

BIOLOGIE

PŘÍBĚH EVOLUCE: PŘEDSTAVY O VZNIKU A VÝVOJI ŽIVOTA NA ZEMI



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

OTEVŘENÁ VĚDA

AKADEMIE VĚD ČR



Úvodní list

Předmět:	Biologie
Cílová skupina:	3. ročník gymnázií
Délka trvání:	90 min.
Název hodiny:	Příběh evoluce: představy o vzniku a vývoji života na Zemi
Výukový celek:	Obecná biologie (Vznik a vývoj živých soustav, evoluce)
Vzdělávací oblast v RVP:	Člověk a příroda
Průřezová témata:	<p><u>Osobnostní a sociální výchova</u> – Rozvoj dovednosti formulovat vlastní myšlenky a argumenty, naslouchat myšlenkám a argumentům ostatních a kriticky je hodnotit.</p> <p><u>Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech</u> – Rozvoj povědomí o souvislosti vědy a víry v globál-ním měřítku.</p> <p><u>Multikulturní výchova</u> – Rozvoj schopnosti přijímat názory ostatních a umět se vůči nim postojově vymezit.</p> <p><u>Mediální výchova</u> – Rozvoj schopnosti vhodně posuzovat informace z oblasti náboženské, ale i vědecké a politické propagandy, rozvoj dovednosti filtrovat mediálně šířené informace.</p>
Mezipředmětové vztahy:	Společenské vědy – filosofie, náboženství. Dějepis – 19. století.
Výukové metody:	Výklad, samostatná práce, žákovský experiment, práce s textem.
Organizační formy výuky:	Frontální, skupinová, individuální.
Vstupní předpoklady:	Žák rozumí pojmům „evoluce“ a „živý tvor“ a dovede popsat jejich základní definice. Žák rozumí historicko-kulturnímu pozadí jednotlivých dějinných epoch (antika, devatenácté století, rané dvacáté století).
Očekávané výstupy:	Žák chápe dějinné rozdíly v definici evoluce a umí vlastními slovy zhodnotit základní charakteristiky vyvíjejících se živých soustav. Rozlišuje podstatu tzv. „lamarckovského“ a „darwinovského“ vývoje a umí se vyjádřit ke sporům ohledně základních témat (mezičlánky, vznik druhů, přírodní výběr).



Výukové cíle:	Žák dovede a) vyjádřit časovou škálu evoluce a zhodnotit význam geologického času ve vztahu k vývoji živých soustav; b) popsat a vysvětlit podstatu speciace na modelovém příkladu speciace alopatrické; c) vysvětlit pojem genetický drift a na jeho příkladu i pojem „mechanismy evoluce“.
Klíčové kompetence:	<p><u>Kompetence k učení:</u> Žák se učí rozumět mnohaúrovňovosti komplexních otázek, zasahujících svou povahou do vícera výukových okruhů (zde: přírodní vědy, dějepis, společenské vědy, náboženství, politika).</p> <p><u>Kompetence k řešení problémů:</u> Žák se učí porozumět danému problému a správně formulovat kroky vedoucí k jeho uspokojivému řešení.</p> <p><u>Kompetence komunikativní:</u> Žák se učí úsporně a přesně komunikovat prostřednictvím odborného jazyka a formulovat i rozpoznávat logicky konzistentní soudy pro účely argumentace.</p> <p><u>Kompetence sociální a personální:</u> Žák se učí vytvářet sebehodnocení a též kriticky a nezaujatě hodnotit ostatní.</p> <p><u>Kompetence občanské:</u> Žák se učí nahlížet tytéž věci v různých souvislostech, výchova k obecné toleranci cizích názorů.</p> <p><u>Kompetence pracovní:</u> Žák se učí trpělivosti, pečlivosti a vynalézavosti, s níž lze složité problémy rozložit na menší, zvládnutelné celky (pochopení úkolu, tak i jeho řešení).</p>
Formy a prostředky hodnocení:	Slovní hodnocení průběžné i závěrečné, sebehodnocení, zpětná vazba.
Kritéria hodnocení:	Splnění stanovených cílů, spolupráce ve dvojici/ skupinkách, komunikativní a prezentační dovednosti žáka.
Pomůcky:	Motouz, metr, nůžky, kolíčky, fix či jiný popisovač, papíry nebo čtvrtky, bílé obyčejné tričko, barevné popisovače na textil, 40 ks losovacích objektů (knoflíky, kamínky apod.) dvou barev, neprůhledný pytlík/sáček.



Časový a obsahový plán výukového celku (90 min.)

Název hodiny: Příběh evoluce: představy o vzniku a vývoji živočicha na Zemi

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky		Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody				
2	Úvod	Sdělení cíle hodiny a učiva, téma učiva	Vyjádření k cíli	Frontální, individuální Výklad	Zpětná vazba	Bez pomůcek	Zadat brainstorming	
35	Opakování základních pojmů	Rozdá pracovní listy „Opakování“ a moderuje jejich řádné vyplnění žáky; odpovídá na případné dotazy; společně se žáky následně kontroluje a diskutuje výsledky	Vyplnění pracovních listů dle zadání, diskuse nejasností, diskuse výsledků	Frontální, individuální, skupinová Výklad, práce s textem, diskuse	Slovní hodnocení	Pracovní list „Opakování“; pro učitele příp. učebnice či odb. kniha, chce-li ilustrovat správná řešení	Otázky na porozumění tématu	
3	Zopakování základních tezí	Hodnocení činnosti žáků i učitele	Případné dotazy či náměty k další diskusi	Frontální, individuální Diskuse	Reflexe, slovní hodnocení	Bez pomůcek	Zdůraznit propojení tematických celků	
12	Základní informace o problematice	Prezentování základních informací o teorii evoluce potřebných pro porozumění cílům hodiny	Poslech prezentace, vedení rozhovoru s učitelem a diskuse mezi sebou	Frontální, individuální Výklad, diskuse	Slovní hodnocení	(Powerpointová prezentace / učebnice/tabule)	Otázky na zkušenosti žáků s daným tématem	
35	Samostatná práce	Rozdělí žáky do skupinek, kontroluje žáky při práci, pokud mají problém/dotaz pak pomáhá	Vypracovávají zadaný úkol	Skupinová, individuální Samostatná práce, žákovský experiment	Slovní hodnocení	Viz pracovní listy	Otázky na porozumění tématu	
3	Závěrečná reflexe	Hodnotí hodinu, reflexe splnění cílů	Vyjádří se k hodině, reflexe splnění cílů	Frontální, individuální Diskuse	Zpětná vazba	Bez pomůcek	Doporučení další studijní literatury zájemcům	



Pracovní list pro studenta

Název: Příběh evoluce: představy o vzniku a vývoji života na Zemi

Jméno:

a) Úkol 1.

Modelování časové osy a principu mezičlánků: kde jsou?

b) Výklad

Jedním z nejznámějších argumentů proti Darwinově konceptu evolučního vývoje bylo tvrzení o tzv. chybějících mezičláncích, poukazující na zdánlivý nedostatek přechodných forem, které by přeměnu druhů dokumentovaly ve fosilním záznamu. S touto námitkou se lze setkat ještě dnes, vychází však z nepochopení vývojové povahy mezičlánku: ten si totiž nelze představovat jako aritmetický průměr dvou tělních plánů velmi vzdáleného předka a potomka (např. napůl ryba a napůl plaz).

Chápeme-li evoluci jako postupný historický vývoj neustále se větvící linie předek – potomek, pak mezičlánkem (prostředníkem mezi svými rodiči a potomky) je každý jedinec bez výjimky. Zásadní je přitom správné relativní chápání času – vnímání poměrové škály.

c) Pomůcky

Motouz, metr, nůžky, kolíčky, fix, papír nebo čtvrtka.

d) Pracovní postup

1. Ustříhnete 18,5 m dlouhý kus motouzu a upevníte jej buď tak, aby byl celý napnutý (např. na chodbě), nebo po obvodu učebny (v rozích jej mohou držet židle).
2. Rozdělte se na 4 skupiny A–D. Každá skupina vytvoří cedulky popisující hlavní evoluční události včetně časového určení (viz tabulka) a rozmístí je pomocí kolíčků na „časové ose“.
3. Pozorujte poměry a zodpovězte otázky.

e) Zpracování pokusu

Bude-li délka ustřiženého motouzu po upevnění z obou stran cca 18,4 metru, jedná se o násobek čísla 4,6 (stáří Země v mld. let), což usnadňuje výpočet. Pak tedy

1m motouzu představuje přibližně let.

Díky tomu můžeme na naši pomyslnou osu ve správných poměrech umístit následující události:

skupina A	cca 4 600 000 000 let	vznik Země
skupina B	cca 4 000 000 000 let	nejstarší nalezené horniny
skupina C	cca 3 800 000 000 let	nejstarší známky možného života
skupina D	cca 2 000 000 000 let	eukaryotní buňky, atmosféra se plní O ₂
skupina A	cca 900 000 000 let	fosilie mnohobuněčných živočichů
skupina B	cca 510 000 000 let	fosilie ryb



skupina C	cca 460 000 000 let	suchozemské rostliny
skupina D	cca 375 000 000 let	objevují se obojživelníci
skupina A	cca 230 000 000 let	objevují se dinosauři
skupina B	cca 200 000 000 let	objevují se savci
skupina C	cca 160 000 000 let	objevují se ptáci
skupina D	cca 130 000 000 let	objevují se kvetoucí rostliny
skupina A	cca 65 000 000 let	vymírají dinosauři, rozmach savců
skupina B	cca 3 600 000 let	australopitéci
skupina C	cca 200 000 let	<i>Homo sapiens</i>
skupina D	cca 5 000 let	Mezopotámie

- Když se hovoří o evoluci, myslí se zpravidla „jen“ evoluce obratlovců od tzv. kambrické exploze před cca půl miliardou let. Srovnej však, po jak dlouhé období již na Zemi existoval život v podobě prokaryot (bakterie a archea).
- Dokážeš na časové ose určit polohu mezičlánku mezi
 - australopitékem a člověkem?
 - dinosaury a ptáky?
 - rybou a člověkem?
 - první buňkou a člověkem?

☞ Lze vyznačit „prvního“ člověka? Lze určit, kdo byl např. první Čech? Nebo první „kytarista“?

.....

.....

.....

.....

f) Závěr

Výsledkem úkolu by mělo být za prvé porozumění obrovské časové škále, kterou při úvahách o evoluci jednotlivých skupin musíme zohledňovat, a za druhé pochopení skutečnosti, že takzvané mezičlánky představují hodnoty časové, tj. intervaly mezi zkoumaným předkem a potomkem – NIKOLI střední hodnoty fenotypů předka a potomka!

Odpověď na otázku, kde se skrývají chybějící mezičlánky, tedy může znít:

.....

.....

.....

.....

.....

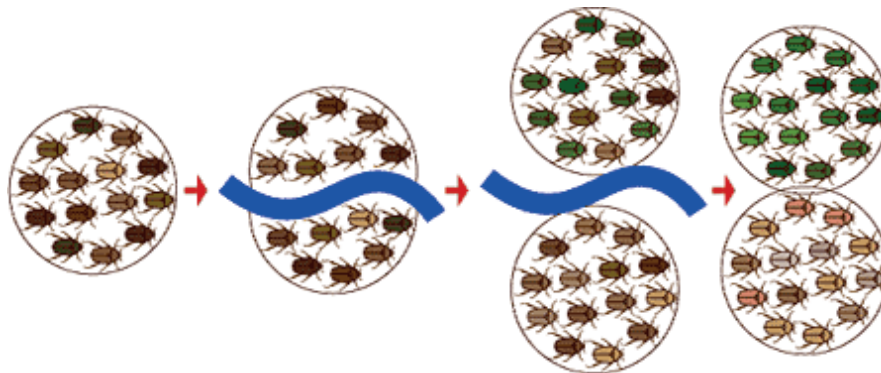


a) Úkol 2.

Modelování alopatrické speciace aneb Jak si dvě subpopulace přestávají „rozumět“ (princip divergence).

b) Výklad

Vznik nového druhu (speciace) je vlastně pozvolným vznikem takové populace pohlavně se rozmnožujících organismů, jejíž členové spolu navzájem sdílí jedinečnou evoluční historii, a z toho důvodu též jedinečné fenotypové i genetické znaky, umožňující jim využívat specifickou niku. Ilustrativním příkladem speciace je tzv. alopatrická speciace, popisující situaci, kdy vlivem geografické bariéry dojde k izolaci dílčí subpopulace. Ztráta „kontaktu“ následně vede ke genetické izolaci, tvorbě tzv. reprodukčně-izolačních mechanismů a ve výsledku nakonec ke vzniku dvou „nových“ druhů.

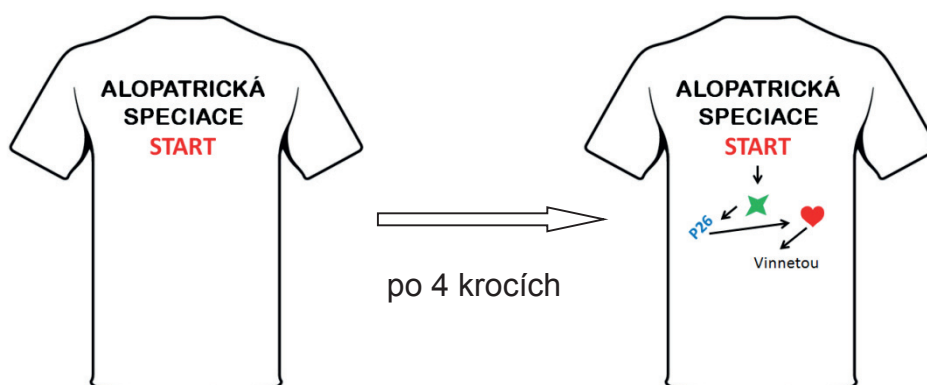


c) Pomůcky

Bílé tričko pro každého, barevné popisovače na textil (nejlépe několik sad, min. 2x).

d) Pracovní postup

1. Každý si vezme bílé tričko a po vzoru jmenovek na dresech sportovců si na záda popisovačem černou barvou napíše „Alopatrická speciace“ a pod to „START“.
2. V každém kroku „evoluce“ vybere jeden člen skupiny symbol (písmeno, slovo, číslo, obrázek apod.) a barvu a všichni si jej nakreslí. Za něj nakreslí černou šipku vyznačující směr času a pokračuj na další krok.
3. První čtyři kola hrají všichni, pak se určí skupina 5 žáků, kteří opustí učebnu a odejdou za dveře, či se izolují na opačném konci učebny (geografická bariéra). Obě skupiny samostatně pokračují v pokreslování triček dalších 20 kroků → simulace „oddělené“ evoluce a divergence dvou populací původně téhož druhu.
4. Geografická bariéra po delším evolučním čase zmizí. Obě subpopulace se setkávají – avšak nyní jsou již příliš rozdílné a tvoří dva různé druhy.





a) Úkol 3.

Poznáváme další mechanismy evoluce: Jak funguje genetický drift.

b) Výklad

Genetický drift neboli genetický posun je označení pro náhodné posuny ve frekvenci jednotlivých alel v genofondu populace. Principem genetického driftu je vlastně uplatnění historické náhody, přičemž platí, že v čím (početně) menší populaci působí, tím rychlejší efekt bude mít. Změny způsobené genetickým driftem mají silně kumulativní charakter a za příhodných podmínek mohou přebít i vliv přírodního výběru.

c) Pomůcky

Modely alel 1 a 2 – barevně odlišené knoflíky/kamínky / cokoli vhodného, 20 ks od každé; neprůhledný sáček/pytlík/taška.

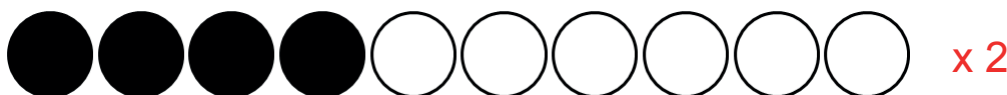
d) Pracovní postup

1. Do sáčku vložíme po 10 „kusech“ každé alely (10x A1 + 10x A2) tak, aby nám modeloval populaci s rovnovážným zastoupením obou alel (předpokládejme, že každá alela vlastně představuje jedince, který ji nese ve svém genomu).
2. Nyní se jedinci začnou množit. Ti, kterým se to podaří, budou reprodukovat alelu, kterou nesou.
3. Velikost populace musí zůstat stejná, tj. 20 jedinců/alel, reprodukce tedy bude spočívat v náhodném vybrání 10 alel a jejich „zkopírování“ do další generace:

Příklad: Dejme tomu, že alelu A1 představuje černé kolečko, zatímco alelu A2 kolečko bílé. Náhodné určení, kteří jedinci dostanou šanci zkopírovat svou alelu, představuje vylosování 10 koleček. Vytáhneme třeba



„Vítězné“ alely zkopírujeme a do pytlíku vložíme novou generaci, sestávající tentokrát nikoli z 10 A1 a 10 A2, nýbrž z 8 A1 a 12 A2:



4. Podstata driftu spočívá v náhodném vychýlení rovnováhy (nikoli 5:5, nýbrž jako zde 4:6), které ovlivní frekvenci alel v následné generaci, a tím vlastně i pravděpodobnou frekvenci alel ve všech generacích následujících. Čím početně menší je populace, tím méně času je potřeba pro fixaci jedné a vytlačení druhé alely.
5. Vytvoř takto 10 generací a popiš, k čemu v populaci v průběhu času dochází.

e) Zpracování pokusu

Generace	Alela 1	Alela 2
1.	10	10
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		



8.		
9.		
10.		

f) Závěr

Zamysli se nad tím, u kterých typů organismů se genetický drift bude z povahy věci (velikost populace) projevovat nejvíce a u kterých naopak nejméně. Dovedeš vymyslet příklad náhody, která by takto ovlivnila evoluci druhu?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

* Zdroj chybné interpretace mezičlánků viz <http://harunyahya.com/en/Books/4066/atlas-of-creation--/chapter/4423>.

** Model alopatrické speciace viz <http://evolution.berkeley.edu/evo101/VC1bAllopatric.shtml>.

*** Kresba Boženy Němcové podle http://cs.wikipedia.org/wiki/Bo%C5%BEena_N%C4%9Bmcov%C3%A1#mediaviewer/Soubor:Bo%C5%BEena_N%C4%9Bmcov%C3%A1_1850.jpg.

**** Kresba sedícího Býka podle <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/110014-nacelnik-siouxu-sedici-byk-znicil-kavalerii-general-a-custera/?mobileRedirect=off>.



Pracovní list pro pedagoga

Název: Příběh evoluce: představy o vzniku a vývoji života na Zemi

a) Úkol 1.

Modelování časové osy a principu mezičlánků: kde jsou?

b) Výklad

Jedním z nejznámějších argumentů proti Darwinově konceptu evolučního vývoje bylo tvrzení o tzv. chybějících mezičláncích, poukazující na zdánlivý nedostatek přechodných forem, které by přeměnu druhů dokumentovaly ve fosilním záznamu. S touto námitkou se lze setkat ještě dnes, vychází však z nepochopení vývojové povahy mezičlánku: ten si totiž nelze představovat jako aritmetický průměr dvou tělních plánů velmi vzdáleného předka a potomka (např. napůl ryba a napůl plaz).

Chápeme-li evoluci jako postupný historický vývoj neustále se větvící linie předek – potomek, pak mezičlánkem (prostředníkem mezi svými rodiči a potomky) je každý jedinec bez výjimky. Zásadní je přitom správné relativní chápání času – vnímání poměrové škály.

c) Pomůcky

Motouz, metr, nůžky, kolíčky, fix, papír nebo čtvrtka.

d) Pracovní postup

1. Ustříhnete 18,5 m dlouhý kus motouzu a upevníte jej buď tak, aby byl celý napnutý (např. na chodbě), nebo po obvodu učebny (v rozích jej mohou držet židle).
2. Rozdělte se na 4 skupiny A–D. Každá skupina vytvoří cedulky popisující hlavní evoluční události včetně časového určení (viz tabulka) a rozmístí je pomocí kolíčků na „časové ose“.
3. Pozorujte poměry a zodpovězte otázky.

e) Zpracování pokusu

Bude-li délka ustřiženého motouzu po upevnění z obou stran cca 18,4 metru, jedná se o násobek čísla 4,6 (stáří Země v mld. let), což usnadňuje výpočet. Pak tedy

1m motouzu představuje přibližně **250 milionů** let.

Díky tomu můžeme na naši pomyslnou osu ve správných poměrech umístit následující události:

skupina A	cca 4 600 000 000 let	vznik Země
skupina B	cca 4 000 000 000 let	nejstarší nalezené horniny
skupina C	cca 3 800 000 000 let	nejstarší známky možného života
skupina D	cca 2 000 000 000 let	eukaryotní buňky, atmosféra se plní O ₂
skupina A	cca 900 000 000 let	fosilie mnohobuněčných živočichů
skupina B	cca 510 000 000 let	fosilie ryb
skupina C	cca 460 000 000 let	suchozemské rostliny



skupina D	cca 375 000 000 let	objevují se obojživelníci
skupina A	cca 230 000 000 let	objevují se dinosauři
skupina B	cca 200 000 000 let	objevují se savci
skupina C	cca 160 000 000 let	objevují se ptáci
skupina D	cca 130 000 000 let	objevují se kvetoucí rostliny
skupina A	cca 65 000 000 let	vymírají dinosauři, rozmach savců
skupina B	cca 3 600 000 let	australopitéci
skupina C	cca 200 000 let	<i>Homo sapiens</i>
skupina D	cca 5 000 let	Mezopotámie

- Když se hovoří o evoluci, myslí se zpravidla „jen“ evoluce obratlovců od tzv. kambrické exploze před cca půl miliardou let. Srovnej však, po jak dlouhé období již na Zemi existoval život v podobě prokaryot (bakterie a archea).
- Dokážeš na časové ose určit polohu mezičlánku mezi
 - australopitékem a člověkem?
 - dinosaury a ptáky?
 - rybou a člověkem?
 - první buňkou a člověkem?

Mezičlánkem je v tomto jednorozměrném modelu každý jednotlivý organismus.

☞ Lze vyznačit „prvního“ člověka? Lze určit, kdo byl např. první Čech? Nebo první „kytarista“?

Nelze. Podobné „milníky“ (např. rod *Australopithecus* vs. *Homo*, druhy, ale třeba i hranice typu středověk – novověk) jsou vždy typem zpětné, historicky sjednané konvence. „První“ je ve skutečnosti označení pro interval, v němž se mění dostatečně charakteristické rysy systému.

Jedná se však o změnu relativní, vztaženou za (geologický) čas, nikoli platnou z generace na generaci.

f) Závěr

Výsledkem úkolu by mělo být za prvé porozumění obrovské časové škále, kterou při úvahách o evoluci jednotlivých skupin musíme zohledňovat, a za druhé pochopení skutečnosti, že takzvané mezičlánky představují hodnoty časové, tj. intervaly mezi zkoumaným předkem a potomkem – NIKOLI střední hodnoty fenotypů předka a potomka!

Odpověď na otázku, kde se skrývají chybějící mezičlánky, tedy může znít:

Mezičlánky především nevypadají jako zprůměrované tělní plány. Mezičlánkem je vlastně jakákoli živá bytost, neboť představuje spojník mezi svými rodiči a svými potomky.

V žádném případě si však mezičlánky nelze představovat tak, jak je vykresluje např. následující chybná ukázka.



„Fosilní nálezy ukazují, že imaginární bytosti z obrázku nikdy neexistovaly. Živé bytosti se ve fosilním záznamu objevují náhle, celistvé, se všemi svými rysy; a během svých životů tyto druhy neprocházejí vůbec žádnou změnou.“

Převzato z kreacionistického webu

<http://harunyahya.com/en/Books/4066/atlas-of-creation--/chapter/4423>

Uveď, kde všude jsou v tomto „argumentu“ špatné logické soudy a pokřivené výpovědi (ponechme přitom stranou, zda úmyslně, či z nevědomosti):

1. Fosilní nálezy nemohou ukazovat (= dokazovat), že něco neexistuje.
2. Slovo imaginární je tautologie: jsou-li imaginární, samozřejmě jsou neexistující.
3. Každá živá bytost je samozřejmě celistvý, fungující systém, nikoli nefunkční chiméra.
4. Směšování „života jedince“ a „délky existence druhu“, resp. nerozlišování ontogeneze a fylogeneze. Druhy nemají životy, nýbrž délku trvání, během které se mění. O životě hovoříme u konkrétních jedinců v rámci ontogeneze a během té samozřejmě k žádnému „evolučnímu přechodu“ nedochází.

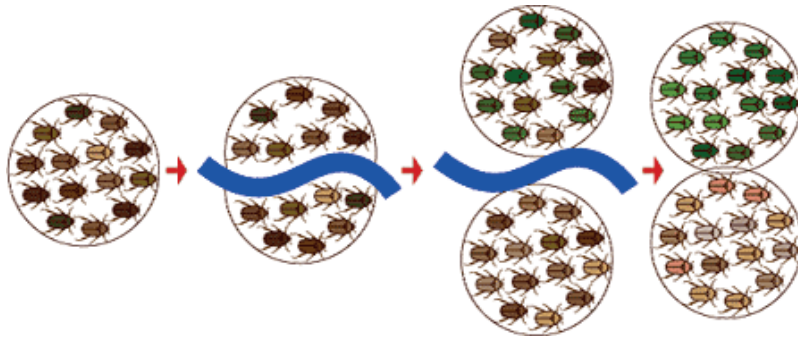


a) Úkol 2.

Modelování alopatrické speciace aneb Jak si dvě subpopulace přestávají „rozumět“ (princip divergence).

b) Výklad

Vznik nového druhu (speciace) je vlastně pozvolným vznikem takové populace pohlavně se rozmnožujících organismů, jejíž členové spolu navzájem sdílí jedinečnou evoluční historii, a z toho důvodu též jedinečné fenotypové i genetické znaky, umožňující jim využívat specifickou niku. Ilustrativním příkladem speciální události je tzv. alopatrická speciace, popisující situaci, kdy vlivem geografické bariéry dojde k izolaci dílčí subpopulace. Ztráta „kontaktu“ následně vede ke genetické izolaci, tvorbě tzv. reprodukčně-izolačních mechanismů a ve výsledku nakonec ke vzniku dvou „nových“ druhů.



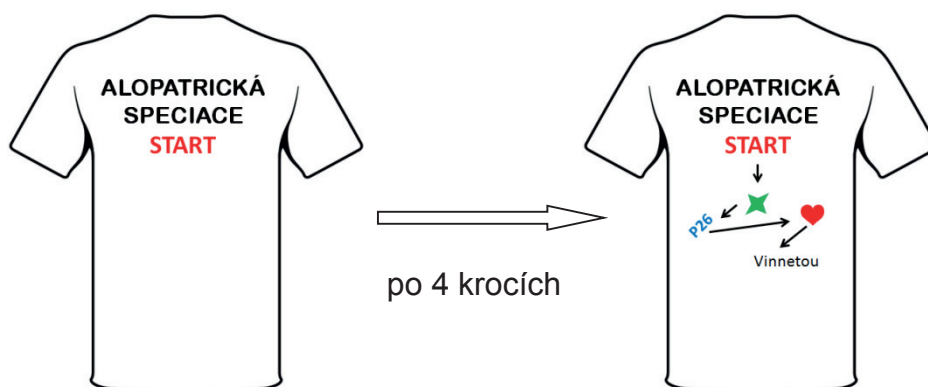
c) Pomůcky

Bílé tričko pro každého, barevné popisovače na textil (nejlépe několik sad, min. 2x).

d) Pracovní postup

1. Každý si vezme bílé tričko a po vzoru jmenovek na dresech sportovců si na záda popisovačem černou barvou napíše „Alopatrická speciace“ a pod to „START“.
2. V každém kroku „evoluce“ vybere jeden člen skupiny symbol (písmeno, slovo, číslo, obrázek apod.) a barvu a všichni si jej nakreslí. Za něj nakreslí černou šipku vyznačující směr času a pokračuj na další krok.
3. První čtyři kola hrají všichni, pak se určí skupina 5 žáků, kteří opustí učebnu a odejdou za dveře, či se izolují na opačném konci učebny (geografická bariéra). Obě skupiny samostatně pokračují v pokreslování triček dalších 20 kroků → simulace „oddělené“ evoluce a divergence dvou populací původně téhož druhu.

Geografická bariéra po delším evolučním čase zmizí. Obě subpopulace se setkávají – avšak nyní jsou již příliš rozdílné a tvoří dva různé druhy.



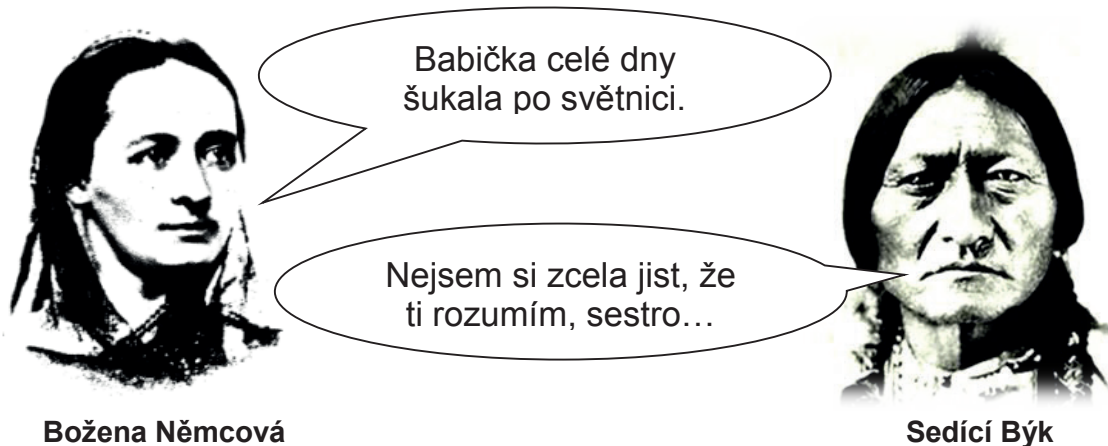


e) Zpracování pokusu

Dle pracovního postupu.

f) Závěr

Vznik nového druhu je charakteristický tím, že jednotlivé subpopulace získávají vlastní unikátní evoluční historii, v jejímž průběhu dochází k rozrůznění toho, jak tyto populace jako celek reagují na vlivy, jimž jsou vystaveny. Metaforicky lze hovořit o „ztrátě“ nebo naopak „nabytí“ (nového) kontextu. Podobný vývoj můžeme sledovat např. i v evoluci jazyků.



V souvislosti s tím se zamysli nad následujícími otázkami:

1. Proč často ztroskotají vztahy vedené dlouho „na dálku“?
2. Jak budou proces alopatrické speciace ovlivňovat migranti spojující obě populace?

1. Právě kvůli „divergenci“: oba partneři („systémy“) prožívají po rozdělení vlastní historii, díky níž hromadí unikátní „mutace“. Po delším čase jsou pak již navzájem nekompatibilní, protože každý funguje trochu jinak.

2. Migrace je důležitým jevem, který speciaci zpomaluje: migranti umožňují mezi oběma populacemi tzv. genový tok, tj. třebaže slabou, ale alespoň nějakou výměnu alel, díky čemuž dochází k jakémusi „promíchávání“.



a) Úkol 3

Poznáváme další mechanismy evoluce: Jak funguje genetický drift.

b) Výklad

Genetický drift neboli genetický posun je označení pro náhodné posuny ve frekvenci jednotlivých alel v genofondu populace. Principem genetického driftu je vlastně uplatnění historické náhody, přičemž platí, že v čím (početně) menší populaci působí, tím rychlejší efekt bude mít. Změny způsobené genetickým driftem mají silně kumulativní charakter a za příhodných podmínek mohou přebít i vliv přírodního výběru.

c) Pomůcky

Modely alel 1 a 2 – barevně odlišené knoflíky/kamínky/cokoli vhodného, 20 ks od každé; neprůhledný sáček/pytlík/taška.

d) Pracovní postup

1. Do sáčku vložíme po 10 „kusech“ každé alely (10x A1 + 10x A2), tak, aby nám modeloval populaci s rovnovážným zastoupením obou alel (předpokládejme, že každá alela vlastně představuje jedince, který ji nese ve svém genomu).
2. Nyní se jedinci začnou množit. Ti, kterým se to podaří, budou reprodukovat alelu, kterou nesou.
3. Velikost populace musí zůstat stejná, tj. 20 jedinců/alel, reprodukce tedy bude spočívat v náhodném vybrání 10 alel a jejich „zkopírování“ do další generace:

Příklad: Dejme tomu, že alelu A1 představuje černé kolečko, zatímco alelu A2 kolečko bílé. Náhodné určení, kteří jedinci dostanou šanci zkopírovat svou alelu, představuje vylosování 10 koleček. Vytáhneme třeba



„Vítězné“ alely zkopírujeme a do pytlíku vložíme novou generaci, sestávající tentokrát nikoli z 10 A1 a 10 A2, nýbrž z 8 A1 a 12 A2:



4. Podstata driftu spočívá v náhodném vychýlení rovnováhy (nikoli 5:5, nýbrž jako zde 4:6), které ovlivní frekvenci alel v následné generaci, a tím vlastně i pravděpodobnou frekvenci alel ve všech generacích následujících. Čím početně menší je populace, tím méně času je potřeba pro fixaci jedné a vytlačení druhé alely.
5. Vytvoř takto 10 generací a popiš, k čemu v populaci v průběhu času dochází.

e) Zpracování pokusu

Generace	Alela 1	Alela 2
1.	10	10
2.		
3.		
4.		



5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

f) Závěr

Zamysli se nad tím, u kterých typů organismů se genetický drift bude z povahy věci (velikost populace) projevovat nejvíce a u kterých naopak nejméně. Dovedeš vymyslet příklad náhody, která by takto ovlivnila evoluci druhu?

Tabulka: v ideálním případě by mělo dojít k „fixaci“ jedné z alel, tj. k úplnému zmizení jedné barvy. Pravděpodobnější však je, že dojde jen k mírnému vychýlení rovnováhy (např. 14:6 nebo pod.), neboť 10 generací je velmi málo i na tak malou populaci.

Otázky: Genetický drift se bude nejsilněji projevovat u druhů, které tvoří malé populace, tj. například u velkých savců jako jsou velké šelmy apod. Nejméně bude znatelný naopak v populacích relativně velkých, u nichž náhodná fixace alely není vzhledem k počtu jedinců tak jednoduchá a trvá velké množství generací.

Příklad: Dobře je to vidět právě na ohrožených druzích s malým počtem jedinců, kde náhodná smrt organismu (lovec, neštěstí), tj. fakt, že se nerozmnoží v další generaci, může značně ovlivnit složení genofondu.

- * Zdroj chybné interpretace mezičlánků viz <http://harunyahya.com/en/Books/4066/atlas-of-creation--/chapter/4423>.
- ** Model alopatrické speciace viz <http://evolution.berkeley.edu/evosite/evo101/VC1bAllopatric.shtml>.
- *** Kresba Boženy Němcové podle http://cs.wikipedia.org/wiki/Bo%C5%BEena_N%C4%9Bmcov%C3%A1#mediaviewer/Soubor:Bo%C5%BEena_N%C4%9Bmcov%C3%A1_1850.jpg.
- **** Kresba sedícího Býka podle <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/110014-nacelnik-siouxu-sedici-byk-znicil-kavalerii-general-a-custera/?mobileRedirect=off>.



Opakování

Název: Příběh evoluce: představy o vzniku a vývoji života na Zemi

Jméno:

1) Zopakuj si základní informace o evoluci. Rozhodni, zda platí či neplatí:

Evoluce je teorie pojednávající o vzniku života na Zemi.

ANO NE

Evoluce vede k pokroku, je charakteristická zvyšováním komplexity organismů.

ANO NE

Organismy se v evoluci snaží adaptovat svému prostředí.

ANO NE

Všechny znaky organismů jsou adaptacemi na něco.

ANO NE

Přírodní výběr optimalizuje potřeby organismu.

ANO NE

Evoluce a náboženství jsou vzájemně neslučitelné.

ANO NE

Teorie evoluce má vážné nedostatky, například existenci chybějících mezičlánků.

ANO NE

Evoluce je v podstatě stejně jako náboženství založena na víře.

ANO NE

Své odpovědi zdůvodněte ve vzájemné diskusi.





2) Proč se první propracovanější teorie o vývoji organismů objevily v historii až tak pozdě (19. stol.)? Byli snad dříve lidé „hloupější“?

Zkus na otázku odpovědět s přihlédnutím k následujícím informacím o průběžných představách lidí o stáří Země. Diskutujte jednotlivé epochy ve skupinách:

do 17. století (biblické datování)	do 6000 let
18. století (např. Buffon)	desítky tisíc let
19. století (např. lord Kelvin)	kolem 30 milionů let
1. pol. 20. století (po objevu radioaktivity)	1,5–3 miliardy let
2. pol. 20. století	4,6 miliardy let

.....

.....

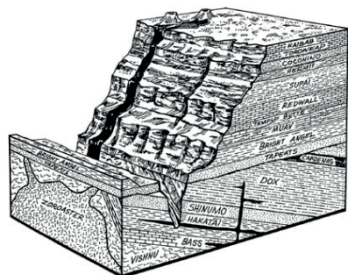
.....

.....

.....

Představám o vývoji organické hmoty musely nutně předcházet představy o vývoji hmoty neživé. Vědou, která tak v počátcích nejvíce ovlivnila vznik evoluční biologie, byla

Jejím nejvýznamnějším představitelem ve druhé polovině 19. století byl Angličan **Charles Lyell**, který prosazoval tehdy novou myšlenku, že povrch Země není výsledkem náhlých zvrátů, tzv. kataklyzmat (Cuvier), nýbrž výslednicí známých sil (voda, vítr, eroze), působících po dlouhá časová období. Při pohledu na takový Grand Canyon bylo zjevné, že potřebný čas musel být opravdu dlouhý...

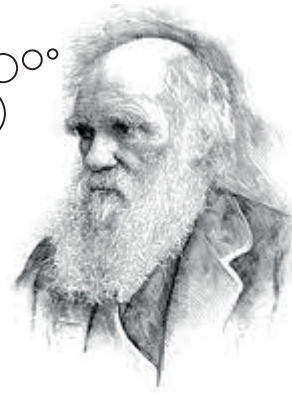
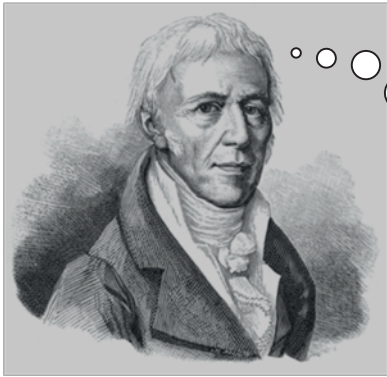


No jasně! Země musí být stará miliony let!





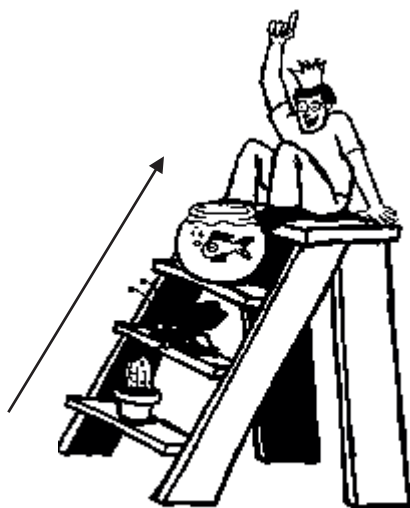
3) Lamarck vs. Darwin. V čem je rozdíl?



Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829)

Charles Robert Darwin (1809–1882)

má cíl	nikam cíleně nesměruje
orientovaný směrem k dokonalosti	adaptace jsou historická nahodilost
dá se zobrazit jako linie, žebřík	dá se zobrazit jako rozvětvlující se strom
jde o nutnou, spočítatelnou trajektorii	jde o předem nepredikovatelnou historii
evoluce by znovu běžela vždy stejně	evoluce je historie = pokaždé by byla jiná
věří na dědičnost získaných vlastností	věří na dědičnost získaných vlastností



špatně



správně

Na základě těchto rozdílů se pokus určit, které výroky jsou v souladu s Lamarckovou teorií vývoje (L), a které s Darwinovou (D). Odpovědi diskutujte ve skupině:



Podobně jako pro balistickou křivku i pro evoluci lze nalézt rovnici vývoje.	<input type="checkbox"/>
Výhodnost konkrétní adaptace určuje teprve prostředí, v němž se nachází.	<input type="checkbox"/>
Člověk vůbec vzniknout nemusel.	<input type="checkbox"/>
Druhy se neustále zdokonalují.	<input type="checkbox"/>
Adaptivní vlastnosti získané organismem se mohou dědit.	<input type="checkbox"/>
V evoluci hraje velkou roli náhoda.	<input type="checkbox"/>
Člověk je vrcholem evoluce.	<input type="checkbox"/>
Vymře-li nějaký druh, evoluce jej po čase opět vytvoří.	<input type="checkbox"/>
Důležitým faktorem evoluce je nadprodukce potomstva.	<input type="checkbox"/>
Mimo prostředí hrají v evoluci velkou roli i pohlavní partneři.	<input type="checkbox"/>

Proč myslíte, že i Darwin věřil na dědičnost získaných vlastností?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- * Schéma Grand Canyonu podle <http://ncse.com/book/export/html/3325>.
- ** Fotografie Ch. Lyella převzata z http://hu.wikipedia.org/wiki/Charles_Lyell.
- *** Kresba J.-B. Lamarcka převzata z http://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste_Lamarck.
- **** Kresba Ch. Darwina převzata z <http://www.ct-asachi.ro/news.php>.
- ***** Schémata evoluce podle <http://evolution.berkeley.edu/evosite/misconcepts/IBladder.shtml>



Opakování – řešení pro pedagoga

Název: Příběh evoluce: představy o vzniku a vývoji života na Zemi

1) Zopakuj si základní informace o evoluci. Rozhodni, zda platí či neplatí:

Evoluce je teorie pojednávající o vzniku života na Zemi.

ANO NE

Evoluce vede k pokroku, je charakteristická zvyšováním komplexity organismů.

ANO NE

Organismy se v evoluci snaží adaptovat svému prostředí.

ANO NE

Všechny znaky organismů jsou adaptacemi na něco.

ANO NE

Přírodní výběr optimalizuje potřeby organismu.

ANO NE

Evoluce a náboženství jsou vzájemně neslučitelné.

ANO NE

Teorie evoluce má vážné nedostatky, například existenci chybějících mezičlánků.

ANO NE

Evoluce je v podstatě stejně jako náboženství založena na víře.

ANO NE

Své odpovědi zdůvodněte ve vzájemné diskusi.





Evoluce je teorie pojednávající o vzniku života na Zemi.

Vzniku života se sice z principu dotýká též, primárně se ale zaměřuje na vývoj života v průběhu jeho vlastní existence. Neznalost počátku nevadí (viz fyzika a Velký třesk).

Evoluce vede k pokroku, je charakteristická zvyšováním komplexity organismů.

Evoluce především nikam „nevede“. Zvyšování komplexity je relativní, třeba parazité se ve svém vývoji „zjednodušují“. Evoluce nemá cíl, není orientovaná!

Organismy se v evoluci snaží adaptovat svému prostředí.

Organismy se samozřejmě snaží přežít, nikoli ale adaptovat v evolučním slova smyslu. V evoluci není žádná „vůle po pokroku“.

Všechny znaky organismů jsou adaptacemi na něco.

Tak tomu není. Řada znaků vyplývá pouze z historické povahy evoluce. Adaptační přístup nelze přeceňovat a přírodní výběr není jediným evolučním mechanismem.

Přírodní výběr optimalizuje potřeby organismu.

Přírodní výběr NIKDY neoptimalizuje (nevybírání nejlepší MOŽNÉ řešení). Vybírá nejlepší DOSTUPNÉ řešení. V tom je velký rozdíl.

Evoluce a náboženství jsou vzájemně neslučitelné.

Netolerantní propaganda. Evoluce a náboženství (bez ohledu na to, které ze zhruba 3000 existujících) jsou různými přístupy vidění světa, ne však neslučitelnými.

Teorie evoluce má vážné nedostatky, například existenci chybějících mezičlánků.

Manipulativní propaganda, překrucující povahu věci. Mezičlánky totiž NEVYPADAJÍ jako „prostřední“ formy dvou odlišných tělních plánů (napůl „to“ a napůl „ono“).

Evoluce je v podstatě stejně jako náboženství založena na víře.

Náboženská víra je založena na bezpodmínečném přijetí toho, co je mimo tento svět (transcendentno). Nelze ji kriticky zkoumat, nelze o ní pochybovat a měnit názory (buď věřím, či ne). Evoluce vychází z faktů pozorovaných v reálném světě, které lze podrobovat kritickému zkoumání (vědecká metoda). Srv. analogicky: *víra* ve skřítky vs. *víra* v gravitaci.



2) Proč se první propracovanější teorie o vývoji organismů objevily v historii až tak pozdě (19. stol.)? Byli snad dříve lidé „hloupější“?

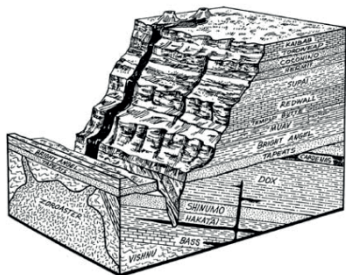
Zkus na otázku odpovědět s přihlédnutím k následujícím informacím o průběžných představách lidí o stáří Země. Diskutujte jednotlivé epochy ve skupinách:

do 17. století (biblické datování)	do 6000 let
18. století (např. Buffon)	desítky tisíc let
19. století (např. lord Kelvin)	kolem 30 milionů let
1. pol. 20. století (po objevu radioaktivity)	1,5-3 miliardy let
2. pol. 20. století	4,6 miliardy let

V podstatě až do poloviny 19. století se lidé domnívali, že Země je velmi mladá. Za takových okolností ovšem neexistoval důvod si myslet, že organismy by se mohly za tak krátký čas jakkoli změnit – odporovalo to empirické zkušenosti. Jakmile se však ukázalo, že Země je stará miliony až miliardy let a mění se i neživá příroda, nebyl důvod nepřemýšlet o tom, proč by se stejně nemohla „vyvíjet“ i příroda živá.

Představám o vývoji organické hmoty musely nutně předcházet představy o vývoji hmoty neživé. Vědou, která tak v počátcích nejvíce ovlivnila vznik evoluční biologie, byla **geologie**.

Její nejvýznamnějším představitelem ve druhé polovině 19. století byl Angličan **Charles Lyell**, který prosazoval tehdy novou myšlenku, že povrch Země není výsledkem náhlých zvrátů, tzv. kataklyzmat (Cuvier), nýbrž výslednicí známých sil (voda, vítr, eroze), působících po dlouhá časová období. Při pohledu na takový Grand Canyon bylo zjevné, že potřebný čas musel být opravdu dlouhý...

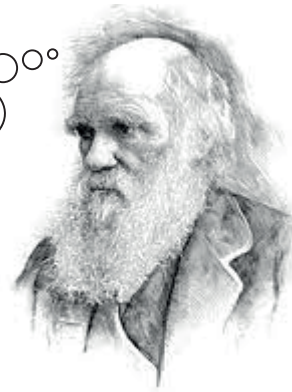
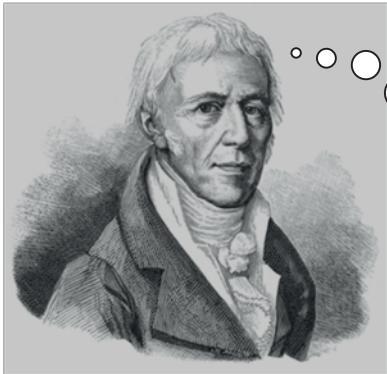


No jasně! Země musí být stará miliony let!





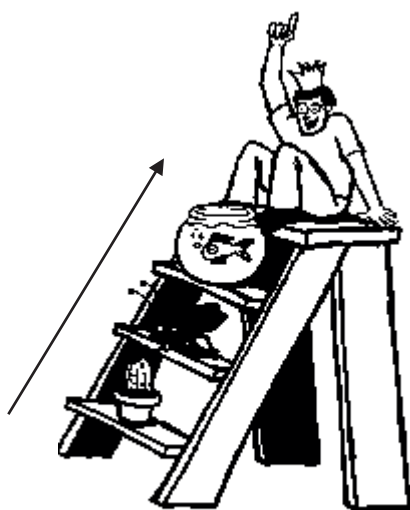
3) Lamarck vs. Darwin. V čem je rozdíl?



Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829)

Charles Robert Darwin (1809–1882)

má cíl	nikam cíleně nesměruje
orientovaný směrem k dokonalosti	adaptace jsou historická nahodilost
dá se zobrazit jako linie, žebřík	dá se zobrazit jako rozvětvlující se strom
jde o nutnou, spočitatelnou trajektorii	jde o předem nepredikovatelnou historii
evoluce by znovu běžela vždy stejně	evoluce je historie = pokaždé by byla jiná
věří na dědičnost získaných vlastností	věří na dědičnost získaných vlastností



špatně



správně

Na základě těchto rozdílů se pokus určit, které výroky jsou v souladu s Lamarckovou teorií vývoje (L), a které s Darwinovou (D). Odpovědi diskutujte ve skupině:



Podobně jako pro balistickou křivku i pro evoluci lze nalézt rovnici vývoje.	L
Výhodnost konkrétní adaptace určuje teprve prostředí, v němž se nachází.	D
Člověk vůbec vzniknout nemusel.	D
Druhy se neustále zdokonalují.	L
Adaptivní vlastnosti získané organismem se mohou dědit.	L + D
V evoluci hraje velkou roli náhoda.	D
Člověk je vrcholem evoluce.	L
Vymře-li nějaký druh, evoluce jej po čase opět vytvoří.	L
Důležitým faktorem evoluce je nadprodukce potomstva.	D
Mimo prostředí hrají v evoluci velkou roli i pohlavní partneři.	D

Proč myslíte, že i Darwin věřil na dědičnost získaných vlastností?

Tehdy jí věřili všichni. Nesmíme zapomínat, že Mendelova práce o povaze dědičnosti z šedesátých let zapadla a byla znovuobjevena až v roce 1900. Genetika vznikla ještě o pár let později. Badatelé 19. století tak o dědičnosti a jejích mechanismech neměli nejmenší ponětí. Rozvoj genetiky šel ruku v ruce s rozvojem cytologie a mikroskopických technik

- * Schéma Grand Canyonu podle <http://ncse.com/book/export/html/3325>.
- ** Fotografie Ch. Lyella převzata z http://hu.wikipedia.org/wiki/Charles_Lyell.
- *** Kresba J.-B. Lamarcka převzata z http://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste_Lamarck.
- **** Kresba Ch. Darwina převzata z <http://www.ct-asachi.ro/news.php>.
- ***** Schémata evoluce podle <http://evolution.berkeley.edu/eosite/misconcepts/IBladder.shtml>





Příběh evoluce: představy o vzniku a vývoji života na Zemi

Mgr. Josef Lhotský



www.otevrenaveda.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ