

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie



**Výuka zoologie na gymnáziu a její vliv na formování
evolučního myšlení studentů**

Bakalářská práce

Hana Kuchová - Breburdová

Školitel: Prof. Doc. RNDr. Zbyněk Roček. DrSc

Praha 2010

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně,
na základě uvedené literatury.

V Praze dne 27. 4. 2010

.....
Hana Kuchová - Breburdová

Na tomto místě bych chtěla poděkovat prof. Zbyňku Ročkovi za cenné odborné rady a připomínky, které přispěly ke vzniku této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat RNDr. Ivaně Růžkové z Centra pro zjišťování výsledků vzdělávání (CERMAT) za možnost prodiskutovat s ní metodiku dotazníkového šetření a doc. Věře Čížkové za poskytnutí literatury.

Abstrakt: Moje bakalářská práce se zabývá studiem podmínek, které by měly formovat evoluční myšlení budoucích vysokoškolských studentů. Cílem bakalářské práce je zjistit, zda zoologické poznatky získané studiem na středních školách (zejména s přihlédnutím k jejich výběru a způsobu výuky) jsou dostatečným základem pro osvojení evolučního způsobu myšlení. Klíčový je v bakalářské práci dotazník (test) pro studenty dvou vybraných státních gymnázií. Otázky v dotazníku jsem se snažila formulovat tak, aby byl student nucen projevit vlastní názor i znalosti, nikoliv jen objem naučené látky. Otázky byly uvedeny ve speciálním pořadí, některé byly „skryté“ zaměřeny na příčiny a principy evoluce, jiné lehce odváděly studentovu pozornost především z didaktického hlediska tak, aby student nepochopil přesný záměr tohoto dotazníku. Cílem bylo zjistit, do jaké míry se představy studentů přibližují obecně přijímané definici evoluce. Výsledky byly porovnány s podobnými výzkumy.

Klíčová slova: evoluce, definice evoluce, obecně akceptovaná definice evoluce, analýza učebnic, dotazník, gymnázium U Libeňského zámku, gymnázium Litoměřická, studenti 4. ročníků

Abstract: My thesis deals with the study of conditions that should shape the evolution of thinking of future college students. The aim of this work is to determine whether zoological knowledge gained by studying at secondary schools (especially with regard to their choice of a teaching method) is a sufficient basis for adopting an evolutionary way of thinking. For this thesis is questionnaire (test) for students of two selected state grammar schools. I tried to formulate the questions in such a way that the students were forced to express their own opinions and knowledge, not just learned facts of the subject matters. Questions were placed in a special order. Some were "hidden" focused on the causes and principles of evolution others slightly diverted student's attention, especially from the didactic point of view, so that students would not understand the exact intent of this questionnaire. The aim was to determine to what extent the ideas of students approximate to a generally accepted definition of evolution. The results were compared with similar studies.

Keywords: evolution, definition of evolution, generally accepted definition of evolution, analysis of textbooks, questionnaire, grammar school U Libeňského zámku, grammar school Litoměřická, 4th grade students

Obsah

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Úvod | 5 |
| 2 | Metodika | 6 |
| 2.1 | Sběr dat na gymnáziích | 6 |
| 2.1.1 | Definice evoluce, které jsem brala v úvahu..... | 7 |
| 2.1.2 | Obecně akceptovatelná definice | 8 |
| 2.2 | Vyhodnocování výsledků | 9 |
| 3 | Výsledky | 9 |
| 3.1 | Analýza učebnic..... | 9 |
| 3.1.1 | Analýza učebnice: Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček 2005)... | 9 |
| 3.1.2 | Analýza učebnice: Zoologie (Papáček 1997)..... | 11 |
| 3.2 | Výsledky dotazníkového šetření na gymnáziích | 12 |
| 3.2.1 | Dotazník..... | 13 |
| 3.2.2 | Správné řešení dotazníku | 15 |
| 3.2.2.1 | Výsledky z gymnázia U Libeňského zámku..... | 16 |
| 3.2.2.2 | Výsledky z gymnázia Litoměřická | 20 |
| 3.2.3 | Celkové výsledky dotazníkového šetření a závěr | 23 |
| 4 | Diskuse | 26 |
| 4.1 | Reakce studentů na dotazník..... | 26 |
| 4.2 | Porovnávání této práce s dalšími podobnými výzkumy | 29 |
| 5 | Závěr | 34 |
| 5.1 | Celkové zhodnocení dotazníkového šetření | 34 |
| 5.2 | Úprava dotazníku pro budoucí šetření (magisterská diplomová práce) | 35 |
| 6 | Seznam pramenů | 38 |
| 6.1 | Literatura..... | 38 |
| 6.2 | Další zdroje | 38 |

1 Úvod

Biologická evoluce je považována za ústřední organizující princip biologických věd a Americká asociace pro pokrok přírodních věd (The American Association for the Advancement of Science) ji zahrnuje mezi šest nejdůležitějších témat celé biologie. Moje bakalářská práce se zabývá studiem podmínek, které by měly formovat evoluční způsob myšlení budoucích vysokoškolských studentů. Podmínkami se v tomto smyslu míní charakter používaných učebnic a doplňující výklad učitele, případně mimoškolní aktivity studenta. Pod pojmem formování evolučního myšlení si představuji schopnost transformovat získávané popisné informace do podoby kauzálních vztahů (například zda křídlo ptáka a pětiprstá končetina mají společné rysy a proč, zda je fylogenetický systém živočichů tvořen pouze na základě klasifikace anatomických znaků nebo zda se při jeho tvorbě zohledňují ještě další okolnosti a které, zda je tento systém neměnný nebo zda se živočichové mohou měnit, proč už některé významné skupiny živočichů neexistují, zda je adaptace vlastnost nebo proces, proč a jak dochází k anatomickým specializacím apod.).

Cílem bakalářské práce je zjistit, zda zoologické poznatky získané studiem na středních školách (zejména s přihlédnutím k jejich výběru a způsobu výuky) jsou dostatečným základem pro osvojení evolučního způsobu myšlení. Například zda detailní charakteristiky jednotlivých taxonů zoologického systému mohou samy o sobě dovést studenta k pochopení toho, jak je fylogenetický systém konstruován, nebo jak se tyto taxony chovají v čase, případně jak vznikají.

Za tímto účelem jsem provedla rozbor několika středoškolských učebnic a snažila jsem se zjistit, jakou pozornost věnují tématice evoluce (zda se z nich studenti vůbec mohou dovědět co to je evoluce, zda je v nich věnována pozornost vymřelým skupinám, zda jsou vysvětlovány fylogenetické souvislosti mezi příbuznými skupinami živočichů a zda je zoogeografie vykládána ve vztahu ke změnám polohy kontinentů a tím i ke změnám klimatu).

Klíčový je v bakalářské práci dotazník (test) pro studenty dvou vybraných státních gymnázií. Otázky v dotazníku jsem se snažila formulovat tak, aby byl student nucen projevit vlastní názor i znalosti, nikoliv jen objem naučené látky. Cílem bylo zjistit, do jaké míry se jejich představy přibližují obecně přijímané definici evoluce. Protože se této problematice chci podrobněji věnovat v magisterské práci,

měl dotazník v rámci této bakalářské práce také ověřit „funkčnost“ otázek. Student by totiž neměl z formulace otázky vytušit, za jakým účelem je otázka kladena, tedy aby nebyl k odpovědi formulací otázky veden. Otázky byly uvedeny ve speciálním pořadí, některé byly „skrytě“ zaměřeny na příčiny a principy evoluce, jiné lehce odváděly studentovu pozornost především z didaktického hlediska tak, aby student nepochopil přesný záměr tohoto dotazníku. Samozřejmě mně zajímala i úloha učitele v tomto procesu a jeho názor na význam evolučního kontextu při výuce zoologie.

2 Metodika

Práce měla dvě hlavní a na sebe navazující etapy: sběr dat na gymnáziích a vyhodnocování výsledků. Snažila jsem se rovněž získat informace o tom, zda podobné šetření bylo prováděno také jinde, abych své výsledky mohla porovnávat a hodnotit v širším kontextu, žádné literární ani jiné informace jsem však nenašla.

2.1 Sběr dat na gymnáziích

V této etapě jsem stanovila jednu základní, obecně akceptovanou definici evoluce, ke které jsem později při vyhodnocování dotazníku jednotlivé odpovědi vztahovala, a sestavila dotazník z otázek, které by byly zaměřeny na evoluční myšlení studentů. Snažila jsem se určit rozsah a výběr zoologické látky vyučované na vybraných gymnáziích (konzultace s učiteli; analýza učebnic s ohledem na jejich evoluční obsah) a dotazníkem zjistit, zda gymnaziální studenti po absolvování výuky zoologie jsou schopni chápat získané zoologické poznatky v evolučním kontextu nebo zda jsou to pro studenty pouze izolovaná a pasivně absorbovaná fakta (vytvoření dotazníku; interpretace zjištěných skutečností).

Nejprve jsem se snažila vybrat nějakou obecně akceptovanou definici evoluce, na podkladě níž bych mohla výsledky jednotlivých odpovědí hodnotit. V praxi to znamenalo, že budu hodnotit odpovědi podle toho, do jaké míry se blíží této obecné definici evoluce. V žádném případě jsem nechtěla hodnotit jednotlivé definice, neboť to není tématem této práce.

2.1.1 Definice evoluce, které jsem brala v úvahu

- Biologická evoluce je dlouhodobý proces, během kterého se mění vlastnosti existujících druhů organismů, vznikají druhy nové a zanikají druhy staré (Flegr a kol., 2008).
- Change in the properties of populations of organisms that transcend the lifetime of a single individual (Futuyma, 1986). [Změny vlastností populací organismů, které přesahují délku života jednotlivce.]
- Change in the genetic material of a population of organisms through successive generations (Futuyma, 2005). [Změny genetického materiálu v populacích organismů během jejich generačního sledu.]
- Change in the frequency of alleles within a gene pool from one generation to the next (Curtisa a Barnes, 1989). [Změna frekvence alel v rámci genotypu z jedné generace na druhou.]
- Change in the hereditary characteristics of groups of organisms over the course of generations. From long-term perspective, evolution is the descent with modification of different lineages from common ancestors. From a short-term perspective, evolution is the ongoing adaptation of organisms to environmental challenges and changes (Futuyma a kol., 1997). [Změna dědičných vlastností skupin organismů v průběhu generací. V dlouhodobém výhledu je evoluce původ různých linií ze společných předků, spojený s modifikacemi. V krátkodobém výhledu je evoluce neustálá adaptace organismů na ekologické změny.]
- Evolution in sexually reproducing organisms consists of genetic changes from generation to generation in populations, from the smallest local deme to the aggregate of interbreeding populations in a biological species (Mayr, 2001). [Evoluce pohlavně se rozmnožujících organismů spočívá v genetických změnách, které probíhají z generace na generaci uvnitř populací - od nejmenšího místního demu až po soubor křížících se populací biologického druhu; překlad Z. Urban, 2009.]
- Descent with modification (Understanding Evolution, http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/0_0_0/evo_02; verze z 29.3.2010). [Přechod od jedné generace k následující, doprovázený změnou.]
- The process by which the genetic structure of populations changes over time (Lefers a Lab, <http://www.biochem.northwestern.edu/holmgren/Glossary/Definitions/>

Def-B/biological_evolution.html; verze z 6.3.2010). [Proces, během něhož se mění genetická struktura populací.]

- The changes in populations that are considered evolutionary are those that are inheritable via the genetic material from one generation to the next (Moran, 1993). [Změny v populacích, které jsou považovány za evoluční, jsou ty, které lze dědit z jedné generace na druhou prostřednictvím genetického materiálu.]
- Evolution is a process that results in heritable changes in a population spread over many generations (Drake a Walker, 2004). [Evoluce je proces, jehož výsledkem jsou dědičné změny v populaci, získávané během mnoha generací.]

2.1.2 Obecně akceptovatelná definice

Pro účely této práce jsem vybrala zjednodušenou Flegrovu (2008) definici, určenou pro gymnaziální studenty:

- **Evoluce je dlouhodobý proces, během něhož se mění vlastnosti organismů, vznikají druhy nové a zanikají druhy staré.**

Vycházela jsem jednak z předpokladu, že Flegrova metodická příručka je na gymnáziích učiteli používána a studenti by tudíž měli ve svých odpovědích na dotazníkové otázky znalost této definice projevit, jednak zahrnuje oba základní aspekty všech definic, které jsem uvedla výše: jsou to jednak změny v populacích organismů (není v této souvislosti důležité, zda si studenti uvědomují jejich genetickou podstatu nebo dokonce že se jedná o frekvence alel – důležité jsou změny v populacích), jednak o dlouhodobost (tedy že tento proces neprobíhá skokem z jedné generace na druhou, nýbrž že je to otázka mnoha generací). Třetí část definice, zmiňující vznik a zánik druhů, vyplývá z obou předchozích, ale je důležitá pro posouzení toho, zda si studenti uvědomují podstatu zoologického systému.

2.2 Vyhodnocování výsledků

Výsledky dotazníkového šetření (tedy odpovědi na otázky v dotazníku) jsem hodnotila podle toho, do jaké míry zahrnovaly různé aspekty obecně akceptované definice evoluce. Jestliže se alespoň část odpovědi shodovala s některým z aspektů této obecně akceptované definice evoluce, pak jsem ji hodnotila jako správnou (+). Jestliže jsem mezi odpovědí a touto obecnou definicí nenašla žádnou souvislost, pak jsem ji hodnotila jako nesprávnou (-). Jestliže byla odpověď zmatená a nedala se ohodnotit ani jako správná, ani jako nesprávná, hodnotila jsem ji jako indiferentní (0), protože mohla být ovlivněna nepochopením studenta, ale i mojí chybnou formulací otázky. Do výsledných grafů jsem ji však zahrnula, protože má význam pro posouzení kvality otázky. To se nakonec ukázalo jako užitečné při rozhodování, zda otázka byla formulována jasně (v maturitních třídách na ni studenti běžně odpovídali, v nematuritních třídách byla hodnocena jako indiferentní (viz obr. 1 až 9). Pro přehledné vyjádření výsledků odpovědí na jednotlivé otázky jsem použila sloupcové grafy.

Pro analýzu učebních pramenů, které byly pramenem pro tyto odpovědi, jsem provedla hodnocení dvou učebnic, podle kterých se běžně vyučuje zoologie na gymnáziích. Samozřejmě že učebnice nejsou pro studenta jediným zdrojem informací, stejně důležitý (mnohdy důležitější) je výklad učitele nebo rodinné prostředí, ve kterém je student veden k zájmu o zoologickou problematiku. Tyto aspekty jsem však do svého šetření nemohla zahrnout, jsem si však vědoma, že významně výsledky ovlivňují.

3 Výsledky

3.1 Analýza učebnic

3.1.1 Analýza učebnice: Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček 2005)

Učebnice je obsahově rozdělena do 6 základních kapitol:

a) Biologie prokaryot, rostlin a hub

Na začátku této kapitoly je uvedena stručná definice evoluce: „*V průběhu doby se organismy postupně mění - vyvíjejí se. Projevem toho je vývoj (evoluce) druhů*

a celé přírody“. Vymřelé skupiny jsou zmíněny spolu s definicí evoluce a je zde rozebrána jejich fylogeneze, jejich vlastnosti a charakteristické rysy v mnoha procesech, jsou zde vysvětleny i změny polohy kontinentů a měnící se klima, fytogeografické členění Země i České republiky.

b) Chromista a prvoci

Tato kapitola nemá žádnou informaci, kterou by studenti mohli spojit s evolucí, a je celá tvořena informacemi a popisy k jednotlivým kmenům.

c) Biologie živočichů

V této kapitole student již hned na začátku poznává vznik mnohobuněčnosti a tudíž i souvislosti mezi příbuznými skupinami živočichů. Velká pozornost je zde věnována starobylým skupinám a každý kmen má na konci výkladu stručný závěr, který obsahuje nejen základní charakteristiku, ale i poukazuje na již zmíněnou souvislost mezi příbuznými skupinami živočichů i s pohledem do budoucnosti (jak se daný kmen bude či nebude vyvíjet). Je veliká škoda, že tyto závěry nejsou aplikovány u kmene obratlovců i na třídy a popř. i podkmeny. Zmínky o evoluci jsou maximálně dvouřádkové a leckdy uvádějí jen dobu, ve které daní obratlovci žili. Kapitola je podrobně ilustrována a student si může povšimnout např. utváření ptačího zobáku v závislosti na způsobu získávání potravy, typy ptačích nohou (obrázek na str. 167) a může se tak zamyslet, jak k takovému jevu vlastně došlo. Kapitola obsahuje i části: III. Historický vývoj živočišné říše a IV. Evoluce orgánů a orgánových soustav živočichů. Zde mají studenti možnost se zamyslet nad celkovými souvislostmi a mohou si formovat vlastní představu evoluce. Kapitola zahrnuje i rozsáhlou část o biogeografii živočichů, zda si však studenti uvědomí souvislost biogeografie s evolucí není jisté.

d) Biologie a fyziologie člověka

Tato kapitola je zaměřená na evoluční vývoj člověka, orgánové soustavy člověka a genetiku.

e) Vybrané kapitoly z obecné biologie

Kapitola obsahuje vznik života na Zemi, evoluci prokaryot i biologickou evoluci. Biologická evoluce se zmiňuje z části o Darwinovi a jeho teorii přirozeného výběru i o typech evoluce, ale celková definice evoluce v této kapitole, dle mého názoru velice důležitá, zaniká v rozsáhlém textu a student střední školy ji nemá šanci postřehnout. Dále jsou zde zmíněny i jiné názory na evoluci.

f) Praktická část

Je zaměřena na praktické dovednosti studentů (laboratorní práce, testy).

Celkové hodnocení knihy (z hlediska informací o evoluci)

Knihy upřednostňuje nové pojmy a jejich správné definice, anatomii organismů a jejich metabolismus. V kapitolách je systém organismů uveden v pořadí probírané látky. Na začátku kapitoly není shrnutí jednotlivých vyvíjejících se kmenů, což ztěžuje studentovi souvislé sledování evoluce živočichů. Evoluce se ztrácí v podrobném textu. Studenti si, dle mého názoru, nemůžou odnést dostatečné znalosti o evoluci. Evoluce bude pravděpodobně pochopena jako definice jednotlivých pojmů typu: mikroevoluce, makroevoluce, a jako nejrůznější evoluční teorie. Řešením tohoto problému je, aby studenti čerpali informace i z jiných zdrojů (odborná a populární literatura, televize, rádio, internet), které by studentům mohl učitel sám doporučit.

3.1.2 Analýza učebnice: Zoologie (Papáček 1997)

Učebnice je obsahově rozdělena do 7 základních kapitol:

a) Úvod do biologie živočichů

Kapitola se zabývá zoologií jako vědou, zoologickými obory, charakteristickými znaky, vlastnostmi živočichů a porovnáním živočišné a rostlinné buňky. Termín evoluce je používán, ale není vysvětlen.

b) Systém a evoluce živočichů

Kapitola pojednává o hierarchicky uspořádaném zoologickém systému a o stručném přehledu základních skupin živočišné říše (prvoci, mnohobuněční živočichové, diblastika a triblastika). Kapitola má v názvu evoluci, ale její obsah evoluci nijak nevysvětluje. Chybí definice evoluce. Učebnice prezentuje systém jako přehled skupin živočichů, souvislost s fylogenezí není zmíněna.

c) Přehled fylogenetického systému živočichů

Kapitola obsahuje zmínku o praprvocích (Sarcomastigophora) pouze z anatomického hlediska. U kmene strunatců (Chordata) jsou uvedeny zmínky o výskytech v konkrétních geologických obdobích, charakteristiky evoluce jednotlivých skupin, fosilních nálezů, předků, fylogeneze apod. Stručnou evoluční charakteristiku (geologické období, fylogeneze, vývoj) mají jednotlivé třídy: paryby, ryby,

obojživelníci, ptáci, savci. Třída plazů obsahuje kapitolu o vymřelých druhohorních plazech i s obrázkovým doprovodem. Je uveden i celkový vývojový přehled orgánových soustav.

d) Historický přehled vývoje živočišné říše

Kapitola začíná od nejranějších organismů a heterotrofních prvoků, kdy se začínaly štěpit vývojové cesty organismů, a došlo k rozvoji fotosyntézy. Popisuje evoluci organismů a zmiňuje se o fylogenetických vztazích. Kapitola dává studentovi ucelený pohled na vývoj organismů.

e) Přehled životních funkcí živočichů (základní fyziologické děje)

Kapitola je zaměřená především na metabolické děje a funkce (např. osmoregulace, metabolismus, dýchání, termoregulace, atd.).

f) Chování živočichů

Kapitola obsahuje základy etologie a chování živočichů.

g) Živočichové a prostředí

Kapitola se zaměřuje na morfologické, fyziologické a etologické adaptace živočichů na různé typy prostředí. Charakterizuje základní jednotku evoluce, tj. populaci. Zabývá se i zoogeografií, ale nezmiňuje se o přirozeném výběru.

Celkové hodnocení knihy (z hlediska informací o evoluci)

Zmínky o evoluci obsahují jen některé kapitoly. Evoluce je dobře popsána v kapitole c) Přehled fylogenetického systému živočichů, kde je stručná evoluční charakteristika u každé třídy. Kapitola d) Historický přehled vývoje živočišné říše, se zabývá celkovým vývojem obratlovců od nejstarších forem až po současné.

3.2 Výsledky dotazníkového šetření na gymnáziích

Dotazník je uveden v kap. 3.2.1. Otázky č. 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10 a obrázek jsou zaměřeny na příčiny a charakteristiky evoluce a formulovány tak, aby z jejich znění nebyl tento záměr patrný. Zbývající otázky s evolucí nemají souvislost a jsou zařazeny proto, aby zamezily možné dedukci záměru dotazníkové akce z již zodpovězených otázek. Pořadí otázek je voleno tak, aby se otázky speciálně zaměřené na evoluci střídaly s otázkami doplňujícími. Odpovědi záměrně nebyly předdefinovány, a to z toho důvodu, aby student byl nucen projevit vlastní názor.

V případě výběru z předdefinovaných odpovědí vystává podle mého názoru riziko, že student projeví jen naučené znalosti, nikoliv vlastní názor. Cílem dotazníku bylo zjistit, do jaké míry se představy studentů o evoluci přibližují obecně přijímané definici evoluce, kterou jsem uvedla v kap. 2.1.2.

3.2.1 Dotazník

Biologické dotazníkové šetření na gymnáziích

Tento dotazník je anonymní, tzn. jeho výsledky neovlivní vaše prospěchové hodnocení (nebudou hodnoceny vaším učitelem). Dotazník slouží pouze jako podklad pro moji bakalářskou práci na Přírodovědecké fakultě UK a proto vás prosím, abyste své odpovědi formulovali co nejpravdivěji. Nezapomeňte na obrázek na druhé straně. Moc vám děkuji.

Hana Kuchová - Breburdová, obor učitelství biologie a zeměpisu

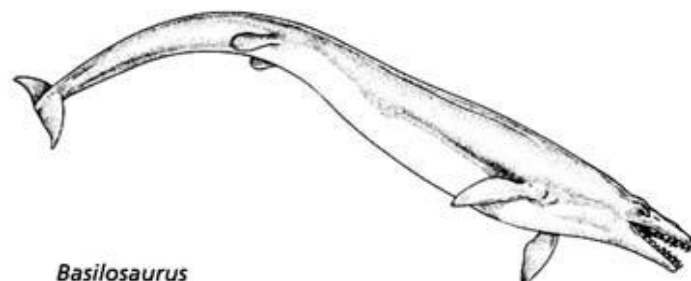
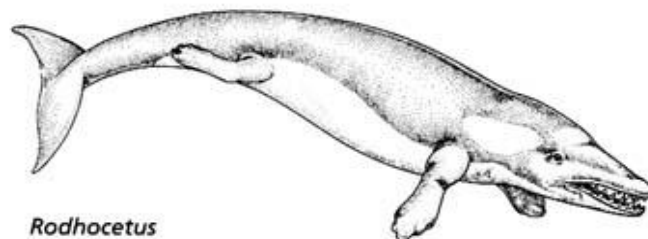
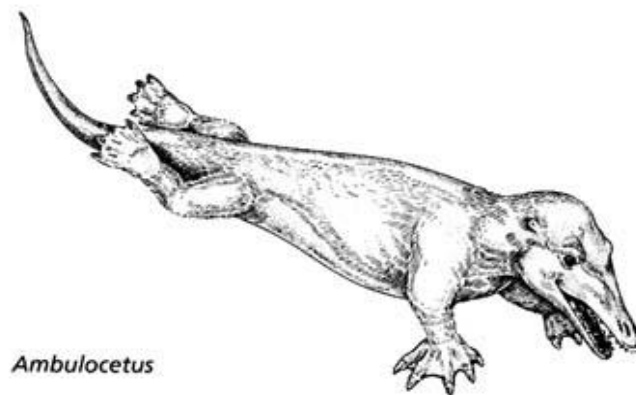
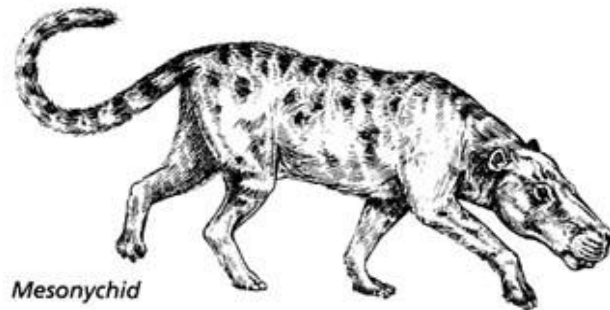
- Maturuji z biologie: **ano** x **ne** (správnou odpověď zakroužkujte)
- Zajímáš se o zoologii jen z povinnosti (školní látka) nebo si získáváš informace o zvířatech i z jiných zdrojů (např.: televize, internet, populární knihy):

ano x **ne** (správnou odpověď zakroužkujte)

1. Na základě jakého principu (tzn. podle čeho) byl vytvořen systém živočichů, který je uveden ve vaší učebnici zoologie?
2. Vyjádři stručnou formou nejdůležitější obecný poznatek, který jsi se z celého kurzu zoologie dozvěděl(a).
3. Co je příčinou biodiverzity (rozmanitosti živé přírody)?
4. Myslíš si, že člověk je dnes tvarově a velikostí stejný jako v době Karla IV. a pokud nikoliv, tak v čem je jiný?
5. Co je podle tvého názoru společné všem živým organismům (pokud je toho více, podtrhni to nejdůležitější).
6. Má zoologie nějakou souvislost s paleontologií (vědou o zvířatech existujících v minulosti) a jestliže ano, jakou?
7. Co je to přirozený výběr a jaká je jeho role?
8. Dozvěděl(a) jsi se z kurzu středoškolské biologie nějaký poznatek, který dokládá evoluci a jestliže ano, jaký?
9. Jsou znalosti o zvířatech důležité také pro ty, kteří budou mít technické nebo jakékoliv jiné nebiologické povolání a pokud ano, v čem?

10. Napiš vlastními slovy co nejstručnější definici pojmu „evoluce“.

- **Obrázek:** Co podle tvého názoru tento obrázek vyjadřuje (latinská jména nejsou důležitá)?



Pozn.: Mesonichus zaměněn za Mesonichida

Zdroj: National Academy of Science (1998)

3.2.2 Správné řešení dotazníku

- Otázka č. 1

Očekávala jsem jednoznačnou odpověď - *fylogeneze*.

- Otázka č. 2

Účelem této otázky bylo zastříh hlavní cíl dotazníkové akce. Každý student by ji měl zodpovědět jinak, protože se jedná o věc názoru. Otázka nebyla zahrnuta do následujícího hodnocení.

- Otázka č. 3

V odpovědi na tuto otázku by měl student projevit vědomí existence přírodního výběru, adaptací, populací, evoluce, změn genetické informace, a rozmanitost DNA a genotypu.

- Otázka č. 4

Otázka byla opět zařazena za účelem odvedení pozornosti studenta od cíle dotazníkové akce. Správná odpověď je, že člověk ve 14. století byl mnohem menší a dožíval se nižšího věku.

- Otázka č. 5

Student by si měl vybavit evoluci, adaptaci organismů na prostředí, dědičnost a genetickou informaci jako základní vlastnosti všech živých organismů.

- Otázka č. 6

Tato otázka byla formulována tak, aby si student uvědomil souvislost mezi zoologií a paleontologií. Jde o porovnávání a hledání podobností mezi organismy vyhynulými a recentními na základě fosilních nálezů (hmatatelné doklady evoluce).

- Otázka č. 7

Student měl charakterizovat přirozený výběr, jako proces, který upřednostňuje výhodné změny genetické informace (např. mutace) a potlačuje nevýhodné genetické informace; důsledkem je získání nejvýhodnějšího genotypu, který zajišťuje, že přežívají jen nejlépe adaptovaní.

- Otázka č. 8

Tato otázka zjišťovala, do jaké míry znají studenti fosilní nálezy („zkameněliny“) a zda znají i přechodné formy obratlovců jako *ichthyostega*, *archaeopteryx* apod.

- Otázka č. 9

Otázka opět měla pouze odvést pozornost a pro dotazníkové šetření je nevýznamná, nebyla proto zahrnuta do následujícího hodnocení.

- Otázka č. 10

Cílem této otázky bylo zjistit, zda studenti mají představu, co to je evoluce nebo její různé aspekty. Zjednodušená definice evoluce je: dlouhodobý proces, během něhož se mění vlastnosti organismů, vznikají druhy nové a zanikají druhy staré. Otázka byla hodnocena jako správná, i když se odpovědi studentů pouze dotkly některých částí této definice.

- Otázka k obrázku

Zde si měl žák uvědomit sekundární návrat savců do vody. Obrázek znázorňuje evoluční původ velryb, které se postupně vyvinuly ze suchozemských savců a adaptovaly se k životu ve vodě. Student si měl všimnout horizontální pozice ocasní ploutve, kterou se odlišují kytovci od ryb.

3.2.2.1 Výsledky z gymnázia U Libeňského zámku

Od 1. září 2009 probíhá na gymnáziu (viz webové stránky <http://www.gulz.cz>) výuka podle Školního vzdělávacího programu (ŠVP). ŠVP vychází z Rámcového vzdělávacího programu pro čtyřletá gymnázia. Studenti si mohou zvolit ze dvou studijních variant: varianta A má zvýšenou hodinovou dotaci výuky cizích jazyků (biologie jako povinný předmět s dvouhodinovou dotací v 1. a 4. ročníku, ve 2. a 3. ročníku je dotace tříhodinová), varianta B je zaměřená na informatiku a programování (biologie jako povinný předmět s dvouhodinovou dotací). U obou variant je zachována tradiční skladba předmětů vyučovaných na gymnáziu. Ve třetím a čtvrtém ročníku si studenti vybírají z pestré škály volitelných předmětů, např. výběrový seminář anglického jazyka, dějiny umění, dějiny divadla a filmu, matematický, fyzikální, biologický, společenskovední, dějepisný, chemický seminář atd., s dvouhodinovou dotací týdně.

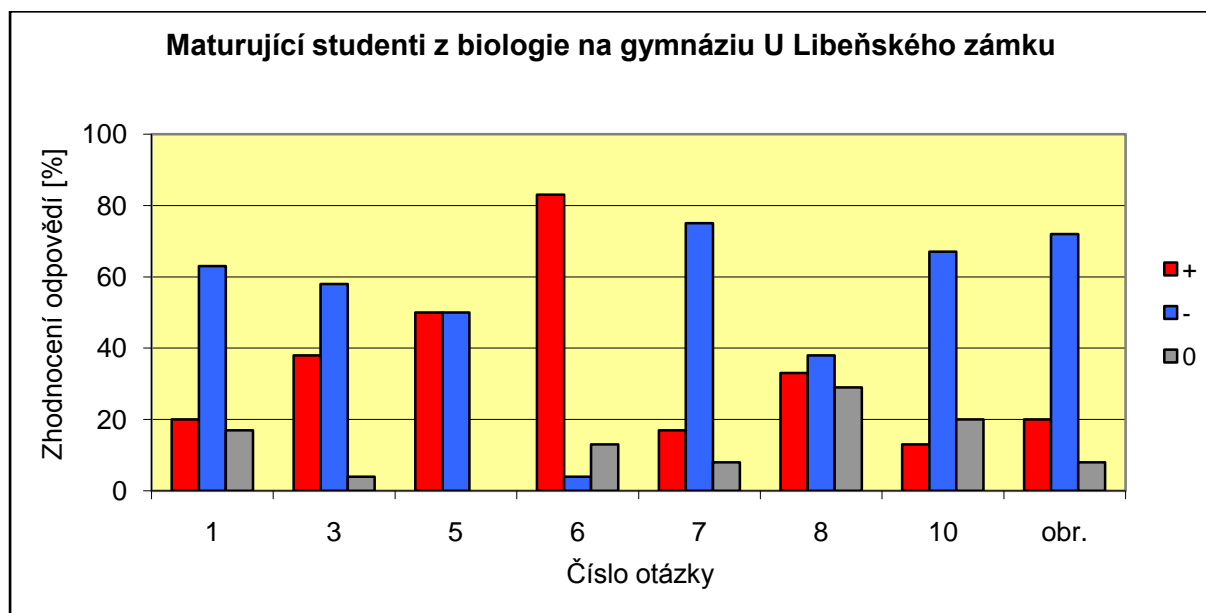
Dotazník vyplňovaly celkem čtyři třídy, studenti čtvrtých ročníků. Jedna třída byla zaměřena na variantu B a zbylé tři třídy na variantu A a zároveň měly (ve většině případů) volitelný biologický seminář, který měl sloužit jako příprava studentů na maturitu z biologie a na přijímací zkoušky na VŠ.

Školní vzdělávací program (ŠVP) na gymnáziu Litoměřická a Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP-G) na gymnáziu U Libeňského zámku (týkající se evoluce) mi obě gymnázia poskytly, ale nemohu je porovnat a zveřejnit, protože se nejedná se o veřejný dokument.

Legenda ke grafům: **Dobře zodpovězené otázky (+)**
Špatně zodpovězené otázky (-)
Neurčitě zodpovězené otázky (0)

Pozn.: Třídy gymnázií jsou hodnoceny dohromady (v jednom obr.).

Obrázky č. 1 až 9 obsahují grafy s relativními hodnotami (v %), doplňující tabulky č. 1 až 9 k obrázkům č. 1 až 9 obsahují absolutní hodnoty (v počtech studentů).

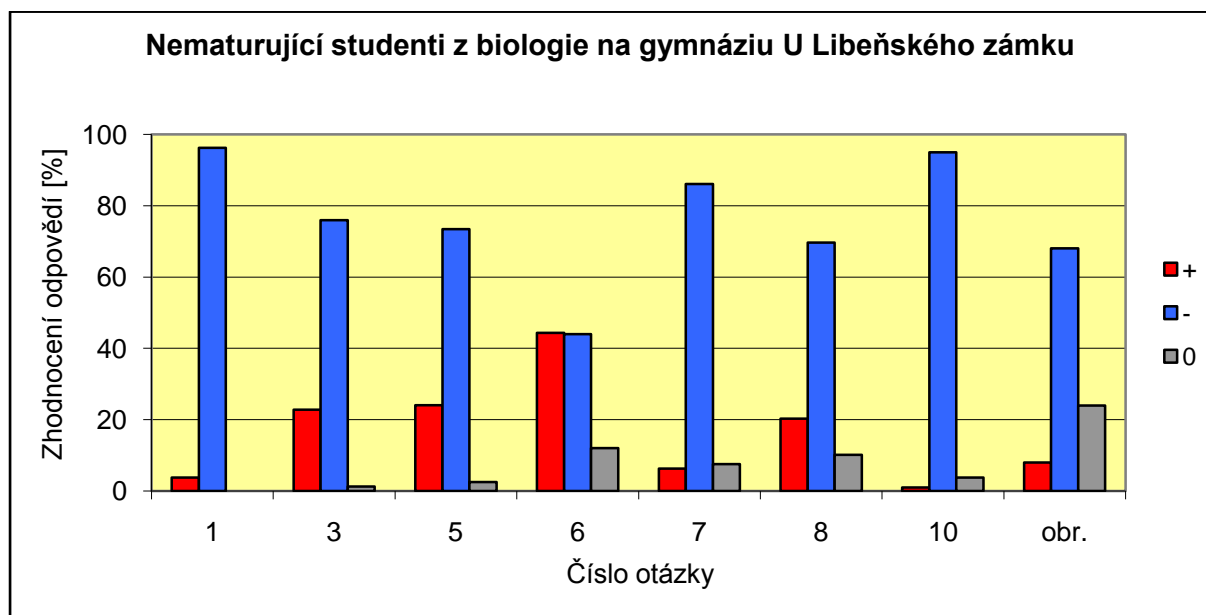


Obr. 1 Procentuální zhodnocení odpovědí maturujících studentů gymnázia U Libeňského zámku maturujících (studenti se aktivně účastní volitelného biologického semináře).

| Maturující studenti z biologie na gymnáziu U Libeňského zámku (24 studentů) | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|---|----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 5 | 9 | 12 | 20 | 4 | 8 | 3 | 5 |
| - | 15 | 14 | 12 | 1 | 18 | 9 | 16 | 17 |
| 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | 2 | 7 | 5 | 2 |

Tab. 1 Odpovědi studentů gymnázia U Libeňského zámku maturujících z biologie.

Na gymnáziu U Libeňského zámku maturuje z biologie 24 studentů. Jedná se o studenty s nejlepšími výsledky. Studenti si jsou vědomi významu fylogeneze (otázka č. 1), umí dobře definovat biodiverzitu, chápou souvislost mezi zoologií a paleontologií v evolučním kontextu, přirozený výběr jim byl nepřesně vysvětlen učitelem (poznatek z mé náslechové praxe). Několik studentů dobře definovalo evoluci a správně rozpoznalo podstatu obrázku.

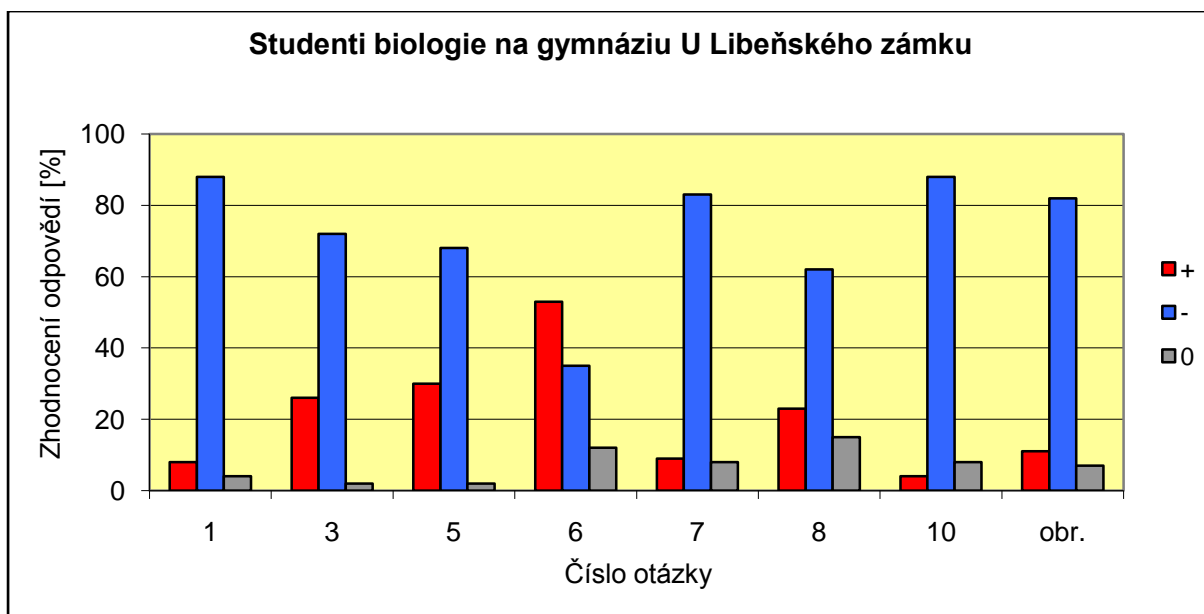


Obr. 2 Procentuální zhodnocení odpovědí studentů gymnázia U Libeňského zámku nematurujících z biologie (biologie jen jako povinný předmět, bez semináře).

| Nematurující studenti z biologie na gymnáziu U Libeňského zámku (79 studentů) | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 3 | 18 | 19 | 35 | 5 | 16 | 1 | 6 |
| - | 76 | 60 | 58 | 35 | 68 | 55 | 75 | 68 |
| 0 | 0 | 1 | 2 | 9 | 6 | 8 | 3 | 5 |

Tab. 2 Odpovědi studentů gymnázia U Libeňského zámku nematurujících z biologie.

Na gymnáziu U Libeňského zámku nematuruje z biologie 79 studentů. Z porovnání obr. 1 a 2 je patrné, že studenti biologicky zaměřeni si evoluci uvědomují mnohem lépe než studenti jiných zaměření. Nicméně i studenti nebiologicky zaměřeni si uvědomují souvislost zoologie a paleontologie a evoluční spojitost mezi fosíliemi a dnešními živočichy. Ostatní otázky byly zodpovězeny hůře než u maturujících studentů.



Obr. 3 Procentuální zhodnocení odpovědí studentů gymnázia U Libeňského zámku (maturujících studentů z biologie s volitelným biologickým seminářem i studentů, kteří nematurují z biologie a mají pouze biologii jako povinný předmět, bez volitelného biologického semináře).

| Studenti biologie na gymnáziu U Libeňského zámku (103 studentů) | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 8 | 27 | 31 | 55 | 9 | 24 | 4 | 11 |
| - | 91 | 74 | 70 | 36 | 86 | 64 | 91 | 85 |
| 0 | 4 | 2 | 2 | 12 | 8 | 15 | 8 | 7 |

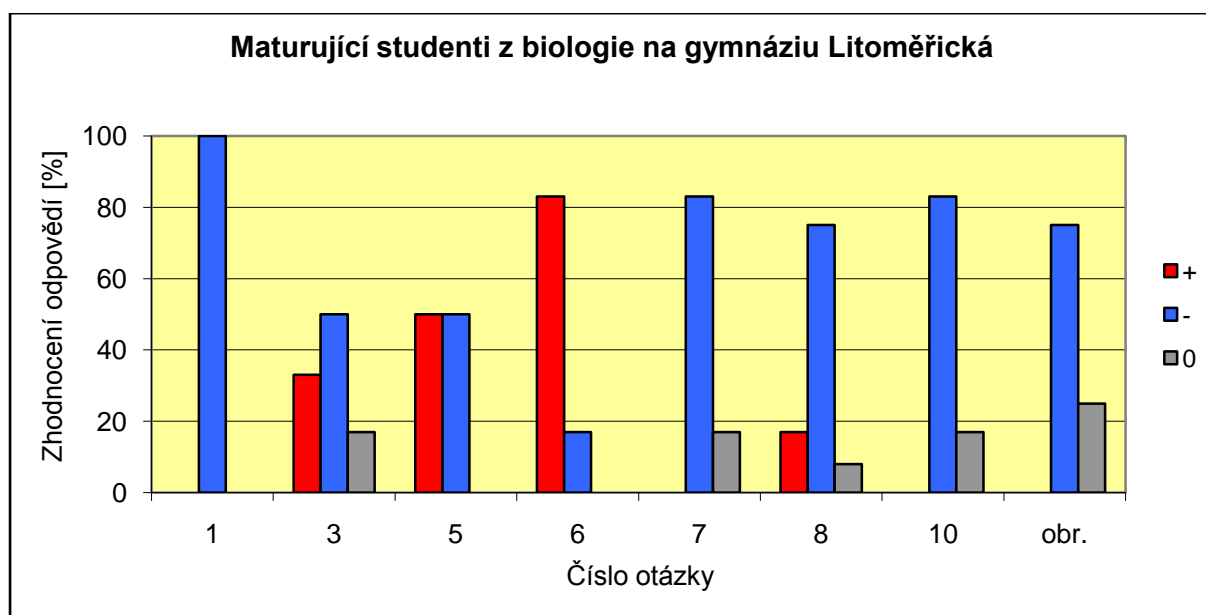
Tab. 3 Odpovědi studentů gymnázia U Libeňského zámku (maturujících z biologie i těch, kteří mají biologii pouze jako volitelný předmět, bez semináře).

Na gymnáziu U Libeňského zámku studuje biologii 103 studentů. Celkové hodnocení gymnázia se velice blíží mému předpokladu. Většina studentů má představu o významu fosílií, umí si odůvodnit biodiverzitu, znají důležité znaky společné všem živým organismům a pochopili spojitost mezi zoologií a paleontologií. Obecné definici evoluce se ale přiblížilo jen málo studentů. Neporozumění smyslu obrázku možná způsobila skutečnost, že studenti pravděpodobně nepoznali velrybu.

3.2.2.2 Výsledky z gymnázia Litoměřická

Studium na gymnáziu (viz webové stránky <http://www.gymlit.cz>) je buď čtyřleté se všeobecným zaměřením, nebo dobíhající osmileté se zaměřením na přírodní vědy a nově zavedené osmileté studium podle školního vzdělávacího programu. Důraz je kladen zejména na světové jazyky, informační technologie a přírodovědné předměty. V osmiletém studiu má biologie dvouhodinovou dotaci v 1., 2., 3., 4., 5. a 8. ročníku a v 6. a 7. ročníku má tříhodinovou dotaci, popř. i více (3+1). V čtyřletém studiu je biologie zastoupena ve všech ročnících stejně, dvěma hodinami týdně. Gymnázium se snaží u studentů rozvinout jejich schopnost samostatně uvažovat, jednat, podněcovat iniciativnost a flexibilitu. V posledních dvou letech studia si studenti volí z volitelných předmětů a ze seminářů tak, aby si dále rozšiřovali znalosti.

Dotazník vyplňovaly celkem čtyři třídy, tři čtvrté ročníky všeobecného zaměření a jedna osmiletá třída se zaměřením na přírodní vědy.

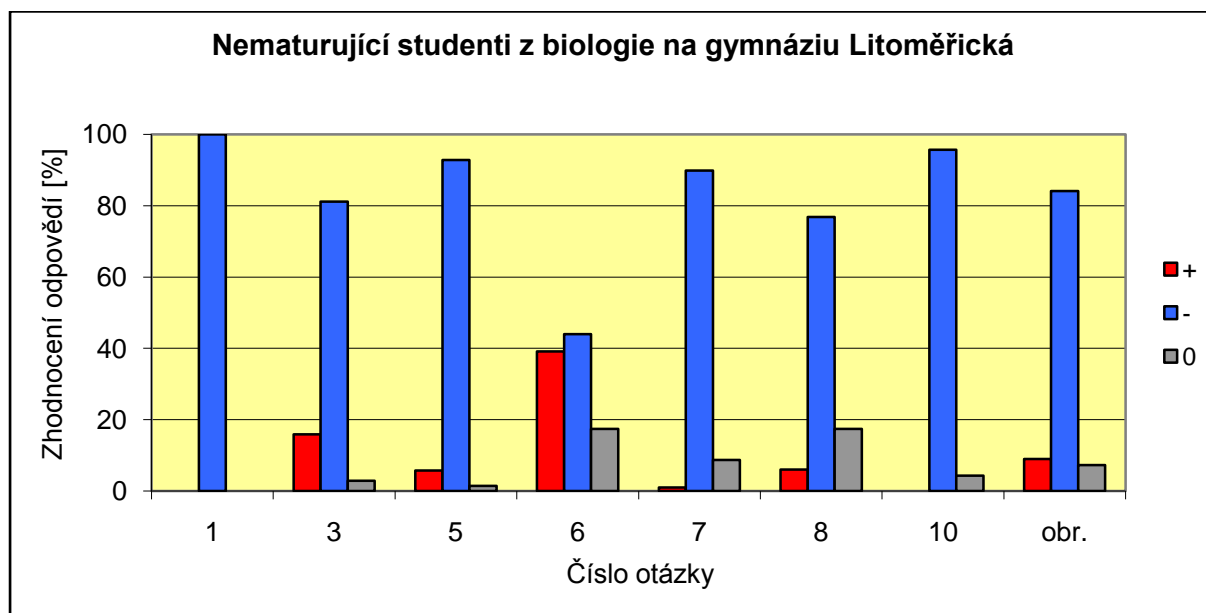


Obr. 4 Procentuální zhodnocení odpovědí studentů gymnázia Litoměřická maturujících z biologie (většina studentů se aktivně účastní volitelného biologického semináře).

| Maturující studenti z biologie na gymnáziu Litoměřická (12 studentů) | | | | | | | | |
|--|----|---|---|----|----|---|----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 0 | 4 | 6 | 10 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| - | 12 | 6 | 6 | 2 | 10 | 9 | 10 | 9 |
| 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 3 |

Tab. 4 Odpovědi studentů gymnázia Litoměřická maturujících z biologie.

Na gymnáziu Litoměřická maturuje z biologie 12 studentů. Studenti nemají vůbec ponětí o fylogenezi, nepochopili podstatu systému živočichů, podle kterého se biologii po celou dobu studia učí. Přirozený výběr ani systém živočichů studenti nedokázali správně definovat. Většina studentů si uvědomuje evoluční souvislost zoologie a paleontologie.

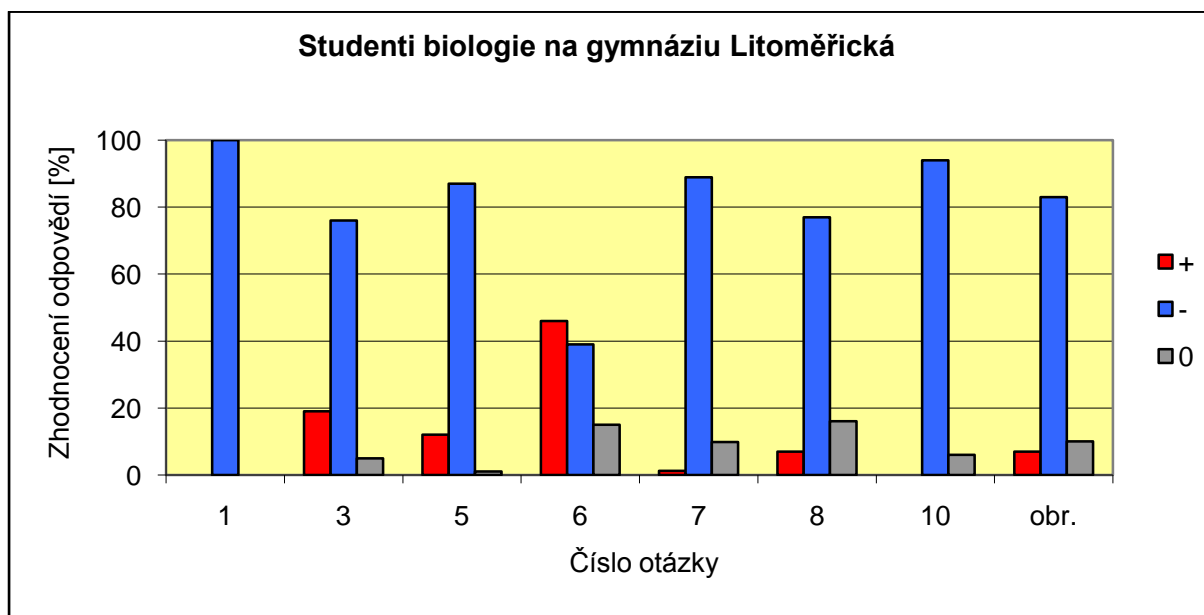


Obr. 5 Procentuální zhodnocení odpovědí studentů gymnázia Litoměřická nematurujících z biologie (biologie jen jako povinný předmět).

| Nematurující studenti z biologie na gymnáziu Litoměřická (69 studentů) | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 0 | 11 | 4 | 27 | 1 | 4 | 0 | 6 |
| - | 69 | 56 | 64 | 30 | 62 | 53 | 66 | 58 |
| 0 | 0 | 2 | 1 | 12 | 6 | 12 | 3 | 5 |

Tab. 5 Odpovědi studentů gymnázia Litoměřická nematurujících z biologie.

Na gymnáziu Litoměřická nematuruje z biologie 69 studentů. Studenti nemají téměř tušení o evoluci. Sice pochopili souvislost mezi zoologií a paleontologií a význam fosilií, ale neumí si třeba představit genetickou informaci jako jednu ze základních vlastností všech živých organismů. I přesto šest studentů poznalo obrázek (evoluce kytovců) a jeden student správně odpověděl na otázku č. 7, která se zabývala přirozeným vývojem.



Obr. 6 Procentuální zhodnocení odpovědí studentů gymnázia Litoměřická (maturujících studentů z biologie s volitelným biologickým seminářem i studentů, kteří nematurují z biologie, biologii mají pouze jako povinný předmět, bez volitelného biologického semináře).

| Studenti biologie na gymnáziu Litoměřická (81 studentů) | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 0 | 15 | 10 | 37 | 1 | 6 | 0 | 6 |
| - | 81 | 62 | 70 | 32 | 72 | 62 | 76 | 67 |
| 0 | 0 | 4 | 1 | 12 | 8 | 13 | 5 | 8 |

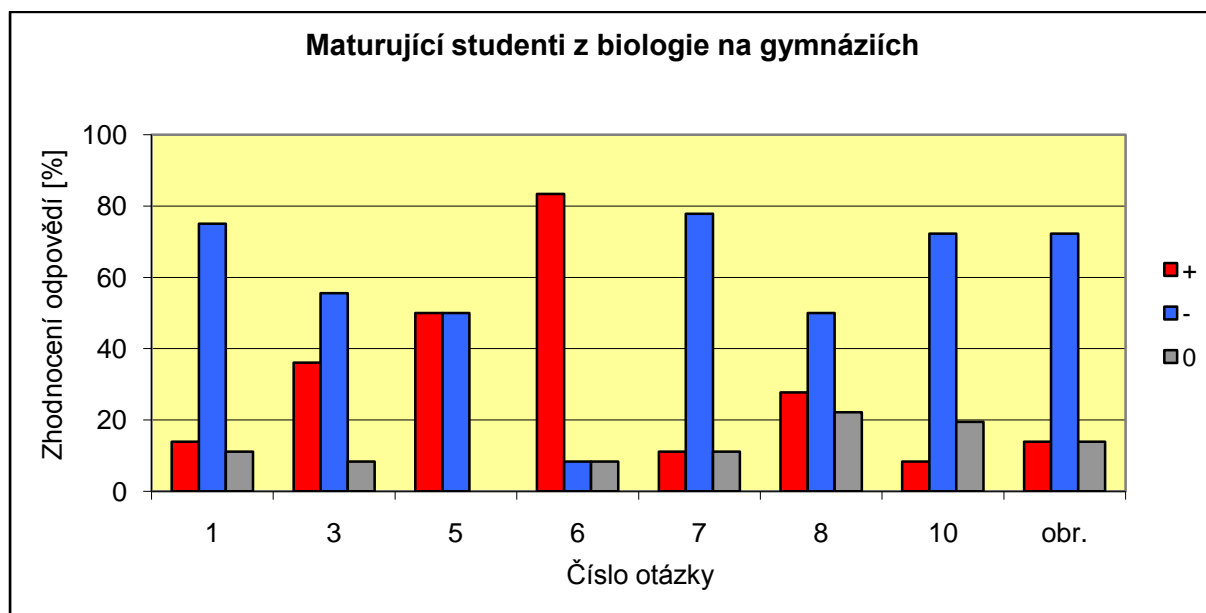
Tab. 6 Odpovědi studentů gymnázia Litoměřická (maturujících z biologie i těch, kteří mají biologii pouze jako volitelný předmět, bez semináře).

Na gymnáziu Litoměřická studuje biologii 81 studentů. Studenti si uvědomují příčinu biodiverzity a souvislost mezi zoologií a paleontologií na základě podobnosti recentních a fosilních organismů. Bohužel studenti nepochopili systém fylogeneze,

podle kterého se učí na gymnáziu z učebnice (viz kap. 3.1.1 a 3.1.2). Je zajímavé, že studenti, kteří nematurují z biologie, mají převahu kladných odpovědí v otázce č. 7 a část studentů zodpověděla otázku na obrázek (evoluce kytovců) správně na rozdíl od maturujících studentů, kteří nemají ani v jedné otázce kladnou odpověď. Při porovnání studentů gymnázia U Libeňského zámku a gymnázia Litoměřická (obr. 1 až 3) jsou neznalosti studentů na gymnáziu Litoměřická z hlediska evoluce mírně vyšší.

3.2.3 Celkové výsledky dotazníkového šetření a závěr

Pozn.: Obě gymnázia jsou hodnoceny dohromady (v jednom obr.).



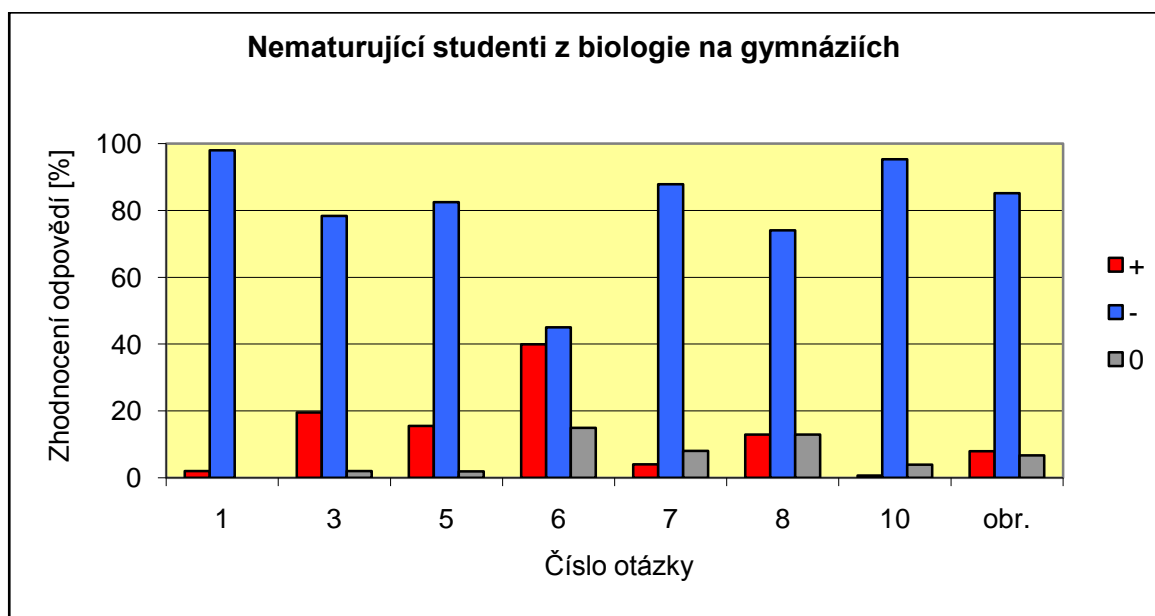
Obr. 7 Procentuální zhodnocení odpovědí studentů obou gymnázií maturujících z biologie.

| Maturující studenti z biologie na gymnáziích (36 studentů) | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 5 | 13 | 18 | 30 | 4 | 10 | 3 | 5 |
| - | 27 | 20 | 18 | 3 | 28 | 18 | 26 | 26 |
| 0 | 4 | 3 | 0 | 3 | 4 | 8 | 8 | 5 |

Tab. 7 Odpovědi studentů obou gymnázií maturujících z biologie.

Na obou gymnáziích celkem maturuje z biologie 36 studentů. Nejvyšší jistota studentů je v porozumění biodiverzitě, v chápání genetické informace a evoluce jako

základních vlastností všech živých organismů a ve fosilních nálezích, jako hmotné důkazy evoluce. Uvědomují si souvislost dnešních živočichů s vymřelými živočichy.

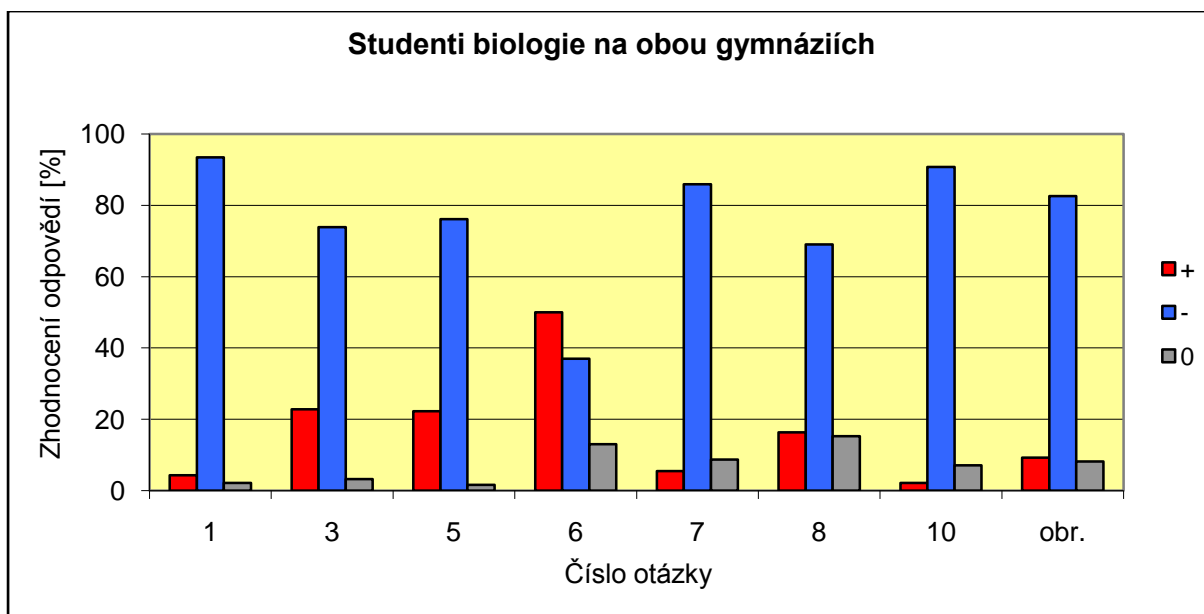


Obr. 8 Procentuální zhodnocení odpovědí studentů obou gymnázií nematurujících z biologie.

| Nematurující studenti z biologie na gymnáziích (148 studentů) | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 3 | 29 | 23 | 62 | 6 | 20 | 1 | 12 |
| - | 145 | 116 | 122 | 65 | 130 | 108 | 141 | 126 |
| 0 | 0 | 3 | 3 | 21 | 12 | 20 | 6 | 10 |

Tab. 8 Odpovědi studentů obou gymnázií nematurujících z biologie.

Celkem z biologie nematuruje 148 studentů. Studenti nematurující z biologie jen částečně rozumí biodiverzitě, ale uvědomují si evoluční souvislost mezi vymřelými a dnešními živočichy (na základě fosilních nálezů).



Obr. 9 Procentuální zhodnocení odpovědí studentů obou gymnázií (maturujících z biologie i těch, kteří mají biologii pouze jako volitelný předmět, bez biologického semináře).

| Studenti biologie na gymnáziích (184 studentů) | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|
| otázka | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | obr. |
| + | 8 | 42 | 41 | 92 | 10 | 30 | 4 | 17 |
| - | 172 | 136 | 140 | 68 | 158 | 126 | 167 | 152 |
| 0 | 4 | 6 | 3 | 24 | 16 | 28 | 14 | 15 |

Tab. 9 Odpovědi studentů obou gymnázií (maturujících z biologie i těch, kteří mají biologii pouze jako volitelný předmět).

Celkem studuje na obou gymnáziích nějakou formou biologii 184 studentů. Část studentů dokázala vysvětlit příčinu biodiverzity a genetickou informaci a evoluci považuje za základní vlastnosti všech živých organismů. Studenti biologicky zaměřeni si evoluci uvědomují mnohem lépe než ostatní studenti. Většina studentů si uvědomuje evoluční souvislost vymřelých a dnešních živočichů.

Při rozdávání dotazníků studentům jsem neměla možnost být přítomna, ale předpokládám, že všichni studenti měli při jejich vyplňování stejné podmínky a že jim učitel neprozradil záměr dotazníkové akce. Otázky byly pravděpodobně formulované dobře a byly srozumitelné, protože se nevyskytla jediná, na kterou bych nedostala předvídatelnou odpověď. Někteří studenti od sebe pravděpodobně opisovali, při

opravování dotazníků jsem našla více odpovědí se stejnou chybou v několika po sobě následujících dotaznících.

4 Diskuse

4.1 Reakce studentů na dotazník

Míru obtížnosti otázek jsem hodnotila tak, že když jeden student dobře pochopil otázku a správně na ni odpověděl, byl to signál, že by správnou odpověď měli znát i ostatní studenti. V těchto případech jsem proto odpovědi hodnotila poměrně přísně, tzn., jakmile neodpovídaly předpokládaným požadavkům, hodnotila jsem je jako špatné.

V úvodu testu byly dvě zjišťovací otázky. První se týkala maturity, druhá zjišťovala, zda se studenti zajímají o biologii jen z povinnosti, nebo zda si získávají informace i z jiných zdrojů. Na druhou otázku nešlo jednoznačně odpovědět ano/ne, protože otázka měla dvojí odpověď. Tato chyba ovšem neměla západnější význam, protože dotazníky byly tříděny podle toho, zda student maturuje z biologie či nikoliv a druhá otázka byla spíše doplňující.

- **Otázka č. 1**

Často se opakovaly tyto chybné či nepřesné odpovědi: systém živočichů v učebnici zoologie ... je na základě vývoje (příčemž „vývoj“ nebyl blíže specifikován); ... od nejprimitivnějších organismů po nejsložitější a vše je zakončeno člověkem; ... na základě vývojové chronologie; ... podle taxonomie; podle Linného; ... podle paleontologie (příčemž student tím vyloučil recentní organismy); ... podle podobnosti, atd. Tyto odpovědi jsem nemohla uznat, protože správnou odpověď, že systém zoologie je založen na fylogenezi, uvedli studenti na gymnáziu U Libeňského zámku, sice v malém počtu, nicméně na otázku odpověděli správně. Otázka byla tedy dobře formulovaná, a proto se domnívám, že vztah fylogeneze a zoologického systému studenti neznají. Na gymnáziu Litoměřická tuto otázku správně nezodpověděl jediný student.

- **Otázka č. 2**

Otázka byla určena k zastření hlavního tématu dotazníkového šetření a studenti na ni mohli odpovědět zcela odlišně. Nebyla zahrnuta do celkového hodnocení.

- Otázka č. 3

Jako správnou odpověď jsem uznávala nejrůznější aspekty obecně akceptované definice evoluce, tedy jakoukoliv její část. Hodně studentů však odpovídalo, že příčinou biodiverzity jsou měnící se přírodní podmínky, což nikterak nesouvisí se změnou genetické informace ani s evolucí. Dále Tuto otázku zodpověděli i dva studenti ztotožňující se s kreacionisty, podle kterých má na biodiverzitu vliv Bůh.

- Otázka č. 4

Otázka byla opět určena k zastření hlavního cíle dotazníkového šetření. S jedinou výjimkou zodpovědělo všech 183 studentů tuto otázku správně.

- Otázka č. 5

Odpovědi na tuto otázku se značně různily. Studenti často zmiňovali reflexy, metabolismus, buněčné složení, rozmnožování, definice živých soustav a vzduch (tyto odpovědi jsme neuznávala) než na evoluci, genetickou informaci, dědičnost a adaptaci organismů na dané prostředí, které jsem uznávala jako správné.

- Otázka č. 6

Studenti si dokázali uvědomit podobnost mezi dnešními a vyhynulými organismy (na základě fosílií). Tato otázka měla nejvyšší zastoupení kladných odpovědí a hodnotím ji jako nejúspěšnější otázku v celém dotazníku.

- Otázka č. 7

Přirozený výběr by studenti měli chápat jako mechanismus, kterým probíhá evoluce, jedná se o selekci nejschopnějších jedinců (nejúspěšnějšího genotypu), vybírá prospěšné mutace a potlačuje nevýhodné mutace. Studentům je ale přirozený výběr představován jako „nejsilnější přežije“ a proto jej chápou jako selekci jedinců na základě fyzických sil, ne jako výměr z rozmanitosti genetické informace. Během náslechové praxe na gymnáziu U Libeňského zámku byl studentům přirozený výběr definován jako: „nejsilnější jedinec přežije“, v tomto případě se jedná o nepřesnost ve výkladu učitele, který tuto látku špatně vysvětlil, a proto na tuto otázku odpovědělo mnoho studentů nesprávně.

- Otázka č. 8

Tato otázka se zaměřovala na fosilní nálezy. Studenti ale pravděpodobně otázku nepochopili, protože odpovědi byly velice často stejné jako u otázky na obrázek (tj. přechod savců z vody na souš). Patrně byli tímto obrázkem chybně

ovlivnění. Dále studenti uváděli ontogenetický vývoj, vývoj rodu Homo a „vznik člověka z opice“. Tyto odpovědi jsem neuznávala za správné, protože nebyly úplně jasně srozumitelné a někdy byly hodnoceny jako neurčité (v obr. 1 až 9 jako sloupec 0 v grafu). Přesto někteří studenti odpověděli správně, dva z nich dokonce uvedli archeopteryxe jako přechodnou formu mezi plazy a ptáky.

- Otázka č. 10

Nejčastější odpověď studentů na tuto otázku byla jednoslovně „evoluce“, kterou nelze uznat za správnou. Jen pár studentů se pokusilo o hlubší charakteristiku evoluce jako je např. ... evoluce je postupný proces v čase; ... evoluci ovlivňuje přirozený výběr; ... evoluci ovlivňují mutace a genetický drift; ... evoluce je změna dědičné informace v populaci v dlouhém časovém období. Studenti si uvědomují, že evoluce není skoková, nýbrž se jedná o postupný proces v delším časovém období. Jejich znalosti ale nezahrnují změnu genetické informace v populaci. Tuto otázku zodpověděli (kostrbatě, ale správně) celkem 4 studenti. Neúplně ji pak zodpovědělo 16 studentů, kteří se alespoň částečně ke správně odpovědi přiblížili. Ostatní odpovědi typu evoluce, postupný vývoj, vývoj v čase apod. jsem nemohla uznat za správné, protože tyto odpovědi jsou příliš neurčité a není zřejmé, zda si pod nimi student představuje něco konkrétního. Domnívám se, že slovo „evoluce“ jako odpověď na tuto otázku i na otázku č. 3 někteří studenti opsali z otázky č. 8, kde je slovo „evoluce“ obsaženo již v zadání. Tato odpověď není proto moc důvěryhodná.

- Obrázek

Obrázek byl ve většině případů pochopen úplně špatně. Například někteří studenti z obrázku vyčetli vznik savců přechodem z vodního prostředí na souš. Jen málo studentů poznalo sekundární návrat savců zpět do vody. Obrázek byl pravděpodobně zadán špatně, měl obsahovat české názvy (suchozemský obratlovec, velryba), nikoliv latinské (Mesonichus, Basilosaurus). Studenti nejsou schopni poznat velrybu či delfína, pravděpodobně si nevěšili horizontální ocasní ploutve, a proto na otázku odpověděli špatně.

4.2 Porovnávání této práce s dalšími podobnými výzkumy

Bylo by velmi zajímavé porovnat výsledky mého dotazníkového šetření s výsledky jiných podobných šetření. Šetření, jejichž cílem bylo zjistit míru porozumění evoluci a jejím principům, bylo provedeno několik (hlavně v USA), na rozdíl od mého šetření však byly výsledky kumulativní (tzn., že výsledky z různých škol byly brány jako jediný soubor) a že nebyly brány v úvahu výukové zdroje (v mém případě hlavně zmíněné analyzované učebnice). Pro srovnání jsem vybrala dvě šetření, zajímavá především z hlediska metodiky.

První z nich (Baumgartner a Duncanová, 2009) je zajímavá především formou kladených otázek. Otevřeně se v nich přiznává, že jde o výzkum, který souvisí s evolucí. Mému pojetí se nejvíce blíží otázky typu: „Napiš tři slova, která se ti vybaví v souvislosti s přirozeným výběrem“. I v tomto případě je odpověď na studentovi, je však omezená na tři slova a proto její hodnocení není příliš obtížné. V některých případech jsou odpovědi předdefinovány a student je má pouze zakroužkovat. Např. na otázku „Na co působí přirozený výběr“ lze odpovědět: ... na jedince; ... na populaci; ... na všechny živočichy s výjimkou člověka; ... na všechny organismy; ... na nic; ... nevím. Třetí typ otázek se soustřeďuje na reakci studenta na určité tvrzení. Např. na tvrzení „Přirozený výběr je nejlépe ověřenou příčinou diverzity života na Zemi“ lze odpovědět: ... naprosto nesouhlasím; ... nesouhlasím; ... nejsem si jistý; ... souhlasím; ... naprosto souhlasím. Kompletní dotazník Baumgartnera a Duncanové je uveden na obr. 10.

Dotazníkové šetření Nadelsona a Southerlandové (2010) bylo zaměřeno na vysokoškolské pregraduální studenty. Tím je dáno i to, že je tématicky poněkud užší a soustřeďuje se pouze na makroevoluci (např. na otázky vzniku druhů). Předcházela mu šetření, která se zabývala mikroevolucí (např. přirozeným výběrem nebo genetickým driftem) a hlavním cílem autorů bylo sledovat vývoj schopností porozumět makroevoluci. Za tímto účelem vypracovali dotazník, nazvaný Measure of Understanding Macroevolution (MUM), který zahrnoval 27 otázek s předdefinovanými odpověďmi a jednu otázku, na kterou student odpovídal volně.

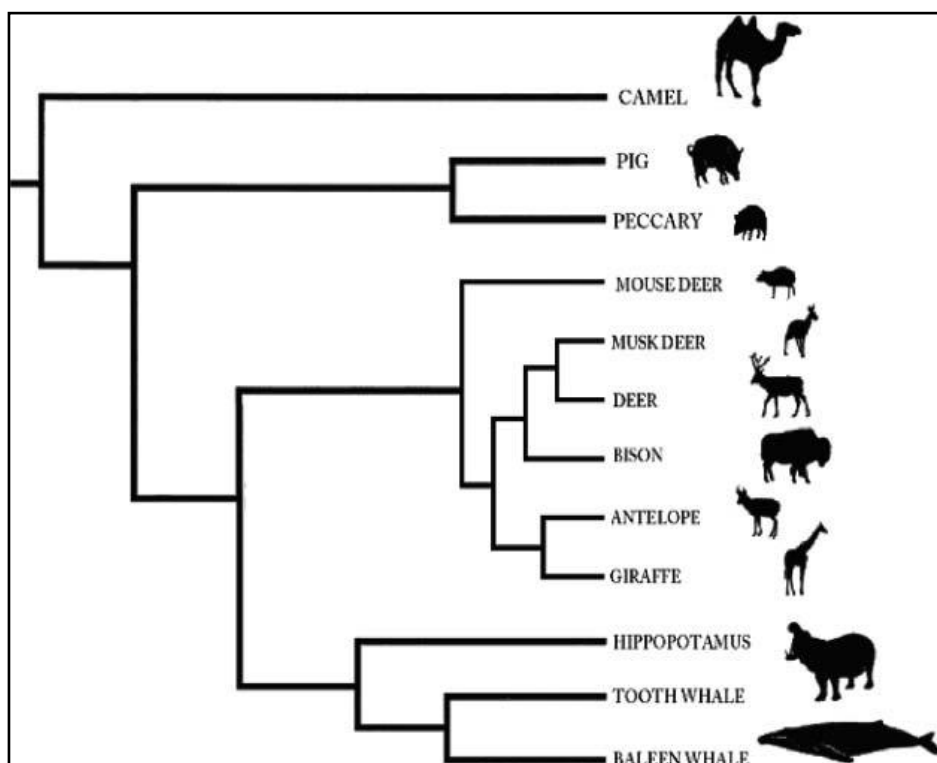
| | | | | | |
|---|-----------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------|--------------|
| Write down the first three words you think of for natural selection. | | | | | |
| | | | | | |
| Circle all answers you think are accurate about each statement. | | | | | |
| Natural selection applies to ... | | | | | |
| individuals | populations | everything but humans | all organisms | nothing | I don't know |
| The measure of success in nature is ... | | | | | |
| age reached | enemies killed | mating opportunities | surviving offspring | food gathered | I don't know |
| Changes result from ... | | | | | |
| organisms learn to modify their bodies | random mutation | genetic material is passed on | loss of body parts | supernatural intervention | I don't know |
| Choose the response that best represents how you feel about each statement. | | | | | |
| Natural selection is the best supported explanation for the diversity of life on Earth. | | | | | |
| strongly disagree 1 | disagree 2 | unsure 3 | agree 4 | strongly agree 5 | |
| Natural selection helps explain why organisms look the way they do. | | | | | |
| strongly disagree 1 | disagree 2 | unsure 3 | agree 4 | strongly agree 5 | |
| Natural selection applies to all organisms on Earth. | | | | | |
| strongly disagree 1 | disagree 2 | unsure 3 | agree 4 | strongly agree 5 | |
| Natural selection affects humans. | | | | | |
| strongly disagree 1 | disagree 2 | unsure 3 | agree 4 | strongly agree 5 | |
| Scientists need to consider natural selection when trying to solve problems. | | | | | |
| strongly disagree 1 | disagree 2 | unsure 3 | agree 4 | agree 5 | |

Obr. 10 Dotazník Baumgartnera a Duncanové (2009), použitý při výzkumu vědomostí studentů středních škol v USA o přirozeném výběru jako jednom z hlavních mechanismů evoluce.

Celkový počet studentů byl 795 a tento počet byl rozdělen do tří věkových kategorií (např. kohorta 1 byli studenti prvního semestru a autoři logicky předpokládali, že reprezentovali dosažený stupeň středoškolských znalostí).

Většina otázek v tomto dotazníku byla položena formou obrázku a dotaz byl zaměřen na určitý aspekt obrázku (viz obr. 11). Velká většina otázek měla předdefinované odpovědi, což usnadňovalo následující hodnocení. Pouze jedna otázka umožňovala studentům odpovědět podle vlastního uvážení (obr. 11).

Podle mého názoru velkou chybou tohoto šetření je skutečnost, že otázky byly zaměřeny spíše na objem naučené látky, méně na schopnost evolučního uvažování. Neplatí to však pro všechny otázky, např. poslední otázka (viz obr. 12) s otevřenou (nikoliv předdefinovanou) odpovědí je dobrou ilustrací schopnosti evolučně uvažovat.



Obr. 11 Jedna z otázek dotazníku Nadelsona a Southerlanda (2010), která je tématicky blízká mé otázce, avšak ve skutečnosti zjišťuje, zda student z kladogramu pochopil příbuzenské souvislosti mezi recentními živočichy a fosílie nezmiňuje.

Dodatečné otázky k obrázku č. 11 jsou následující:

1. Velryby jsou řazeny do skupiny savců, které nazýváme lichokopytníci. Velryby jsou řazeny do této skupiny spolu s jejich nejbližším příbuzným hrochem, protože:

- a) Velryby a hroši jsou velcí, těžcí, a mají zaoblené tělo a velká ústa.
- b) Velryby a hroši mají společného předka.

- c) Velryby a hroši přijímají stejnou potravu a potřebují žít ve vodě.
 - d) Velryby a hroši mají podobné sociální a rodičovské chování.
- 2.** Z výše uvedeného klasifikačního schématu vyplývá, že:
- a) Zvířata uvedená v této klasifikaci mají čtyři nohy.
 - b) Velryby nejsou příbuzné s velbloudy.
 - c) Velryby mají bližší příbuzenské vztahy k žirafám než k bizonům.
 - d) Velryby jsou blíže příbuzní jelenům než prasatům.
- 3.** Podle evoluční teorie se velryby vyvinuly během dlouhé doby ze suchozemských předků. Jako dlouho si myslíte, že tato doba trvala?
- a) Padesát milionů let.
 - b) Pět milionů let.
 - c) Pět set tisíc let.
 - d) Pět set milionů let.
- 4.** Fosílie, které byly studovány za účelem zjištění evolučního předka velryb byly nalezeny v oblasti Pákistánu, Afghánistánu a Indie, na místech, která jsou nyní vysoko nad úrovní mořské hladiny. Nejvíce vědecky podložené vysvětlení současné pozice těchto fosílií je:
- a) Predátoři, kteří se živili předky velryb si svoji kořist do těchto oblastí přinášeli, aby ji zde sežrali.
 - b) Když velryby pošly, jejich kostry plavaly na mořské hladině a posléze byly vyvrženy na břeh a staly se zkamenělinami.
 - c) Tato oblast byla pravděpodobně kdysi zatopená vodou a předci velryb žili na březích; když uhynuli, jejich kostry zkameněly.
 - d) Dopad velkého meteoru způsobil přílivovou vlnu, která nahnala živočichy do těchto oblastí jako do pasti a zde uhynuli; jejich kostry potom zkameněly.
- 5.** O evoluční historii velryb a o jejich vývoji se často vášnivě diskutovalo. V poslední době došlo k zásadnímu posunu v našem chápání procesu evoluce velryb. To naznačuje, že:
- a) Mezery ve fosilním záznamu nám nikdy neumožní plně pochopit evoluci.
 - b) Vědci, kteří se zabývají evolucí obvykle prezentují své názory, aniž by je dostatečně doložili důkazy. Necháávají na jiných, aby tyto důkazy našli.
 - c) Evoluce jsou neustále podrobována kritice a zkoumána ve světle nových důkazů.

d) Evoluce je většinou založena na spekulacích, které lze snadno měnit, když vědci dospějí k novým názorům.

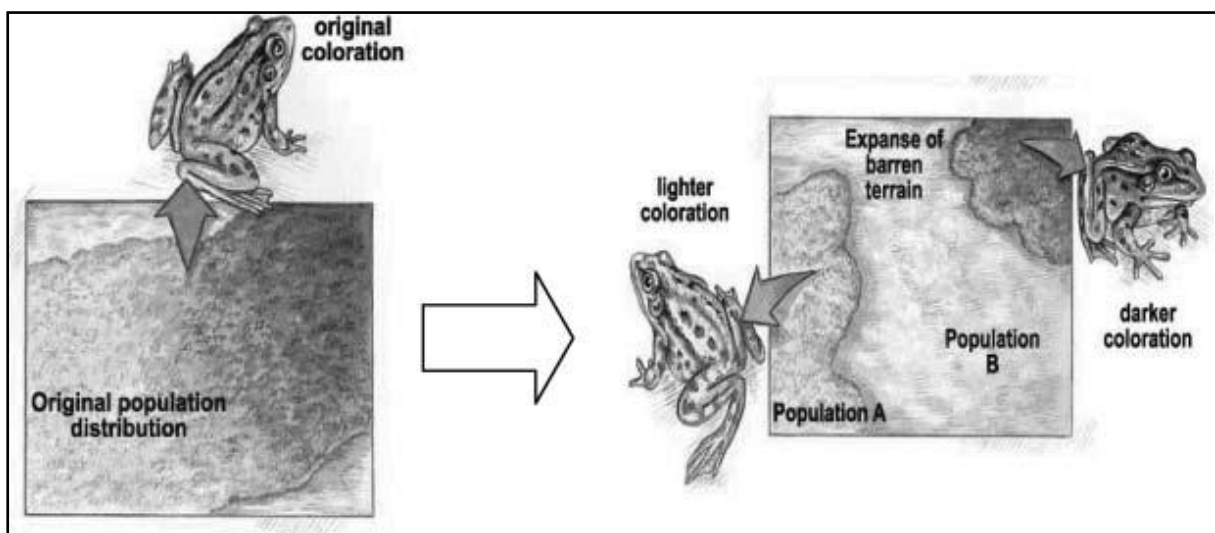
6. Počátečné stádium transformace mezi suchozemskými a mořskými živočichy lze pozorovat u některých divokých ovcí, které žily dlouhá staletí na pobřeží. Tyto ovce rády žerou mořské řasy a jsou často pozorovány, jak proto plavou ve vodě. Kdybychom je pozorovali o několik milionů let později, co byste viděli?

a) Ovce, u kterých se ve snaze být lepšími plavci vyvinula schopnost uplavat velké vzdálenosti a žít se chaluhami.

b) Dva odlišné, ale navzájem příbuzné organismy podobné ovcím, z nichž jeden žije ve vodě a žije se chaluhami, druhý na souši a žije se rostlinami.

c) Tyto ovce vyhynou, protože nebudou moci nalézt jinou potravu a zachovají se jen jejich fosilie.

d) Existuje tolik možností, že opravdu nelze předpovědět, co se stane.



Obr. 12 Jediná z otázek dotazníku Nadelsona a Southerlanda (2010), která neměla předdefinovanou odpověď. Doprovázela ji tato otázka:

28. Vysvětlíte, co možná nejpodrobněji, jak jediný druh žáby na levém obrázku mohl dát vznik dvěma druhům žab na obrázku vpravo.

Celkově vzato jsou však obě dotazníková šetření velmi zajímavá nejen z hlediska použitých metod (formulace otázek), ale potenciálně i z hlediska možného porovnání výsledků mé plánované magisterské práce.

5 Závěr

5.1 Celkové zhodnocení dotazníkového šetření

Šetření bylo provedeno v osmi třídách čtvrtých ročníků na dvou státních gymnáziích – gymnáziu U Libeňského zámku v Praze 8 (čtyři třídy čtvrtého ročníku) a gymnáziu Litoměřická (jedna třída osmiletá, tři třídy čtyřleté). Předpokládám, že dotazník byl zadán přibližně ve stejných podmínkách. Otázky v dotazníku se zdají být dobře zformulovány, o čemž svědčí skutečnost, že alespoň někteří studenti na ně odpověděli správně. Z odpovědí se poté daly vyčíst určité závěry (viz obr. 1 až 9). Studenti biologicky zaměřeni si evoluci uvědomují mnohem lépe než studenti nematurující, kteří zodpověděli většinu otázek nejednoznačně, nebo špatně. Většina studentů si uvědomuje souvislost zoologie a paleontologie, tedy vztah vymřelých a v minulosti existujících živočichů s živočichy dnešními. Špatně naformulovaná byla jedna z úvodních zjišťujících otázek, na kterou nešlo jednoznačně odpovědět ano či ne. Otázku jsem však při hodnocení dotazníku nepoužila, a tudíž výsledky šetření neovlivnila.

Otázka v podobě obrázku měla velký počet nesprávných odpovědí. Studenti si uvědomovali proces evoluce, ale v opačném směru, tedy ve smyslu přechod živočichů z vody na souš. Domnívám se, že tento problém by částečně vyřešily české názvy živočichů (suchozemský savec, velryba), protože studenti čtvrtých ročníků nepoznali kytovce ani podle horizontální ocasní ploutve.

Celkové zhodnocení výsledků tohoto dotazníkového šetření je značně negativní. Obecně akceptované definice evoluce se dotklo jen málo odpovědí. Obrázek většina studentů pochopila v opačném smyslu, což však mohlo být primárně ovlivněno tím, že studenti nerozeznají velrybu od ryby. Přestože je to zarážející neznalost u studentů čtvrtých ročníků gymnázií, mnohem horší je, že za výsledné stádium přechodu z vody na souš považují savce. Ukázalo se, že ani graficky vyjádřená otázka nevyvolala odpovídající vysvětlení.

Vyskytli se dva studenti, kteří se charakterizovali jako zastánci kreacionismu, a na otázky č. 1 až 9 odpovídali záporně. Podle nich je příčinou biodiverzity Bůh, ale přesto se v odpovědi na otázku č. 10 pokoušeli formulovat definici evoluce. Představa jednoho z nich o evoluční teorii je následující: „Evoluční teorie jsou

náhodně sesbírané kostry doplněné fantazií vědců, kteří se snažili dokázat pravdivost teorie“ (gymnázium Litoměřická). Pokud tuto definici student nemyslel zcela ironicky, má částečně i pravdu (zejména v často nahodilém získávání fosílií), nicméně toto opět není správná odpověď k obrázku.

5.2 Úprava dotazníku pro budoucí šetření (magisterská diplomová práce)

Biologické dotazníkové šetření na gymnáziích

Tento dotazník je anonymní, tzn. jeho výsledky neovlivní vaše prospěchové hodnocení (nebudou hodnoceny vaším učitelem). Dotazník slouží pouze jako podklad pro moji magisterskou práci na Přírodovědecké fakultě UK a proto vás prosím, abyste své odpovědi formulovali co nejpravdivěji. Správných odpovědí je více jak jedna. Odpovědi zakroužkujte. Nezapomeňte na obrázek na druhé straně. Moc vám děkuji.

Hana Kuchová - Breburdová, obor učitelství biologie a zeměpisu

- Maturujete z biologie: **ano x ne** (správnou odpověď zakroužkujte)
- Zajímáte se o zoologii jen z povinnosti (školní látka): **ano x ne**
- Získáváte informace o zvířatech i z jiných zdrojů: **ano x ne**
 - televize: **ano x ne**
 - populární knihy: **ano x ne**
 - internet: **ano x ne**
 - odborná literatura: **ano x ne**

1. Na základě jakého principu (tzn. podle čeho) byl vytvořen systém živočichů, který je uveden ve vaší učebnici zoologie?

- a) na základě společných znaků (příbuznosti)
- b) na základě vývojové chronologie
- c) na základě fylogeneze
- d) na základě paleontologie
- e) na základě evolučního vývoje

2) Vyjádřete stručnou formou nejdůležitější obecný poznatek, který jste se ze všech vyučovacích hodin zoologie dozvěděl(a).

.....

.....

.....

3. Co je příčinou biodiverzity (rozmanitosti živé přírody)?

- a) přírodní podmínky
- b) rozmanitost genotypu
- c) různé životní prostředí
- d) Bůh
- e) evoluce
- f) odlišný vývoj (fyzicko-geografické překážky)
- g) přírodní výběr
- h) změny genetické informace, mutace
- i) otáčení Země kolem své osy
- j) adaptace populace

4. Myslíte si, že člověk je dnes tvarově a velikostí stejný jako v době Karla IV. a pokud nikoliv, tak v čem je jiný?

- a) dnes je člověk stejný jako ve 14. století
- b) dnes je člověk nižší
- c) dnes je člověk vyšší

5. Co je podle vašeho názoru nedůležitější a společné všem živým organismům

- a) metabolismus
- b) rozmnožování
- c) dráždivost
- d) evoluce
- e) dýchání
- f) genetická informace
- g) pohyb
- h) buňka
- i) dědičnost
- j) Slunce

6. Má zoologie nějakou souvislost s paleontologií (vědou o zvířatech existujících v minulosti) a jestliže ano, jakou?

- a) ne, nemá žádnou souvislost
- b) ano, hledají podobnosti mezi vyhynulými a recentními organismy
- c) ano, hledají společného předka
- d) ano, ale pouze ve vývoji člověka

7. Co je to přirozený výběr a jaká je jeho role?

- a) přežije nejsilnější jedinec na základě fyzických sil, slabý jedinec umírá
- b) přežije neschopnější jedinec nejvýhodnějšího genotypu
- c) přežije jedinec s nejvyšší schopností reprodukce
- d) proces, který selektuje nejvýhodnější genetickou informaci v populaci
- e) proces, který selektuje nejsilnějšího jedince v populaci

8. Napište vlastními slovy co nejstručněji definici pojmu „evoluce“.

.....

.....

.....

9. Jsou znalosti o zvířatech důležité také pro ty, kteří budou mít technické nebo jakékoliv jiné nebiologické povolání a pokud ano, v čem?

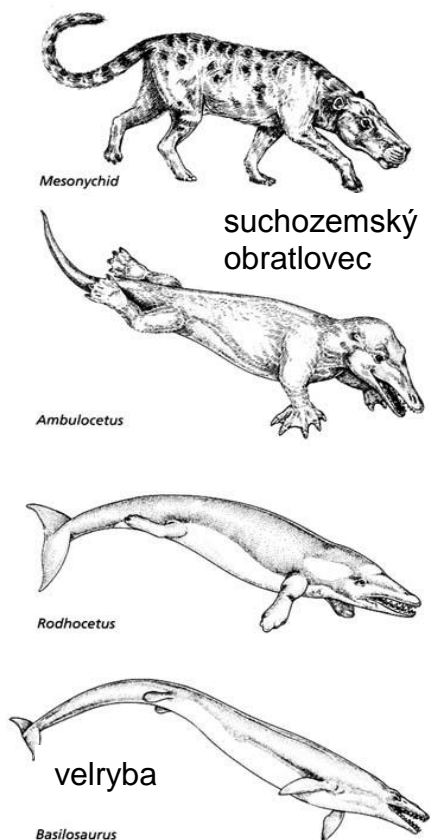
.....

.....

10. Dozvěděli jste se ze středoškolské biologie nějaký poznatek, který dokládá evoluci a jestliže ano, jaký?

- a) ne, nedozvěděli
- b) ano, fosilní nálezy („zkameněliny“)
- c) ano, vývoj živočišného druhu (všechno vzniklo v moři)
- d) ano, např.: ichthyostega, archaeopteryx
- e) ano, přizpůsobení zvířat danému prostředí

• **Obrázek: Co podle tvého názoru tento obrázek vyjadřuje (latinská jména nejsou důležitá)? Nakreslete šipku vývoje.**



a) přechod obratlovců z vodního prostředí na souš

b) přechod obratlovců ze souše zpět do vodního prostředí

šipka vývoje

6 Seznam pramenů

6.1 Literatura

- FLEGR, J.; KAŇKOVÁ, Š.; LINDOVÁ, J.; SYNEK, P. (2008) Základy evoluční biologie pro gymnázia. - Univerzita Karlova, Praha.
- FUTUYMA, D.J. (1986) Evolutionary Biology. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- FUTUYMA, D.J. (2005) Evolution. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- CURTIS, H. a BARNES, N.S. (1989) Biology, – Worth Publishers, str. 974.
- MAYR, E. (2001) What Evolution Is. - Basic Books, New York, str.157.
- JELÍNEK, J. a ZICHÁČEK, V. (2005) Biologie pro gymnázia. - Olomouc, Olomouc.
- PAPÁČEK, M.; MATĚNOVÁ, V.; MATĚNA, J.; SOLDÁN, T. (1997) Zoologie, - Scientia, Praha.
- DRAKE, A.J. a WALKER, BR. (2004) The intergenerational effects of fetal programming. - Journal of Endocrinology. 180: str. 1-16.
- NADELSON, L.S.; SOUTHERLAND, S.A. (2010) Development and Preliminary Evaluation of the Measure of Understanding of Macroevolution: Introducing the MUM. - The Journal of Experimental Education, 78: str. 151-190.

6.2 Další zdroje

- FUTUYMA, D.J. (1997) Evolution. - What is evolution [http://bioinfo.med.utoronto.ca/Evolution_by_Accident/What_Is_Evolution.html; 29.3.2010].
- LEFERS, M. a LAB, H. Hedgehog Signaling Glossary [online]. Biological evolution.[http://www.biochem.northwestern.edu/holmgren/Glossary/Definitions/Def-B/biological_evolution.html; 6.3.2010].
- MORAN, L. (1993) Talk Origins Archive, - Exploring the Creation, Evolution Controversy, What is Evolution? [http://www.talkorigins.org/faqs/evolution-definition.html; 29.3.2010].
- BAUMGARTNER, E. a DUNCAN, K. (2009) Evolution of Students' Ideas About Natural Selection Through a Constructivist Framework. - The American Biology

Teacher 71: 218-227 [<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1662/005.071.0408>;
26.3.2010].

- GYMNÁZIUM U LIBEŇSKÉHO ZÁMKU, Praha. [<http://gulz.cz/>; 19.4.2010].
- GYMNÁZIUM LITOMĚŘICKÁ, Praha. [<http://www.gymlit.cz/>; 19.4.2010].
- National Academy of Science (1998) Teaching about evolution and the nature of science, Washington, DC, str. 18
[http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=5787&page=18; 6.3.2010]
- University of California Museum of Paleontology, Understanding Evolution, -
An introduction to evolution, str. 101
[http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/0_0_0/evo_02; 29.3.2010]