvisí typ ústnych orgánov s množstvom potravy, ktorú prijíma?

Odpovede na uvedené otázky si žiaci zapíšu do pracovného listu a svoje odpovede zdôvodnia. Následne budú pokračovať v samostatnom čítaní textu s využitím metódy INSERT, kde za okraj textu budú uvádzať nasledujúce znaky. Text je súčasťou pracovného listu.

Znaky:

✓ toto som vedel

? tejto informácii nerozumiem

+ nová informácia

- toto je inak, ako som si myslel

Žiaci po prečítaní textu prezentujú informácie, ktoré si označili. V diskusii sa zamerajte sa predovšetkým na informácie, ktoré boli pre nich nové a ktorým nerozumejú, alebo si mysleli, že je to inak. Po ukončení diskusie sa vráťte k úlohám v pracovnom liste.

Koevolúcia je vzťah medzi dvoma druhmi, ktoré sa pri svojom vývoji vzájomne ovplyvňovali. Na základe predchádzajúcich úloh rozhodnite, či je tento termín platný aj pre vzťah rastlín a hmyzu? Svoj výber a odpoveď majú zdôvodniť.

Žiaci budú pracovať s komixom. Ich úlohou bude doplniť štvrtý obrázok, v ktorom majú dokončiť príbeh a majú uvažovať o možnej reakcii motýľa, ktorú si zapíšu do pracovného listu. Pri svojich odpovediach berú do úvahy informácie z predošlých cvičení.

Zároveň majú vysvetliť, akú výhodu získali rastliny tým, že sa motýľom vyvinul sosák. Svoju odpoveď si opäť zapíšu do pracovného listu.

Žiakom zdôraznite, že neexistuje jedna správna odpoveď. Povzbudzujte ich, aby sa neobmedzovali iba na jednu odpoveď, ale môžu zahrnúť viacero návrhov, či už vlastných alebo ostatných členov skupiny. Je potrebné, aby odpovede formulovali vlastnými slovami.



Obr. 8: Rozhovor včely s motýľom

Zdroj: Canva

Žiakom je prvýkrát predstavený pojem koevolúcia, ktorého pochopenie je výstupom pracovného listu. Uvedený pojem žiaci prepájajú s informáciami o rastlinách a opeľovačoch. Vo **fáze hodnotenia** reflektujú svoju vlastnú činnosť a konfrontujú svoj pôvodný predpoklad s novými vedomosťami.

Po vypracovaní pracovného listu majú zhodnotiť svoj predpoklad k výskumnej otázke (Aký bol dôvod vývoja rôznej dĺžky piestika u príbuzných druhov?). Čo by ste v ňom zmenili?

Zároveň zhodnotia svoj predpoklad z úlohy „Akú výhodu má hmyz z toho, že je špecializovaný na rôzny druh potravy“? Podporujú informácie v pracovnom liste váš predpoklad?

Na záver žiaci hodnotia svoju aktivitu. V prípade práce v skupinách je možné zaradiť otázky týkajúce sa kooperácie. Aj tieto otázky žiaci prezentujú pred triedou. Spolužiaci výstupy môžu doplniť o vlastné komentáre, rady či pochvalu.

8. Evolúcia variácií sfarbenia ľudskej populácie

Fylogeneticky najbližší druh človeka je šimpanz, ktorého pokožka má pod tmavým ochlpením svetlé sfarbenie. Z tohto dôvodu sa predpokladá, že náš spoločný predok mal rovnakú farbu pokožky ako súčasný šimpanz. Genetické výskumy potvrdili, že súčasná Eurázijská, Americká i Austrálska populácia majú spoločného predka pochádzajúceho z Afriky. Z dôvodu zvýšenej úmrtnosti na rakovinu kože bolo zvýšenie pigmentácie kože nevyhnutnou adaptáciou na prežitie v novom prostredí. Sfarbenie pokožky je výsledkom evolúcie. Prirodzený výber zvyhodňuje jedincov s tmavosfarbenou pokožkou v oblastiach s vystavením vysokým dávkam UV žiarenia, teda v oblastiach rovníkovej Afriky či vysokých nadmorských výškach.

Nedávne štúdie naznačujú zložitý genetický mechanizmus, ktorý je základom variácie farby kože. Farba pokožky populácie koreluje s distribúciou ultrafialového žiarenia. Populácie s vyššou mierou vystavenia UV žiareniu vykazujú tendenciu pre tmavé sfarbenie pokožky, pretože nadmerné vystavenie UV žiareniu znižuje hladinu kyseliny listovej a môže viesť k vzniku melanómu. Svetlé sfarbenie pokožky populácií s nižšou mierou vystavenia UV žiareniu je mechanizmom prirodzeného výberu pre udržanie syntézy D vitamínu (Deng, Xu 2017).

V súčasnosti sa objavujú teórie potvrdzujúce, že pigmentácia pokožky podporuje zachovanie kyseliny listovej a produkcie vitamínu D. Fakt, že bioaktívna kyselina listová pri vystavení UV žiareniu degraduje, naznačuje, že populácia s nízkou pigmentáciou vykazuje v oblastiach s vysokou expozíciou UV žiareniu zvýšenú tendenciu k vzniku rakoviny kože. Kyselina listová sa odporúča ako prevencia rakoviny kože pre jej schopnosť opravy a replikácie DNA (Williams *et al.*, 2012).

Téma: Adaptácia človeka	Rozsah aktivity
Názov: Svetlý, tmavší, najtmavší	2 vyučovacie hodiny (90 minút)
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti	Žiakom rozvíjané zručnosti a spôsobilosti
• argumentovať, ako sfarbenie kože súvisí s evolúciou a slnečným žiarením • chápať pojem prírodný výber • uviesť výhody, ktoré prináša tmavé sfarbenie pokožky jeho nositeľom • vysvetliť kauzálny vzťah medzi slnečným žiarením a rakovinou kože • chápať analógiu medzi procesom opálenia a sfarbením pokožky v procese evolúcie	• argumentovať • spolupracovať • diskutovať
Výkonový a obsahový štandard pre 3. cyklus (podľa ŠVP ZV, 2023)	
Výkonový štandard • formulovať hypotézu • zaznamenať podobné a odlišné znaky a vlastnosti objektov a javov • rozhodnúť, ktoré znaky vedú k identifikácii kategórií a následnému triedeniu • porovnať údaje v tabuľke • identifikovať relevantné údaje pri tvorbe záveru • kriticky posudzovať využitie výsledkov (vedeckého) výskumu pre človeka a spoločnosť • reagovať na návrhy/argumentáciu rovesníkov, rozhodovať o akceptovateľnosti/neakceptovateľnosti návrhov a tvrdení vhodnými argumentmi	

Obsahový štandard

- klasifikovať organizmy na základe fylogenetickej príbuznosti
- porovnať spoločné a odlišné znaky človeka s inými živočíšnymi druhmi a vyhľadávať znaky, ktoré indikujú ich biologickú príbuznosť
- porovnávať spoločné znaky s ľudoopmi a posúdiť odlišnosti človeka od biologicky príbuzných druhov
- analyzovať vplyv abiotických faktorov a ľudskej činnosti na prežitie a zánik organizmov

Riešený didaktický problém

Napriek tomu, že si žiaci uvedomujú súvislosť medzi sfarbením kože vybranej ľudskej rasy a typickým geografickým rozšírením, často im uniká spojitosť s evolúciou kože a slnečným žiarením. Praktickými aktivitami si uvedomia, že evolúcia človeka má vplyv aj na potrebu chrániť kožu pred škodlivými vplyvmi slnečného žiarenia. Diskusia so žiakmi o zmenách intenzity slnečného žiarenia, napríklad aj v dôsledku poškodenej ozónovej vrstvy, môže prispieť k zlepšeniu zdravotnej gramotnosti žiakov, a tým aj zlepšiť starostlivosť o kožu.

Dominantné formy práce žiakov

- skupinová práca
- kooperatívna práca

Príprava pomôcok

pracovné listy pre žiakov, UV-reaktívne guľôčky, malé plastové uzatvárateľné vrecká, UV baterka, krémy s rôznym SPF, tkaniny rôzneho zloženia, hrúbky a farby veľkosťou prekrývajúce plastové vrecká

Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov

- pozorovanie práce žiakov počas aktivity s UV-reaktívnymi guľôčkami
- vypracovanie pracovného listu
- nástroj formatívneho hodnotenia

Odporúčania k realizácii metodiky

V prípade prezenčnej výučby odporúčame venovať viac pozornosti prierezovej téme – život v multikultúrnej spoločnosti, pretože považujeme za nutné predchádzať predsudkom či dokonca rasizmu mladších žiakov, ktorí stále atraktivitu človeka hodnotia podľa jeho vonkajšieho vzhľadu.

Priebeh vyučovacej hodiny

Žiakom rozdáte pracovné listy a oboznámite ich s témou a priebehom vyučovacej hodiny. V rámci **fázy zapojenia** žiakom zadáte otázky:

Otázky pre žiakov:



Majú všetci ľudia vo vašom okolí rovnaké sfarbenie pokožky?

Majú všetci vaši spolužiaci rovnaké sfarbenie pokožky?

Po úvodnej diskusii žiaci budú pracovať s pracovným listom, kde si uvedú svoj predpoklad na problémovú otázku: „Prečo majú ľudia na svete rôzne sfarbenú pokožku?“

Žiaci môžu pracovať vo dvojiciach alebo v skupinách. Následne svoje predpoklady sprostredkujú ostatným žiakom triedy. Rozhovor môžete zamerať aj na ich vlastné skúsenosti s ľuďmi s rozdielnym sfarbením pokožky.

Poznámka pre učiteľa

Je dôležité, aby žiaci vnímali všetky rasy ako rovnocenné.

Vo **fáze skúmania** sprostredkujte žiakom obrázok šimpanza a človeka. Keďže sú im oba druhy vizuálne známe, požiadate žiakov o ich porovnanie. Informácie si žiaci zapíšu do tabuľky, ktorá je súčasťou pracovného listu. Myslite na to, aby žiaden zo žiakov nevynechal dôležitý fakt, a to, že pokožka oboch jedincov je svetlej farby, pričom rozdielom je ochlpenie. V prípade potreby žiakov navediete otázkami:

Otázky pre žiakov:



Ktoré časti tela má ochlpené človek a ktoré šimpanz?

Akú farbu pokožky vidíte pod ochlpením šimpanza?

Ako sa líši od farby pokožky človeka?

Žiaci budú pracovať v skupinách. Vysvetlite žiakom postup práce pri jednotlivých úlohách a ubezpečte sa, že žiaci vedia, ako postupovať. Upozorníte ich, že je nevyhnutné, aby úlohy nepreskakovali a postupovali v poradí. V prípade, že u viacerých žiakov budete pozorovať ťažkosti s vypracovaním jednotlivých úloh, proces zastavte a pracujte na úlohách s celou triedou.

Žiakom sprístupnite informácie:

„Odkedy sa človek a šimpanzy oddelili, ľudia opustili stromy, ktoré ich chránili pred slnkom a prispôbili sa novému prostrediu (otvorenej savane). Predpokladá sa, že šimpanzy sa v tom čase menili menej ako ľudia, pretože zostali vo svojom pôvodnom prostredí. Život na savane poskytoval menší tieň, a teda menšiu ochranu pred slnkom. Tento život vyžadoval aktívnejší a spoločenskejší životný štýl pre úspešný lov, ktorý podporoval vývoj potných žliaz a stratu ochlpenia.“

Následne si žiaci pozrú obrázky pôvodného prostredia spoločného predka a savany v pracovnom liste. Vo **fáze vysvetlenia** budete pokračovať v rozhovore a zadáte žiakom otázku: „Čo si myslíte, aká bola výhoda straty ochlpenia?“

Žiaci analyzujú a vyhodnocujú výhody a nevýhody straty ochlpenia na savane. Svoje zdôvodnenia uvádzajú do pracovného listu. Majú prísť k záveru, že strata ochlpenia znamenala vystavenie obnaženej pokožky slnku. Evolúcia nesmeruje k dokonalosti organizmu, ale k prispôsobeniu sa prostrediu. Pracujú s informáciou, že strata ochlpenia nebola len výhodou, ale priniesla ľuďom zraniteľnosť pred slnečným žiarením. Zároveň sa majú zamyslieť aj nad tým, či strata ochlpenia mala aj nevýhody pre človeka a či strata ochlpenia bola krokom k dokonalosti.

Využitím dvojúrovňovej otázky limitujete náhodný výber odpovede. Žiaci označia správnu odpoveď, ktorú vlastnými slovami odôvodnia. Pracujú s krátkym priloženým textom v zadaní úlohy. *(Koža šimpanzov je svetlá a pokrytá chlpmi. Vedci usudzujú, že náš najstarší spoločný predchodca bol pravdepodobne tiež svetlej pokožky a bol pokrytý ochlpením.)*

Požiadate niekoľkých žiakov o predstavenie ich odpovede aj s odôvodnením. Venujte pozornosť prípadným miskoncepciám.

Poznámka pre učiteľa

- a) Dôležitá pre spoločenské interakcie (lovenie).
- b) Zníženie rizika prehriatia.
- c) Zmena v strave spôsobila zvýšený obsah tuku v tele, takže nebolo potrebné, aby chlpy udržiavali teplo.
- d) Zníženie odporu pre efektívnejší beh.

Budete so žiakmi pokračovať v diskusii a opýtate sa ich:

Otázky pre žiakov:

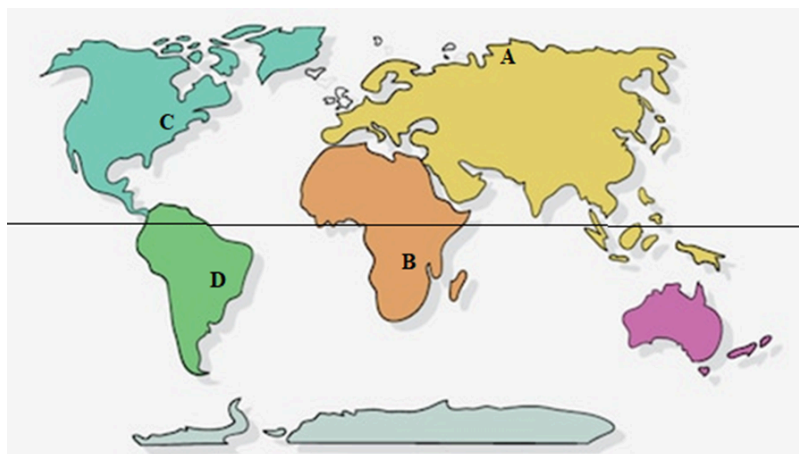


Ako prispela strata ochlpenia ku zmene sfarbenia pokožky?

Líši sa pôvodná farba pokožky obyvateľov saván od tej, ktorú poznáme u jej obyvateľov v súčasnosti?

Čo myslíte, v čom a ako?

V nasledujúcej úlohe žiakom premietnite mapu. Na mape sú označené rôzne miesta (A, B, C, D). Upozorníte ich aj na rovník (čiara, ktorá prechádza stredom obrázka). Úlohou žiakov bude sformulovať predpoklad na výskumnú otázku: „Ako bude sfarbená pokožka obyvateľov častí sveta označených písmenami?“ Svoj predpoklad si zapíšu do pracovného listu.



Obr. 9: Mapa častí sveta

Otázky pre žiakov:

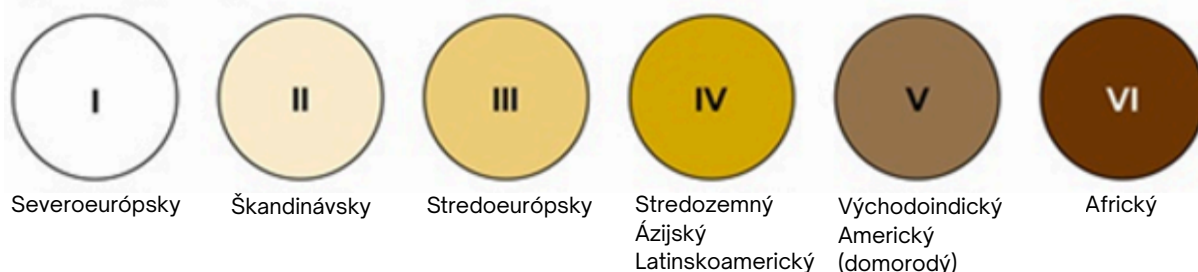


1. Vzali ste do úvahy polohu rovníka?
2. Ak áno, ako to ovplyvnilo vaše rozhodnutie?
3. Ako súvisí geografická poloha so sfarbením pokožky?

Pri kontrole odpovedí očakávajte, že žiaci budú spájať najtmavšiu farbu z pokožky s oblasťou B. Pri vypracovaní cvičenia venujte pozornosť nielen správnym odpovediam, ale aj prípadným miskoncepciám. Žiaci môžu pokožku pripisovať geografickej polohe, napr. v Afrike budú mať ľudia tmavú pokožku.

Vo **fáze vysvetlenia** sa budete so žiakmi zaoberať, či existuje spojenie medzi sfarbením pokožky a reprodukčným fitness u nositeľov tmavého sfarbenia pokožky pri dlhodobom vystavení UV žiareniu. Počet potomkov bude vyšší u odolnejšieho fototypu – prirodzený výber. V úvode aktivity predstavíte žiakom informácie: „*Prirodzené obranné mechanizmy kože na UV žiarenie zahŕňajú niekoľko reakcií, vrátane tvorby hnedej pigmentácie. Keď je pokožka vystavená slnečnému žiareniu, začne sa tvoriť hormón, ktorý podporuje tvorbu tmavého kožného pigmentu melanínu v bunkách – melanocytoch.*“ Žiakom sprostredkujete obrázok.

Fototyp:



Nárast hladiny melanínu:

UV typ

UV senzitívny, neopaľuje sa, ľahko sa spáli

UV rezistentný, nikdy sa nespáli

Obr. 10: Fototyp a reakcia na UV žiarenie

Žiaci budú pracovať v skupinách. Ich úlohou bude analyzovať informácie z obrázka a dať ich do súvislosti s fototypom, hladinou melanínu a UV typom. Na základe obrázka určia svoj vlastný fototyp. Po vyslovení záverov žiakom zadáte otázky:

Otázky pre žiakov:



1. Je hladina melanínu počas života rovnaká, alebo sa môže meniť?
2. Ak áno, čo túto zmenu vyvoláva?
3. Čo sa deje s pokožkou pri opaľovaní?
4. Chráni pokožka bunky pred UV žiarením? Ak áno, ako?

Pre lepšie pochopenie významu ochrany kože krémom s SPF pred škodlivými účinkami slnečného žiarenia uskutočnite so žiakmi pokus s UV-reaktívnymi guľôčkami. Pokus je možné realizovať demonštračne s asistenciou žiakov a diskusiou alebo v prípade dostatočného množstva pomôcok môžu žiaci pracovať v skupinách.

Postup:

1. Do plastového uzatváratelného vrečka vložíte 20 ks UV-reaktívnych guľôčok.
2. Vrečko s guľôčkami osvetlíte na pár sekúnd UV lampou.

Keď sa guľôčky zafarbia, opýtajte sa žiakov: „Prečo sa guľôčky zafarbili? Čoho je to výsledok?“

Žiakom vysvetlite princíp fungovania UV-reaktívnych guľôčok, ktoré sa zafarbia v dôsledku pohltienia UV žiarenia určitej vlnovej dĺžky. Intenzita sfarbenia priamo súvisí s množstvom pohltenej UV žiarenia. Opýtajte sa žiakov, či by sa podľa nich guľôčky sfarbili aj pri ich vystavení slnečnému žiareniu. Ich predpoklady overte tak, že otvoríte okno a vrečko s guľôčkami na pár sekúnd podržíte v ruke, alebo položíte na parapetu okna. Žiaci majú zistiť, že guľôčky sa v dôsledku pohltienia UV zo slnečného žiarenia sfarbili, dokonca aj v prípade zamračeného počasia s nízkou intenzitou svetla.

Diskutujte so žiakmi o tom, aké dôsledky má UV žiarenie na kožu a ako je možné kožu chrániť. Žiaci môžu uviesť nádorové ochorenia alebo starnutie kože, pred ktorými môžeme kožu chrániť vhodným oblečením, zásadami pri opaľovaní a používaním krému s dostatočným SPF ochranným faktorom. Opýtajte sa žiakov, ako by overili funkčnosť rôznych krémov s SPF, ako aj tkanín rôznej hrúbky a farby, s využitím UV-reaktívnych guľôčok.

Po diskusii žiaci realizujú pokus, počas ktorého budú simulovať kožu igelitovým vrečkom (vrchná vrstva kože) s guľôčkami (vnútorné vrstvy kože) a slnečné žiarenie UV lampou.

Úlohou žiakov je navrhnúť rôzne prístupy, ako je možné kožu chrániť, a to SPF krémom a/alebo tkaninou. Žiaci budú na vrecká nanášať vrstvu rôznych krémov, prekryvať ich tkaninami a skúmať intenzitu prípadného sfarbenia po ožiarení UV lampou. Na základe zistení po realizácii pokusu by mali žiaci sformulovať zásady pre ochranu kože pred slnečným žiarením.

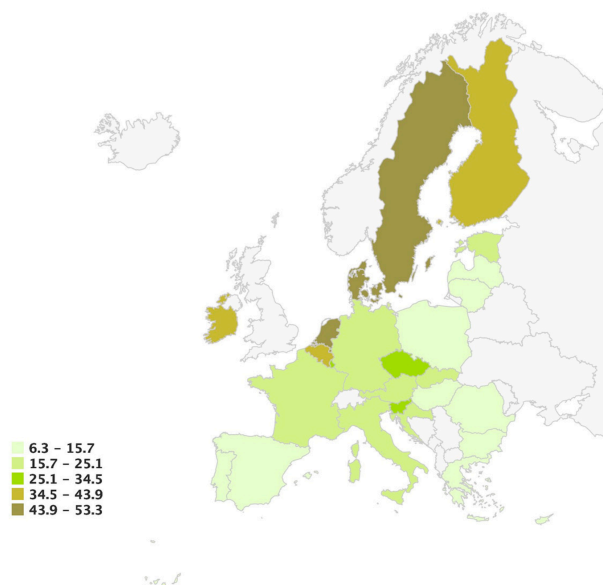
Poznámka pre učiteľa

Ak by sme použili rovnakú značku krémov, zafarbenie guľôčok by malo negatívne korelovať (súvisieť) s SPF faktorom krému. Krémy s vysokým SPF nanesené na igelitové vrecúško môžu úplne zabrániť zafarbeniu guľôčok. Výsledok však môže ovplyvniť značka, konzistencia krému, dátum spotreby, žiacke chyby pri pokuse, ako aj rozdiely medzi analógiou vrstiev kože a igelitového vrecúška.

Následne žiakom sprostredkujte informáciu: „*Melanín absorbuje UV žiarenie a chráni pokožku pred poškodením, ktoré môže spôsobiť rakovinu. Zhubný nádor melanóm vzniká vtedy, keď dôjde k nekontrolovanému deleniu melanocytov, v ktorých sa produkuje pigment, čím na koži vznikne tmavý nepravidelný útvar*“.

Žiaci do pracovného listu uvedú svoj predpoklad na otázku: „*Ktorý fototyp je najmenej náchylný na vznik rakoviny kože?*“

Po uvedení predpokladu žiakom premietneme mapu počtu prípadov rakoviny kože v európskych krajinách. Nasledujúca mapa zobrazuje počet prípadov rakoviny kože v európskych krajinách (čísla vyjadrujú počet chorých na 100 000 ľudí).



Obr. 11: Počet prípadov rakoviny kože v Európe

Zdroj: <https://www.mdpi.com/2072-6694/15/24/5868>

Pri vypracovaní úlohy si žiaci aktivizujú svoju vlastnú skúsenosť so zmenou sfarbenia pokožky počas života človeka a prepájajú túto skúsenosť s analogickou zmenou sfarbenia v priebehu generácií. Vo fáze rozšírenia budú žiaci pracovať samostatne a s využitím metódy INSERT si prečítajú text, ktorý majú uvedený v pracovnom liste.

Na okraj testu si budú uvádzať znaky:

Znaky:

✓ toto som vedel

? tejto informácii nerozumiem

+ nová informácia

- toto je inak, ako som si myslel

Následne požiadate 3 – 4 žiakov, aby s triedou zdieľali svoje postrehy z textu a prepojili ich s predchádzajúcimi úlohami. Žiakov sa opýtate, ktoré informácie boli pre nich nové, ktorým informáciám nerozumejú alebo si mysleli, že je to inak. Táto úloha podporuje čítanie s porozumením, bez ktorého žiaci nebudú schopní odpovedať na nasledujúce otázky. Otázky upozorňujú na genetickú podstatu prirodzeného výberu, teda že k zmenám dochádza v priebehu mnohých generácií, nie počas života jednotlivca.

Na základe prečítaného textu majú žiaci zakrúžkovať, ktorú farbu pokožky považujú za najstaršiu.



Opýtate sa žiakov: „Týka sa evolúcia aj človeka?”

Žiakom následne sprostredkujete informáciu: „Vplyvom migrácie sa populácia s tmavšou sfarbenou pokožkou dostala do rôznych častí sveta. V USA žije 13,4 % ľudí s tmavosfarbenou pokožkou. Väčšina z nich nikdy v Afrike nežila a predsa majú tmavšiu pleť ako zvyšok obyvateľov v rovnakých zemepisných podmienkach.“ Majú argumentovať a analyzovať, prečo je to tak, prečo sa farba pokožky nezmenila, s čím to môže súvisieť a pod. Majú dospieť k záveru, že aj napriek tomu, že evolučné zmeny, ktoré viedli k tmavšiemu sfarbeniu pokožky sa nevytrácajú pri zmene prostredia, pretože sú dané geneticky, a teda počas života jedinca sa farba pokožky nemení.

Žiaci budú individuálne analyzovať údaje z grafu. Graf vyjadruje vzťah medzi kyselinou listovou a vystavením sa UV žiareniu. Na základe grafu majú určiť, aký vplyv má UV svetlo obsiahnuté v slnečnom žiarení na hladinu kyseliny listovej. Svoje zistenia si zapíšu do pracovného listu. Po ukončení úlohy žiakov vyzvete, aby sa podelili so svojimi zisteniami. Overíte si, ako žiaci zvládli prácu s grafom, prípadne opravíte chyby, pričom ich požiadate, aby odôvodnili svoje tvrdenia. Tiež majú zakrúžkovať odtieň pokožky, ktorý zodpovedá vyšším hladinám kyseliny listovej.

„Ktorý odtieň pokožky by zodpovedal vyšším hladinám kyseliny listovej?”



Aj v nasledujúcej úlohe budete so žiakmi skúmať vplyv sfarbenia pokožky a žiakom prečítate informácie:

Obrázky, ktoré majú uvedené v pracovnom liste, zobrazujú obyvateľov Tibetu, kde je priemerný počet slnečných hodín ročne 3005 a nadmorská výška 4000 m. n. m. s priemernou teplotou 7,5 °C, a obyvateľov Senegalu, kde je priemerný počet slnečných hodín ročne 3010 a nadmorská výška 69 m. n. m. s priemernou teplotou 29,7 °C.

Pokúste sa odôvodniť sfarbenie pokožky obyvateľov Tibetu (vľavo) a Senegalu (vpravo) (pracujte aj s textom z predchádzajúcich úloh).



Obr. 12: Sfarbenie pokožky obyvateľov Tibetu a Senegalu

So žiakmi budete viesť rozhovor a zadáte im otázky:

Otázky pre žiakov:



Ľudia ktorého fototypu sa v slnečných oblastiach budú častejšie dožívať reprodukčného veku (veku, v ktorom už môžu mať vlastných potomkov)?

Ako súvisí farba pokožky s počtom potomkov?

S akou farbou pokožky budú mať populácie v púštnych oblastiach viac potomkov?

Dokážeme farbu pokožky vedecky vysvetliť?

Ktorý faktor spôsobuje, že ľudia žijúci v rôznych častiach sveta majú rôznu farbu pokožky?

Súvisí farba pleti s prostredím a genetikou alebo s osobnosťou majiteľa?

Prečo niektorí ľudia posudzujú iných ľudí podľa ich farby pleti?

Žiaci odpovedaním na priložené otázky vytvárajú kauzálny vzťah medzi sfarbením pokožky, hladinou kyseliny listovej a pôsobením UV žiarenia na pokožku, a zároveň eliminujú faktor nadmorskej výšky, teploty či geografickej polohy. Pri práci s textom porovnávajú farbu pokožky obyvateľov dvoch rôznych častí sveta. Spájajú sfarbenie pokožky s mierou vystavenia pokožky slnečnému žiareniu, čím potvrdia, že tmavosfarbená pokožka sa nevzťahuje výlučne na africký kontinent. Sfarbenie pokožky tiež súvisí s reprodukčným úspechom vďaka zníženému riziku vzniku rakoviny kože. Genetické rozdiely medzi rasami sú úplne zanedbateľné. Žiaci môžu mať ťažkosti s identifikovaním rovnakej farby pokožky, pretože by sa mohli sústrediť na hľadanie rozdielov.

V prípade otázok súvisiacich s geografickou polohu uvedených štátov pre účely nášho pracovného listu limitujeme sa na kontinent, prípadne svetové strany.

Vo **fáze hodnotenia** žiaci vyplnia lístok pri odchode a reflektujú na vlastné postoje a predsudky – uvedomenie, že sfarbenie pokožky je evolučne a biologicky podložené a nesúvisí s charakterom ani osobnými vlastnosťami jeho nositeľa. Je dôležité vytvárať pozitívne postoje žiakov voči ľuďom odlišnej farby pleti, upozorniť ich na vplyv prostredia a vedecké vysvetlenia, pretože sú to dôležité informácie pre život v multikultúrnej spoločnosti.

Prílohy

Príloha 1: Nástroje formatívneho hodnotenia 70 – 73

Téma: Prírodný výber	70
Adaptácia na vodu viazaného vtáctva	71
Adaptácie zubov živočíchov	71
Adaptácia človeka	71
Evolúcia variácií sfarbenia pokožky u ľudskej populácie	71
Pohlavný výber	72
Sekundárne pohlavné znaky v pohlavnom výbere	73

Príloha 2: Prispôsobenie nôh vtákov 74

Téma: Adaptácia na vodu viazaného vtáctva	
--	--

Príloha 3: Zuby živočíchov 75 – 77

Téma: Adaptácie zubov živočíchov	75
Zuby mäsožravcov	75
Zuby všežravcov	76
Zuby bylinožravcov	77

Príloha 1: Nástroje formatívneho hodnotenia

Téma: Prírodný výber

Minútový lístok



Minútový lístok

Meno:

Dátum:

Prečo majú rôzne druhy vtákov rôzne sfarbenie?

Príloha 1: Nástroje formatívneho hodnotenia

Téma: Prírodný výber

Adaptácia na vodu viazaného vtáctva

Adaptácie zubov živočíchov

Adaptácia človeka

Evolúcia variácií sfarbenia pokožky u ľudskej populácie

Lístok pri odchode

 Lístok pri odchode	
Meno:	
Dátum:	
3	informácie, ktoré som sa dnes naučil/a
2	zaujímavé fakty, ktoré ma najviac zaujali
1	otázka, ktorú stále mám

Príloha 1: Nástroje formatívneho hodnotenia

Téma: Pohlavný výber

Sebahodnotiaca karta

 Sebahodnotiaca karta			
Meno:			
Dátum:			
Úroveň zvládnutia učiva	samostatne	s pomocou učiteľa	zatiaľ tomu nerozumiem
Viem vysvetliť pojem pohlavný dimorfizmus			
Viem zdôvodniť, prečo má žirafa dlhý krk			
Viem uviesť 3 príklady živočíchov , ktoré sa vyznačujú pohlavným dimorfizmom			
Viem charakterizovať pojem kompetícia			

Príloha 1: Nástroje formatívneho hodnotenia

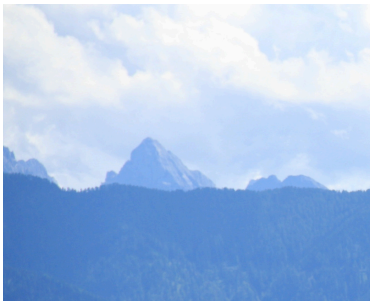
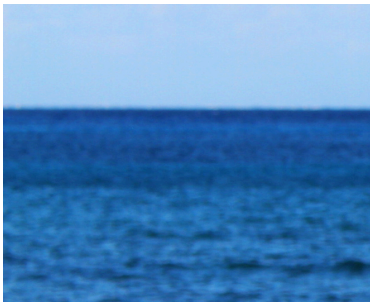
Téma: Sekundárne pohlavné znaky v pohlavnom výbere

Lístok pri odchode

 Lístok pri odchode	
Meno:	
Dátum:	
3	Sekundárne pohlavné znaky
2	Príklady živočíchov
1	Čo je pohlavný dimorfizmus?

Príloha 2: Prispôsobenie nôh vtákov

Téma: Adaptácia na vodu viazaného vtáctva

Živočích	Činnosť	Prostredie
	HRABANIE	
	BRODENIE	
	CHYTANIE KORISTI	
	BEHANIE	
	PLÁVANIE	

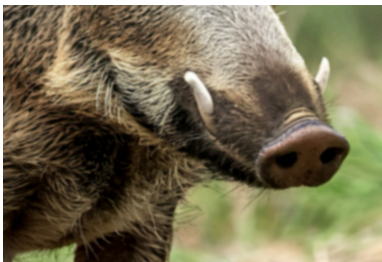
Príloha 3: Zuby živočíchov

Téma: Adaptácie zubov živočíchov
Mäsožravce

Živočích (obrázok)	Živočích (názov)	Zuby
	VLK DRAVÝ	
		
	ŽRALOK BIELY	
		

Príloha 3: Zuby živočíchov

Téma: Adaptácie zubov živočíchov
Všežravce

Živočích (obrázok)	Živočích (názov)	Zuby
	MEDVEĎ HNEDÝ	
		
	DIVIAK LESNÝ	
		

Príloha 3: Zuby živočíchov

Téma: Adaptácie zubov živočíchov
Bylinožravce

Živočích (obrázok)	Živočích (názov)	Zuby
	JELEŇ OBYČAJNÝ	
		
	KRÁLIK OBYČAJNÝ	
		

Zdroje

Arizona State University: Ask a biologist (2025). Picking off the Peppered Moth [online] [cit. 1.7.2025]. Dostupné na: <https://askabiologist.asu.edu/peppered-moths-game/>

Arnett, J. (2014). Coevolution and Pollination. *Washington Native Plant Society*, 7-13.

BioRender (2025). BioRender: Scientific Image and Illustration Software [online] [cit. 1.7.2025]. Dostupné na: <https://www.biorender.com/>

Canva (2025). Canva: Visual Suite For Everyone [online] [cit. 1.7.2025]. Dostupné na: <https://www.canva.com/>

Deng, L., Xu, S. (2017). Adaptation of human skin color in various populations. *Hereditas*, 155(1). doi: 10.1186/s41065-017-0036-2

Hosken., D., House, C. M. (2011). Sexual selection. *Curr Biol*, 21(2), R62-65. doi: 10.1016/j.cub.2010.11.053

Hraška, Š., Boleček, P., Galbavý, D., Kuna, R., Lengyelová, L., Matejovičová, B., Omelka, R., Poláček, Z., Schlarmannová, J., Strejček, F., Kraic, J., Trandžík, J. (2012). *Evolučná biológia*. 1. Vyd., Nitra: UKF, Prírodovedec č. 154, 174 s.

Prokop, P., Trnka, A. (2015). *Základy behaviorálnej ekológie*. Bratislava: Typi Universitatis Tyrnaviensis.

Sheard C., Street, S. E., Sally E., Evans, C., Lala, K., Healy, S., D., Sugawara, S. (2023). Beak shape and nest material use in birds. *Phil. Trans. R. Soc.*, 378(1884). doi: 10.1098/rstb.2022.0147

Williams, J. D., Jacobson, E. L., Kim, H., Kim, M., Jacobson, M., K. (2012). Folate in skin cancer prevention. *Sub-Cell. Biochem*, 56, 181-97. doi: 10.1007/978-94-007-2199-9_10

