UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH

Prírodovedecká fakulta

SPRIEVODCA DIDAKTIKOU BIOLÓGIE

Katarína Kimáková

Košice 2022

Sprievodca didaktikou biológie

Vysokoškolská učebnica

Autor:

doc. RNDr. Katarína Kimáková, CSc.
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav biologických a ekologických vied

Recenzenti:

doc. PaedDr. Elena Čipková, PhD.
Univerzita Komenského, Bratislava, Prírodovedecká fakulta, Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky

doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD.
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav fyzikálnych vied

Vedecká redaktorka:

PaedDr. Andrea Lešková, PhD.
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav biologických a ekologických vied

Tento text je publikovaný pod licenciou Creative Commons 4.0 - **CC BY NC ND** („Uveďte pôvod – Nepoužívajte komerčne - Nespracovávajte“)

Za odbornú a jazykovú stránku tejto publikácie zodpovedá autor. Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Umiestnenie: www.unibook.upjs.sk
Dostupné od: 07.06.2022

ISBN 978-80-574-0105-6 (e-publikácia)

Obsah

Predslov....6

MIESTO DIDAKTIKY BIOLÓGIE VO VEDE A VZDELÁVANÍ

1 Didaktika biológie v systéme vied 9

1.1 Predmet didaktiky biológie 10

1.2 Osobitosti vyučovacieho predmetu biológia....11

1.3 Vývoj biologického vzdelávania v regióne....12

1.4 Vplyv európskej vedy na výučbu biológie 13

2 Tri domény vzdelávania 14

2.1.1 Hierarchia cieľov biologického vzdelávania 15

2.2 Ciele predmetu biológia....16

2.2.1 Kognitívne ciele....17

2.2.2 Afektívne ciele....18

2.2.3 Psychomotorické ciele 19

OBSAH BIOLÓGIE NA SEKUNDÁRNOM STUPNI VZDELÁVANIA

3 Štandardy predmetu biológia 21

3.1 Dlhodobé plánovanie výučby....22

3.2 Usporiadanie obsahu biologického učiva....23

3.2.1 Štandard Nuffield biology 24

3.2.2 Curriculum BSCS....25

3.2.3 Next generation science standards....26

3.3 E-učebnice biológie 27

4 Učebné osnovy a učebnice v SR.... 28

4.1 Obsah biológie na základnej škole 29

4.2 Obsah biológie na gymnáziách....30

4.3 Biológia na stredných odborných školách....31

5 Biologické vedy 32

5.1 Biológia a jej hraničné disciplíny 33

5.2 Biológia a vedy o Zemi a vesmíre....34

5.3 Aplikované biologické vedy....35

ŠTYRI KOMPLEMENTÁRNE NÁSTROJE UČITEĽA BIOLÓGIE

6 Komplex didaktických nástrojov biológie 37

6.1 Biologické pojmy a symboly....38

6.1.1 Pojmy a symboly v biológii....39

6.1.2 Logická trieda pojmov....40

6.1.3 Definícia pojmu a prevod pojmov na symboly....41

6.1.4 Obsah a rozsah pojmu....42

6.1.5 Pojmové a myšlienkové mapy....43

6.1.6 Typy pojmových máp 44

6.1.7 Pojmotvorný proces ... 45
6.1.8 Biologické miskoncepcie ... 46
6.1.9 Práca s textom, biologický odborný text ... 47
6.2 Dialóg ... 50
6.2.1 Riadený rozhovor ... 51
6.2.2 Diskusia v triede ... 53
6.3 Názornosť ... 60
6.3.1 Vizualizácia ... 61
6.3.2 Pozorovanie biologických objektov ... 62
6.3.3 Biologický nákres ... 63
6.3.4 Fotografia a videozáznam ... 64
6.4 Praktická činnosť ... 65
6.4.1 Psychomotorické zručnosti ... 66
6.4.2 Digitálne zručnosti ... 67
6.4.3 Všeobecné zručnosti ... 68
6.4.4 Školský biologický pokus ... 69
7 Hands-on ako vzdelávací koncept ... 70
7.1 Bezpečnosť biologického vzdelávania ... 71
VYUČOVACIA JEDNOTKA
8 Organizačné formy biológie ... 73
8.1 Vzťah aktivít k organizačným formám ... 74
8.2 Rovnováha didaktických zásad ... 75
9 Príprava vyučovacej jednotky ... 76
9.1 Štruktúra vyučovacej jednotky ... 77
9.1.1 Trojfázový model pre výučbu prírodných vied ... 78
9.1.2 Rámec EUR pre kritické myslenie ... 79
9.1.3 Učebný cyklus 5E a 7E pre žiacke bádanie ... 80
9.2 Ciele ako pokyn odkazujúci na kritérium ... 81
9.2.1 Proteosyntéza I – štruktúra EUR ... 82
9.3 Ciele dvojdimenzionálnej kategorizácie ... 88
9.3.1 Proteosyntéza II: Štruktúra hodiny, cyklus 5E ... 89
KOGNITÍVNE PROCESY
10 Podstata poznávania ... 94
10.1 Percepcia ... 95
10.2 Uvažovanie ... 96
10.3 Dimenzie a transfer poznatkov ... 97
10.3.1 Dimenzie a práca učiteľa s otázkami/úlohami ... 97
10.3.2 Procedurálne zručnosti ako zdroj odpovedí ... 99
HODNOTENIE
11 Formatívne a sumatívne hodnotenie ... 101

11.1 Stratégie formatívneho hodnotenia 101
11.1.1 Interaktívne hlasovanie 103
11.1.2 Pomôcky (nástroje) pre formatívne hodnotenie 104
11.2 Stratégie sumatívneho hodnotenia 105
11.2.1 Štruktúrovaný rozhovor: sonda porozumenia 106
11.2.2 Žiacke portfólio z biológie 107
11.2.3 Vedomostný test a kvíz 108
11.2.4 Iné písomné formy skúšania 109
11.3 Hodnotiace kritériá 110
11.3.1 Hodnotenie kognitívnych zručností a schopností 110
11.3.2 Hodnotenie psychomotorických zručností 112
11.3.3 Kritériá hodnotenia a úrovne afektívnej domény 113
AKTUÁLNE TRENDY VO VZDELÁVANÍ
12 Vzdelávacie stratégie biológie 115
12.1 Projektové učenie biológie 116
12.2 Problémové učenie 118
12.3 Bádateľsky orientované učenie 119
12.3.1 Bádateľský cyklus 120
12.3.2 Úrovne bádania 121
12.4 Implementácia technológií a biológia 122
12.4.1 Výučba biológie vo svetle objavov a technológií 123
12.4.2 Informácie a rozvoj technológií 124
12.4.3 Počítačom podporované laboratórium 125
12.4.4 Biológia a informatika 126
12.5 Simulácie a modelovanie 127
12.6 Skúsenostné učenie 128
12.6.1 Interaktivita 129
12.6.2 Virtuálna realita ako učebné prostredie 130
12.6.3 Virtuálne laboratóriá 131
MATERIÁLNE A PRIESTOROVÉ PREDPOKLADY BIOLOGICKEJ VÝUČBY
13 Prostriedky výučby biológie 133
14 Školská záhrada a kútik živej prírody 134
14.1 Fenologické pozorovania 135
14.2 Podpora environmentálnej výchovy 136
14.2.1 Kam so žiakmi, keď škola zovšednie 137
14.2.2 Les, voda, pôda – zdroj a prostredie života 138
15 Exkurzie 139
16 Práca s talentmi a biologické súťaže 140

PREDSLOV

Učebnica je určená študentom vysokých škôl, ktorí sa pripravujú na povolanie učiteľa biológie. Ako vypovedá jej názov, má byť sprievodcom, ktorý im poskytne základnú orientáciu v didaktike biológie a jej trendoch, poukáže na súvislosti, zdôvodní odporučené postupy. Publikácia môže osloviť aj učiteľov s praxou, ktorí sa zaujímajú o rôzne prístupy k výučbe svojho predmetu. Cieľom nebolo vypracovať vyčerpávajúci teoretický prehľad didaktiky biológie, ale text, ktorý nabáda študenta k ďalšiemu štúdiu. Svojou štruktúrou kniha pripomína encyklopédiu delenú na kapitoly a podkapitoly, zachovávajúc tak logickú postupnosť obsahu. Kapitoly sú zaradené do ôsmych tematických sekcií. Každej položke je venovaná jedna strana výkladového textu, ktorý dopĺňa schéma a poznámky, priebežné citácie a odkazy pod čiarou. V zozname sú zdroje radené abecedne podľa autorov a odkazy na internet podľa názvov. Orientáciu na základe pojmov podporuje register.

Obsah učebnice nadväzuje na všeobecnú didaktiku. Keď sa študenti dostanú do oblasti, kde sa prelína všeobecná didaktika s didaktikami ich aprobačných predmetov, zisťujú, že sa odborové didaktiky začínajú v niektorých aspektoch vzájomne rozchádzať. Rozdiely sú najmä výsledkom rozvoja daného vedného odboru. Ten má vplyv okrem obsahu predmetu aj na inováciu vzdelávacích prostriedkov a súvisiacu terminológiu. Medzi teóriou didaktiky a jej praktickou implementáciou v triede sa môže vytvoriť bariéra, ich prepojenie sa rozostruje. Študenti začnú vnímať teóriu akoby odtrhnutú od reálneho sveta. Očakávajú, že predmetová didaktika im poskytne konkrétne návody, ako majú jednotlivé témy z učebnice naučiť. Sprievodca didaktikou biológie má premostiť túto prekážku, podporiť porozumenie a syntézu poznatkov potrebných pre úspešné naplnenie zvoleného povolania. Má pomôcť didaktiku vnímať ako východisko pre tvorivú prácu v triede a viesť k prehodnoteniu počiatočného očakávania, že na všetko existuje manuál. Po absolvovaní ďalších predmetov didakticko-biologickej prípravy pomôže Sprievodca didaktikou biológie získané vedomosti vzájomne prepojiť a dosiahnuť novú úroveň poznania. Verím, že učebnica prispeje k tvorivosti a zvýšeniu motivácie budúcich učiteľov biológie. Prajem im veľa nadšených a zvedavých žiakov.

Autorka

PÄŤ RÁD NA ÚVOD AKO ŠTUDOVAŤ TÚTO KNIHU

Sústreď sa naraz len na jednu stranu. Spomeň si, čo vieš o téme, ktorú vyjadruje nadpis.

Preštuduj text pod schémou. Podčiarkuj, zvýrazňuj, pridávaj značky, komentáre, poznámky. Označ, čo považuješ za dôležité.

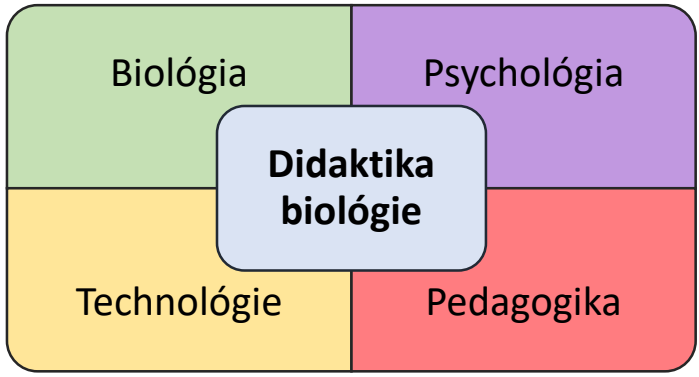
Pozeraj na schému a voľne, vlastnými slovami porozprávaj čo znázorňuje. Vyjadri, ako schéma súvisí s preštudovaným textom.

Rozšír svoje vedomosti. Všímni si poznámky pod čiarou. Hľadaj ďalšie súvisiace informácie, pridaj k téme niečo nové, zisti význam neznámych slov. Prezri si odporučený web, vyhľadaj aj iné práce odkazovaného autora.

Uvažuj, akú hodnotu majú pre budúceho učiteľa biológie uvedené poznatky. Vyjadri to číslom od 1 do 5, pričom 1 znamená nízku a 5 veľmi významnú.

MIESTO DIDAKTIKY BIOLÓGIE VO VEDE A VZDELÁVANÍ

1 DIDAKTIKA BIOLÓGIE V SYSTÉME VIED



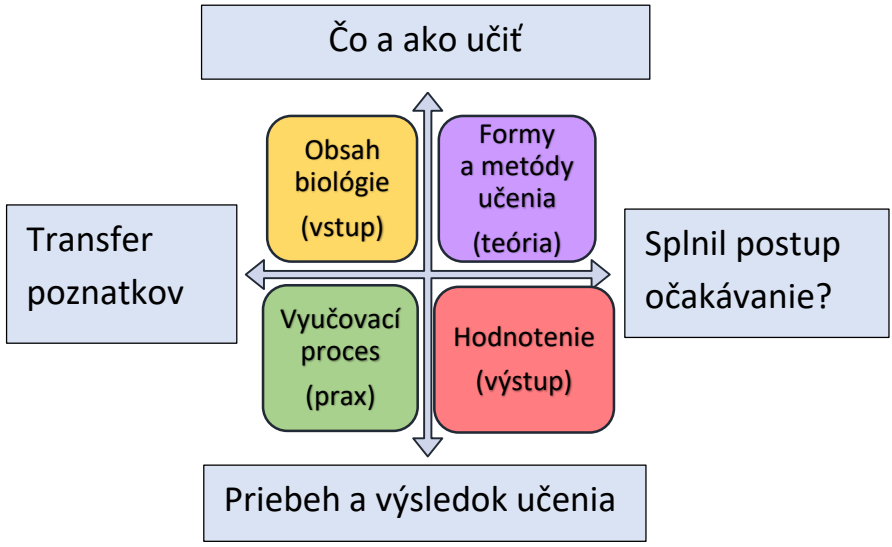
Didaktika (starogr. didasko = učím, vyučujem) je veda o vyučovaní.

Zaoberá sa:

1. obsahom a rozsahom vzdelania a vzdelávania
2. metódami, zásadami a formami vyučovania
3. interakciou medzi učiteľom a žiakom
4. hodnotením výsledkov vzdelávania

Didaktika biológie je interdisciplinárna veda na rozhraní biológie, psychológie a pedagogických vied. Dnes môžeme do prieniku priradiť aj technológie, ktoré otvárajú nové možnosti a formy vzdelávania.
Didaktika biológie skúma teóriu a prax vyučovania biológie na všetkých stupňoch vzdelávania. Je to dynamický odbor, má svoju históriu a reaguje na požiadavky spoločnosti a na rozvoj svojich hraničných disciplín.
Didaktika sa zaoberá aj profesionálnou prípravou učiteľov pre prax. Špecializačnú prípravu budúcich učiteľov biológie plní didaktika biológie, ktorá sa venuje aj odbornej podpore učiteľov biológie pôsobiacich na školách.

1.1 PREDMET DIDAKTIKY BIOLÓGIE



Didaktika implementuje teoretické poznatky o vzdelávaní do školskej praxe. Odborové didaktiky riešia a skúmajú a riešia štyri okruhy problémov:

Ciele, obsah a vzdelávania (čo v predmete učiť) – úlohou didaktiky biológie je transformovať vedecké poznatky o živote a živých organizmoch do formy zrozumiteľnej pre bežnú populáciu a funkčnej ako vzdelávací obsah.

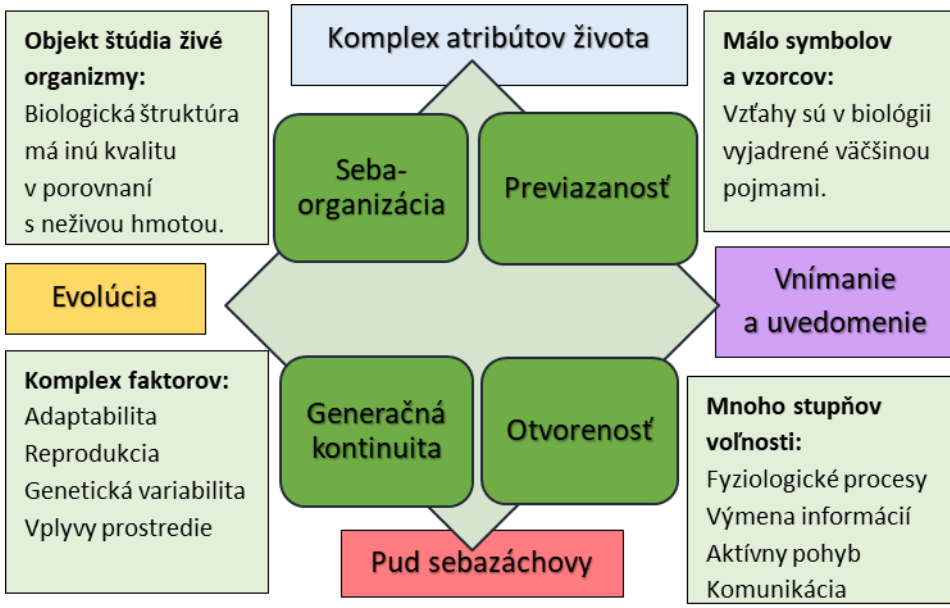
Zásady, formy a metódy vyučovania daného obsahu (ako efektívne daný obsah učiť) – didaktika biológie hľadá a nachádza spôsoby, ako účinne sprostredkovať žiakom v procese výučby biologické poznatky a s nimi súvisiace zručnosti.

Interakcie medzi učiteľom a žiakom (proces učenia v praxi) – didaktika biológie skúma, hodnotí a optimalizuje proces transferu biologických poznatkov a interakcie učiteľ-žiak v praxi. Didaktika je adresovaná učiteľovi a prepája teóriu s praxou výučby.(1)

Hodnotenie výsledkov vzdelávania (aký je výsledok učenia) – didaktika biológie skúma aj úspešnosť osvojenia vedomostí a zručností žiakmi a spôsobilosti absolventov škôl. Na základe tejto spätnej väzby optimalizuje a štandardizuje nástroje a metódy výučby pre predmet biológia.

1 What is the Difference between Didactics and Pedagogy?. Dostupné z: https://reflectiveteachingjournal.com/difference-between-didactics-and-pedagogy/.

1.2 OSOBITOSTI VYUČOVACIEHO PREDMETU BIOLÓGIA



Špecifický prístup didaktiky biológie k vzdelávaciemu obsahu vyplýva z vlastností objektov, ktoré biológia skúma. Niektoré atribúty života sú vlastné aj neživým objektom, ale v živých organizmoch vzniká ich syntézou komplexná nová kvalita, zásadne odlišná od neživej hmoty. Tá sa nedá jednoducho popísať pomocou matematických nástrojov, aj keď rozvoj technológií už umožňuje modelovať aj zložitejšie procesy. Pri experimentoch sa prejavuje mnoho zatiaľ nie vždy známych vnútorných faktorov a reakcie organizmov na vonkajšie vplyvy sa nedajú vždy predvídať. Pozorovanie v škole je sťažené aj tým, že organizmy reagujú na podnety príliš rýchlo alebo naopak, veľmi dlho. Zmeny, ktoré sa prejavujú na bunkovej úrovni nie sú viditeľné školským optickým mikroskopom. Natívne pozorovanie nahradzujú spomalené alebo zrýchlené záznamy, animácie a vizualizácie. Pri zaobchádzaní so živými organizmami sa musia dodržať normy bioetiky. Práca s nimi je však pre žiakov veľmi prínosná a obohacujúca skúsenosť, pomáha budovať vzťah k prírode, uvedomiť si jej bohatosť a našu závislosť na nej. Motiváciu učiť sa biológiu sýti fakt, že zákony biológie platia aj pre ľudské telo. Vytvára to možnosť diskutovať o dôležitých otázkach zdravia a životného prostredia.

1.3 VÝVOJ BIOLOGICKÉHO VZDELÁVANIA V STREDOEURÓPSKOM REGIÓNE

V histórii sa viackrát vystriedal praktický prístup k poznávaniu prírody a živých organizmov s prístupom zameraným na teoretické vedomosti, ktorý obvykle vyústil do memorovania faktov a opisov. Kritici presadili nové, prakticky zamerané vyučovanie, ktoré sa nakoniec tiež neudržalo, vyčítali mu nesystematickosť. Podobne vystriedal princíp biotopov a ročných období evolučný pohľad na organizmy.

1.4 VPLYV EURÓPSKEJ VEDY NA VÝUČBU BIOLÓGIE

Vedecký pokrok

- Anatómia, mikroskop, systém organizmov a objav reflexov ovplyvnili metódy sprístupňovania obsahu biologického učiva žiakom.

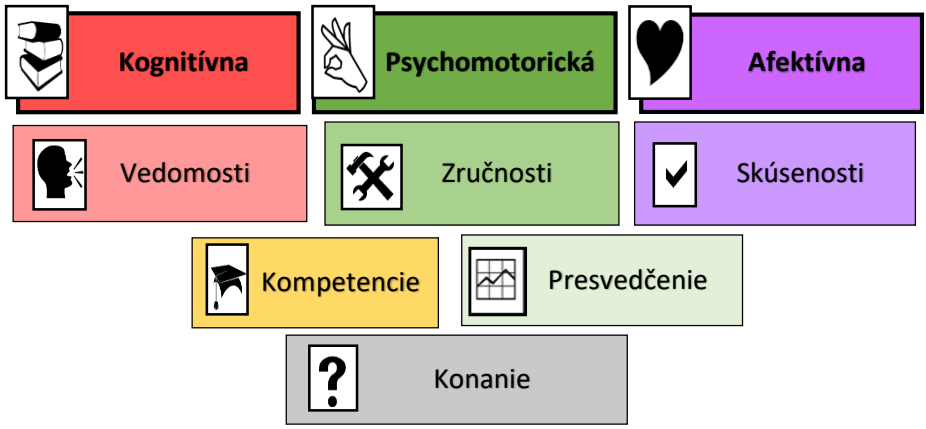
Pedagogický prístup k biologickému obsahu

- Vplyv mala rakúska, nemecká, česká didaktika a neskôr americká psychológia.

J. Jesenius (1566-1621) položil základy anatómie a A. Leewenhoeck (1632-1723) zostrojil mikroskop. Scholastickú dedukciu vystriedalo pozorovanie a induktívna metóda F. Bacona (1561-1626). J. A. Komenský (1592-1670) povýšil skúmanie prírody na základ poznania. J. J. Rousseaua (1712-1778) zaviedol do vzdelávania praktický smer. J. B. Basedowa, autora prvej rakúskej učebnice prírodopisu Elementarwerk nasledujú ďalší autori učebníc.(1)
K. Linné (1707-1778) vytvoril systém organizmov. F. E. Rochow (1734-1805) rozšíril metódu čítania prírodopisných článkov. K. S. Amerling (1807-1884), vydal v Prahe nástenné obrazy z botaniky a zoológie a českú učebnicu Život v jednotlivých mesiacoch a obrazoch. A. Lüben (1804-1873) v Nemecku zaviedol stereotyp opisu. I. P. Pavlov (1849-1936) skúmal reflexy, napredovala fyziológia. F. Junge (1832-1905) kritizoval podrobné opisovanie, zaviedol učivo podľa spoločenstiev a požadoval štúdium kauzálnych vzťahov. O. Schmeil (1860-1942) v Nemecku odmietol Jungeho prístup a zaviedol školské pokusy. J. Kranich (1870-1932) vydával v Ostrave časopis Příroda a nástenné obrazy. V roku 1912 boli zriadené pokusné pozemky pri každej českej škole. Vyšli prvé české príručky pre prírodopisné praktiká (A. Bayer 1917) a metodické príručky (J. Rosický 1907) ako aj nové učebnice. Česká didaktika(2) mala na Slovensku výrazný vplyv aj počas prvej a druhej Československej republiky. Rozvoj biológie v 20. storočí vrátil do výučby preferenciu teoretických poznatkov. Kognitivizmus založili J. Piaget (1896–1980) a L. S. Vygotskij (1896-1934). V súčasnosti prevláda v prírodovednom vzdelávaní konštruktivizmus a žiacke bádanie, ktoré začal presadzovať v USA už J. Dewey (1859-1932).

1 Dorko, J., Kimáková, K. Základy didaktiky prírodopisu a biológie.
2 Dostál, P. Didaktika biologie – vývoj a současnost.

2 TRI DOMÉNY VZDELÁVANIA



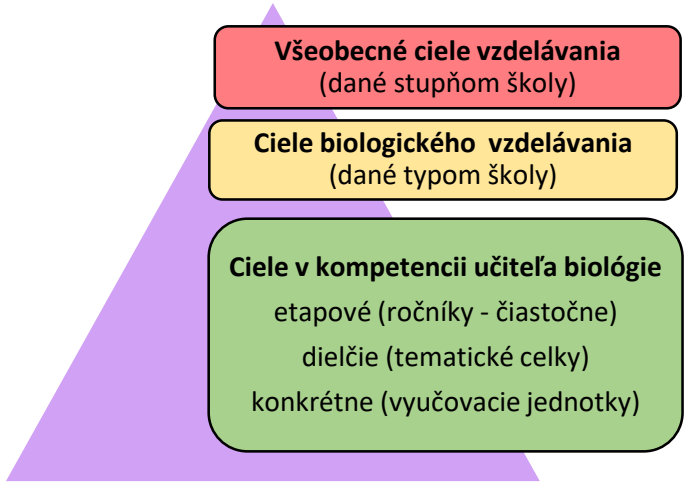
Kategóriám vzdelávacích cieľov kognitívnej, psychomotorickej a afektívnej domény zodpovedajú osvojené vedomosti, zručnosti a skúsenosti. Vedomosti a zručnosti predstavujú kompetencie, ktoré ak sú výsledkom prípravy na profesiu, sú aj formálne potvrdené napr. výučným listom, diplomom, certifikátom a podobne. Vedomosti, zručnosti a skúsenosti sú základom presvedčenia a predstáv o tom ako funguje okolitý svet. Konanie jednotlivca je výsledkom získaných kompetencií a presvedčenia, ale ako subjektívny faktor zohrávajú významnú úlohu a rozhodujú skúsenosti jedinca. V krízových situáciách pôsobí významne aj intuícia, typ osobnosti a podvedomé reakcie. Správanie je naopak, plne uvedomelá činnosť, kde rozhoduje viac presvedčenie, ktoré je alebo nie je v súlade s pravidlami danými z vonka.

Pôsobenie na postoje žiakov a na ich správanie v budúcnosti je účinné na hodinách biológie vtedy, ak žiaci majú príležitosť argumentovať a diskutovať o témach ochrany prírody, životného prostredia a zdravia. Vedecky podložené fakty k otázkam bioetiky prispievajú k formovanou zodpovedného postoja rovnako ako zapojenie žiakov do praktických a organizačných činností.

Príklady aktívnych slovies, ktoré sa používajú na vyjadrenie afektívnych cieľov: vypočuť, pomáhať, organizovať, pýtať sa, spolupracovať, pochváliť, pochybovať, oslovovať. Hľadáte odpovede ako učiť? Pýtajte sa v knižnici RU[(1)]

1 Rasmussen University, Library and learning service, Dostupné z: https://rasmussen.libanswers.com/.

2.1.1 HIERARCHIA CIEĽOV BIOLOGICKÉHO VZDELÁVANIA



Všeobecné ciele vzdelávania vychádzajú zo základnej legislatívy, zákonov a nariadení schválených ministerstvom školstva a pre základné a stredné školy. Sú rozpracované v Štátnom vzdelávacom programe s označením podľa medzinárodnej dohody ako ISCED[1] (International Standard Classification of Education).

Ciele primárneho a sekundárneho biologického vzdelávania sú v dokumentoch ISCED1 – prvý stupeň/Prírodoveda, ISCED2 – druhý stupeň ZŠ/Biológia, ISCED3A – SŠ - gymnázium/Biológia, ISCED3B – Stredné odborné vzdelávanie s maturitou, ISCED3C – Stredné odborné vzdelávanie a v maturitnom štandarde pre ISCED3.

Etapové ciele uvedené vo vzdelávacích štandardoch ISCED školského vzdelávacieho programu sú záväzné. Učitelia biológie ich zohľadňujú pri formulovaní dielčich cieľov tematických celkov pri plánovaní výučby. Konkrétne ciele vyučovacích jednotiek majú byť orientované na žiaka a vyjadrovať očakávaný efekt, ktorý sa má prejaviť v jeho výkone. Ciele sa formulujú najčastejšie podľa revidovanej Bloomovej taxonómie.[2]

1 ISCED - Medzinárodné štandardné členenie vzdelávania je stupnica vytvorená organizáciou UNESCO začiatkom 70. rokov, aby slúžila ako nástroj na porovnávanie, kompiláciu a prezentáciu štatistických údajov o vzdelávaní v rámci jednotlivých krajín ale aj medzinárodne.

2 WILSON, L. Anderson and Krathwohl Bloom's Taxonomy Revised: Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy.

2.2 CIELE PREDMETU BIOLÓGIA

CIELE PREDMETU BIOLÓGIA NA ZÁKLADNEJ ŠKOLE:

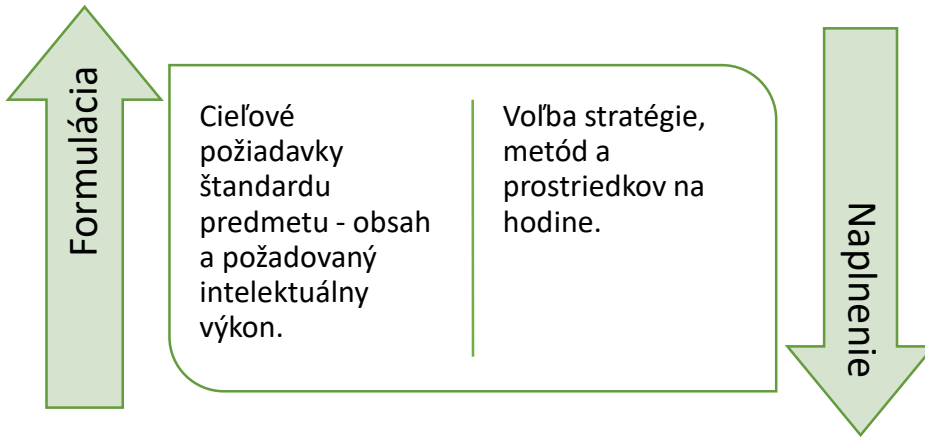
Žiaci

- získajú základnú predstavu o prírode ako výsledku vzájomného pôsobenia jej zložiek,
- pochopia prírodné javy, procesy a objekty vo vzájomných súvislostiach,
- získajú informácie o prírode pozorovaním, pátraním, skúmaním a využitím rôznych zdrojov,
- analyzujú, interpretujú, triedia a hodnotia informácie o organizmoch a prírode,
- používajú správnu terminológiu na opísanie procesov a javov v živej a neživej prírode,
- plánujú, uskutočňujú, zaznamenávajú a vyhodnocujú jednoduché biologické pozorovania a pokusy,
- diskutujú o význame a praktických dôsledkoch vybraných vedeckých objavov,
- aplikujú osvojené spôsobilosti a vedomosti na podporu svojho zdravia,
- chránia prírodu a šetria prírodné zdroje,
- plánujú a realizujú jednoduché projekty v oblasti biológie,
- prezentujú a obhajujú výsledky svojej práce.

Rámcový učebný plán Štátneho vzdelávacieho programu (ŠVP) v SR zoskupuje predmety do vzdelávacích oblastí. Určuje povinný rozsah hodín jednotlivých predmetov. Biológia v rámci sekundárneho vzdelávania je zaradená na základných a stredných školách s fyzikou a chémiou do vzdelávacej oblasti Človek a príroda[1]. Súčasťou ŠVP sú i prierezové témy spoločné pre niekoľko predmetov. Najviac prienikov do oblasti Človek a príroda má prierezová téma Environmentálna výchova. Napríklad do rozpracovania témy Voda v rámci školského vzdelávacieho programu ako spoločného projektu fyziky, chémie a biológie sa môže zapojiť aj fyzická geografia alebo slovenský jazyk. Druhou blízkou prierezovou témou oblasti Človek a príroda je Ochrana života a zdravia, jej ciele sú však primárne orientované na kondíciu jednotlivca a správanie sa v mimoriadnych situáciách ohrozujúcich zdravie. Poznatky o starostlivosti a ochrane zdravia z zmysle prevencie ochorení a zdravého životného štýlu a zdravotná gramotnosť sú integrované priamo do predmetu biológia.

1 Inovovaný Štátny vzdelávací program. Dostupné z: https://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/.

2.2.1 KOGNITÍVNE CIELE

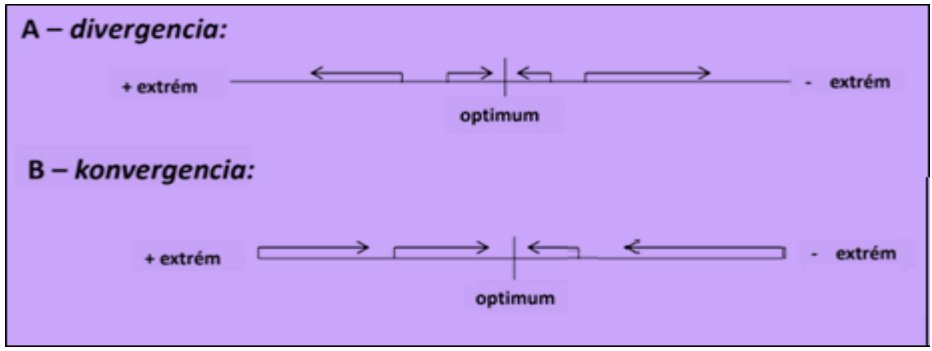


Kognitívne ciele sú zamerané na rozvoj poznávacích schopností, ktoré využíva mozog pri premýšľaní, počúvaní, učení sa, porozumení, zdôvodňovaní, kladení otázok a sústredení pozornosti. Tieto činnosti sa zakladajú na kognitívnych procesoch, ku ktorým sa radí poznávanie, zapamätávanie, uvažovanie, riešenie problémov, posudzovanie a tvorba. Uvedené kategórie zodpovedajú kognitívnym dimenziám podľa Anderson a Krathwohl[1] ktorá vznikla na základe Bloomovej taxonómie vzdelávacích cieľov.[2] Formulácie cieľov obsahujú verbálne informácie vyjadrujúce podstatu témy, kognitívnu stratégiu pre jej pochopenie a intelektuálne zručnosti vyžadované pri učení. Napríklad téma Obojživelníky sa zakladá na fakte, že ide o živočíchy, ktoré sa pohybujú na súši, ale k rozmnožovaniu potrebujú vodné prostredie. S týmto faktom súvisia biologické vlastnosti druhov radených do tejto skupiny – morfológia, anatómia a životný cyklus. Stratégiou môže byť, aby tieto vlastnosti a znaky žiaci videli a následne rozpoznali na obrázkoch a videozáznamoch. Vyžadovanou intelektuálnou zručnosťou je v tomto prípade hlavne pozorovanie, porovnávanie a zaraďovanie do tried na základe spoločných a rozdielnych znakov.

1 ANDERSON, L. W a D. R. KRATHWOHL. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.

2 BLOOM, B. S., M. D. ENGELHART, E. J. FURST, W. H. HILL a D. R. A. KRATHWOHL. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain.

2.2.2 AFEKTÍVNE CIELE

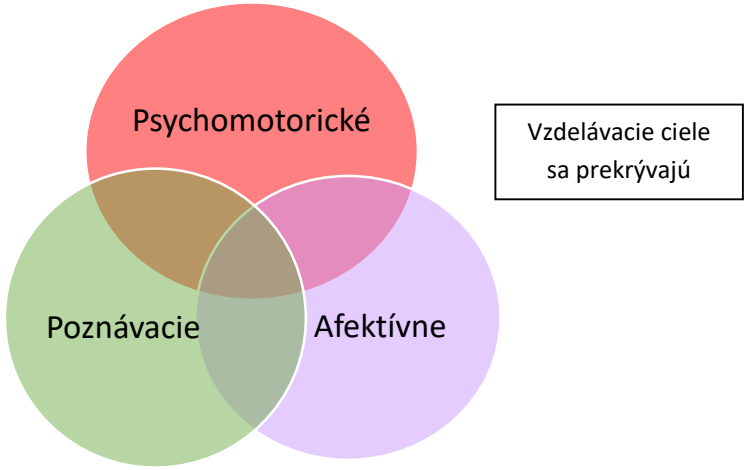


Príklad konvergencie: Ohrozenie biodiverzity podložené faktmi, diskusia o možných riešeniach a zaujímavé príklady osobného nasadenia známych osobností, učiteľov školy, starších spolužiakov ako dobrovoľníkov.
Príklad divergencie: Pesimisticky naladená prezentácia úbytku biodiverzity evokujúca negatívne pocity, diskusia o príčinách javu, brainstorming možných riešení.

Afektívna zložka vzdelávania pôsobí prostredníctvom pocitov na postoje a správanie. Afektívne vnímanie sa prejavuje tým, že žiak rozlišuje, prijíma a reaguje na afektívne podnety, čo ho do istej miery zaväzuje k nasledovaniu vypočutých myšlienok a dodržiavaniu pravidiel. Spolupracuje, zapája sa do aktivít aj vo voľnom čase a reaguje na pochvalu. Uvedomuje si potrebu rovnováhy slobody a zodpovednosti. V diskusii reviduje úsudky na základe nových dôkazov. Organizuje hodnoty do priorít a prijíma profesionálne etické štandardy. Každý sa prejavuje v súlade so svojim afektívne kreatívnym štýlom. Ten môže byť konvergentne-preventívny a divergentne-proaktívny.[(1)]
Konvergentne-preventívne založení ľudia odolávajú divergentným podnetom, čo sa často prejaví aj negatívnou reakciou. Ochotnejšie nasledujú vzor, než výzvy, sú menej ovplyvniteľní. Divergentne-proaktívny ľudia majú radi príležitosti a výzvy, no reagujú aj na konvergentné výchovné podnety ako je osobný príklad. Preferujú poznávanie. Medzi pozitívnym emóciami a divergentným myslením je preukázaný vzťah. Preto pri frontálnych a skupinových formách vzdelávania je lepšie voliť aktivity s konvergentným účinkom smerujúcim k predstave optima.[(1)]

1 SOROA, G. et al. The Emotional Divergent–Convergent Thinking Program (EDICOP): Design, Implementation, and Results, Dostupné z: https://www.mdpi.com/2254-9625/10/4/74/htm.

2.2.3 PSYCHOMOTORICKÉ CIELE



Psychomotorická doména zahŕňa fyzický pohyb, koordináciu a používanie motorických schopností. Psychomotorické ciele sú vyjadrené ako výsledok zlepšovania zručností. Popisujú očakávaný výkon, ktorý žiaci preukážu po absolvovaní vyučovacej jednotky. Výkon sa meria z hľadiska rýchlosti, presnosti, vzdialenosti, dodržania postupov alebo efektívnej techniky vykonávania daných úkonov. Zdokonaľovanie zručností vyžaduje nácvik a prax. Učebné ciele na úrovni vyučovacích hodín očakávajú, že žiaci budú schopní napodobniť činnosť na základe pozorovania a inštruktáže, postupným nácvikom ju budú zlepšovať, zvýši sa presnosť a rýchlosť úkonov. Najvyššou úrovňou je schopnosť samostatne zefektívniť úkon prispôsobením alebo inováciou. Charakteristické činnosti v predmete biológia sú práca s mikroskopom, lupou, používanie preparačných nástrojov, zhotovenie natívneho preparátu, herbárovej položky, používanie kamery na snímanie živých organizmov, práca s aplikáciami a softvérom meracích zariadení, pestovanie rastlín a zhotovenie náčrtu a pod. Nácvik zručností často vyžaduje aj predchádzajúce teoretické poznatky a býva podmienený naladením a motiváciou. Medzi psychomotorickou, kognitívnou a afektívnou doménou existuje významné prekrytie.

OBSAH BIOLÓGIE NA SEKUNDÁRNOM STUPNI VZDELÁVANIA

3 ŠTANDARDY PREDMETU BIOLÓGIA

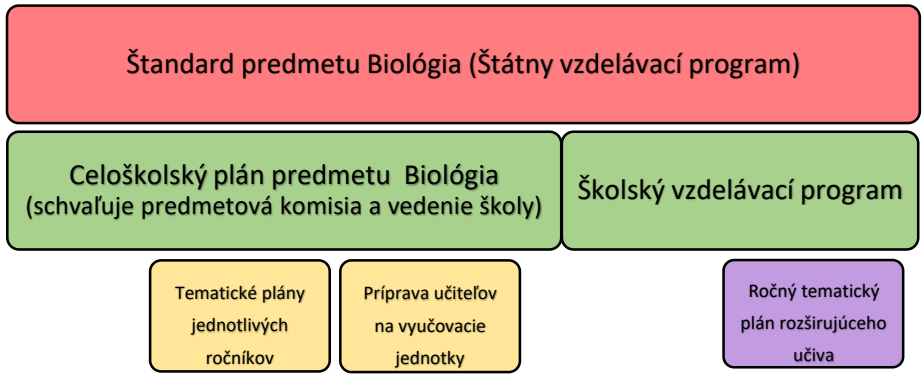
Život s človekom v ľudských sídlach	
Výkonový štandard	**Obsahový štandard**
Žiak na konci 6. ročníka základnej školy vie/dokáže: ✓ rozlíšiť špecifiká spoločenstva vznikajúceho v ľudských sídlach a v ich okolí, ✓ zhodnotiť vplyv človeka na prostredie organizmov, ✓ vysvetliť, aký význam majú pre človeka mikroorganizmy, pestované rastliny a živočíchy žijúce v ľudských sídlach a ich okolí, ✓ navrhnúť a realizovať projekt na poznávanie organizmov žijúcich v okolí svojho bydliska alebo školy, ✓ prezentovať výsledky projektu.	ľudské sídlo, zdomácňovanie , odroda, plemeno (mikroorganizmy, baktérie, plesne kvasinky) zelenina cibuľová, hlúbová, koreňová, plodová strukoviny rastliny hospodárske, ovocné včela, včelstvo včelárstvo, ryby , rybárstvo, rybnikárstvo zvieratá hospodárske, domáce škodcovia, parazity vonkajšie vnútorné, prenášače nákazy, prevencia premnoženie hlodavcov, hmyzu dezinfekcia, dezinsekcia, deratizácia biologická ochrana, spevavce

Pre každý predmet sú na stránke Štátneho pedagogického ústavu zverejnené vzdelávacie ciele a štandardy ako štruktúrovaný popis spôsobilostí.[(1)] Štandardy majú výkonovú a obsahovú časť. Výkonový štandard je formulovaný v podobe operacionalizovaných cieľov, je uvádzaný aktívnymi slovesami, ktoré zároveň vyjadrujú úroveň osvojenia a kombináciu vedomostí, zručností a schopností. Popisuje produkt výučby, nie proces. Obsahový štandard určuje minimálny obsah vzdelávania, ktorý zabezpečuje kompatibilitu vzdelávania na všetkých školách. Učivo je všetkými žiakmi osvojiteľné. Tvoria ho fakty, konceptuálne poznatky – pojmy, vzťahy medzi nimi, procedurálne poznatky – ako sa niečo robí a metakognitívne poznatky – ako sa niečo dá naučiť. Učiteľ plánuje ako naplní etapové ciele ročníka aby žiak dokázal podať výkony a preukázal vedomosti zodpovedajúce požiadavkám formulovaným v štandarde. Štandardy pre maturitnú skúšku z biológie sú súčasťou dokumentu Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z biológie.[(2)]

1 Inovovaný štátny vzdelávací program, Biológia, Nižšie sekundárne vzdelávanie. Dostupné z: https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/biologia_nsv_2014.pdf

2 Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z biológie, Bratislava 2019 , Dostupné z: https://www.statpedu.sk/files/sk/svp/maturitne-skusky/platne-od-sk-r-2018/2019/cp_biologia_2019.pdf

3.1 DLHODOBÉ PLÁNOVANIE VÝUČBY

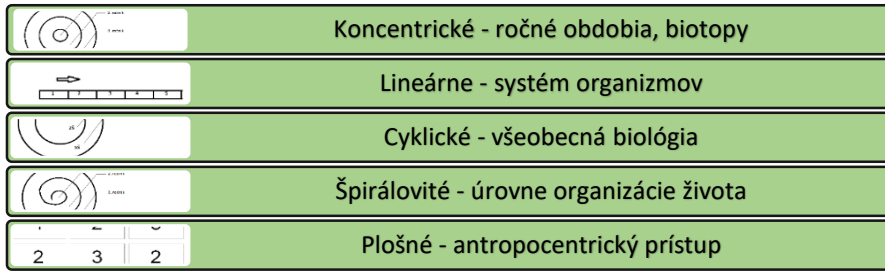


Tematické plány jednotlivých ročníkov majú obsahovať podrobné osnovy (curriculum), ktoré rešpektujú štandard ŠVP.[1] Na základe štandardu predmetu v ŠVP a ministerstvom školstva schválenej učebnice[2] vypracujú učitelia výučbový plán predmetu pre všetky ročníky. Tematické plány sa každý školský rok prispôsobujú aktuálnemu kalendáru alebo situácii. Učitelia plánujú rozsah tematických celkov, rozpisujú ich na témy jednotlivých vyučovacích jednotiek podľa počtu hodín v rámcovom učebnom pláne ŠVP. Štandardná vyučovacia jednotka má 45 minút. Stredné školy môžu na laboratórne práce a semináre dve hodiny spájať a je odporučené deliť triedu na dve samostatne rozvrhované skupiny. Termíny exkurzií je potrebné zaradiť do ročného plánu školy. Rámcový učebný plán ŠVP určuje disponibilné hodiny pre Školský vzdelávací program (ŠkVP), ktoré môže vedenie školy použiť na zvýšenie rozsahu existujúcich predmetov, na prierezové témy alebo otvoriť nové predmety v súlade so zameraním školy. Predmetová komisia vypracuje osnovu nového predmetu, ktorý sa po schválení vedením školy stáva záväznou. Prehľadná je tzv. kurikulárna mapa – grafické vyjadrenie štruktúry obsahu učiva, ktoré vizualizuje vnútro-predmetové vzťahy tém a tematických celkov. Je výbornou pomôckou pri písaní podrobného tematického plánu.

1 Zásady tvorby školského vzdelávacieho programu. Dostupné z: https://www.statpedu.sk/sk/svp/statny-vzdelavaci-program/statny-vzdelavaci-program-gymnazia/zasady-tvorby-skvp/

2 Zoznam schválených učebníc, schválených učebných textov, schválených pracovných zošitov, odporúčaných učebníc a odporúčaných pracovných zošitov, na zakúpenie ktorých ministerstvo školstva poskytne školám finančné prostriedky - 2021. Dostupné z: https://edicnyportal.iedu.sk/Documents/Show/140

3.2 USPORIADANIE OBSAHU BIOLOGICKÉHO UČIVA



Začiatkom 20. storočia prevládalo koncentrické usporiadanie, učivo sa každý rok opakovalo a rozšírilo. Rozsah vedomostí bol malý. Lineárne usporiadanie vychádzalo z Lübenovho opisne morfologického a systematického smeru. Je časovo úsporné, ale žiaci sa k učivu prispôsobenému nižším ročníkom už neskôr nevrátia. Pri cyklickom usporiadaní sa lineárne učivo znovu podrobnejšie preberá na vyššom stupni vzdelávania (ZŠ a SŠ). Kombinácia lineárnej a cyklickej štruktúry je špirála. Na témy učiva nižších ročníkov sa nadväzuje vo vyšších ročníkoch a na vyššom stupni vzdelávania, nové poznatky sú obohatené o vnútro-predmetové a medzi-predmetové súvislosti. Mozaikové (maticové) usporiadanie vychádza z toho, že subjektom aj objektom vyučovania je človek, preto východiskom sú konkrétne a známe životné alebo prírodné situácie.

Štandardy biológie v USA a Británii sú vytvárané ako integrovaná súčasť STEM – Science, Technology, Engineering and Mathematics.

Koncepcia STEM integruje výučbu biológie, fyziky a chémie do predmetu prírodné vedy a prepája ich s technológiami, inžinierstvom a matematikou do súdržnej učebnej paradigmy založenej na skutočných aplikáciách.

Na nasledujúcich troch stranách stručne predstavíme niekoľko vo svete rozšírených kurikulárnych prístupov k obsahu biológie vo vzdelávaní. V Európskom regióne má takmer každá krajina vlastnú verziu štandardov a osnov. Rozšírenie on-line vzdelávania v dôsledku COVID-19 sa prejavilo aj veľkou ponukou kurzov biológie na vzdelávacích portáloch.

3.2.1 ŠTANDARD NUFFIELD BIOLOGY

Nuffield vyvíja štandardy vzdelávania v Spojenom kráľovstve od roku 1962.

V aktuálnych štandardoch Nuffield Biology [1] sa uvádzajú tieto ciele:

- rozvíjať a podporovať zvedavosť a bádanie,
- utvárať moderný pohľad na biológiu,
- formovať vnímanie človeka ako živého organizmu a chápať jeho miesto v prírode,
- podporovať uvedomenie si rozmanitosti života a základných podobností medzi živými bytosťami,
- podporovať úctu a cit pre všetko živé,
- učiť žiakov plánovať vedecký výskum, formulovať otázky a navrhovať pokusy,
- vytvárať kritický prístup k dôkazom,
- viesť žiakov k premýšľaniu o kľúčových biologických súvislostiach ľudských aktivít.

Filozofia priblíženia biologického obsahu:

Vedecký, interdisciplinárny prístup

Biológia sa vyvíjala mnoho storočí a stále existuje veľa nezodpovedaných otázok o živote; naše predstavy môžu meniť nové poznatky, ktoré sú výsledkom práce a spolupráce vedcov z rôznych častí sveta. Vedecká práca nie je založená iba na pozorovaní a experimentovaní, ale na formulácii a testovaní hypotéz a predovšetkým na komunikácii medzi ľuďmi. Aj pokrok chémie, fyziky a matematiky má vplyv na rozvoj biológie.

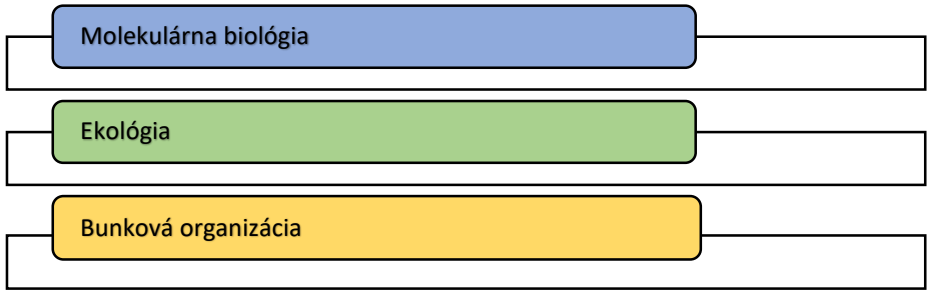
Projekt NB kladie dôraz na experiment a kritické hodnotenie dôkazov. Učenie je založené na laboratórnych prácach. Prvé dva roky učiva charakterizuje široký všeobecno-biologický prístup. Neskôr rastie dôraz na experimentovanie a uvažovanie o organizmoch.

Tematické celky: 1. Živé spoločenstvá. 2. Organizmus ako jedinec. 3. Vzťah organizmov k prostrediu. 4. Rast a vývoj organizmov.

1 Nuffield Biology. Dostupné z: https://www.stem.org.uk/resources/collection/3100/nuffield-biology

3.2.2 CURRICULUM BSCS

Na svete najrozšírenejšie sú osnovy Vzdelávacieho centra BSCS[1], ktoré vzniklo v r. 1958 pod názvom Biological Sciences Curriculum Study a neskôr sa stala nezávislou neziskovou organizáciou so sídlom v Colorade (USA). V r. 2018 zmenila názov na BSCS Science Learning. V r. 1960 vyvinuli tri voliteľné verzie osnov biologického učiva: Modrá/molekulárno-biologická; Zelená/ekologická ; Žltá/prístup cez biológiu bunky. Všetky tri verzie zdôrazňovali kľúčové biologické témy, ako sú veda, komplementárnosť štruktúry a funkcie, genetická kontinuita a evolúcia. Učebnice BSCS zdôrazňovali evolúciu ako hlavnú vedeckú teóriu v čase, keď bola zo stredoškolských osnov do značnej miery vynechaná. Organizácia BSCS sa naďalej zasadzuje za výučbu evolúcie. Vychádzajú stále nové vydania kníh. Na podporu výučby prírodných vied vyvinula v r. 1987 BSCS štruktúru hodiny, ktorú nazýva „Inštruktážny model BSCS 5E“ Engage/zapoj, Explore/skúmaj, Explain/vysvetli, Extend/rozšír, Evaluate/vyhodnoť“ ako súčasť učebných osnov BSCS Science for Life and Living [2].



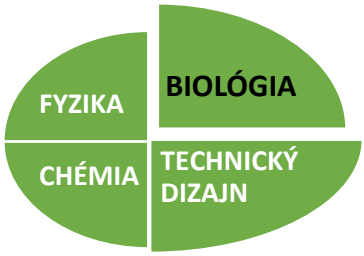
BSCS Biology: A Human Approach je ročný program založený na aktivitách s príkladmi zo života ľudí, aby sa sprístupnili základné koncepcie biológie.

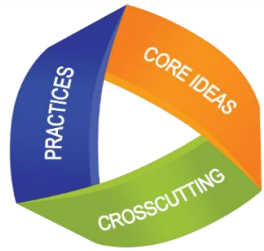
Komplexné digitálne učebné osnovy na báze inštruktážneho modelu BSCS 5E - boli upravené pre piate vydanie, aby zodpovedali štandardom novej generácie.

1 BSCS Science Learning. Dostupné z: https://bscs.org/resources/educator-resource-center/

2 The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. Dostupné z: https://bscs.org/reports/the-bscs-5e-instructional-model-origins-and-effectiveness/

3.2.3 NEXT GENERATION SCIENCE STANDARDS





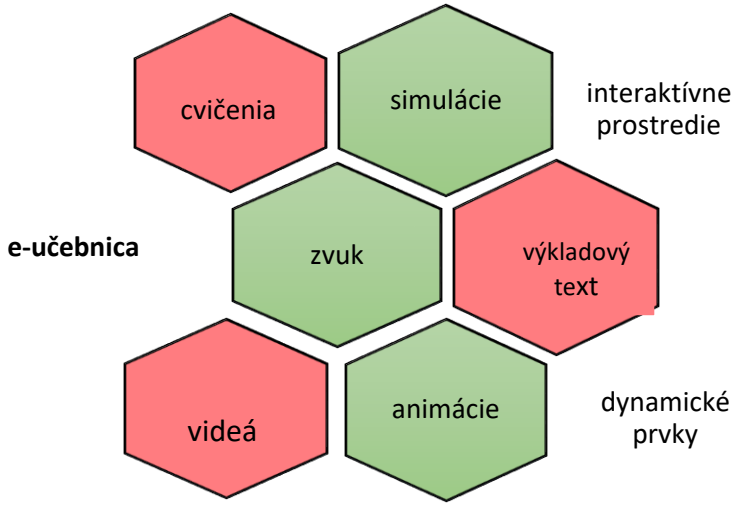
V r. 2013 boli vypracované v USA nové štandardy pre výučbu prírodných vied (Science), ktoré zdôrazňujú potrebu interdisciplinárneho chápania javov[(1).] Štandardy vedy novej generácie (NGSS) vychádzajú z tézy, že existujú tri odlišné ale rovnako dôležité dimenzie učenia sa vedeckých disciplín: prierezové pojmy, základné myšlienky odboru a vedecko-technické postupy. Tieto dimenzie sú v štandardoch kombinované tak, aby boli prítomné v každej téme a pomohli žiakom k ucelenému porozumeniu obsahu.[(1)]

Integrovaný prístup

Praktické aktivity približujú prácu vedcov, ako postupujú pri skúmaní prírodného sveta a prácu inžinierov pri navrhovaní a budovaní systémov. Prostredníctvom praktickej činnosti žiaci lepšie pochopia, čo sa rozumie pod pojmom „výskum“ a aké kognitívne, sociálne a motorické spôsobilosti a postupy táto práca vyžaduje. Praktiká sú zamerané na získavanie, prehlbovanie a aplikáciu vedomostí o základných myšlienkach a prierezových koncepciách prírodných a technických vied. Základné poznatky uvedených štyroch domén tvoria kľúčové vedecké myšlienky, ktoré majú široký význam v rámci viacerých vedeckých alebo technických disciplín. Ako žiaci postupujú na vyššiu úroveň vzdelávania tieto kľúčové myšlienky na seba nadväzujú. Prierezové koncepty pomáhajú žiakom skúmať súvislosti v štyroch vedných doménach: fyzikálne vedy, biologické vedy, vedy o Zemi a vesmíre a inžinierskeho dizajnu. Pojmy ako napríklad „príčina a následok“ pomáhajú vytvoriť si ucelený a vedecky podložený pohľad na svet okolo seba.

1 Crosscutting Concepts. Dostupné z: https://www.nextgenscience.org/

3.3 E-UČEBNICE BIOLÓGIE



Elektronické učebnice sú digitálne učebné pomôcky, ktorých obsah je v súlade so štandardmi biológie v krajine vzniku a na danom stupni škôl.(1) Sú obohatené o animácie, obsahujú interaktívne prvky a niektoré aj ozvučenie. Ich ponuka sa rozrástla najmä v čase pandémie COVID-19. Blízke e-učebniciam sú vzdelávacie portály, ktoré vznikli už skôr. Pod patronátom MŠVVaŠ v SR boli školám sprístupnené multimediálne vzdelávacie materiály vo forme videí, animácií, simulácií, prezentácií, ilustrácií, 3D modelov, interaktívnych cvičení a lekcií portálu známeho ako Planéta vedomostí, ktorá sa v súčasnosti transformovala na Vikiedu.(2) Z dostupných zahraničných e-učebných materiálov je to napríklad Flexboos.ck12(3) bohatý na videá s výkladom, animácie, simulácie a príklady. Bezplatné digitálne učebnice poskytuje aj nezisková organizácia Rise University v USA OpenStax(4) nimi sprístupnené učebnice sa používa 60% univerzít v USA a školy vo viac ako 100 krajinách. Digitálne učebnice si môžete požičať na určitý čas alebo zakúpiť doživotný prístup. Dajú sa sťahovať, tlačiť alebo používať online prostredníctvom kompatibilného zariadenia. Technologické riešenia sú stále vo vývoji.

1 Bezplatné slovenské e-učebnice biológie. Dostupné z: https://e-ucebnice.sk/
2 Planéta vedomostí. Dostupné z: http://planetavedomosti.iedu.sk nová z: Viki, Centrálne úložisko digitálneho edukačného obsahu https://viki.iedu.sk/
3 CK-12 Biology for High School. Dostupné: https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-biology-flexbook-2.0/
4 Openstax, Dostupné z: https://openstax.org

4 UČEBNÉ OSNOVY A UČEBNICE v SR

Učebné osnovy (kurikulá) sú plánované skúsenosti žiakov, ako majú postupne získať, precvičiť a aplikovať vedomosti a zručnosti, aby dosiahli definovaný štandard ŠVP. Usporiadanie a rozsah tém osnov si učitelia škôl na Slovensku dohodnú v predmetovej komisii a po schválení vedením školy ich zapracujú do ročných tematických plánov. Tie sú návodom pre učiteľa, ktorý určuje čo má pripraviť a urobiť, aby sprístupnil obsah predmetu a s ním súvisiace skúsenosti každému žiakovi. Na základe ročného plánu pripravujú učitelia priebeh vyučovacích hodín. Pre každú vyučovaciu jednotku formulujú konkrétne vzdelávacie ciele. Osnova predmetu vzniká spravidla na základe niektorej učebnice schválenej ministerstvom školstva a je v súlade so vzdelávacím štandardom ŠVP. Pre daný predmet môže existovať viac učebníc na výber. Dodržanie štandardu kontroluje školská inšpekcia. Na vzdelávacích portáloch sú pre výučbu biológie k dispozícii rôzne metodické návody, pracovné zošity, digitálne prostredia, pomôcky a nástroje. Školy často tvoria pre svoje ŠkVP vlastné študijné materiály, čo sa môže týkať aj biologicky zameraného predmetu. Žiaci, ktorí sa pripravujú na maturitu z biológie, musia splniť maturitný štandard. Navštevujú voliteľný predmet Seminár z biológie.

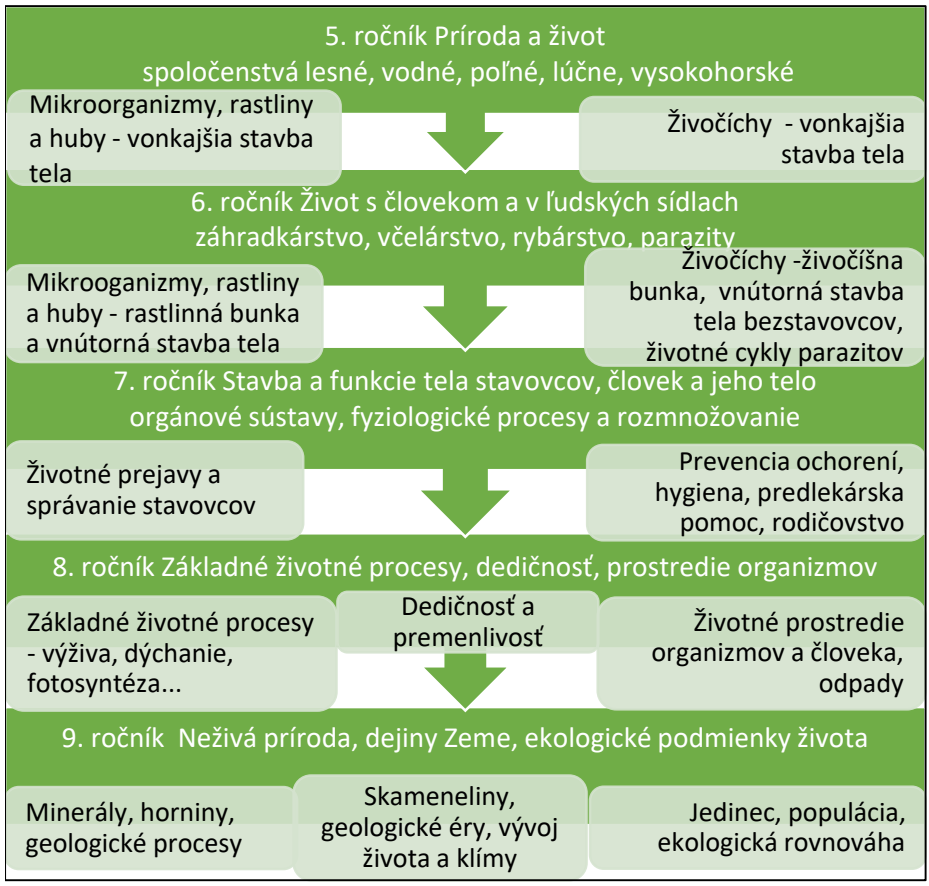
Pre základné školy sú určené učebnice Biológie M. Uherekovej a kol., pracovné zošity rôznych autorov a metodické príručky.

K učebniciam Biológie od J. Višňovskej a kol. pre 8. ročné gymnáziá pracovné zošity vhodné aj pre základné školy.

Učitelia biológie si obľúbili sériu učebníc Biológia pre gymnáziá od K. Ušákovej a kol.

Na Slovensku sa biológia učí ako samostatný predmet. Usporiadanie učiva sa historicky vyvíjalo pod vplyvom nemeckých, rakúskych a českých pedagógov. Po 2. svetovej vojne sa obsah učiva prispôsobil sovietskemu vzdelávaciemu systému a platili jednotné osnovy pre všetky školy. Po r. 1989 sa obsah prehodnotil. Vlyv na obsah predmetu mal hlavne rozvoj biologických vied.

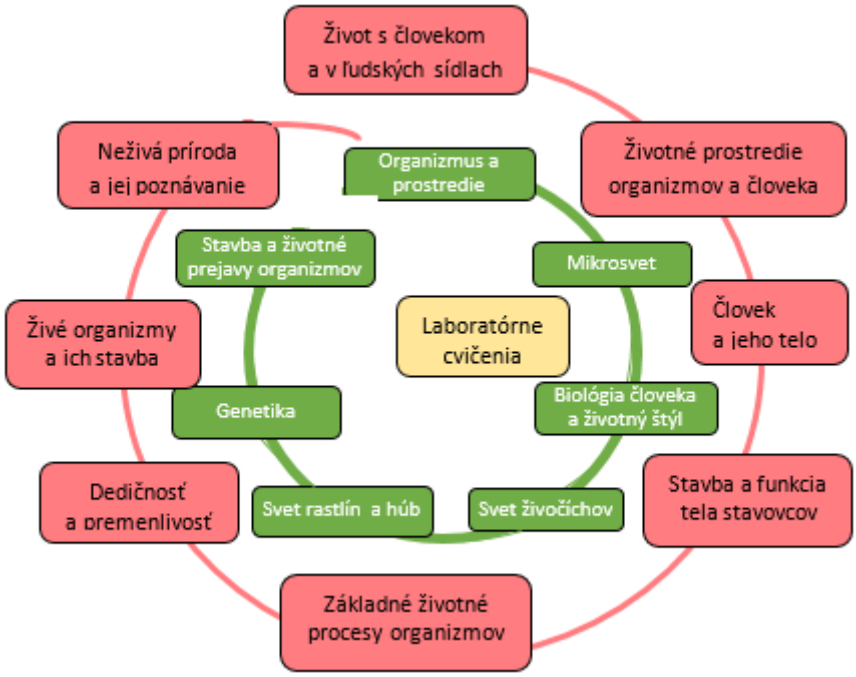
4.1 OBSAH BIOLÓGIE NA ZÁKLADNEJ ŠKOLE



Štruktúra a obsah biológie na základnej škole[1] zohľadňuje vývoj porozumenia žiakov vo veku od 11 do 15 rokov. Biologické poznatky sú v nižších ročníkoch radené podľa prístupnosti a praktických aspektov od menej náročného pozorovania a poznávania rastlín, húb a živočíchov vo svojom okolí a základov práce s mikroskopom až po anatomicko-fyziologický náhľad na organizmy a človeka, ktorý počíta s prirodzeným záujmom o vlastné telo a zdravie v tomto veku. Vo vyšších ročníkoch rastú nároky na porozumenie procesov a súvislostí. Na 7. ročník sa nadväzuje v dvoch líniách: životné prejavy – životné procesy – neživá príroda; zdravie – životné prostredie – ekologická rovnováha. Obe línie prepája genetika na úrovni organizmov a vývoj Zeme a života.

1 Schematické vyjadrenie obsahu formou kurikulárnej mapy

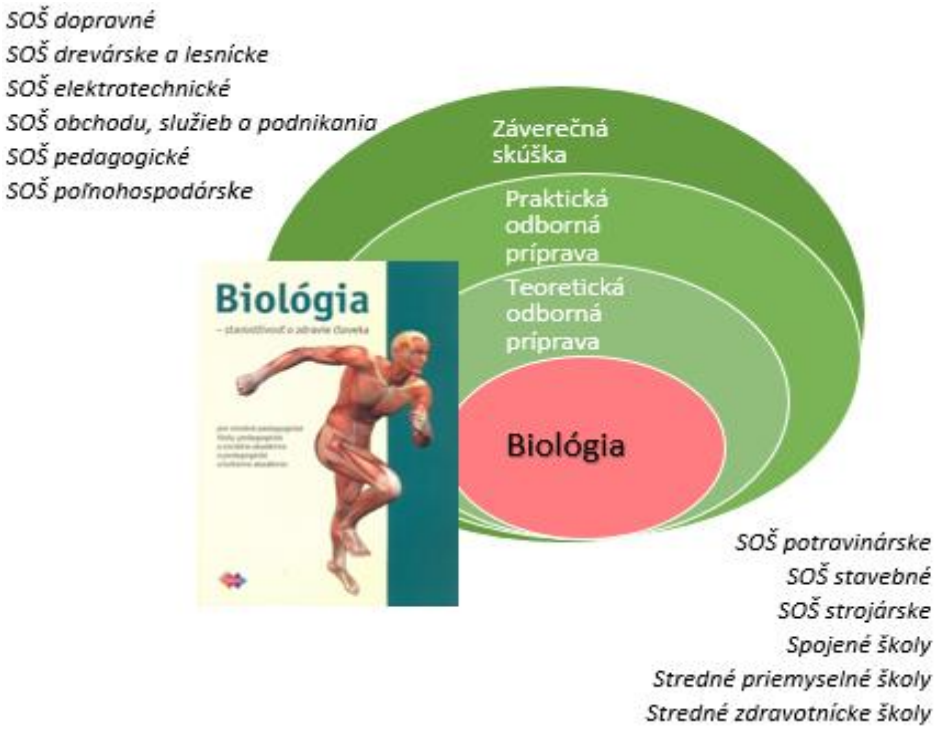
4.2 OBSAH BIOLÓGIE NA GYMNÁZIÁCH



Obsah učiva biológie osemročných gymnázií od prímy po kvartu sa člení podobne ako v 6. až 9. ročníku základnej školy. Výkonový štandard kladie dôraz na laboratórne, bádateľské a všeobecné zručnosti. Obsahový štandard je náročnejší, bohatší na pojmy. Tematické celky korelujú s celkami kvinty až oktávy, ktoré sú rovnaké ako na štvorročných gymnáziách. Štandardy nezaraďujú jednotlivé tematické celky do ročníkov. Predmetové komisie tvoria učebné plány s ohľadom na zameranie tried, školský vzdelávací program, zvolené učebnice a realizáciu prierezových tém učiva. Laboratórne práce sú dvojhodinové, odporúča sa delenie triedy na dve skupiny. Žiaci, ktorí sa pripravujú na maturitnú skúšku musia splniť okrem štandardu aj maturitné cieľové požiadavky.[(1)] Navštevujú seminár z biológie, kde získajú požadované zručnosti a rozšíria si vedomosti.

1 Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z biológie, Bratislava 2019 , Dostupné z: https://www.statpedu.sk/files/sk/svp/maturitne-skusky/platne-od-sk-r-2018/2019/cp_biologia_2019.pdf

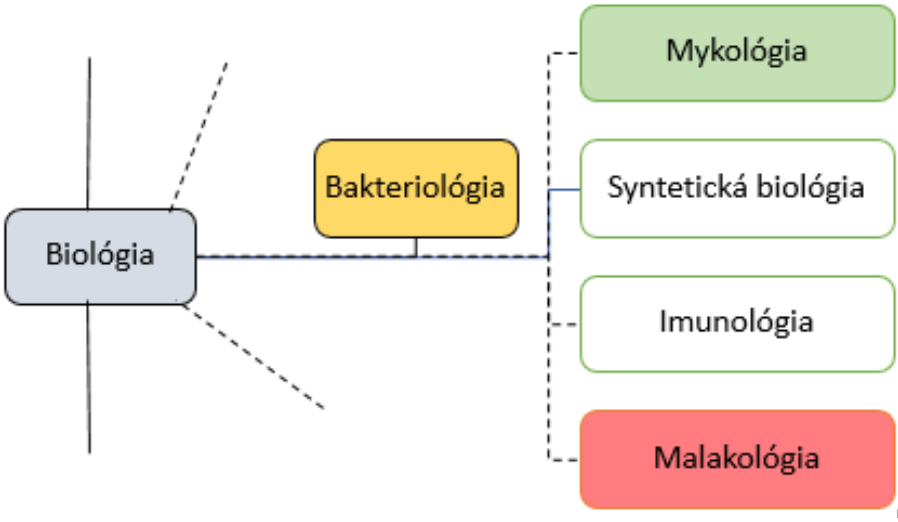
4.3 BIOLÓGIA NA STREDNÝCH ODBORNÝCH ŠKOLÁCH



Rámcové učebné plány pre jednotlivé odbory určujú minimálny počet hodín zo všeobecno-vzdelávacej oblasti Človek a príroda, spravidla 1 až 3 hodiny týždennej výučby. Obsah odborného vzdelávania je veľmi rôznorodý, školy si zostavujú učebné programy a sami sa rozhodujú o predmetoch všeobecného základu, rámcový učebný plán je však záväzný. Biológia je zaradená do učebného plánu škôl, kde je základom profilujúcich odborných predmetov študovaného zamerania. Obsah predmetu biológia je prispôsobený zodpovedajúcim spôsobom, aby zohľadňoval potreby študovaného odbour. Na stredných poľnohospodárskych, drevárskych a lesníckych školách sa učí hlavne biológia rastlín a živočíchov, na pedagogických školách a stredných zdravotníckych školách biológia človeka. Potrebné biologické vedomosti sú prehlbované v odborných predmetoch, ktoré na biológiu nadväzujú.[1]

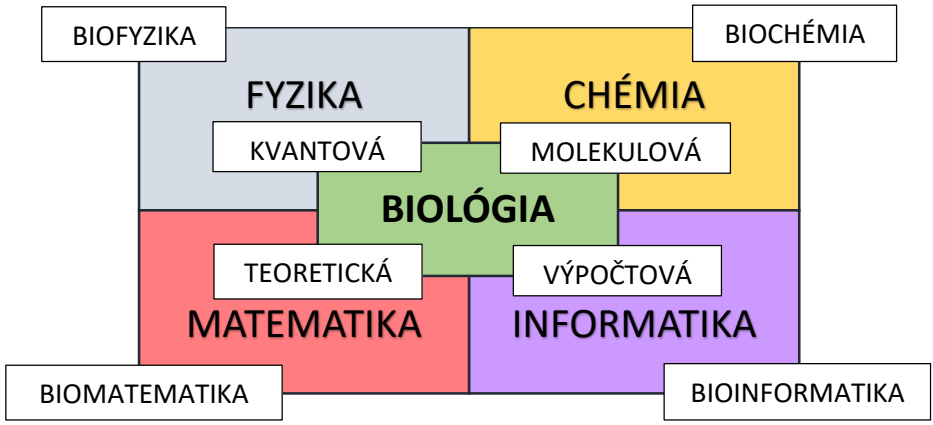
1 Podrobnejšie informácie nájdete na stránke Štátneho inštitútu odborného vzdelávania, Odborné vzdelávanie a príprava, Dostupné z: https://siov.sk/vzdelavanie/odborne-vzdelavanie-a-priprava

5 BIOLOGICKÉ VEDY



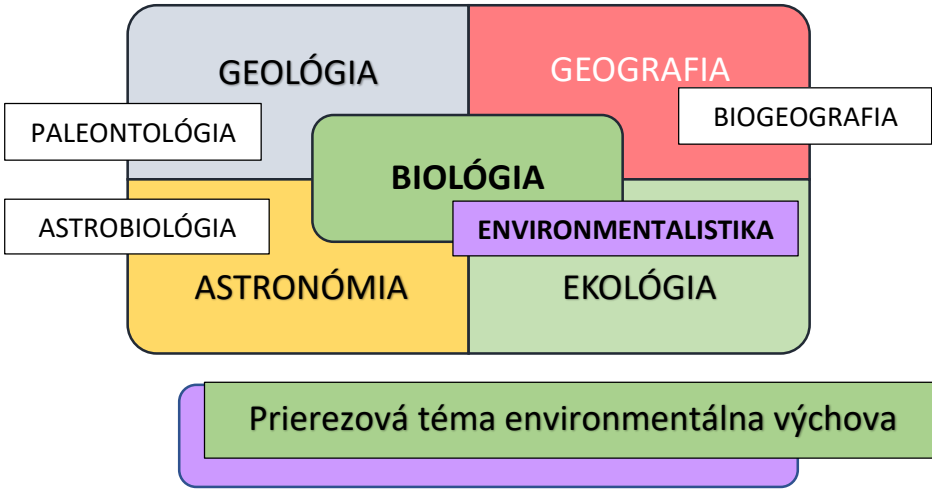
Biológia sa člení na mnoho subdisciplín. Veľká skupina biologických vied skúma všeobecné vlastnosti živých organizmov na rôznom stupni usporiadanosti. Sú to napríklad cytológia, genetika, evolučná biológia. Ďalšia skupina vied je zameraná na konkrétne veľké skupiny organizmov, ako sú živočíchy, rastliny, huby a mikroorganizmy. Poznáme ich ako zoológia, botanika, mykológia, mikrobiológia. Ľudské telo je stredobodom ďalšej veľkej skupiny biologických vied, ako neurobiológia, vývinová biológia, lekárska biológia a pod. Tieto hlavné smery sa ďalej delia na špecializované oblasti ako napríklad fyziológia živočíchov, fyziológia rastlín alebo populačná genetika, genetika človeka a pod. menovali by sme dlho. Dôsledkom nárastu poznatkov dochádza k ďalšej diferenciácii a zároveň k prelínaniu biológie s inými vedami. Biológia nie je izolovaná veda, aj jej subdisciplíny hraničia s mnohými príbuznými odbormi a generujú sa nové hraničné vedné odbory. Často riešia aj spoločenské problémy a preto sa objavuje požiadavka rozvíjať niektoré očakávané generické (všeobecné) zručnosti žiakov formou interdisciplinárnych aktivít. Posilňovanie medzipredmetových vzťahov vo výučbe biológie v podobe prienikových tém je trendom do budúcnosti.

5.1 BIOLÓGIA A JEJ HRANIČNÉ DISCIPLÍNY



Fyzika, chémia, matematika a informatika sú školské predmety, ktoré majú s biológiou najviac súvislostí. Neprekvapuje, že na rozhraní týchto vedeckých disciplín vznikli nové samostatné vedné odbory. Biofyzika a biochémia sa zaoberajú fyzikálnymi a chemickými dejmi v živých systémoch. Biomatematika, kde patrí aj známejšia bioštatistika, používa matematické nástroje na štúdium biologických systémov. Bioinformatika sa zaoberá veľkými súbormi biologických údajov, dát, štatistík a výsledkov vedeckých štúdií. Uvedené odbory vznikli rozšírením a aplikáciou vlastných poznatkov na biologické objekty. Samotné biologické vedy sa však tiež postupne vnútorne diferencujú. Na rozhraní genetiky a chémie sa už dávnejšie etablovala molekulová biológia. Teoretická (matematická) biológia skúma vývoj štruktúr a správanie sa živých systémov pomocou matematických modelov s cieľom vysvetliť teoretické princípy biológie. Výpočtová biológia vyvíja aplikácie dátovo-analytických a teoretických metód, matematického modelovania a metód výpočtovej simulácie na štúdium biologických, ekologických a sociálnych systémov. Bioinformatika a výpočtová biológia sú síce odlišné použitými nástrojmi, no značne sa prekrývajú čo sa týka riešených biologických problémov. Kvantová biológia je najmladším výhonkom biologických vied na rozhraní s fyzikou elementárnych častíc. Hľadá dôkazy kvantovo-fyzikálnej povahy na vysvetlenie niektorých biologických javov, napríklad vnímania vôní a priestorovej orientácie migrujúcich vtákov.

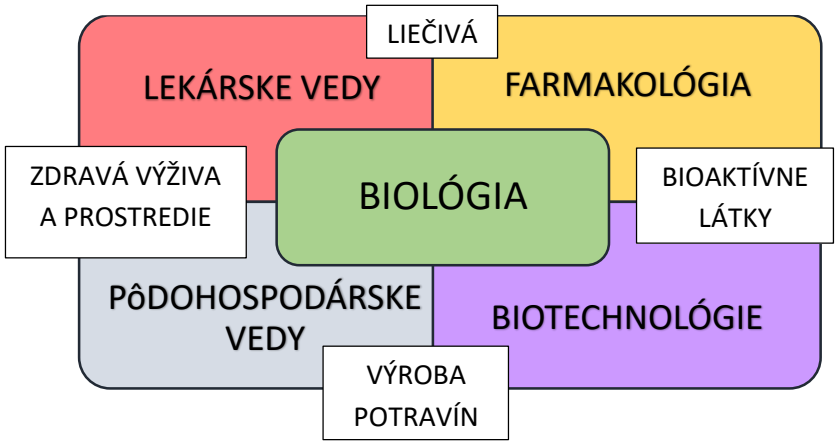
5.2 BIOLÓGIA A VEDY O ZEMI A VESMÍRE



Geografia, geológia, astronómia a ekológia sa zvyknú označovať aj ako geovedy, vedy o Zemi. Patrí sem aj astronómia, ktorá skúma miesto našej planéty vo vesmíre. Fyzická geografia a geológia majú mnoho spoločného, objektom ich záujmu je súčasná a minulá podoba Zeme. Geológiu s biológiou spája paleontológia, ktorá študuje a datuje výskyt organizmov v dávnej minulosti, preto sa geológia na základnej škole učí v rámci predmetu biológia ako jej časť neživá príroda. Biogeografia sa zaoberá distribúciu druhov a ekosystémov v geografickom priestore. Organizmy a biologické spoločenstvá sa líšia podľa stupňov zemepisnej šírky, nadmorskej výšky, izolácie a lokalizácie biotopov. Biogeografia spája poznatky ekológie, evolučnej biológie, taxonómie, geológie, fyzickej geografie, paleontológie a klimatológie.

Na rozhraní humánnej geografie a ekológie sú environmentálne vedy. Spolu s astrobiológiou študujú meniace sa podmienky a ich limity pre výskyt života na Zemi a vo Vesmíre s využitím poznatkov, metód a nástrojov fyziky, chémie, matematiky, informatiky a biológie. Environmentalistika je samostatná náuka o životnom prostredí. Skúma pôsobenie človeka na ekosystémy, zaoberá sa prevenciou znečisťovania životného prostredia, nápravou vzniknutých škôd a prevenciou nežiaducich zásahov. Je témou učiva viacerých predmetov.

5.3 APLIKOVANÉ BIOLOGICKÉ VEDY



Aplikované vedy majú interdisciplinárny charakter a možno ich rozdeliť do štyroch veľkých skupín. Lekárske vedy, napríklad neurológia, kardiológia, lekárska biológia, lekárska genetika, onkológia, neonatológia a mnoho ďalších disciplín zodpovedajú medicínskym odborom, ktoré sa špecializujú na prevenciu a liečbu ochorení určitých tkanív a orgánov. Radíme sem aj výskum vo veterinárnej medicíne. Farmakológia a medicína sa stretávajú pri štúdii účinkov liečiv na ľudský organizmus. Biofarmakológia skúma bioaktívne látky využívané ako liečivá a produkované biotechnologicky živými organizmami. Biotechnológie sú rýchlo sa rozvíjajúcou oblasťou, ktorá zasahuje aj do oblasti produkcie potravinových komponentov a ochrany rastlín, čo je už na rozhraní pôdohospodárskych vied, ktoré sa venujú problémom produkcie potravín, optimalizácii podmienok pestovania rastlín a chovu hospodárskych zvierat. Riešia efektívne zásobovanie trhu bezpečnými potravinami bez obsahu škodlivín a v dostatočnej kvalite. Biopotraviny a pestovanie liečivých rastlín sú nielen populárne, ale sú aj predmetom výskumu. K pôdohospodárskym vedám patrí aj lesníctvo, poľovníctvo rybárstvo, záhradníctvo, krajinné inžinierstvo a mnoho ďalších odborov. Biológia má aplikované medziodborové väzby aj s technickými vedami, ktoré študujú biologické systémy s cieľom implementovať získané poznatky do nových technológií, napríklad biomedicínske inžinierstvo, bionika (poznatky o štruktúre organizmov), biomika (poznatky z analýzy biologických systémov) a i. Niektoré spoločenské vedy ako napríklad bioetika a biopsychológia majú taktiež prienik s biológiou.

ŠTYRI KOMPLEMENTÁRNE NÁSTROJE UČITEĽA BIOLÓGIE

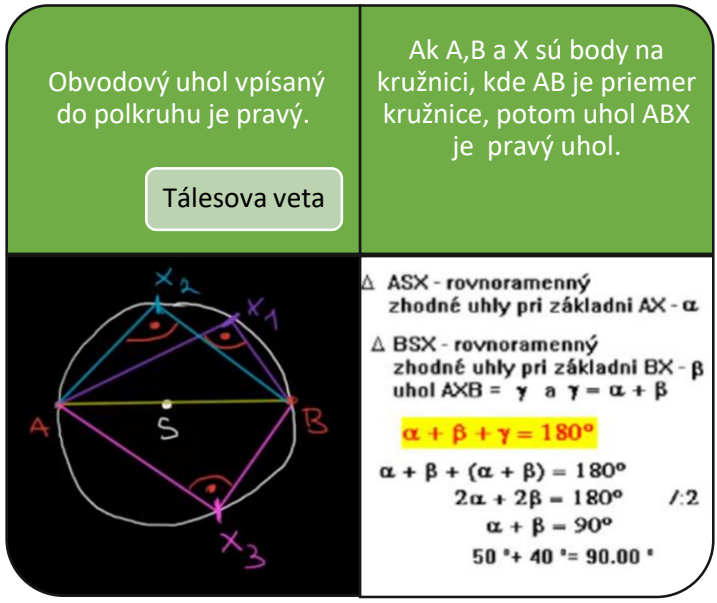
6 KOMPLEX DIDAKTICKÝCH NÁSTROJOV BIOLÓGIE

Metódy a prostriedky výučby biológie sú v odbornej literatúre rôznym spôsobom triedené a systematizované. Nedá sa však na jednotlivé procesy v rámci výučby nahliadať izolovane, nech ich delíme podľa akýchkoľvek aspektov. Pre učenir biológie je charakteristické vyjadrovanie sa pomocou odborných pojmov, ktoré dávame do vzájomných vzťahov, názorne ilustrujeme a prepájame s obsahom fyziky, chémie, ale aj geografie, matematiky a ďalších predmetov. Výučba biológie sa nezaobíde bez názornosti: demonštrácie živých organizmov a náhradných objektov v ich zastúpení formou schém a hmotných pomôcok, digitálnych fotografií, videozáznamov, simulácií a modelovania. Názornosť je účinná najmä v spojení s praktickou manipuláciou a interaktivitou v prípade digitálnych prostriedkov. Názorne, pomocou životných situácií, ilustrujeme aj význam biologických poznatkov pre nás ľudí. Žiaci zároveň precvičujú aj praktické postupy, napr. pri poskytovaní predlekárskej pomoci. Význam pojmov približuje riadený dialóg, ktorý vedie učiteľ v rámci aktivít, keď žiaci nadobúdajú nové skúsenosti so sprístupňovaným obsahom. Reflexiou býva diskusia, keď dochádza ku konfrontácii prejavov porozumenia medzi žiakmi, odhaleniu a korekcii prípadných miskoncepcií a ak treba, možno sa vrátiť k názornosti a práve absolvovanej praktickej skúsenosti.

Komplementárna štvorica pojmotvorby, názornosti, dialógu a praktických aktivít žiaka predstavuje hlavný metodický nástroj učiteľa biológie.

6.1 BIOLOGICKÉ POJMY A SYMBOLY

Od pojmov k symbolom:

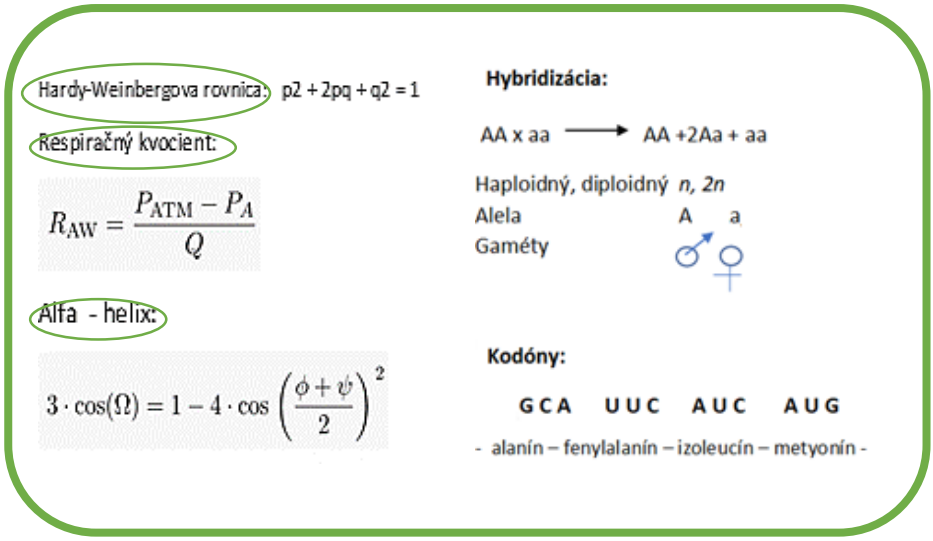


Pojem verzus odborný termín – pojem sa dá vyjadriť aj niekoľkými odbornými termínmi:

jadro bunky, bunkové jadro, nucleus, karyon ....

Slávni matematici a autori fyzikálnych zákonov formulovali odhalené pravidlá fungovania sveta najprv slovami, pretože terminológia javu, ktorého sa objavy týkali, ešte neexistovala. Symboly a vzorce sa zaviedli omnoho neskôr. Postupnosť je takáto:
Vyjadrenie **javu** opisom
Zavedenie **termínu** pre jav
Zavedenie **symbolu** pre termín
Použitie termínov vo **vzťahoch**
Vyjadrenie vzťahov pomocou symbolov = **vzorec**
V biológii je zatiaľ len málo symbolov a vzorcov, komunikácia prebieha väčšinou na úrovni pojmov.

6.1.1 POJMY A SYMBOLY V BIOLÓGII



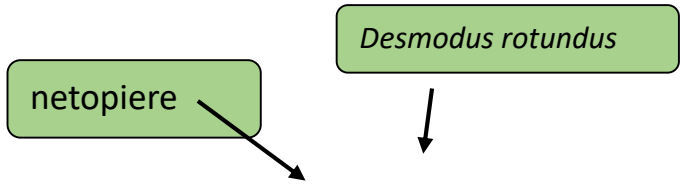
Didaktický postup pri zavedení pojmu a jeho vzťahov:

1. *Vyjadrenie javu **opisom***
2. *Zavedenie termínu pre jav – **potreba pomenovať***
3. *Zavedenie symbolu pre termín – **potreba označiť***
4. *Použitie termínov vo vzťahoch – **vyjadrenie vzťahu, schéma***
5. *Vyjadrenie vzťahov pomocou symbolov = **vzorec, rovnica***

V biológii je zatiaľ symbolov a vzorcov málo, nájdeme ich najčastejšie v genetike a v ekológii. Často sa prelínajú s biochemickými vzťahmi vo fyziológii a na úrovni metabolizmu bunky. Príčinou toho, prečo ešte nedochádza k transformácii pojmov na symboly vo väčšej miere aj v biológii podobne ako napríklad vo fyzike, je niekoľko. Živé organizmy sú charakteristické prelínaním sa vplyvov vonkajších a vnútorných faktorov. Vyznačujú sa komplikovanými vzájomnými vzťahmi aj na makroskopickej úrovni, hranice pojmov, ktorými ich označujeme, nie sú ostré ani dobre definovateľné. Pojmy svojou mnohovýznamovou komplexitou biológii vyhovujú, pretože vyjadrujú aj určité stupne voľnosti, symboly však musia byť jednoznačné. Mnohé biologické pojmy sa musia výskumom biologických objektov ešte zúžiť a diferencovať, aby mohli byť skratkovite vyjadrené symbomi.

6.1.2 LOGICKÁ TRIEDA POJMOV

Pojem **dvojdomé rastliny** sú logickou triedou (LT).
Zhodný znak dvojdomých rastlín je, že **vytvárajú samčie a samičie jedince.**



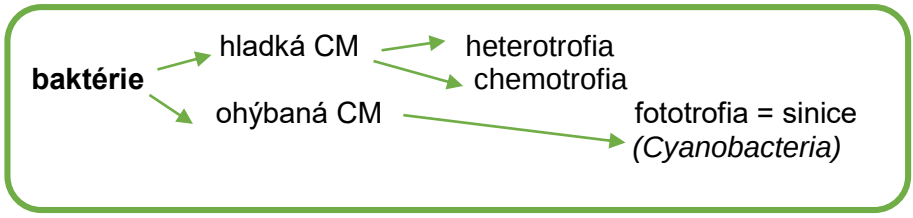
Pojem, ktorý označuje deje, predmety a javy, ktoré majú nejaký zhodný znak je logickou triedou. Ten istý znak môže byť z hľadiska jednej logickej triedy všeobecný, z hľadiska inej zvláštny. Všeobecné znaky netopierov vyplývajú z toho, že sú to stavovce, teda majú chrbticu. Iné všeobecné znaky sú charakteristické, teda podstatné pre cicavce, napr. telo majú pokryté srsťou. Zvláštnym znakom z hľadiska príslušnosti netopierov k cicavcom je, že lietajú. To ich odlišuje od ostatných cicavcov. Z pohľadu pojmu netopiere ide o podstatný všeobecný znak. Všeobecné podstatné znaky vymedzujú LT od iných LT na rovnakej úrovni, napr. párnokopytníky od nepárnokopytníkov. Erytrocyt, leukocyt a trombocyt sa tiež od seba líšia mnohými podstatnými znakmi, ale všetky sú prvkami logickej triedy krvné elementy.
Jedinečné znaky sú charakteristické pre indivíduum. Napríklad *Desmodus rotundus* sa živí na rozdiel od ostatných druhov netopierov, ktoré sú hmyzožravé, krvou hospodárskych zvierat.

Metabolizmus = *spoločné označenie procesov v bunke ako je fotosyntéza, dýchanie, syntéza bielkovín, odbúravanie tukov atď.*

Aký spoločný znak majú tieto procesy?

6.1.3 DEFINÍCIA POJMU A PREVOD POJMOV NA SYMBOLY

Jednoduchú definíciu pojmu možno vytvoriť vyjadrením príslušnosti k nadradenému pojmu a odlišnosti od súradných pojmov.



Najstručnejšia definícia: Sinice sú fototrofné baktérie.

Z tejto definície by sme mohli odvodiť vzorec:

Vzorec: $\mathbf{C = \beta + T_f}$

C – sinice
β – baktérie
T_f – fototrofia

Platí tiež výrok, že $\mathbf{T_a = T_f \vee T_{ch}}$

(Autotrofia je buď fototrofia alebo chemotrofia.)

6.1.4 Obsah a rozsah pojmu

Mikroštruktúru – základný element hierarchie - tvorí nadradený pojem, ktorého rozsah tvoria minimálne dva podradené pojmy.

cicavce < ***živorodé*** / ***vajcorodé***

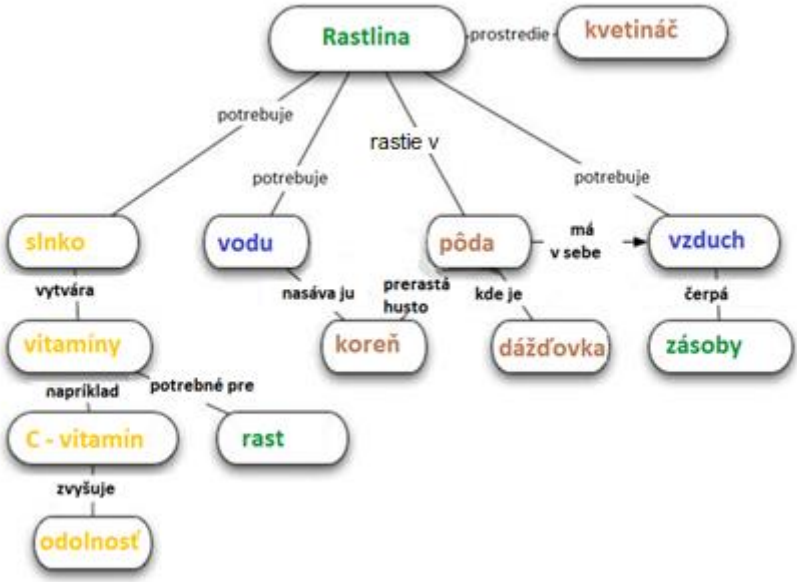
Pojmy tvoria hierarchické štruktúry.
nadradené – podradené – súradné

Determinant – určujúci vzťah medzi pojmami.
V systematike organizmov sú *živorodce* a *vajcorodce* podtriedami triedy cicavcov. Sú to súradné pojmy, prvky rovnakej LT cicavce. Zhodou okolností sa LT tu označuje tiež ako trieda.

V biológii sú pojmy triedené a štrukturalizované podľa klasickej teórie pojmov. Podľa nej definičná štruktúra pojmu „C“ označeného lexikálnym termínom spočíva v tom, že sa skladá z jednoduchších pojmov, ktoré spĺňajú podmienky na to, aby spadali pod „C“. V hierarchii ide o pojem nadradený pojmom o úroveň nižšie, ktoré zastrešuje. Oni tvoria jeho rozsah.
Definíciou vyjadrujeme obsah pojmu „C“. V skutočnosti je to s pojmami omnoho zložitejšie. Pojmy sú komplexné, a - zvlášť v didaktike - dochádza k ich redukcii. Komplexita pojmu znamená, že pojem zahrňuje množstvo podobných vecí a javov. Napríklad biológ predpokladá, že všetky mravce toho istého druhu sú rovnaké, ale zároveň vie, že na genetickej ani na morfologickej úrovni to neplatí. Koncepčná analýza skúma, ako dochádza k ontologickej redukcii komplexných pojmov, napríklad keď sa tvrdí, že gény sú segmenty DNA. Bolesť a ďalšie koncepty vedomých duševných stavov sa tiež nedajú analyzovať iba z hľadiska ich príčinných vzťahov. Neuroveda je v pozícii, že to môže robiť iba na pozadí filozofickej práce na základe formulácie pojmu.[1]

1 Stanford Encyclopedia of Philosophy, Dostupné z: https://plato.stanford.edu/entries/concepts/

6.1.5 POJMOVÉ A MYŠLIENKOVÉ MAPY



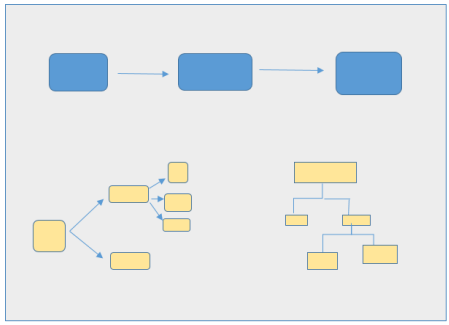
Didaktická pojmová mapa s determinantmi vytvorená žiakom ZŠ.

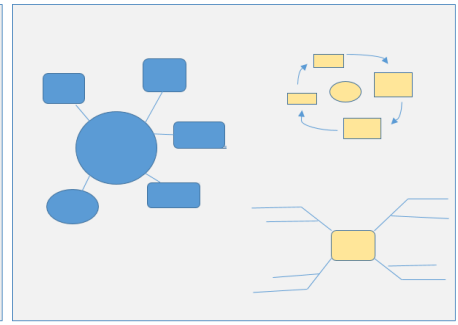
Pojmová mapa je vizuálna organizácia pojmov s vyjadrením vzťahov medzi pojmami. Pojmové mapovanie je technika používaná k znázorneniu väzieb súvisiacich pojmov, vytvorená začiatkom 70 rokov.[1] Ujala sa vo vyučovacom procese ako metóda práce s pojmami, neskôr aj ako metóda zaznamenávania myšlienok a nápadov žiakov – myšlienkové mapovanie. Myšlienkové mapy často obsahujú aj obrázky a celé vety. Pojmové mapy sú skôr tematické a podobajú sa grafom. Usporiadanie pojmov je premyslené a systematické. Pojmové mapovanie sa hodí preto na záver témy, pri systematizácii poznatkov, zaraďovaní mikroštruktúr do ucelených konštruktov. Myšlienkové mapovanie naopak, v úvode, pretože je spontánne a rýchle. Hodí sa na zachytávanie nápadov žiakov, obyčajne vychádzajú zo stredu, charakteristický postup je radiálny a divergentný.

1 Joseph Donald Novak (nar. 1932) americký pedagóg, emeritný profesor Cornellovej univerzity, zaoberal sa vývojom pojmového mapovania.

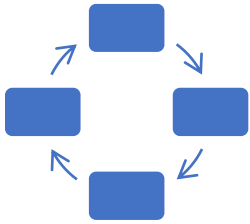
6.1.6 TYPY POJMOVÝCH MÁP

Lineárne a radiálne pojmové mapy môžu byť jednoduché a rozvetvené:

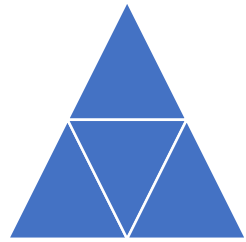




Cyklické

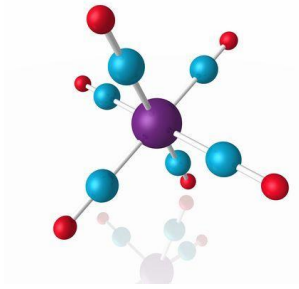


Plošné

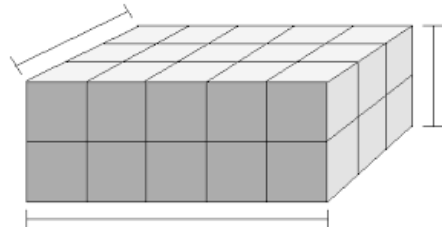


Priestorové mapy (3D)

Siete

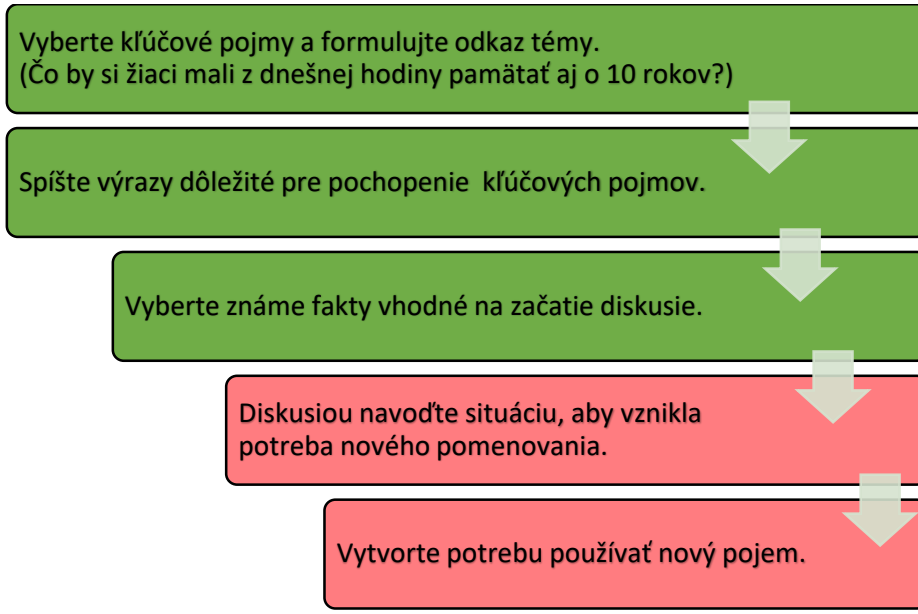


Bloky



6.1.7 POJMOTVORNÝ PROCES

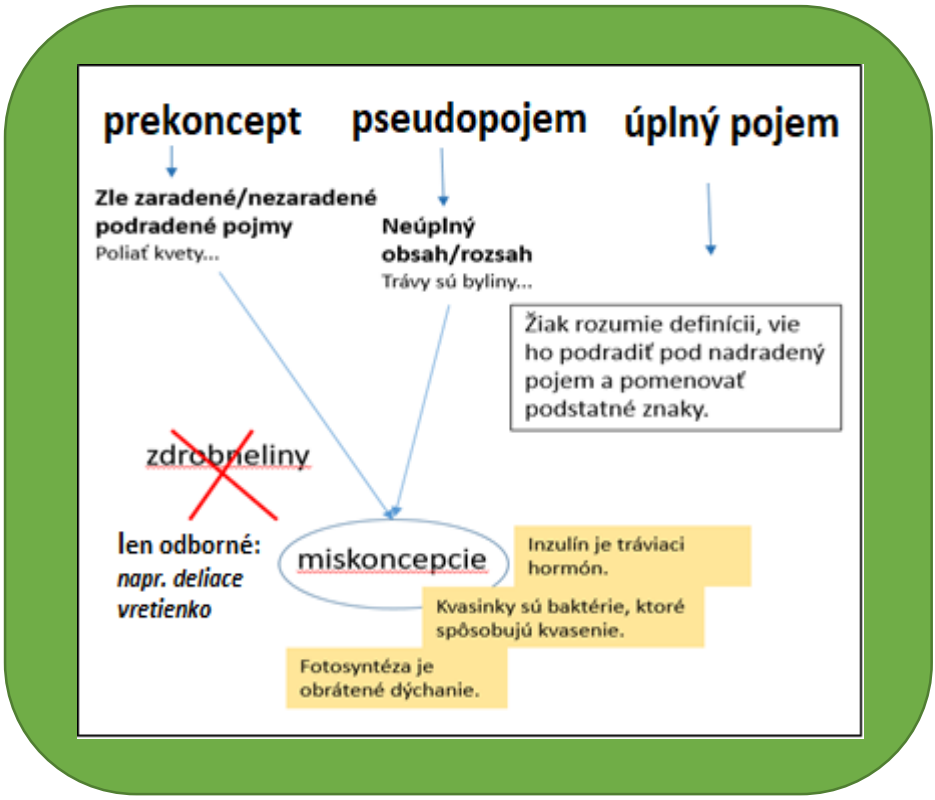
Didaktický postup zavedenia nového pojmu:



Osvojenie pojmu začína utváraním asociácií na základe vnemov:
Identifikácia podstatných znakov – zaradenie pojmu do mikroštruktúry – pojem v kontexte makroštruktúry.

Osvojovanie pojmov je účinné, ak:
počet nových pojmov je primerane malý, vznikne potreba pomenovania nového javu, pojmy sú kľúčovými pre pochopenie preberanej témy, žiaci disponujú slovnou zásobou potrebnou na vyjadrenie porozumenia pojmu, žiaci dostanú príležitosť samostatne rozvinúť významy nových slov.
Neúčinné je, keď:
pojem je uvedený bez potreby nového pomenovania pre porozumenie javu, význam nového slova sa neviaže k poznatkom, ktorými žiaci už disponujú, význam nového slova sa dôkladne nevysvetlí, nedostatok príkladov,naraz sa zavedie priveľa nových pojmov.

6.1.8 BIOLOGICKÉ MISKONCEPCIE

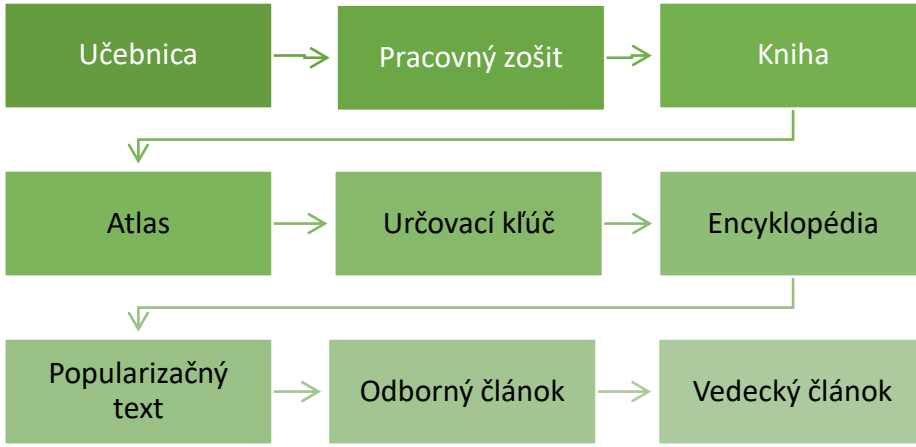


Miskoncepcia alebo mylná predstava je nesprávny záver založený na zle pochopených, chybných faktoch. Väčšina našich mylných predstáv je zakorenená v našich skúsenostiach a neúplnom porozumení téme. Niektoré bežné miskoncepcie v biológii sa dajú napraviť, ak učíme žiakov metakognitívnej zručnosti pochybovať o vlastnom porozumení a hľadať dôkaz, že je správne. Učitelia zohrávajú rozhodujúcu úlohu, oni vedia kvalifikovane viesť žiakov pri hľadaní nových faktov, ktoré môžu slúžiť ako dôkazy.

Rozšírené miskoncepcie v biológii sú napríklad: Semená a vajcia nie sú živé. Všetky baktérie sú zlé. Rast organizmu je spôsobený rastom buniek.

Ako nato: Požiadať žiakov, aby zapísali svoje myšlienky predtým, ako im poviete ako to naozaj je. Nech napíšu čo považujú na svojom tvrdení za pravdivé a čo za nepravdivé.

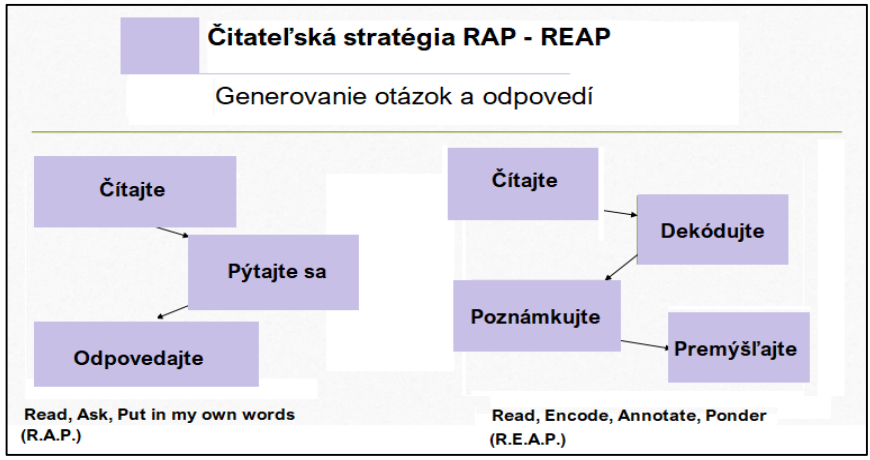
6.1.9 PRÁCA S TEXTOM, BIOLOGICKÝ ODBORNÝ TEXT

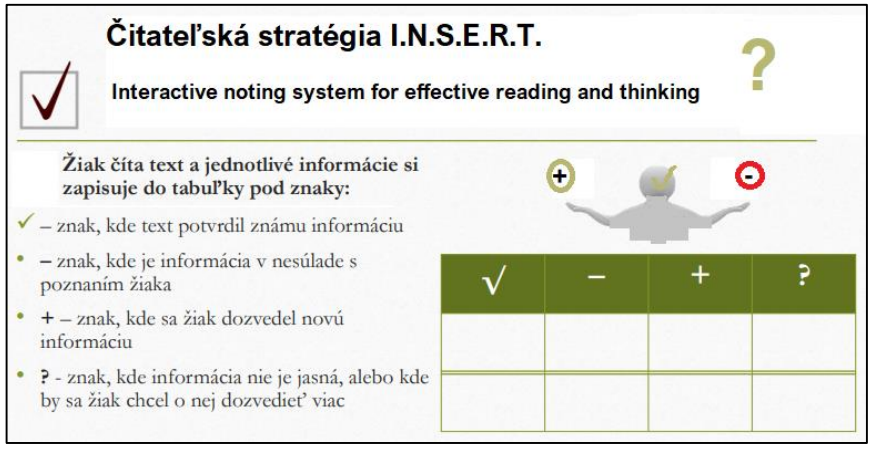


Pri osvojovaní pojmov sa často pracuje s textom, ktorý obsahuje pojmy v kontexte. Žiaci narábajú s textom na dvoch úrovniach:
1. Čítajú hotový text a usilujú sa porozumieť informáciám v ňom.
2. Tvoria vlastný text aby prezentovali svoje vedomosti a myslenie.
Postup na hodine: Informovať žiakov o aktivitách. • Žiaci si majú text prečítať dvakrát očami. • Frontálne čítanie textu nahlas. • Diskusia k prečítanému textu. • Práca s biologickými úlohami k textu. • Spoločná kontrola riešení zadaných úloh. • Zhodnotenie práce, spätná väzba. Samostatná práca žiakov s odborným textom – analýza textu: Pred čítaním • zoznámte sa a osvojte si štruktúru textu. Počas čítania • vytvorte si v mysli osnovu textu • podčiarknite kľúčové slová • vyznačte zvislou čiarou úplne nezrozumiteľné časti textu. Po prečítaní • čo najpresnejšie definujte tému článku • vymedzte hlavnú myšlienku.
Úrovne kognitívnych operácií pri práci s textom:
1. Zapamätať si 2. Porozumieť 3. Schopnosť uplatniť vedomosti 4. Schopnosť analyzovať 5. Schopnosť vyhodnocovať 6. Schopnosť tvoriť.
Úlohy pri čítaní odborného textu o črievičke: Navrhni nový, vlastný a výstižný nadpis. Uveď miesto výskytu črievičky veľkej. Označ oblasti bežného života, s ktorými text súvisí. Popíš čo tvorí telo črievičky. Vymenuj troch živočíšnych bioindikátorov spomínaných v texte.[(1)]

1 Felegiová A. (2021) Práca s biologickým odborným textom na hodinách biológie. Druhy špeciálnej biologickej literatúry, študentská prezentácia, PF UPJŠ v Košiciach

PRÍKLADY STRATÉGIÍ PRÁCE S TEXTOM NA HODINE[1]



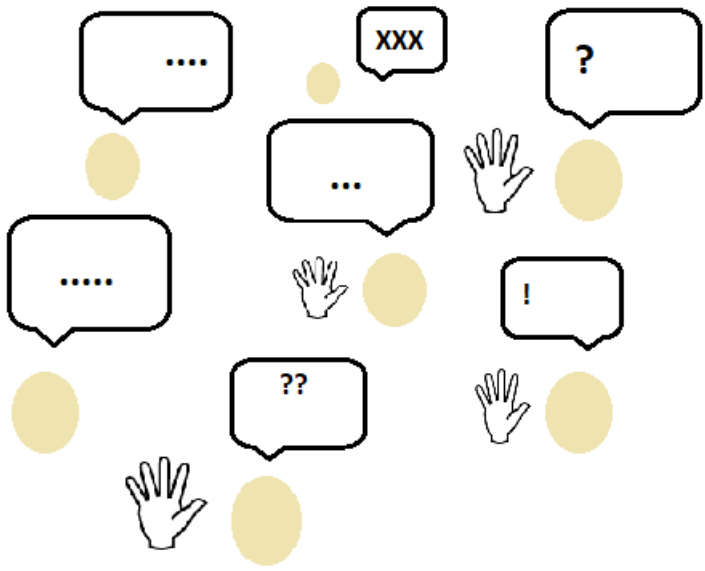


1 Felegiová A. (2021) Práca s biologickým odborným textom na hodinách biológie. Druhy špeciálnej biologickej literatúry, študentská prezentácia, PF UPJŠ v Košiciach

TVORBA POZNÁMOK A INÝCH DRUHOV TEXTU ŽIAKMI

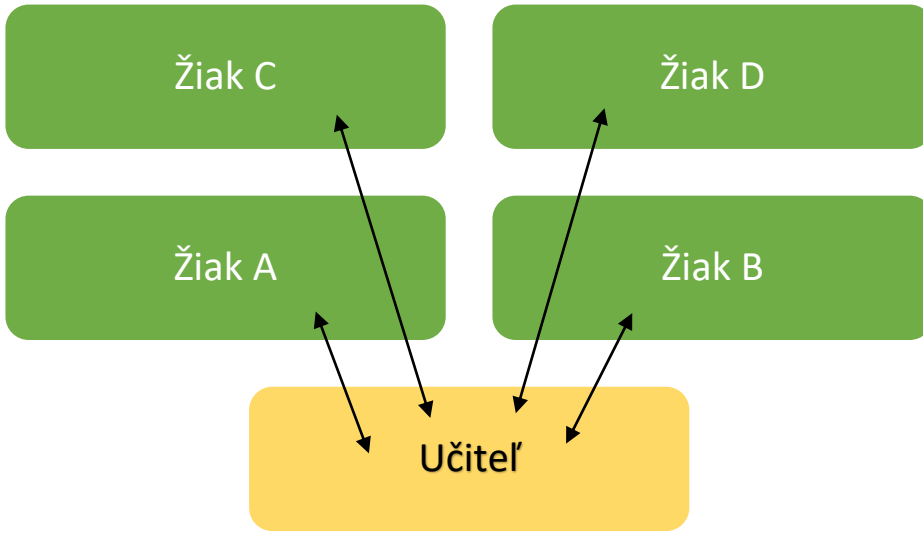
Písomné vyjadrovanie je silný nástroj, ktorého význam mnohí učitelia prírodovedných predmetov nedoceňujú. Prevláda tradičné používanie písomného prejavu, pri písomných skúškach a referátoch, kde sa kladie dôraz na hodnotenie hotového textu a preto mnoho žiakov má negatívny postoj k písaniu. Keď využívame písanie ako nástroj myslenia, adresátom sme my sami. Písať si poznámky samostatne priamo na hodine núti žiaka premýšľať o tom, čo učiteľ vysvetľuje. Mnohí žiaci si dokážu zapamätať text, ktorý si sami napíšu. Vlastný text rozširuje slovú zásobu. V nižších ročníkoch základnej školy, môže dať učiteľ oporné body a používať myšlienkové mapy. Tie patria k formám voľného písania, keď vznikajúci text predstavuje proces zachytávania myšlienok. Takýto text sa nehodnotí z hľadiska obsahu, ani formy a pravopisu. Ak to vyžaduje metodický zámer, na základe neho môže žiak neskôr vytvoriť text ako výstup, ktorý sa už posudzuje. Účelom voľného písania je však v prvom rade evokácia poznatkov a predstáv žiaka o danej téme. Plynutie myšlienok žiakov učiteľa zaujíma a preto vytvára príležitosť diskutovať o napísanom a prečítanom so svojimi spolužiakmi. Tvorba textového výstupu v podobe referátu alebo práce Študentskej odbornej činnosti tiež prebieha najprv voľne, potom vzniká konspekt. Formálna štruktúra výstupu je čiastočne daná, ale rozčlenenie kapitol je možné urobiť na základe techniky „zhlukovania“, t.j. zapisovania pojmov asociovaných okolo ústredného kľúčového pojmu, čo ukáže biele miesta a čo má žiak naštudovať. Pre referát je vhodné stanoviť otázky na základe žiackej diskusie k téme. Vyhneme sa tým opisovaniu a kopírovaniu z jedného zdroja. Žiakom treba vysvetliť, čo je autorské právo a prečo musia uvádzať zdroje, z ktorých čerpali odpovede na vopred dohodnuté otázky.

6.2 DIALÓG



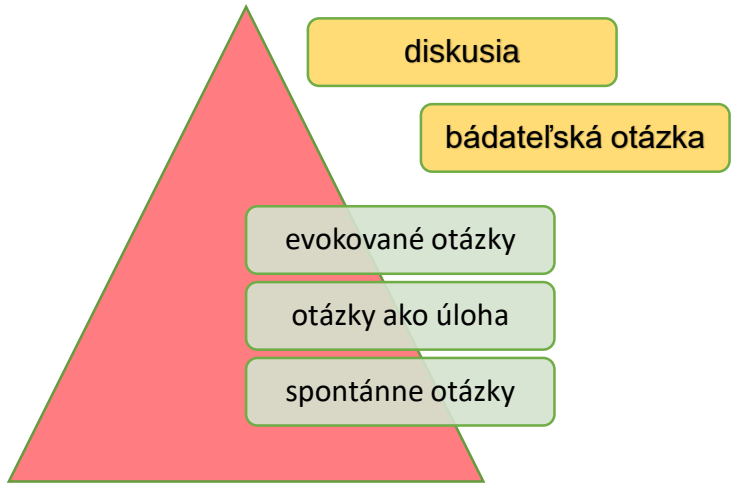
Dialóg je akýkoľvek rozhovor, či už medzi fiktívnymi postavami v knihe či vo filme alebo medzi skutočnými ľuďmi. Dialóg v škole je rozhovor učiteľa a žiakov s cieľom učiť sa a porozumieť obsahu. V dialógu je dôležité nielen hovoriť, ale aj počúvať. Hovoriaci očakáva reakciu počúvajúceho. Rola hovoriaceho a počúvajúceho sa strieda. Rozhovor môže mať rôzny cieľ. Konverzácia či rozprávanie na určitú tému sú voľnejšou formou dialógu. Výhodou neformálneho rozhovoru je, že sa neočakáva výkon. Žiaci sú uvoľnení, neboja sa klásť otázky a hovoriť o vlastných skúsenostiach, učiteľ má preto príležitosť spoznávať ich myslenie a postoje. Konzultácia alebo porada sa koná s cieľom pýtať sa zúčastnených na ich názory a dohodnúť sa na spoločnom postupe; diskusia sa zakladá na výmene názorov, niekedy aj ostrejšej. Debata je miernejšia forma diskusie. Na hodinách biológie sa uplatňuje najčastejšie heuristický riadený rozhovor a moderovaná diskusia.

6.2.1 RIADENÝ ROZHOVOR



Keď sa ľudia chcú skutočne niečo naučiť, kladú otázky. Neprekvapuje preto, že otázky sú podstatou učenia a ich formulovanie najdôležitejšou zručnosťou učiteľa. História zaznamenala veľkých učiteľov, napríklad gréckeho filozofa Sokrata, pre ich jedinečnú schopnosť pýtať sa. Riadený rozhovor znamená, že otázky a ich postupnosť sú vopred premyslené a pripravené. Kladie ich učiteľ a odpovedajú žiaci. Môže sa stať, že si učiteľ vypočuje aj odpovede viacerých žiakov a až potom pokračuje. Žiaci očakávajú potvrdenie platnosti vlastnej odpovede a že nasledujúcu otázku položí zase učiteľ. Ak vznikne situácia, že žiaci nereagujú alebo učiteľ zistí, že dochádza k mylnej interpretácii pojmov alebo procesov, pridá vhodný podnet alebo pomocnú otázku aby žiakov viedol k cieľovým poznatkom. Riadeným rozhovorom sprevádza žiakov aktivitami na hodine, pomáha pri žiackom bádaní a vedie k poznávaniu procesov počas interaktívnej demonštrácie. Dôležité je klásť otázky postupne, tak, aby učiteľ nemusel vysvetľovať, naopak, aby žiaci mali pocit, že sami objavujú podstatu vecí. Biológia svojím pojmovým charakterom praje rôznym formám riadeného rozhovoru, včítane riadenej diskusie, keď učiteľ predstaví tému a otázku, o ktorej sa má diskutovať a ďalej len podnecuje reakcie žiakov na výroky a úsudok spolužiakov.

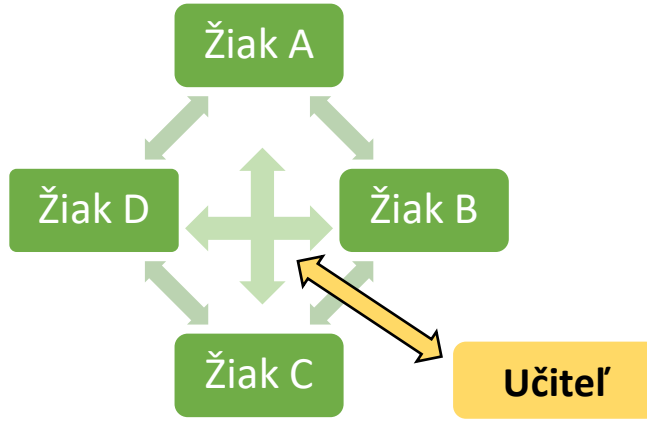
PODNECOVANIE ŽIACKYCH OTÁZOK



Žiacke otázky vznikajú často spontánne, sú veľmi cennou spätnou väzbou, ale nekladie ich každý žiak. Môžu zaznieť kedykoľvek v priebehu učenia a zdanlivo nemusia vždy priamo súvisieť s učivom.[1] Aby sa zapojil každý, dá sa tvorba otázok spojiť s čítaním textu. Je to efektívny spôsob ako pozorne vnímať obsah pri čítaní, strieda sa čítanie s premýšľaním. Biologický učebnicový text plný pojmov a výrokov ponúka možnosti pre prácu dvojíc, keď jeden tvorí otázky a druhý odpovedá. Nevýhodou generovania otázok na požiadanie je, že žiaci formulujú faktografické otázky prvej úrovne. Pýtajú sa na význam pojmov, ktoré si práve prečítali alebo jednoducho premenia výrok na otázku. V motivačnej fáze evokuje otázky prezentovanie zaujímavého javu bez záveru alebo riadený dialóg, ktorým učiteľ navodí problémovú situáciu. Tá môže vyústiť do výskumnej otázky, na ktorú v nasledujúcich fázach vyučovania žiaci hľadajú odpoveď. Riadený rozhovor alebo problémová situácia môže vyvolať diskusiu. Žiacke otázky sú dôležité v každej podobe. Sú cennou spätnou väzbou pre učiteľa, informujú ho o porozumení biologických pojmov a procesov, signalizujú miskoncepcie, záujem alebo naopak, nedostatočnú motiváciu žiakov. Účinok sa znásobuje, ak si vlastné otázky žiaci zapisujú a majú príležitosť sa o ne podeliť najprv v dvojici a uistiť sa, že spolužiak otázke rozumie. Budú ich potom s väčšou istotou klásť pred celou triedou.

1 Vedomí učitelia – metódy vo vyučovaní. Dostupné z: https://daphne.sk/vedomi-ucitelia-metody-vo-vyucovani/ .

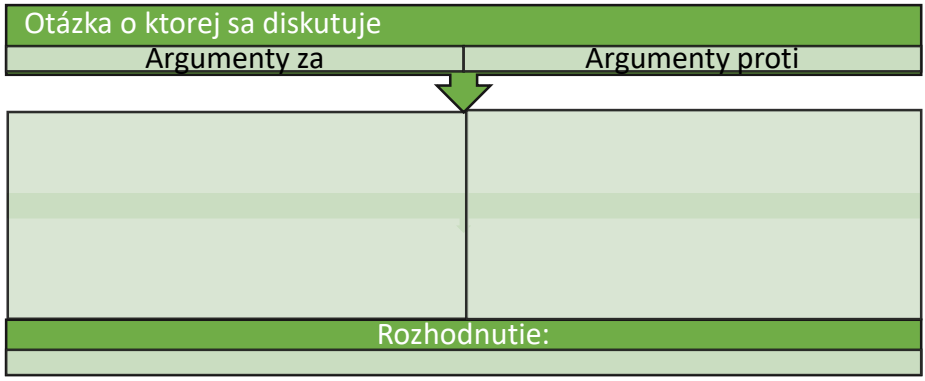
6.2.2 DISKUSIA V TRIEDE



Diskusia sa od rozhovoru líši tým, že žiaci reagujú na výroky a otázky iného žiaka, nie na učiteľove otázky. Diskusiu učiteľ podporí, ak sa do nej nezapája ako diskutujúci, ale ako moderátor. Dáva podnety, dbá na dodržanie pravidiel diskusie a sleduje čas. Diskusia sa javí ako jednoduchá metóda, ale jej zvládnutie nie je vždy ľahké, vyžaduje skúseného učiteľa. Riziko pri realizácii diskusie môžu predstavovať žiaci so silnou osobnosťou či výrečnosťou, ktorí nenechávajú dostatočný priestor vyjadriť sa iným a prípady, keď sa nerešpektujú stanovené zásady.[1] Všeobecné pravidlá pre diskutujúcich:[2]
Udržiavaj očný kontakt s tým, kto hovorí. Počkaj, kým ostatní prestanú hovoriť. Vyčkaj na pauzu a začni hovoriť. Buď empatický voči myšlienkam a názorom iných. Rešpektujúco súhlas/nesúhlas s ostatnými. Podpor svoje tvrdia dôkazmi. V moderovanej diskusii moderátor, v škole je ním spravidla učiteľ, udeľuje slovo, určuje poradie diskutujúcich a sleduje čas. O slovo sa hlási a hovoriť sa smie, až keď vyzve moderátor. Dohodnutý čas trvania príspevku sa musí dodržať, neskáče sa druhým do reči a nezvyšuje hlas. Biológia ponúka veľa tém na diskusiu, ak žiakov niektorá zaujme, niekedy nevedia prestať. Preto je dôležité povedať či pripomenúť im pravidlá na začiatku diskusie.
Na druhej strane, diskusia k zadanej téme nevzniká na povel. Je potrebné vytvoriť situáciu, keď žiaci majú dostatok informácií a argumentov k téme.

1 Vedomí učitelia – metódy vo vyučovaní. Dostupné z: https://daphne.sk/vedomi-ucitelia-metody-vo-vyucovani/ .
2 Ako zdokonaliť diskusie v triede. Dostupné z: https://eduworld.sk/cd/michal-bardiovsky/2181/ako-zdokonalit-diskusie-v-triede .

TYPY DISKUSIE A VÝBER OTVORENÝCH TÉM



V štruktúrovanej diskusii si žiaci manažujú priebeh diskusie sami podľa vopred pripravených a dohodnutých pravidiel a zásad pričom rozvíjajú všeobecné zručnosti kultivovane diskutovať.

Biológia a ekológia sú však bohaté na otvorené témy vhodné na moderovanú konfrontačnú diskusiu. Učiteľ uvedie tému a vytvorí príležitosť, aby o nej žiaci mohli uvažovať a zaznamenať argumenty pre a proti. Toto je dôležitý krok, pretože konfrontačná diskusia stojí na argumentácii. Žiaci musia byť na tému pripravení dostatkom relevantných informácií, musia poznať fakty. Preto je takáto diskusia vhodná na záver témy alebo tematického celku, keď žiaci majú vedomosti a vedia sa orientovať pri hľadaní vedecky podložených dôkazov, ktorými by svoje argumenty obhajovali. Otázka, o ktorej sa diskutuje, býva nezodpovedaná, otvorená a taká aj zostáva. Cieľom nie je rozhodnúť, čo je správne, ale začať o probléme premýšľať. Uvažovaním sa formuje systém hodnôt. Každý sa môže prikloniť k názoru s ktorým sa viac stotožnil. Rozhodovací proces pred diskusiou rozdelí diskutujúcich na dve skupiny zastávajúce opačný názor, tretia zahrňuje nerozhodných. Pohyb medzi skupinami v priebehu diskusie je dovolený. Konfrontačnú diskusiu sa darí rozvíjať na environmentálne otázky, témy týkajúce sa výživy a zdravia, ochrany biodiverzity a nevyriešené otázky biológie. Témy na hrane bioetiky žiakov zaujímajú, no bez poznania overených faktov nesú riziko vzniku nepríjemných patových situácií a prezentáciu predsudkov.[1]

1 MARKOŠ J., Medzi dobrom a zlom, N press s. r. o. 2020.

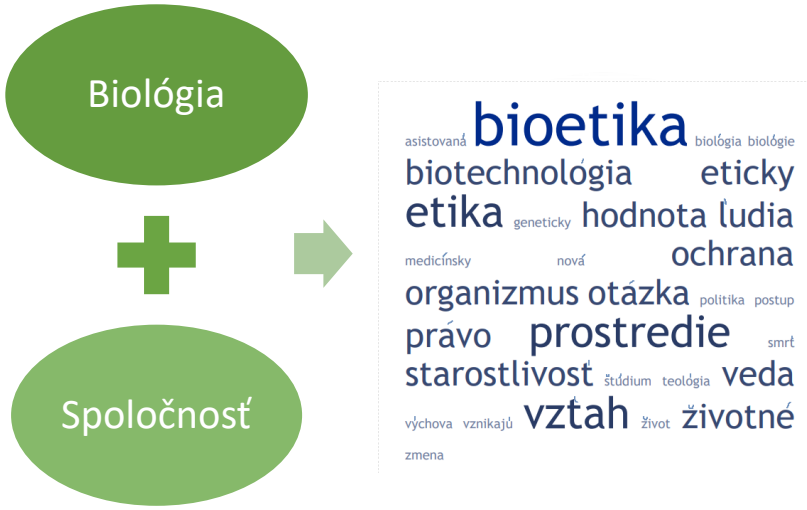
NAJVÄČŠIE VÝZVY A NEVYRIEŠENÉ OTÁZKY BIOLÓGIE

1. Genetické inžinierstvo	2. Koronavírus a epidemiológia
3. Prióny	4. Zmena podnebia
5. Rakovina	6. Behaviorálne ekonomika
7. Záchrana ohrozených druhov	8. Astrobiológia
9. Syntetická biológia	10. Epigenetika

Myslíme si, že naša DNA je sa nedá meniť. Ale čo ak to nie je tak? Epidemiológia študuje šírenie chorôb v populáciách. Po pandémii koronavírusu sa hľadanie vakcíny a spôsoby, ako zabrániť šíreniu COVID-19, sa stalo jediným najväčším úsilím v danej dobe. Prióny sú infekčné proteíny spôsobujúce reťazové poškodenie nervových buniek, znefunkčňujú ich, až je mozog doslova plný dier. Spôsobujú chorobu šialených kráv, chronické degenerácie a asi aj Alzheimerovu chorobu. Zmena klímy je jedným z najnaliehavejších problémov našej doby. Existujú vedecké dôkazy, že je priamym dôsledkom priemyselnej činnosti človeka. „Rakovina" je označenie pre mnoho rôznych chorôb, ktoré sa prejavujú ako nekontrolovaný rast buniek a vedú k smrti. V skutočnosti každá má svoju vlastnú príčinu, progresiu, výsledok a vyžaduje inú liečbu. Viete, že by ste mali dlh splatiť a šetriť, ale väčšina z nás to nerobí. Prečo? Ekonomika správania skúma, ako vaša biológia vplýva na vaše financie a šťastie. Odhaduje sa, že každý rok vyhynie až 8 700 druhov organizmov. Pri tomto tempe sme pripravení na najväčšie masové vyhynutie od čias dinosaurov. Astrobiológovia predpokladajú, že s veľkou pravdepodobnosťou existuje niekde vo vesmíre život. Skúmajú, aké môže mať formy a ako sa môže správať. Evolúcia viedla často k životným formám, z ktorých sa môžeme veľa naučiť. Napríklad ako navrhnúť najtichšie lietadlo štúdiom peria sovy. Epigenetika študuje dedenie génov v zapnutom alebo vypnutom stave. Keď dedíte určité gény po svojich predkoch, niektoré nemusia byť „zapnuté", aj keď sú prítomné vo vašej DNA, sú neaktívne. Všetky tieto témy a mnohé iné ponúkajú diskusné námety. Učíte generáciu, ktorá bude tieto problémy riešiť, tak prečo o nich spolu nehovoriť?

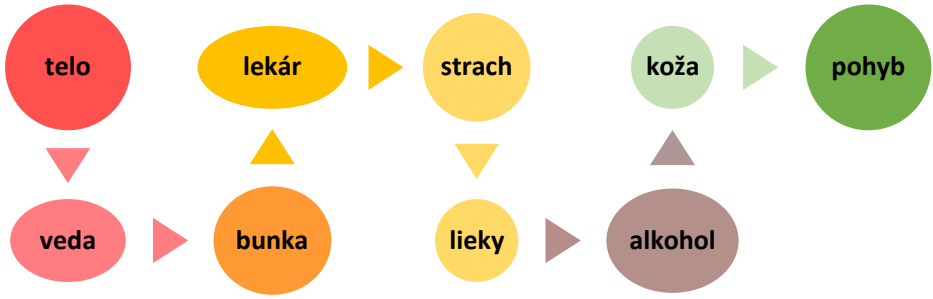
1 The 10 Most Intersting Biology Research Topics. Dostupné z: https://www.bestcolleges.com/blog/10-most-interesting-biology-research-topics/ .

BIOETIKA



Bioetika sa zaoberá etickými otázkami, ktoré vznikajú vo vzťahoch medzi biologickými vedami, biotechnológiou, medicínou, politikou, právom, teológiou a filozofiou. Zahŕňa štúdium hodnôt týkajúcich sa lekárskej starostlivosti, etickej výchovy vo vede a vo vzťahu k živočíchom a vo vzťahu k životnému prostrediu. Považuje sa za novú etiku, ktorá odpovedá na zložité otázky súčasnej spoločnosti ako sú sociologické, psychologické a právne aspekty smrti, obchodovania s orgánmi a ľuďmi, bio- a nanotechnológií, geneticky upravených organizmov, prístupu k medicínskym zariadeniam, asistovanej reprodukcie, klonovania človeka, biodiverzity, environmentálnej etiky, ochrany integrity pri overovaní terapeutických postupov a dalších. Bioetika v širšom zmysle, ktorá podporuje súbor zásad pri interakcii ľudí s inými živými organizmami sa teraz viac ako kedykoľvek predtým spája s ochranou životného prostredia. Iba súdržnosť morálnych a etických hodnôt občanov s rešpektom a starostlivosťou o životné prostredie zaručí zmiernenie zmeny klímy a prežitie budúcich generácií. Pre učiteľa biológie je dôležitá základná orientácia v uvedených otázkach, pretože sa niektoré môžu objaviť pri diskusných aktivitách hlavne na strednej škole, kde v prípade jednostranných informácií, či neznalosti biologickej podstaty problému spoločenskovednom kontexte hrozia miskoncepcie alebo vyostrenie dialógu.

ZDRAVOTNÁ GRAMOTNOSŤ



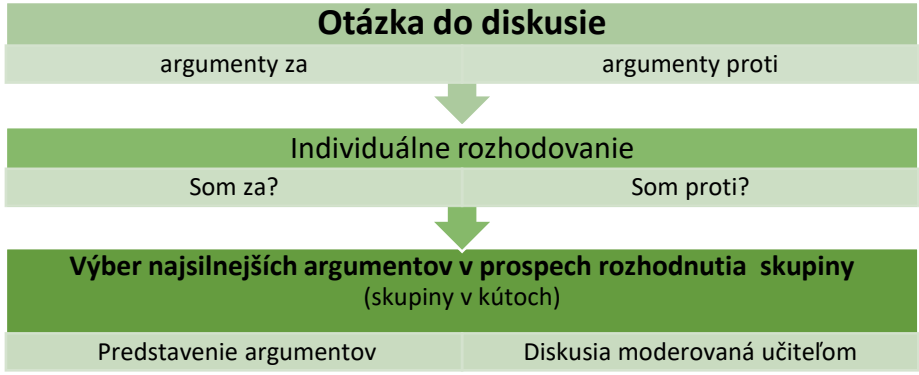
Téma zdravia v súvislosti s biológiou človeka je stále dobrou príležitosťou na diskusiu. Zdravotná gramotnosť (health literacy) je Svetovou zdravotníckou organizáciou (WHO) definovaná ako súbor „kognitívnych a sociálnych zručností, ktoré určujú motiváciu a schopnosť jednotlivcov získať prístup k pochopeniu a použitiu informácií spôsobom, ktorý podporuje a udržiava dobrý zdravotný stav“, teda schopnosť človeka vyhľadávať, pochopiť a využiť informácie o zdraví a zdravotníckych službách. Pedagogický koncept diferencuje štruktúru zdravotnej gramotnosti adolescentov do piatich základných komponentov: teoretické vedomosti, praktické vedomosti, individuálne kritické myslenie, sebauvedomenie a občianstvo.[1] Pôsobenie učiteľa biológie je v tomto smere kľúčové, pretože zdravotná gramotnosť sa síce rozvíja celý život, ale jej základy sa budujú v detskom veku. Pojmy, ktoré označujú orgány, tkanivá a bunky v ľudskom tele, zásady zdravej životosprávy, cesty šírenia infekcie, vedomosti o parazitoch, význame vody pre organizmus, zložení potravín, ich pôvode a spôsoboch výroby, spánkovej hygiene, dedičnosti, závislostiach a účinkoch návykových látok na organizmus, význame preventívnych lekárskych prehliadok, starostlivosti o chrup a mnoho iných významných informácií sa žiaci dozvedajú práve od učiteľov biológie. Môžu ich s učiteľom prediskutovať a klásť mu otázky. Učiteľ biológie im pomáha zorientovať sa v záplave informácií na internete, kriticky zvažovať predkladaný obsah a budovať si povedomie o tom, čo je zdraviu prospešné.

1 BOBEROVÁ, Z., I. ROPOVIK, P. KOLARČIK, A. GECKOVÁ a A.M. PAAKKARI. Štruktúra zdravotnej gramotnosti u adolescentov.

ZDRAVOTNÁ VÝCHOVA

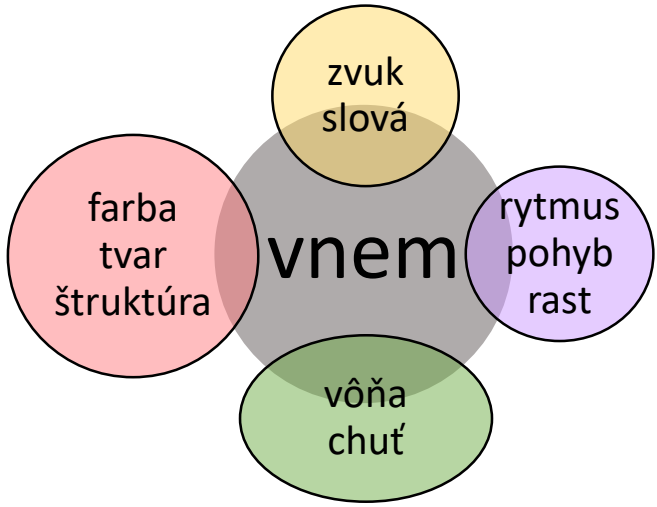
Zdravotná výchova je oblasťou, ktorá presahuje zdravotnú gramotnosť a prelína sa aj s aplikovanou biológiou a environmentálnou výchovou. Aj keď je výchova k zdraviu interdisciplinárna a je definovaná ako súčasť prierezových tém, učitelia biológie majú dôležitú úlohu pri vytváraní zdravotnej gramotnosti populácie. Výchova k zdraviu býva súčasťou programov vzdelávania všetkých budúcich učiteľov. Učitelia, ktorí vyštudovali biológiu však majú výhodu, pretože biológia zohráva významnú úlohu pri identifikácii príčin chorôb, spôsobe ich prenosu a spôsobu ich kontroly. Učia témy, ktoré priamo súvisia so zásadami hygieny, bezpečným sexom, účinkami a zneužívaním drog alebo alkoholu, ako vlastným konaním neohroziť zdravie iných ľudí. Učia, prečo je fyzická zdatnosť pre zdravý život nevyhnutná, ako poskytovať prvú pomoc, aké je optimálne zloženie stravy zdravého človeka a prečo môže škodiť preferencia niektorej zložky. Môžu vziať žiakov na farmy, aby im ukázali, odkiaľ pochádzajú mlieko, mäso a vajíčka. Môžu pozvať do školy mobilnú transfúznu stanicu, zubnú hygieničku a ďalších zdravotníkov, ktorí názorným spôsobom doplnia obsah učiva biológie a premostia teoretické poznatky žiakov s reálnym životom. Žiaci sa od nich dozvedia napríklad ako vplýva na zdravie zlé životné prostredie, ako sa chrániť, čo môžu urobiť pre zdravie svojich blízkych a prečo je dôležitý spánok a pohyb na čerstvom vzduchu. Učiteľ biológie sa môže pričiniť, aby žiaci spoznali inštitúcie a združenia ako Červený kríž, Liga proti rakovine, Nadácia výskum rakoviny, Národná transfúzna stanica, Slovenská poľnohospodárska a potravinárska komora a ďalšie organizácie, ktoré pomáhajú ľuďom, ale aj vzdelávajú ich, organizujú rôzne súťaže a vzdelávacie aktivity pre deti a po oslovení ochotne spolupracujú so školami.

ENVIRONMENTÁLNA VÝCHOVA



Starostlivosť o životné prostredie je prierezová téma a súvisí s ňou obsah viacerých vyučovacích predmetov. Environmentalistika je silne interdisciplinárna, a preto spolu so súvisiacimi odvetviami hospodárstva ponúka veľa tém aj pohľadu biológie, geológie a ekológie. Životné prostredie priamo súvisí so zdravím ľudí, s ochranou prírody, urbanizáciou, priemyslom, poľnohospodárskou výrobou, energiami, surovinami, dobývaním vesmíru, architektúrou, informatikou a mnohými ďalšími oblasťami ľudských aktivít. V rámci tém o životnom prostredí sa preto prirodzene núka veľa príležitostí na diskusiu. Prienik environmentalistiky s biológiou predstavujú napríklad problém znižovania biodiverzity, šírenia a premnoženia inváznych druhov, význam fotosyntézy, skleníkový efekt, príčiny nárastu civilizačných ochorení v populácii, korelácia úmrtnosti so znečisteným prostredím, biopotraviny, migrácia živočíchov, biologické spracovanie odpadov a mnoho ďalších. V tejto oblasti existuje veľa otáznikov, prípadov, keď zo začiatku nádejné riešenia nepriniesli očakávaný efekt, objavujú sa nové výzvy, nové technológie alebo prekvapujúce biologické objavy. Aby diskusia pomáhala rozvíjať hodnotový systém žiakov, je nevyhnutné, aby mali prístup k súvisiacim informáciám, mohli ich naštudovať vopred a aby iniciačná otázka bola jasná a dobre formulovaná. Osvedčujú sa rozhodovacie T-karty, kde sa zapisujú argumenty pre a proti, aktivita kúty, keď sa v kútoch miestnosti zídu žiaci, ktorí sa zhodujú na určitom aspekte a spolu ho konzultujú. Environmentálne otázky sú otvorené, nemajú jednoznačné riešenie, ale diskusia pomáha formovať vlastný názor na problém základe zhromaždených faktov argumentov.

6.3 NÁZORNOSŤ



Názornosť vo vzdelávaní v širšom zmysle slova znamená prístupnosť zmyslovému vnímaniu, teda nezužuje sa len na ilustrácie, ale zahrňuje všetky zmysly a aj psychomotorické a praktické skúsenosti žiakov. Učiť sa biológiu bez názornosti vlastne nie je možné. Informácie o tvare a štruktúre živých organizmov, priebehu procesov a zmien, pohybe a vývoji na rôznych úrovniach rozlíšenia od molekúl po ekosystém len na základe opisu a predstavivosti by boli neúplné a skreslené. Predstavivosť napriek tomu zohráva významnú úlohu pri učení. Obraz ako zachytenie reality či predstavy je podobne ako reč alebo hudba prostriedkom komunikácie. Nielen zrak, ale i vnímanie zvukov, dotykov, vôní a chutí je biologická záležitosť, živočíchy majú hlasové orgány, ktorými generujú charakteristické zvuky. Svojim spôsobom života vytvárajú stopy vo svojich biotopoch. Užovky sa musí človek dotknúť, aby uveril, že nie je slizký, horúčku prekonať, aby zistil aká je nepríjemná, pletivá pozorovať mikroskopom, aby sa presvedčil, že je z buniek. A to je už o praktickej skúsenosti. Spontánne skúsenosti v škole dopĺňajú plánované praktické aktivity žiakov, ktorých zámerom je získať dôkazy o faktoch a argumentoch, testovať hypotézu, plánovať experiment na získanie poznatku o objekte pozorovania či štúdia a získavať ďalšie zručnosti dôležité pre praktický život a prácu.

6.3.1 VIZUALIZÁCIA

Ilustrácia: https://sahaysdailypost.com/visualisation/

Pojem vizualizácia sa používa v dvoch významoch: 1. predstavivosť – vytvorenie si predstavy na základe slovného opisu alebo vedomostnej štruktúry na základe znalosti významu pojmov a vzťahov medzi nimi, 2. využitie digitálnych prostriedkov ako sú modely, simulácie, animácie či zrýchlené alebo spomalené videozáznamy na sprostredkovanie procesov a javov, ktoré sa nedajú pozorovať priamo. Ich kombinácie vytvárajú virtuálnu realitu.

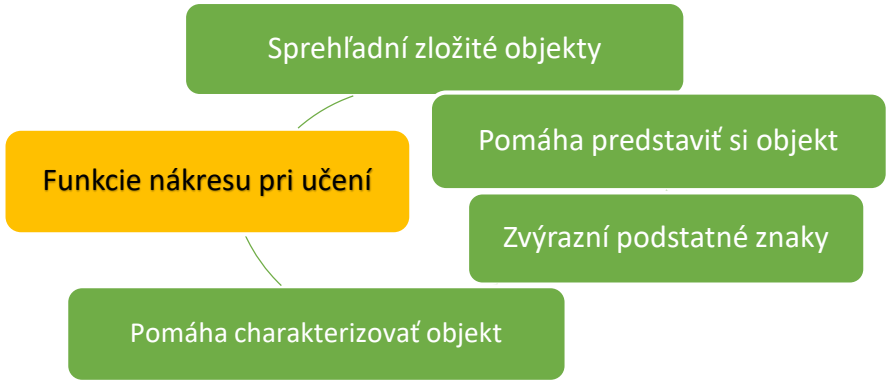
Predstavivosť sa uplatní vo výučbe biológie pri tvorbe náčrtov, schém a pojmových a myšlienkových máp. Predstavenie cieľového miesta pred exkurziou motivuje žiakov a lepšie zladia svoje očakávania so skutočnosťou. Digitálne vizualizačné prostriedky približujú abstraktné pojmy, vzťahy a procesy, ktoré nie je možné pozorovať priamo, pretože sa odohrávajú príliš pomaly, rýchlo, v malej alebo veľkej mierke, sú skryté pred ľudským okom alebo sú nedostupné, nebezpečné, komplexné, veľmi ďaleko a nevieme si ich predstaviť. Slová a vzorce nie sú rovnako zrozumiteľné pre každého a v živom organizme prebieha súčasne mnoho procesov na každej úrovni organizácie, ich makroskopiský prejav sa málokedy dá vyjadriť symbolmi. Dnešné technológie umožňujú priblížiť sa k ich podstate pomocou vizualizačných prostriedkov. Videozáznam zrýchli pomalé a spomalí rýchle deje. Dynamické dvoj- a trojrozmerné digitálne modelovanie odhalí podstatu reálneho javu. Interaktívne simulácie približujú priebeh procesov úpravou vstupných dát grafov, umožňujú aj virtuálny tréning úkonov v biologickom laboratóriu.[1-5] Druhy a formy vizualizácie majú významný vzdelávací efekt a dostávajú sa do popredia v rámci vzdelávacích stratégií.

1 Phet interactice simulations: Phet [online]. Dostupné z: https://phet.colorado.edu/sk/.
2 WOLFRAM Demonstrations Project [online]. Dostupné z: https://demonstrations.wolfram.com/.
3 Virtual Labs [online]. Dostupné z: https://praxilabs.com.
4 Virtual Biology Lab: An inquiry-based learning enviroment [online]. Dostupné z: https://virtualbiologylab.org .
5 Lab X Change [online]. Dostupné z: https://www.labxchange.org/.

6.3.2 POZOROVANIE BIOLOGICKÝCH OBJEKTOV

Pozorovanie (observácia) je pozorné a cieľavedomé sledovanie vlastností a znakov objektu, procesu alebo javu. Pozorovať a zisťovať vlastnosti možno aj použitím nástrojov, prístrojov a zariadení. Bežné je získavnie údajov počas pozorovania biologických objektov meraním rôznymi senzormi. Malé a vzdialené objekty sa pozorujú optickými prístrojmi. Dáta sa môžu získavať aj zo zvukového alebo obrazového záznamu. Didaktické fázy pozorovania majú základ v psychológii: koncentrácia pozornosti (problém, izolácia, inštruktáž) – zmyslové vnímanie objektu, manipulácia s ním, opis (observácia, operácia, deskripcia) – intelektuálne spracovanie vnemu (interpretácia) a zodpovedajúca pohybová reakcia žiakov – potvrdenie výsledku pozorovania a jeho zápis (verifikácia, expresia). Z pozorovania sa robia poznámky, záznamy a vyvodzuje sa úsudok. Záver z pozorovania môže byť dobrým východiskom pre vyslovenie predikcií a žiackych hypotéz, ktoré sa dajú následne otestovať pokusom. Pozorovanie je veľmi dôležitou súčasťou biologického pokusu. Pri pozorovaní biologických objektov sa musia dodržať zásady bezpečnosti a etiky zaobchádzania so živými organizmami a hygienické opatrenia. Učiteľ musí byť oboznámený so zákonmi a predpismi o získavaní živočíchov a starostlivosti o zvieratá, aby žiaci aj živočichy boli počas pozorovania v bezpečí a zostali zdraví. Živé zvieratá sa smú použiť vo výučbe len na základe spoľahlivých a osvedčených pedagogických postupov s plným vedomím hodnoty života a dôležitosti zodpovednej starostlivosti o ne. Zodpovedne vyberať objekty a materiály, dezinfikovať pracovné plochy, používať ochranné prostriedky – rúško, okuliare, rukavice, plášť. Nejesť a nepiť tam, kde sa pracuje so živými organizmami a dôkladne si umývať ruky.

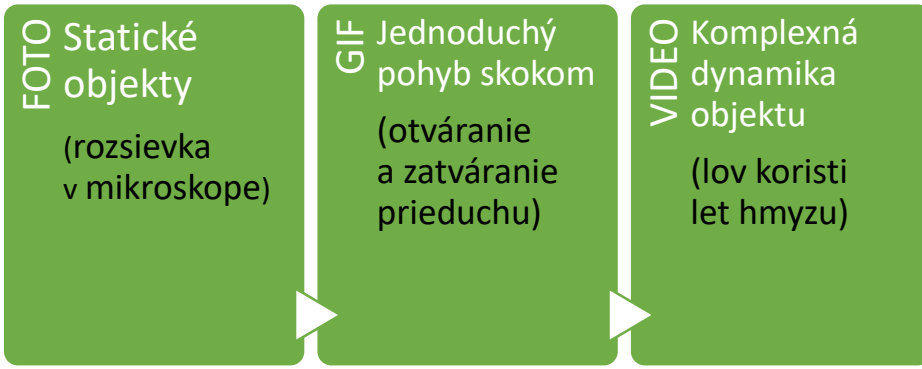
6.3.3 BIOLOGICKÝ NÁKRES



Pre biológiu mal od začiatku jej etablovania ako vedy veľký význam biologický nákres. Jeho funkcia bola spočiatku dokumentačná, ale čoskoro sa naplno začal využívať aj edukačný potenciál schematických náčrtov biologických objektov. Aj v dnešnej dobe digitálnych zobrazovacích technológií má svoje miesto vo výučbe tohto predmetu. Schéma na rozdiel od fotografie zachytáva a zvýrazňuje len podstatné znaky biologického objektu. Tvorba schematického náčrtu vyžaduje abstrakciu a rozpoznávanie charakteristických prvkov objektu. Hotový nákres pomáha žiakom pri porovnávaní a poznávaní organizmov a ich častí. Pomocou schémy vedia lepšie identifikovať podstatné znaky organizmov a orientovať sa pri pozorovaní živých organizmov a ich fotografií alebo rozpoznať jednotlivé fázy určitého procesu. Vo fáze uvedomenia významu má hodnotu pre osvojovanie nových poznatkov najmä vtedy, ak náčrt žiak vytvára spolu s učiteľom, ktorý komentuje to čo kreslí. Do sprístupňovania poznatkov sa v tomto prípade zapája zrak, sluch a motorika. Kreslenie spomalí výklad a žiak má dostatok času na vnímanie nových informácií. Nákres vytvorený žiakom je cennou spätnou väzbou pre učiteľa biológie, názorne ilustruje žiakovu interpretáciu učiva preto môže plniť funkciu formatívneho hodnotiaceho nástroja. Biologická kresba má vedeckú aj estetickú hodnotu. Aj dnes sú cenené a vyhľadávané atlasy rastlín českého akademického maliara Jindricha Krejču, ktoré publikoval so slovenským botanikom Jozefom Májovským(1) a ktoré sa v 20. storočí s obľubou využívali v bývalom Československu najmä pri výučbe botaniky na všetkých stupňoch škôl.

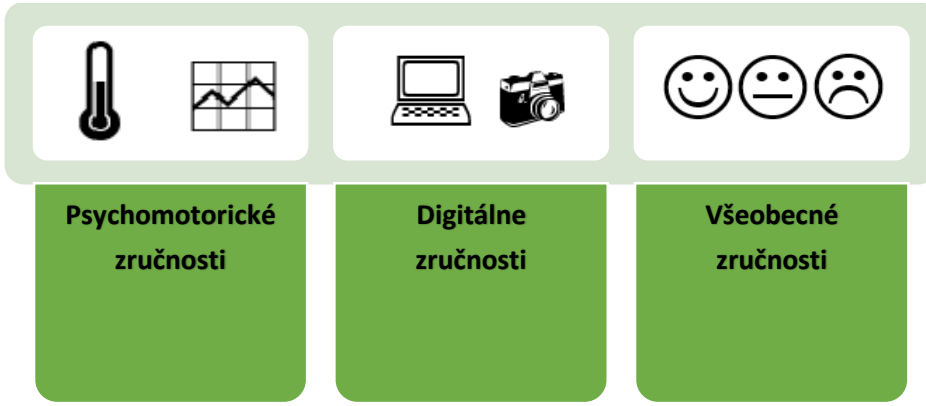
1 Jindřich Krejča. Dostupné z: https://botany.cz/cs/krejca/.

6.3.4 FOTOGRAFIA A VIDEOZÁZNAM



Digitálny záznam obrazu je dostupný každému. Mobilné zariadenia majú dostatočne kvalitné kamery na zhotovenie fotografií a videozáznamov, ktoré postačujú na dokumentáciu žiackych pozorovaní. K dispozícii sú aj aplikácie lupy, ktoré dosahujú tridsať aj viacnásobné zväčšenie pozorovaného objektu. Nafotením série obrázkov možno demonštrovať viditeľnú zmenu objektov, ktorá sa udeje v krátkom čase. K dispozícii sú časozberné a vysokorýchlostné kamery na spomalené a zrýchlené zobrazovanie procesov. Mnoho materiálu využiteľného pri výučbe biológie ponúkajú rôzne vzdelávacie inštitúcie a záujmové organizácie so zameraním na niektoré oblasti aplikovanej biológie. Digitálny obraz zložený z pixelov po prepočítaní na štandardné jednotky pomocou mierky poskytuje príležitosť na analýzu obrazu, žiaci môžu zo záberov získavať dáta, ktoré ďalej spracovávajú. Podobné možnosti poskytuje aj softvér na analýzu videozáznamu. Trendom je nielen demonštrovať organizmy vo vlastnom prostredí, ich pohyb či spôsob života, ale cieľavedome a aktívne využívať digitálne záznamy pri žiackom bádaní, pri dokumentácii exkurzií, práce v teréne aj na laboratórnych prácach. Videozáznam môže sprostredkovať v úvode hodiny zaujímavý problém, ktorý žiakov motivuje a aktivizuje. Počas sprístupňovania nových poznatkov je užitočné záznam na vhodnom mieste zastaviť a prediskutovať so žiakmi čo si všímali, žiadať ich o vyslovenie predpovede o ďalšom priebehu deja a pod. Zhrňujúce a potvrdzujúce videá sa hodia na záver. Vhodná dĺžka prezentovanej videosekvencie sa pohybuje od niekoľkých sekúnd do max. do 3 minút, dlhší sa odporúča rozdeliť otázkami.

6.4 PRAKTICKÁ ČINNOSŤ



Za praktickú činnosť sa obvykle považuje akákoľvek vyučovacia a vzdelávacia činnosť, ktorá v určitom momente zapája žiakov do pozorovania alebo manipulácie s predmetmi alebo študovanými materiálmi. Praktická činnosť na hodinách biológie rozvíja zručnosti a postoje, ktoré budú cenné v ich budúcej kariére. Cvičenia na prírodovedných predmetoch sú jedným zo základných nástrojov, ktoré učia žiakov ako sa robí veda, motivuje ich k vyhľadávaniu a akceptovaniu vedeckých poznatkov, aby ďalej sledovali vedu aj vtedy, keď nebudú pokračovať v štúdiu akademických alebo technických odborov. Dnes sa stiera hranica medzi praktickou výučbou a teóriou, môžu zato inovatívne techniky učenia a zapojenie technológií. Metódy ako hranie rolí, didaktické hry, vizualizačné prostriedky ako sú simulácie a modelovanie, inštruktážny dialóg, tvorba vizuálnych dokumentáčných materiálov či flashkariet rozvíjajú okrem laboratórnych zručností aj všeobecné zručnosti, ktoré sa uplatňujú rovnako aj pri vedeckom bádaní, napríklad komunikačné zručnosti, etiketa a pod. Pri štúdiu učiteľstva je dôležité, aby ste prakticky pochopili svoj predmet a ako sa teória, ktorú sa naučíte, vzťahuje na situácie v reálnom živote a aby ste k tomu viedli aj svojich žiakov. Schopnosť uplatniť všeobecné zručnosti v konkrétnych oblastiach je dnes podmienkou pre dobré uplatnenie na pracovnom trhu. Dnes okrem psychomotorických zručností ide aj o digitálne zručnosti, keďže technológie do života dnes nevyhnutne patria.

6.4.1 PSYCHOMOTORICKÉ ZRUČNOSTI

Zručnosti v psychomotorickej oblasti popisujú schopnosť fyzicky manipulovať s prístrojom, nástrojom a rukou, v biológii aj so živými organizmami. E. Simpson (1972)(1) navrhla tieto úrovne psychomotorických zručností didaktike:

Vnímanie Schopnosť používať zmysly pri motorickej aktivite: odhadnúť teplotu, dochutiť jedlo, vysušiť rastlinu na čaj alebo do herbáru.

Nastavenie Duševné, fyzické a emočné nastavenia, ktoré predurčujú reakciu človeka na rôzne situácie: uznávať svoje schopnosti a obmedzenia, dodržať postup, prejaviť túžbu naučiť sa nový proces (motivácia).

Riadená odozva Prvá fáza učenia sa komplexnej zručnosti: – pokusy, omyly.

Napodobňovanie Zopakovať demonštráciu: postupovať presne podľa návodu.

Mechanizmus Medzistupeň pri učení sa komplexnej zručnosti, získané úkony sa automatizovali, sú vykonávané s istotou: šoférovať, používať smartfón, zaostriť obraz v mikroskope.

Zjavná komplexná odozva: Zručný výkon motorických úkonov zahŕňajúcich zložité pohybové vzorce, výkon bez váhania a automatické rozpoznanie, čo výsledok vyprodukuje: vyrobiť herbár, hrať na klavíri.

Prispôsobenie Schopnosť upravovať pohybové vzorce, aby vyhovovali osobitným požiadavkám: vyrobiť improvizovaný nástroj, prispôsobiť alebo vylepšiť postup.

Nové postupy Vytváranie nových pohybových vzorov zodpovedajúcich konkrétnej situácii: vyvinúť nový súbor úkonov pre nový koncept či nový experimentálny postup.

2 SIMPSON, E. The classification of educational objectives in the psychomotor domain: The psychomotor domain: Vol. 3.

6.4.2 DIGITÁLNE ZRUČNOSTI

Tempo rozvoja technológií prináša so sebou prirodzenú potrebu integrácie digitálnych zručností aj do vzdelávania. Vo vzdelávacom procese sú nástrojom, ktorý má napomáhať k rýchlejším a kvalitnejším výsledkom v oblasti poznatkov a zručností absolventov škôl v súlade s potrebami súčasnej spoločnosti. Revidovaná Bloomova taxonómia bola preto aplikovaná aj pre klasifikáciu digitálnych zručností.[1] V schéme uvádzame príklady generických digitálnych zručností, ktoré zodpovedajú uvedeným aktívnym slovesám pri príslušnej dimenzii cieľov. Slovesá pomôžu stanovovať ciele v oblasti digitálnych kompetencií a hodnotiť ich plnenie, prirodzene v prípade biológie v spojení s prírodovedným a biologickým obsahom. Dajú sa nájsť metodické postupy, kde sa digitálne technológie dajú na uvedených úrovniach implementovať do výučby biologických tém. Učiteľ ich môže aj sám vytvárať. V EU sú formulované digitálne kompetencie nielen pre žiaka ale aj pre profesiu učiteľa.[2]

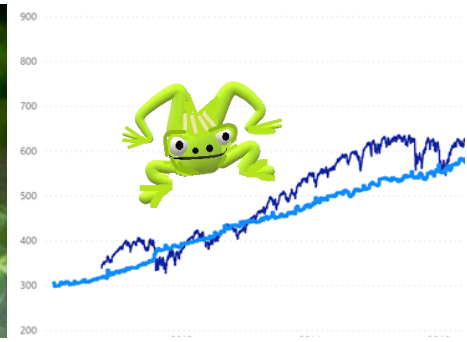
1 Integrating Technology with Bloom's Taxonomy. Dostupné z: https://teachonline.asu.edu/2016/05/integrating-technology-blooms-taxonomy/

2 Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). Dostupné z: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en.

6.4.3 VŠEOBECNÉ ZRUČNOSTI

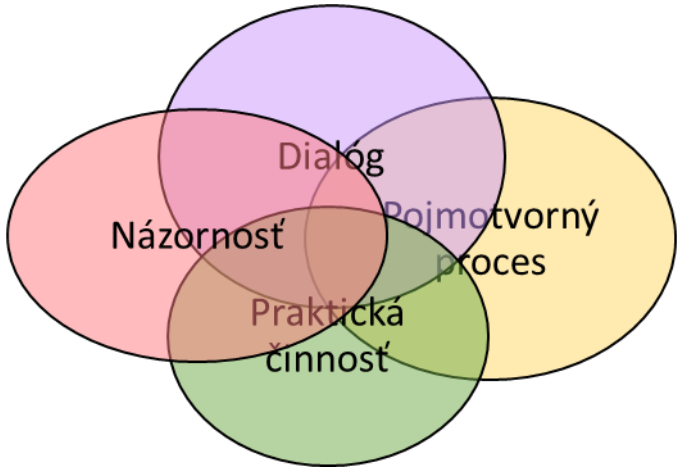
Za všeobecné (generické) zručnosti sú obvykle považované zručnosti, ktoré sa vyžadujú na pracovnom trhu od uchádzačov o zamestanie a ktoré sú predpokladom úspešnej pracovnej kariéry v danej dobe. Táto požiadavka nie je pevne daná mení sa podľa aktuálnej situácie a potreby zamestnávateľov. Tí očakávajú, že v škole tieto všeobecné zručnosti žiaci získavajú. V prvom rade čakajú od uchádzačov prehľad, ako fungujú jednotlivé odvetvia a podnikanie. Na poprednom mieste sú komunikačné zručnosti, ľudia musia kultivovane komunikovať ako so spolupracovníkmi, klientmi a partnermi firmy zrozumiteľne, jasne a slušne, aktívne ich počúvať a byť empatický. Vedieť prezentovať produkty alebo nové postupy svojmu tímu. Tímová práca je nutnosť, výsledok práce je málokedy dielom jediného človeka. Očakáva sa, že pracovník bude konštruktívne spolupracovať. Vyjednávanie a presviedčanie znamená vedieť dobre a bez nátlaku argumentovať, byť pripravený na diskusiu s partnermi a klientmi, t. j. disponovať relevantnými informáciami a vedieť reagovať na otázky. Riešenie problémov namiesto pasivity a čakania na pokyn sa tiež považuje za pozitívnu danosť, pretože je predpokladom pružného napredovania firiem. Schopnosť viesť a motivovať iných, aby podávali lepší výkon a organizovať ich prácu je predpokladom profesného rastu. Vytrvalosť a motivácia je individuálna, ale dá sa pestovať a rozvíjať. Vyžaduje sa istá miera digitálnej gramotnosti, manuálnej zručnosti, sebareflexie, ochoty učiť sa nové veci, pretože technológie sa vyvíjajú a znalosť aspoň jedného cudzieho jazyka.

6.4.4 ŠKOLSKÝ BIOLOGICKÝ POKUS



Biologickým pokusom sa nazýva postup vykonaný v kontrolovanom prostredí na účely zhromažďovania pozorovaní, údajov alebo faktov, alebo dôkazov. Môže sa jednať tiež o testovanie hypotéz alebo teórií. V prípade školského pokusu sa jedná o preukazovanie známych faktov alebo teórií, čomu v didaktickej terminológii zodpovedá potvrdzujúci pokus. Bádateľsky orientovaná výučba biológie podnecuje žiakov, aby formulovali a testovali vlastné hypotézy. Cieľom vedeckého pokusu je získať originálne výsledky, ktoré vedú k novým poznatkom v odbore. Školské pokusy majú žiakom pomáhať získať nové vedomosti, zhromažďovať dôkazy o platnosti osvojovaných faktov a získavať zručnosti potrebné k experimentovaniu. Biologický pokus má oproti pokusom vo fyzike alebo chémii niekoľko odlišností. Objektom skúmania sú živé organizmy a ich správanie alebo ich časti v podobe artefaktov. Kým neživé objekty majú známu, v potrebnom rozsahu definovateľnú vnútornú štruktúru, na ktorú pri pokuse pôsobia len vonkajšie faktory, živý organizmus má svoju vnútornú dynamiku a reaguje na podnety podľa aktuálnej kondície. Preto je v biológii potrebná paralelná kontrola, t. j. sledovanie rovnakého objektu bez experimentálneho zásahu a porovnanie kontrolných a pokusne získaných dát. Z hľadiska podmienok pôsobia napríklad biorytmy, aktuálne meteorologické ppomery a podobne, preto je potrebných viac opakovaní pokusu v čase. Pri školskom biologickom pokuse potrebujú žiaci laboratórnu podporu a motiváciu formou zaujímavo formulovaného problému, aby boli zvedaví na výsledok. Niektoré školské biologické pokusy presahujú časový rámec vyučovacej hodiny. Učiteľ sa vtedy má priebežne zaujímať o proces, či žiaci pokračujú podľa plánu.

7 HANDS-ON AKO VZDELÁVACÍ KONCEPT



Hands–on, skúsenostné učenie, znamená byť aktívne a osobne do učenia zapojení. Znamená to názorne si osvojiť a vlastnými rukami skúsiť urobiť, čo sa urobiť bezpečne dá. Učiť sa biológiu metódou hands-on znamená syntézu všetkých štyroch komplementárnych nástrojov. Názorne sa buduje pojmová štruktúra, pričom názornosť sa spája s pozorovaním, uvažovaním, narábaním s pomôckami, živými organizmami alebo virtuálnymi biologickými prvkami a modelmi. Experimentovaním žiaci rozvíjajú svoje poznávacie zručnosti. Nový druh činnosti učiteľ najpv predvedie, demonštráciu sprevádza slovná inštruktáž. Celý proces učenia pretkáva dialóg učiteľa so žiakmi a medzi žiakmi navzájom. Nejasnosti sa hneď vysvetľujú, vzniká menej mylných predstáv a žiaci sa učia získavať dôkazy a overovať platnosť myšlienok a tvrdení. Hands-on aktivity plnia funkcie všetkých fáz vyučovacej jednotky, môžu ju zaplniť celú, kratšie aktivity v jednotlivých etapách učenia plánuje učiteľ v súlade s ich zámerom. Motivačné aktivity majú ostať otvorené, nedokončené, aby žiaci očakávali riešenie v priebehu učenia sa nového obsahu, udržuje to ich pozornosť. V priebehu učenia nového obsahu zaraďujeme aktivity a experimenty s potvrdzujúcou funkciou. Žiaci získavajú dôkaz o platnosti faktov, s ktorými sa práve oboznámili. Rozširujúci pokus alebo činnosť utvrdí žiakov o všeobecnejšej platnosti vzorcov správania a priebehu procesov v závere učenia. Celý proces má viesť k porozumeniu biologických fenoménov.

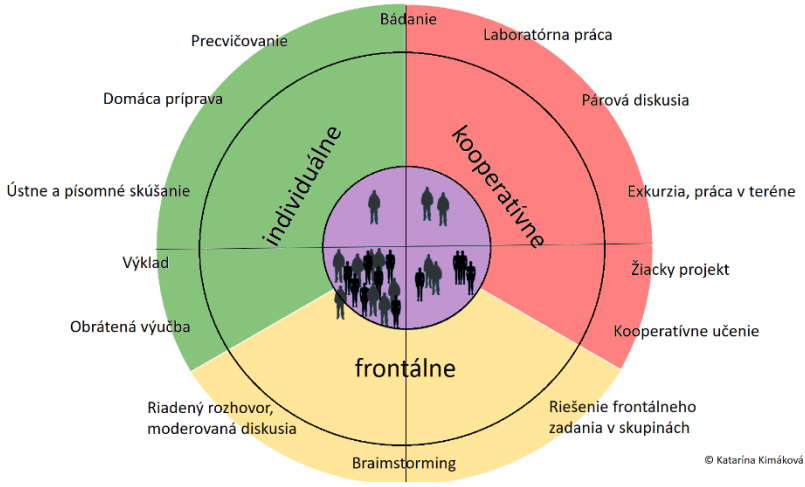
7.1 BEZPEČNOSŤ BIOLOGICKÉHO VZDELÁVANIA

Nový dôraz na praktickú činnosť žiakov na vyučovacích hodinách vyžaduje zvýšenú pozornosť venovanú bezpečnosti práce. V súvislosti s plánovaním motivujúcich, ale bezpečných aktivít žiakov je potrebné dbať na obozretné profesionálne postupy a právne bezpečnostné normy. Učitelia biológie ako kvalifikovaní odborníci majú voči svojim žiakom povinnosť podniknúť kroky na predchádzanie vzniku nehôd a bezpečnostných incidentov. Z právneho hľadiska tieto činnosti zahŕňajú minimálne:

Povinnosť informovať o bezpečnostných predpisoch a bezpečných postupoch. Žiakov poučte a nechajte podpísať formulár, že boli poučení o bezpečnosti.
Povinnosť predviesť bezpečný postup. Predtým, ako necháte žiakov pracovať so zariadením alebo vykonávať praktické činnosti, musíte im postup predviesť.
Povinnosť varovať. Vždy informujte žiakov o rizikách týkajúcich sa bezpečnosti používania potenciálne nebezpečných zariadení a materiálov.
Povinnosť kontrolovať bezpečnosť pred, v priebehu a na konci aktivít. Sledujte správanie žiakov, stav vybavenia a pracovné/študijné prostredie.
Povinnosť presadzovať bezpečnosť. Vždy presadzujte bezpečné správanie a pre prípad porušovania zaveďte dobre definovaný disciplinárny postup.
Povinnosť údržby. Skontrolujte, či sú technické kontroly zariadení platné a osobné ochranné prostriedky funkčné.

VYUČOVACIA JEDNOTKA

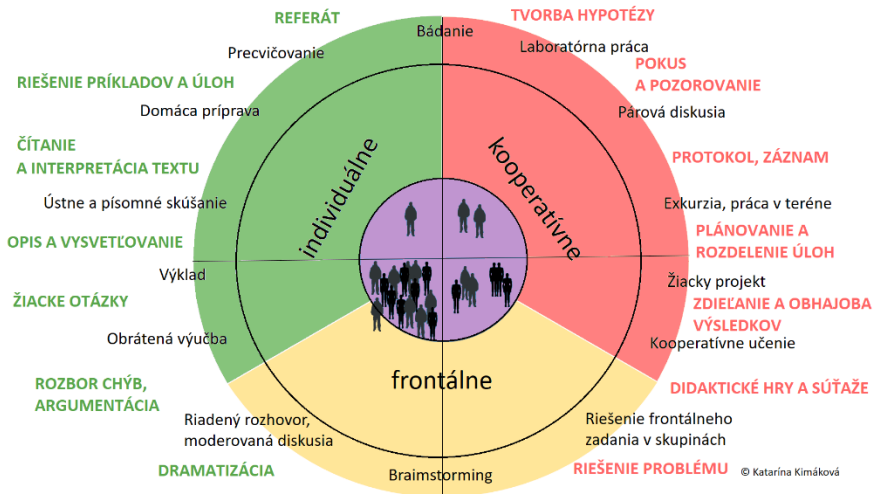
8 ORGANIZAČNÉ FORMY BIOLÓGIE



Organizačná forma vymedzuje trvanie, účel spôsob zapojenia a charakter komunikácie účastníkov vzdelávacej aktivity. Niektoré organizačné formy výučby biológie sa viažu na prostredie, ktorým okrem triedy môže byť laboratórium alebo exteriér.

Pri plánovaní výučby učiteľ premýšľa o vhodných organizačných formách. Niektoré podmienky sú vopred stanovené, napríklad, že laboratórne cvičenia sa realizujú v odbornej učebni alebo školskom laboratóriu a trvajú 90 minút. Organizáciu práce žiakov na konkrétnej hodine však určuje učiteľ, on sa rozhoduje, či a kedy budú pracovať v dvojiciach, skupinách, trieda ako interaktívny celok alebo každý sám. Kooperácia je najvhodnejšia v pároch a menších skupinách, skupiny môžu riešiť aj frontálne zadanie, najlepší výsledok brainstormingu vzniká naopak vo väčších skupinách alebo zapojením všetkých. Schéma znázorňuje obvyklé kombinácie organizačných foriem delených podľa rôznych kritérií. Práca v dvojiciach sa dá veľmi dobre využiť vo všetkých fázach vyučovacích hodín. Žiaci sa intuitívne obracajú k susedovi v lavici akonáhle si vypočujú zadanie, problém, niečo čo ich prekvapí alebo ak niečomu nerozumejú a vymenia si aspoň neverbálny signál, keď sa nemôžu poradiť. Je dobré podporiť párovú diskusiu priamo v zadaní a vyhradiť výmene informácií minútu či dve. Žiaci ochotnejšie a s väčšou istotou zdieľajú svoje myšlienky po predchádzajúcej spätnej väzbe od spolužiaka.

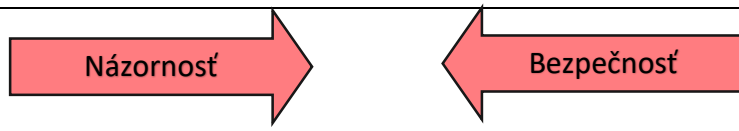
8.1 VZŤAH AKTIVÍT K ORGANIZAČNÝM FORMÁM



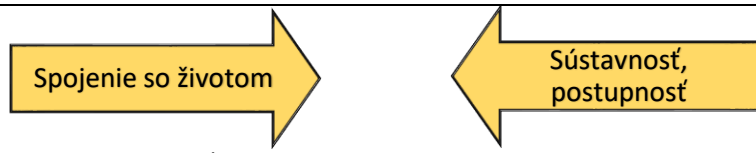
Metódy a organizačné formy spolu úzko súvisia. Organizačné formy niektorých vyučovacích metód sú vopred dané. Tvorivý učiteľ sa púšťa aj cestou netradičných postupov, vyberá a varíruje metódy. Biológia sa dá naučiť mnohými spôsobmi. Rámec vyučovacej jednotky sa napĺňa aktivitami s cieľom naplniť štandard a dosiahnuť stanovený vzdelávací cieľ. Teoretici vzdelávania triedia a štrukturalizujú vyučovacie metódy podľa rôznych aspektov. Pre každodennú prácu učiteľa biológie akcentujeme slovné metódy, nimi sa pracuje viac individuálne, žiak samostatne vníma hovorené slovo a text alebo prezentuje svoje vedomosti. Praktické metódy vyžadujú aktívne zapojenie žiakov, vzniká potreba spolupráce a asistencie pri zvládnutí psychomotorických úkonov. Tieto dve skupiny metód sa prirodzene prelínajú v podobe diskusie pri spoločnom riešení úloh. Názornosť a vizualizácia majú byť prítomné vždy. V tomto smere veľmi obohatili učenie sa digitálne technológie. Z nových prístupov k názornosti treba spomenúť modelovanie, spomalený a časozberný záznam, možnosť analýzy údajov získaných pomocou senzorov spojených s počítačom, mobilných aplikácií a z fotografie biologických objektov. Technológie urýchľujúce pokrok biológie patria na vyučovaciu hodinu rovnako, ako sa stali každodennými nástrojmi ľudí.

8.2 ROVNOVÁHA DIDAKTICKÝCH ZÁSAD

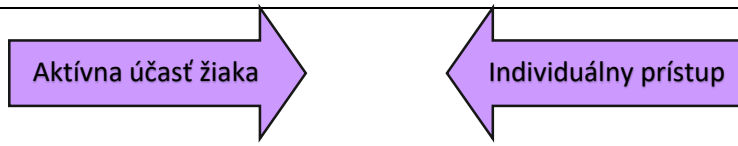
Obsah má rešpektovať vedecké poznatky biológie. Javy nesmú byť skresľované necitlivým zjednodušovaním tak, aby to odporovalo skutočnej podstate vecí. Používať sa má vedecká biologická terminológia. Množstvo nových informácií a pojmov na jednu vyučovaciu hodinu však má zodpovedať psychologicky prípustnej dávke pre danú vekovú skupinu. Pre žiakov musia byť zrozumiteľné, budované na ich doterajších skúsenostiach, poznatkoch a vedomostiach.



Názornosť je pre porozumenie biológie veľmi významná. Nezabudnime na to najcennejšie, ktorou je príroda sama. Práca s prírodninami a pomôckami má byť pre žiakov bezpečná, dodržujeme zásady hygieny. So živými prírodninami zaobchádzame s úctou k životu.

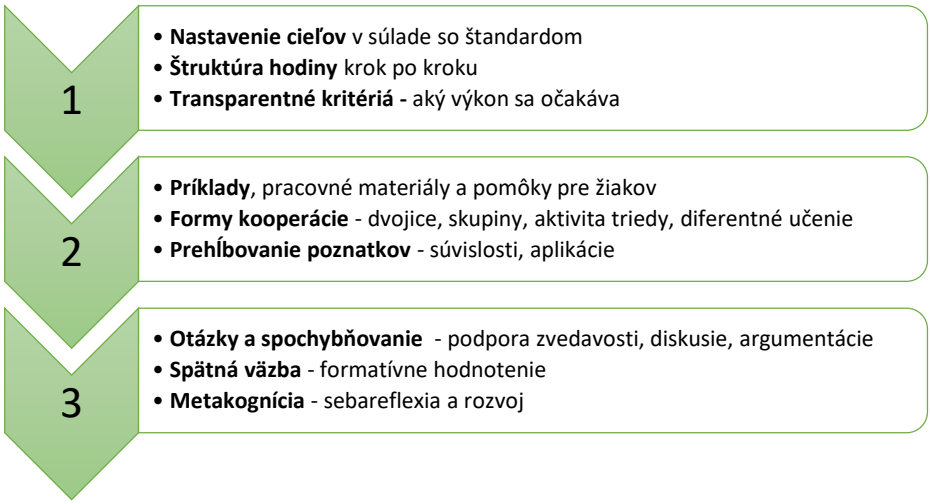


Jednostranná činnosť unavuje. Striedajme aktivity, veďme žiaka k premýšľaniu, zapojme motoriku. Dovoľme komunikáciu medzi žiakmi o tom, čo sa učia. Samostatnú prácu žiakov organizujme tak, aby mohli postupovať vlastným tempom. Dajme šancu prejaviť sa každému. Poznajme svojich žiakov.



Žiakov motivuje, keď vidia súvislosť medzi obsahom biológie a bežnými životnými situáciami. Logická štruktúra učiva však má byť zachovaná. Veďme žiakov k odhaľovaniu súvislostí, medzipredmetové vzťahy využime v prospech porozumenia sveta.

9 PRÍPRAVA VYUČOVACEJ JEDNOTKY



Postup je ďalej rozpracovaný do podoby dvoch paralelných riešení prípravy výučby témy **Proteosyntéza** podľa štandardu ISCED3[(1)]

Výkonový:

zdôvodniť odlišnosť štruktúry DNA a RNA v súvislosti s ich významom pre prenos genetickej informácie, vysvetliť proces syntézy bielkovín

Obsahový:

nukleotid, dusíkatá báza,

RNA mediátorová, transferová, ribozómová,

triplet, genetický kód,

matrica, expresia génu,

proteosyntéza, transkripcia, translácia

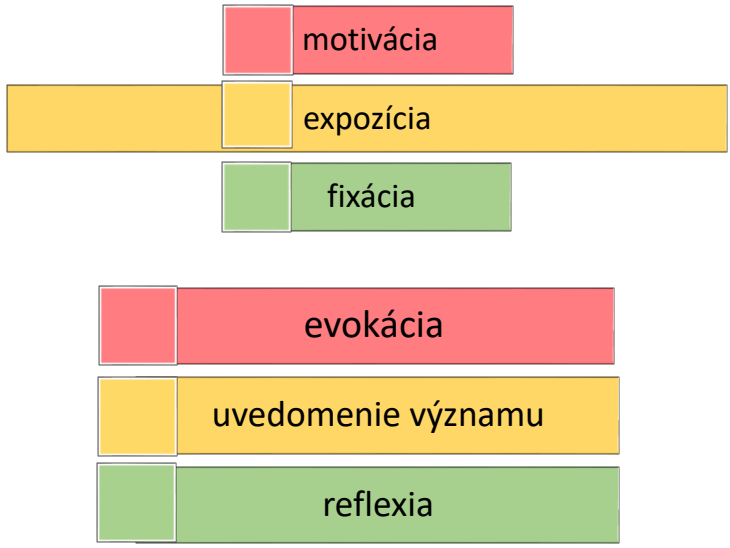
Prvé riešenie sleduje rámec EUR (evokácia, uvedomenie významu, reflexia) a ciele formulované podľa R. Magera[(2)] druhé model 5E (Engage, Explore Explaine, Extend, Evaluate) pre bádanie s cieľmi podľa Andersona[(3)]

1 Biológia, vzdelávací štandard pre gymnázium s 5 a 4. ročným vzdelávacím programom. Dostupné z: https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/biologia_g_4_5_r.pdf.

2 MAGER, R. F. Developing Attitude Toward Learning.

3 ANDERSON, L. W., D. R. KRATHWOHL, P. AIRASIAN, K. CRUIKSHANK, R. MAYER, P. PINTRICH, J. RATHS a M. WITTROCK.A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.

9.1 ŠTRUKTÚRA VYUČOVACEJ JEDNOTKY

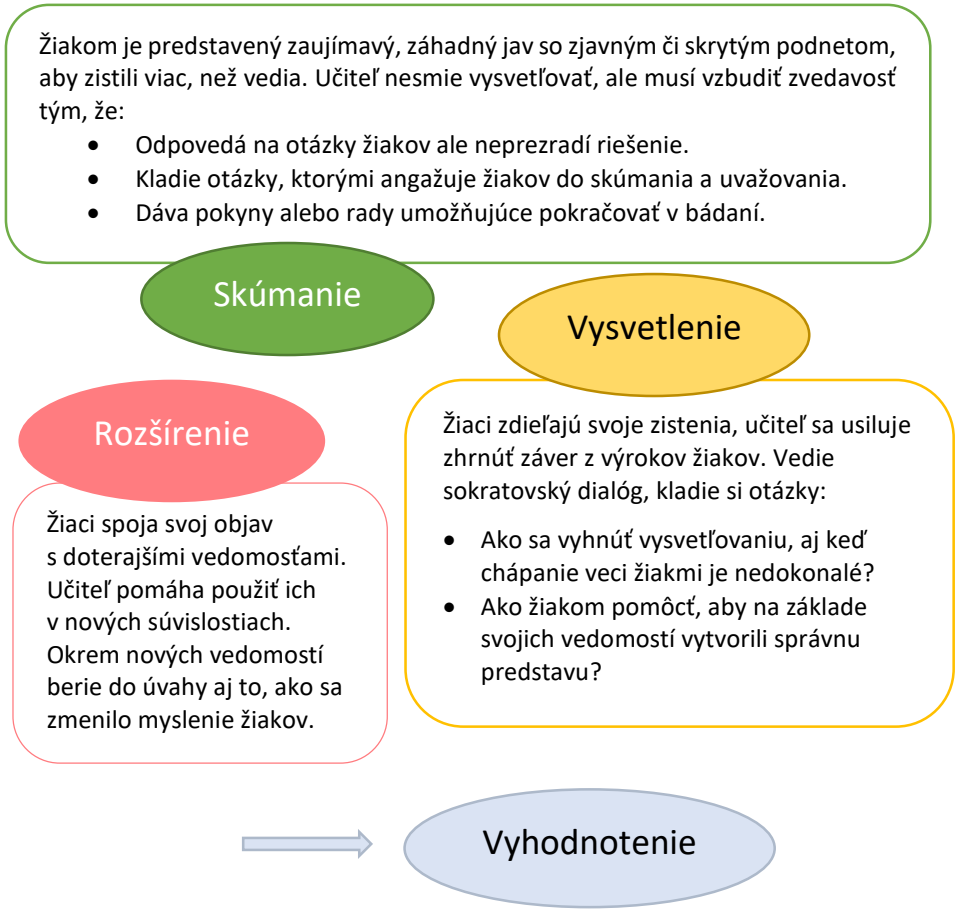


Tradičné členenie vyučovacej hodiny s prevažujúcou činnosťou učiteľa a rámec EUR.

Štruktúru vyučovacej jednotky tvorí rámec, ktorý ju člení niekoľko fáz alebo etáp. Keď učiteľ pripravuje vyučovaciu hodinu, plánuje organizáciu žiackych aktivít a napĺňa zvolený rámec metódami. Volí ich tak, aby všetci žiaci dosiahli stanovené vzdelávacie ciele. Kognitívne orientovaný tradičný rámec pre učenie dáva najväčší priestor aktivite učiteľa a monologickým metódam.
Koštruktivistické členenie vyučovacej jednotky je orientované na aktivity žiaka vo všetkých fázach učenia, ktoré sú považované za rovnocenné. Psychológia učenia hovorí o troch základných štádiách učenia sa: prieskum, objav a aplikácia. Od nich sú odvodené trojfázové učebné cykly, pretože proces učenia prebieha ako cyklus. To čo sme sa naučili, začali používať a reflektovať, v nás vyvoláva nové otázky a potrebu získavať na ne odpovede. Ukazuje sa, že má zmysel výučbový cyklus členiť aj podrobnejšie, najmä ak počítame s cieleným rozvíjaním psychomotorických zručností alebo téma umožňuje vyššiu mieru začlenenia afektívnej zložky viazanej na osvojované poznatky. Jedna z najrozšírenejších trojfázových modelov je rámec EUR.[1]

1 MEREDITH, K. S. a J. Steele. Classrooms of wonder and wisdom: Reading, writing, and critical thinking for the 21st century

9.1.1 TROJFÁZOVÝ MODEL PRE VÝUČBU PRÍRODNÝCH VIED



Myšlienka budovania porozumenia pochádza z prvej knihy R. E. Martina Teaching Science for All Children.[1] Autor navrhol konštruktivistický trojfázový model výučby prírodných vied, rozšírený o vyhodnotenie na vzdelávací cyklus 4E – explore, explain, expand a evaluate, čo je veľmi blízke modelu 5E BSCS. V knihe Science for All Children rozpracoval odporučenia pre prípravu hodín na základnej a strednej škole a návod ako vyučovať a učiť sa prírodovedné predmety bez textových aktivít.

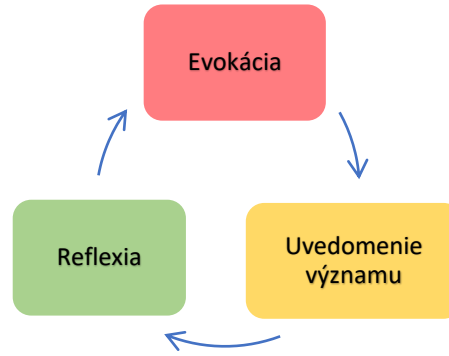
1 MARTIN, R. E. Science for All Children: Methods for Constructing Understanding.

9.1.2 RÁMEC EUR PRE KRITICKÉ MYSLENIE

E – má evokačnú, aktivizačnú a motivačnú funkciu (čo už viem, zaujíma ma, zapojím sa)

U – má významovú a sprístupňujúcu funkciu (viem, prečo to potrebujem a ako sa to dozviem)

R - má hodnotiacu, overovaciu a prepájaciu funkciu (Platí to naozaj? Rozumiem tomu dobre? Ako to súvisí s tým, čo už viem?)



Model rámca EUR[1]

E - evokácia (je rozhovor pred učením akéhokoľvek obsahu)
Aká je téma?
Čo už o tejto téme viete?
Čo očakávate? Čo sa chcete alebo potrebujete o tejto téme dozvedieť?
Má mať motivačný účinok, vtiahnuť žiakov do témy.

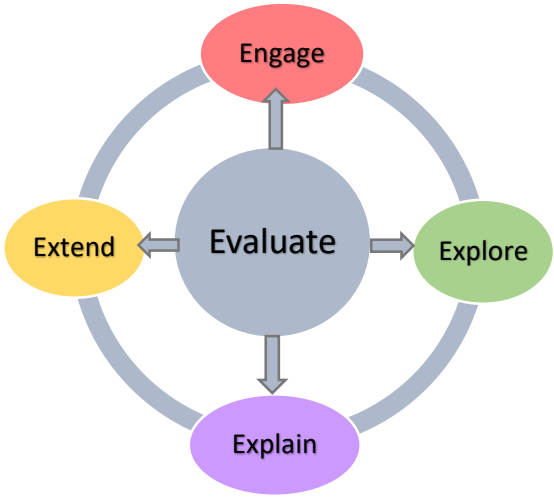
U – uvedomenie významu
Uskutočňuje ju žiak, keď v priebehu učenia hľadá informácie vzťahujúce sa k predpokladom a predikciám.

R – reflexia (rozhovor po samotnom učení)
Čo ste zistili?
Navádzajúce otázky, aby sa objavili dôležité informácie, ku ktorým sa žiaci nevyjadrili v predchádzajúcom bode.

Cyklus začnite odznova evokáciou vzťahujúcou sa na ďalšiu časť obsahu.[2]

1 MEREDITH, K.S., J. STEELE a Ch. TEMPLE. Čítaním a písaním ku kritickému mysleniu.
2 STEELE, J., K.S. MEREDITH a C.T. TEMPLE. A framework for critical thinking across the curriculum International Reading Association.

9.1.3 Učebný cyklus 5E a 7E pre žiacke bádanie



Engage – **zapoj sa**
Učiteľ vyvolá záujem, vzbudí zvedavosť.

Explore – **skúmaj**
Žiaci začínajú pracovať bez priamych pokynov učiteľa.

Explain – **vysvetli**
Učiteľ podporuje postupy vedúce k výsledku.

Extend – **rozšír**
Učiteľ podporuje aplikácie na novú situáciu, zovšeobecnenia.

Evaluate – **vyhodnoť**
Žiaci sa vyjadrujú k porozumeniu javu ako výsledku skúmania.

Model 7E má po zapojení fázu **E**licite – **zisti** a po rozšírení fázu **E**laborate – **rozpracuj**.

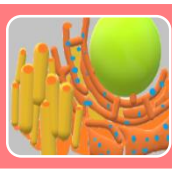
Na podporu výučby prírodných vied vyvinula BSCS štruktúru hodiny, ktorú nazýva „Inštruktážny model BSCS 5E.[1] 5E znamená začiatočné písmená anglických slovies Engage, Explore, Explain, Extend, Evaluate (zapoj, preskúmaj, vysvetli, rozšír, vyhodnoť). Je dôležité si uvedomiť, že všetkých 5 fáz sa musí realizovať na jednej vyučovacej jednotke, resp. v rámci učenia jednej témy. Model je kompatibilný s rôznymi stratégiami výučby, poskytuje prepojenie medzi vzdelávacími aktivitami a pomáha učiteľom prírodovedných predmetov rozhodovať sa priamo v priebehu výučby, keď pri interakcii so žiakmi vznikajú nečakané situácie. Krátke označenia jednotlivých fáz pohľadu žiaka znamenajú: Angažovanosť - žiaci majú možnosť pripomenúť si a použiť predchádzajúce vedomosti, cítia záujem. Prieskum - žiaci sa zúčastňujú na činnosti, ktorá uľahčuje zmeny v porozumení procesov, pojmov a súvislostí. Vysvetlenie - žiaci formulujú vysvetlenie javu. Vypracovanie - porozumenie fenoménu žiakmi je spochybnené a následne prehĺbené prostredníctvom nových skúseností Hodnotenie - žiaci hodnotia svoje porozumenie javu.

1 Bybee, R. W. J. A. TAYLOR, A. GARDNER, P. SCOTTER, J. C. POWELL, A. WESTBROOK a J.N LANDES. The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness and applications, Full report, BSCS, Colorado Spings 2006. Dostupné z https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf

9.2 CIELE AKO POKYN ODKAZUJÚCI NA KRITÉRIUM

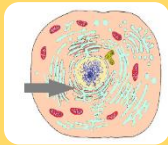
1

• **Ciele vyučovacej hodiny Proteosyntéza v eukaryotickej bunke podľa R. Magera***



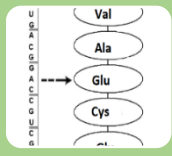
Výkon

Vysvetliť priebeh a lokalizáciu proteosyntézy v eukaryotickej bunke.



Podmienka

Na základe animácie proteosyntézy a štúdia kodónov aminokyselín odpovedať na výskumnú otázku.



Kritérium (norma)

Uviesť funkciu rRNA, tRNA a mRNA.

Označiť ribozóm na ER ako miesto proteosyntézy na vlastnoručnej schematickej kresbe prierezu bunky.

Zostaviť matricu génu peptidu.

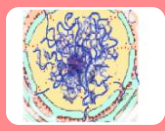
Cieľ je výsledok, ku ktorému učenie smeruje, možno vyjadriť ako očakávané zmeny vo vývoji poznania, zručností a osobnosti žiaka. Kognitívne a psychomotorické ciele smerujú k merateľným vedomostiam a zručnostiam. Americký psychológ R. F. Mager (1923-2021) definoval v 70-tych rokoch 20. storočia cieľ učenia ako výkon, ktorý sa musí podať, aby sa uznala kompetencia. Zaviedol formuláciu kognitívnych a psychomotorických cieľov vo forme pokynu s odkazom na kritérium. Ciele majú byť minimalistické, vyjadrovať podstatu osvojovaných poznatkov a zručností, ktoré majú zvládnuť všetci žiaci. Cieľ má 3 zložky. Výkon – určuje konkrétne, čo by mal byť žiak schopný robiť po ukončení výučby. Podmienky prezentácie výkonu – za akých okolností, akým spôsobom a bez akej podpory/s akou podporou má výkon uskutočniť. Kritérium (norma) – na akej úrovni musí podať výkon, aby bol prijateľný. [1]

2 MAGER, R.F. Developing Attitude Toward Learning.

9.2.1 PROTEOSYNTÉZA I – ŠTRUKTÚRA EUR

1

- **EUR krok po kroku (Príklad nadväzuje na vzdelávacie ciele podľa Magera)**



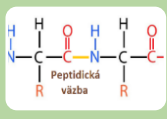
EVOKÁCIA - 10 min.

Motivačná úloha: Zistiť, koľko nukleotidov musí mať kód jednej aminokyseliny, zdôvodniť prečo je to triplet.

Výskumná otázka: Ak je kód triplet, prečo je iba 20 proteinotvorných aminokyselín a nie 64?

UVEDOMENIE VÝZNAMU - 15 min.

Animácia translácie.
Rozhovor o priebehu translácie, čo je ribozóm a rRNA.
Štúdium tabuľky s kodónmi aminokyselín.
Odpoveď na výskumnú otázku.



REFLEXIA - 15 min.

Úloha s analógiou o dopravných prostriedkoch.
Žiacky náčrt prierezu eukaryotickej bunky a vyznačenie miesta translácie.
Precvičenie prekladu genetického kódu

Pri plánovaní krokov sledujeme ciele. Ciele formulované podľa Magera už obsahujú aj podmienky a kritériá. Treba ich žiakom v priebehu hodiny vysvetliť: požaduje sa kresba schémy bunky rukou, správna lokalizácia ribozómu ako miesta pripojenia aminokyseliny do peptidového reťazca, zostrojenie sekvencie kodónov exprimovaného génu (mRNA) a prevod kodónov na poradie aminokyselín peptidu a opačne. Skúsenejší učiteľ dokáže pomerne presne odhadnúť čas potrebný pre jednotlivé činnosti a podľa potreby operatívne prispôsobiť priebeh hodiny tempu práce žiakov. Niekde je potrebné minútu dve pridať, inde sa tento čas dá ušetriť. Je dobré nechať si pár minút rezervu. Pri výbere animácie je dôležitá informačná hodnota aj trvanie. Má byť krátka a obsahovať podstatné informácie. Žiakom môže dlhšie trvať náčrt bunky, ak nemajú pred sebou vzor, ale ich kresby sú cennou spätnou väzbou, ako si pamätajú štruktúru eukaryotickej bunky. Aby rýchlejšie zostavili vlastnú sekvenciu kodónov mRNA a priradili aminokyseliny v zodpovedajúcom poradí, potrebujú prevodovú tabuľku kódov aminokyselín a stop-kodónov.

EVOKÁCIA

2

• **Nadviažeme na proces transkripcie, tá je už žiakom známa.**

Práca v dvojici

1. Motivačná úloha

Poradie nukleotidov génu sa prepíše z DNA do komplementárneho reťazca mRNA, ktorá je predlohou (matricou) pre poradie aminokyselín (AMK) proteínu. V RNA sa striedajú 4 nukleotidy - A, G, C a U. Keby bol kód 1:1, mohli by existovať tiež len 4 bielkovinotvorné AMK. Je ich však 20. **Koľko znakov má kodón?**

Riešenie: Logickou úvahou alebo výpočtom podľa vzorca z kombinatoriky $\mathbf{V_k(n)=n^k}$ zistiť počty variácií 2. a 3. triedy zo 4 prvkov**:** $\mathbf{V_k(n)=4^2=16}$ a $\mathbf{V_k(n)=4^3=64.}$ Z výpočtu vyplýva, že dva znaky nestačia, musia byť tri. **Kodón je triplet.**

Výskumná otázka:

Prečo teda nie 64 proteinotvorných aminokyselín, len 20?

Úloha posilňuje medzipredmetové vzťahy biológie s matematikou V 2D kategorizácii úloha zodpovedá P3, vypočítať). Ak žiaci vyriešili úlohu uvažovaním, upozorníme ich na existenciu vzorca pre výpočet možných kombinácií z n- prvkov, podľa ktorého sa dá úloha omnoho rýchlejšie vyriešiť. Potom sa opýtajme, ako by vysvetlili, že v prírode tvorí proteíny len 20 aminokyselín[1], keď teoreticky by ich mohlo byť až 64.

Žiaci by mali uviesť svoje nápady, ak na nejaké vysvetlenie prišli. Napríklad by im mohlo napadnúť, že možno ešte neboli všetky aminokyseliny objavené. Nezamietneme žiadne ich návrhy, ale plynule prejdeme do fázy U a uvedieme animáciu prekladu genetickej informácie, ktorú sme zvolili ako vhodnú pre túto úlohu. Vyzveme žiakov, nech ju pozorne sledujú a hľadajú odpoveď, pretože po animácii bude diskusia pokračovať, či ich predchádzajúce predstavy boli správne alebo ich po sledovaní animovaného procesu proteosyntézy prehodnotia.

1 Spolu so selenocysteínom so selénom namiesto síry v cysteíne a archeálnym pyrolyzínom je známych 22 proteinogénnych aminokyselín.

UVEDOMENIE VÝZNAMU

2

• **Žiaci hľadajú odpoveď na výskumnú otázku.**

2. Animovaný proces translácie[1]

Sledujte pozorne animáciu prekladu (translácie) kodónu do jazyka aminokyselín. Hľadajte informácie, ktorá by mohla viesť k odpovedi. Všímajte si, čo sa v bunke odohráva a aké molekuly a organely sú do procesu syntézy bielkovín zapojené. Pustite si animáciu ešte raz a poznačte si všetko, čo môže byť dôležité.

3. Tabuľka s kodónmi

Preštudujte tabuľku s kodónmi aminokyselín.
Zhrňte svoje zistenia o kódovaní.
Vyjadrite sa k otázke o počte aminokyselín.

Individuálna forma práce

Druhý nukleotid

Prvý nukleotid	U	C	A	G	Tretí nukleotid
U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC UCA Ser UCG	UAU Tyr UAC UAA STOP UAG STOP	UGU Cys UGC UGA STOP UGG Trp	U C A G
C	CUU CUC Leu CUA CUG	CCU CCC CCA Pro CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC CGA Arg CGG	U C A G
A	AUU AUC Ile AUA AUG Met	ACU ACC ACA Thr ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G
G	GUU GUC Val GUA GUG	GCU GCC GCA Ala GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC GGA Gly GGG	U C A G

Po vzhliadnutí animácie sa žiakov pýtame, čo všetko si všimli, kde a ako sa proteosyntéza v bunke odohráva. Po štúdiu kodónov nasleduje diskusia.

1 Príklady animácií:
From DNA to protein - 3D. Dostupné z: https://www.yourgenome.org/video/from-dna-to-protein .
mRNA Translation (Advanced). Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=TfYf_rPWUdY .

REFLEXIA

3

- **Prehĺbovanie poznatkov. Spochybňovanie podporuje argumentáciu.**

Práca v dvojici

4. Formatívne hodnotenie

Predstavte si aminokyseliny ako ľudí, ktorí chodia do fitnescentra. Majú predplatenú vstupnú kartu, niektorí na jeden, iní na viac dní v týždni Chodia tam zdieľaným dopravným prostriedkom, ktorý je bonusom k lístku. V ponuke je auto, motorka, bicykel a kolobežka. Nie všetci však majú vodičský preukaz, niekto sa nevie bicyklovať, iní sa bojí sadnúť na motorku, čo zúži ich možnosti výberu. Vozidlá môžu po príjazde odovzdať v garáži požičovne pri fitnescentre. Metyonín príde vždy prvý, má kľúče od garáže. Všetci čakajú vonku, kým sa na displeji neobjaví trojmiestny kód ich požičaného vozidla. Vtedy vojdú, odovzdajú vozidlo v garáži, kartou si otvoria dvere do fitnescentra a pripoja sa k cvičiacim. Na konci mesiaca jeden z troch zamestnancov centra zablokuje karty. Záujemcovia si ich musia na ďalší mesiac predplatné obnoviť.

- V pracovnom liste spárujte položky na základe analógie z príbehu.
- Nakreslite schému bunky a vyznačte v nej, kde sa odohráva proteosyntéza.
- Skonštruujte gén peptidu z 10 aminokyselín.

Reflexia má dve funkcie, predovšetkým by mala byť obzretím sa žiakov za vlastnou prácou, teda v prvom rade, akú odpoveď získali na výskumnú otázku a prediskutovať jej úplnosť, či a aké ďalšie otázky vznikli. Vítaná je diskusia žiakov o priebehu translácie a jej miery podobnosti s analógiou s vozidlami. Dochádza k spochybňovaniu správnosti analógie a vyjasňovaniu nepresných predstáv. Žiacka diskusia spolu s výstupmi v pracovnom liste je spätnou väzbou, informuje učiteľa o porozumení translácie a miskoncepciách, ktoré je najlepšie hneď korigovať.[(1)] V reflexii často vznikajú aj žiacke otázky, na základe ktorých je možné začať nový cyklus EUR. Reflexia témy sa vtedy stáva evokačnou fázou nadväzujúceho rámca.

2 ČIPKOVÁ, Elena, Štefan KAROLČÍK a Natália VÖRÖSOVÁ. Korekcia miskoncepcií žiakov o fotosyntéze a dýchaní rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania.

OTÁZKY A SPÄTNÁ VÄZBA

- **Otázky podporujúce zvedavosť, diskusiu a argumentáciuv jednotlivých fázach EUR**

Evokácia:
Čo je expresia (vyjadrenie) génu?
Ako sa gén prepisuje z DNA na RNA?
Ako sa replika génu dostane z jadra bunky von?
Čo je kodón?
Nemohol by mať kodón 4 znaky? Prečo nestačí 16 aminokyselín?
Uvedomenie významu:
Čo je ribozóm? Kde vzniká? Akú funkciu má pri proteosyntéze?
Je jedno, ktorým smerom sa na vlákne mRNA pohybuje ribozóm? Ako vie, na ktorom konci sa má pripojiť?
Môže existovať ešte ďalší typ RNA okrem m, t a r RNA?
Akú funkciu má tRNA?
Kde sa tvoria proteíny v prokaryotickej bunke, ak nemá endoplazmatické retikulum?
Odkiaľ berie bunka energiu na vznik peptidickej väzby?
Ak je kodón pre metyoním iniciačný kodón, prečo sa nezačne pri najbližšom kodóne metyonínu nová bielkovina?
Prečo sú až tri stopkodóny a iniciačný len jeden?
Reflexia:
Koľko vozidiel môže mať maximálne požičovňa, aby stačil trojmiestny kód na ich označenie?
Zdieľajú vozidlá požičovne aj zamestnanci FC?
Je niečo vo fungovaní FC, čo nie je celkom analógiou procesu proteosyntézy?
Porovnajte váš nákres miesta proteosyntézy v bunke s nákresom inej dvojice. Zistili ste nejaký rozdiel? Ktorý nákres je výstižnejší?

FORMATÍVNE HODNOTENIE

3 • **Dôkaz o porozumení a metakognícia**

Príklad riešenia analógií:

Proteosyntéza	Analógia
☐ tRNA	☐ Dopravný prostriedok
☐ Iniciačný kód	☐ Ten, ktorý má kľúč
☐ Väzbové miesto	☐ Dvere do fitnes
☐ Kodón tRNA	☐ Trojčíslo predplateného lístka a vozidla
☐ mRNA	☐ Mesačný rozvrh návštev predplatiteľov

Učiteľ alebo žiaci môžu pridať ďalšie dvojice analógie a proteosyntézy. Miskoncepcie hneď krátko prediskutujeme so žiakmi, prípadne hľadáme odpoveď rekapituláciou animácie, zastavíme ju na príslušnom mieste.

Nákres vnútra bunky s vyznačením miesta proteosyntézy na komplexe mRNA s ribozómom na vonkajšej strane cisterny ER by mali žiaci SŠ zvládnuť. Ak peptidový reťazec smeruje dovnútra cisterny ER, zaslúži si to pozornosť a pochvalu. Dodáme, že dochádza tam k ďalšej úprave bielkovín.

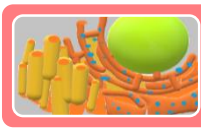
Reťazce mRNA a zodpovedajúceho peptidu môžu dve dvojice vzájomne prekontrolovať a prípadné chyby vyznačiť. Nech si všimnú, či je na začiatku metyonín a na konci stop kodón.

Vybrané výstupy si žiaci môžu založiť do svojho portfólia.

9.3 CIELE DVOJDIMENZIONÁLNEJ KATEGORIZÁCIE

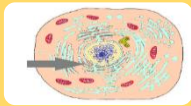
1

- **Príklad cieľov podľa dvojdimenzionálnej revidovanej Bloomovej taxonómie k téme učiva Proteosyntéza v eukaryotickej bunke**



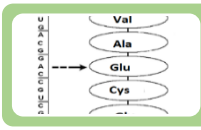
1.

Vysvetliť funkciu, miesto vzniku a miesto aktivity mRNA, rRNA a tRNA v bunke.



2.

Interpretovať animovaný proces translácie ako prevod genetického kódu do poradia aminokyselín bielkoviny.



3.

Kombinovať aminokyseliny do proteínového reťazca
Usporiadať kodóny do zodpovedajúcej matrice mRNA.

Dimenzia vedomostí	*Dimenzia kognitívnych procesov*					
	1 Pamätať si	2 Porozumieť	3 Aplikovať	4 Analyzovať	5 Hodnotiť	6 Tvoriť
F Faktické	vymenovať	zhrnúť	zatriediť	usporiadať	kategorizovať	kombinovať
K Konceptuálne	opísať	interpretovať	vyskúšať	vysvetliť	posúdiť	naplánovať
P Procedurálne	zaznamenať	predpokladať	vypočítať	rozlíšiť	vyvodiť	vytvoriť
M Metakognitívne	vhodne použiť	spracovať	zostrojiť	uzavrieť	uskutočniť	aktualizovať

Anderson a Krathwohl[2] zostrojili dvojdimenzionálnu tabuľku revidovaných cieľov podľa Bloom-a[1] pre kognitívne procesy vyššieho rádu. Ciele sa vyjadrujú aktívnymi slovesami[3] ako očakávaný výkon žiakov spojený s obsahom učiva.

1 BLOOM, B. S., M. D. ENGELHART, E. J. FURST, W. H. HILL a D. R. A. KRATHWOHL. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals: Handbook 1: Cognitive Domain.
2 ANDERSON, L. W a D. R. KRATHWOHL. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.
3 FISCHER, D. Bloom s Taxonomy.

9.3.1 PROTEOSYNTÉZA II: ŠTRUKTÚRA HODINY, CYKLUS 5E

1

- **Nadväzujeme na vzdelávacie ciele podľa dvojdimenzionálnej kategorizácie**

ZAPOJENIE - 3 min.

Rozhovor o význame adresy na rôznych miestach pri doručení objednávky. V jadre pri transkripcii vznikla objednávka so zoznamom adries. Čo sa deje ďalej?

SKÚMANIE - 7 min.

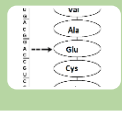
Sledovanie animovanej translácie cieľom rozpoznať zapojené molekuly. Žiacka **interpretácia** procesu translácie. Kde sú adresy? Očakáva sa, že uvedú mRNA a tRNA.

Rozhovor: Kde je adresa na "dome"? Čo je ribozóm?

VYSVETLENIE - 15 min.

Rekapitulácia jednotlivých krokov translácie - zostavenie schémy translácie (BIORENDER) **(kombinovať).**

Lokalizácia translácie v bunke.



ROZŠÍRENIE - 5 min.

Štúdium tabuľky s kódmi aminokyselín. Priradenie aminokyselín sekvencii mRNA **(usporiadať).** Rozhovor: Prečo je kodón triplet?

VYHODNOTENIE - 5 min.

Analógia ponuky cukrárne a kódovania aminokyselín.

Majú žiaci lepší príklad? **(vysvetliť)**

Kritérium pre formatívne hodnotenie :

Vysvetliť funkciu jednotlivých druhov RNA a prevod triplet – aminokyselina. Lokalizovať proteosyntézu v eukaryortickej bunke.

Usporiadať aminokyseliny podľa sekvencie mRNA:

Skombinovať vlastnú schému proteosyntéry. (Aplikácia BIOrender, umožňuje skladanie obrázkov z výberom prvkov, alternatívou môže byť voľný náčrt schémy translácie).

Interpretovať proces a nájsť analógiu zo života pre kodón.

1 *Bio Render* [online]. Dostupné z: https://biorender.com/.

ÚLOHY A OTÁZKY NA HODINE 5E

2

- **Úlohy 2. , 3. a 4. môžu byť prezentované aj formou pracovného listu.**

Frontálne

Objednáte v zásielkovom obchode tovar. Obchod vyhotoví zoznam zásielok. Balíky odovzdá kuriérovi, ktorý ich podľa plánu trasy rozvozu doručí zákazníkom domov.

Kde všade musí byť napísaná vaša adresa?

V jadre pri transkripcii vznikla "objednávka" aminokyselín proteínu (exprimovaný gén a jeho kodóny). Čo sa deje ďalej?

Frontálne

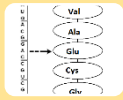
1. Sleduj animovanú transláciu. Aké molekuly sa do nej zapájajú? Kde sú v bunke "adresy" zodpovedajúce jednotlivým kodónom na mRNA?

Čo je ribozóm? *(Nie je to organela, ale komplex rRNA a proteínu)*

2. Vyznač na schéme bunky kde presne sa realizuje translácia.

3. Nakresli alebo zostav schému translácie pomocou aplikácie BIORENDER výberom a kombinovaním zodpovedajúcich grafických prvkov.

Individuálne



4. Pozorne prešťuduj tabuľku s kódmi aminokyselín. Usporiadaj aminokyseliny podľa sekvencie mRNA.

AUGCGUGAUGAGGGAAGCCCGCAAGUCAGACAGGACUGA

5. Nájdi analógiu. Môže sa podobať ponuka v cukrárni v niečom na proteosyntézu? (Napríklad ak kodón je recept, jeden druh zákusku možno vyrobiť podľa viacerých receptov: aj bezlepkový, nízkotučný, diabetický variant)

Prišli ste na vhodnejší príklad? Vysvetlite ho.

V dvojici potom frontálne

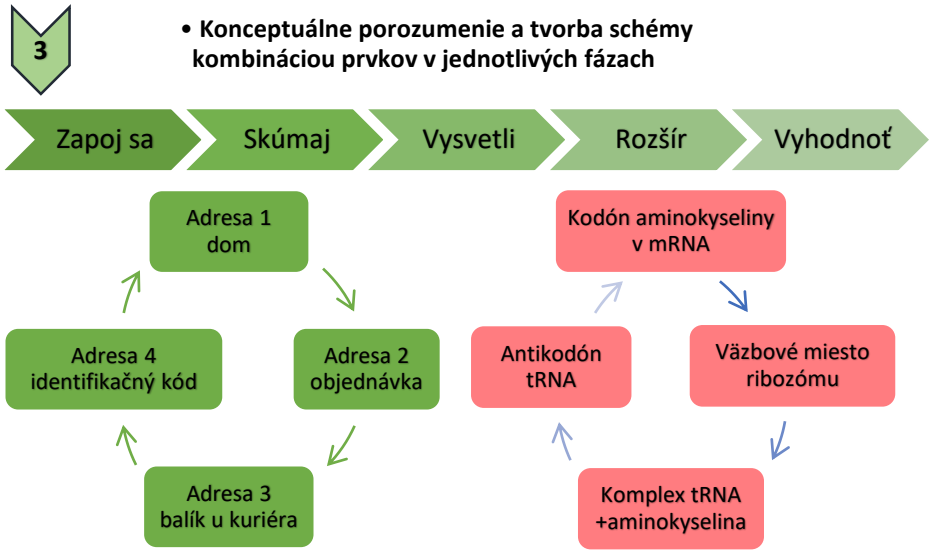
Čo je expresia génu?

Je jedno, ktorým smerom sa na vlákne mRNA pohybuje ribozóm? Ako vie, na ktorom konci sa má pripojiť?

Aká je funkcia jednotlivých druhov RNA?

Prečo má kodón tri znaky? Nemohol by mať kodón 4 znaky? Prečo nestačí 16 aminokyselín?

FORMATÍVNE HODNOTENIE POROZUMENIA



Zapoj sa

Riešenie môže byť adresa na dome a ulici v obci, adresa na objednávke, adresa na balíku pre kuriéra, adresa priradená k PIN. Rozhovor a určenie miest, kde sa vyskytuje v bunke kodón alebo antikodón môže slúžiť pre formatívne hodnotenie porozumenia procesu translácie.

Skúmaj

V animácii si žiaci všimnú mRNA a tRNA, ale na otázku, kde je rRNA pravdepodobne nebudú poznať odpoveď. Učili, sa, že tRNA a rRNA sa prepisujú v jadre z DNA. Môžu povedať, že rRNA je v ribozóme. Funkcia rRNA pri translácii sa spomenie málokedy. rRNA má katalytickú funkciu pri vzniku peptidickej väzby, zaisťuje správne zarovnanie ribozómu s kodónmi na mRNA.

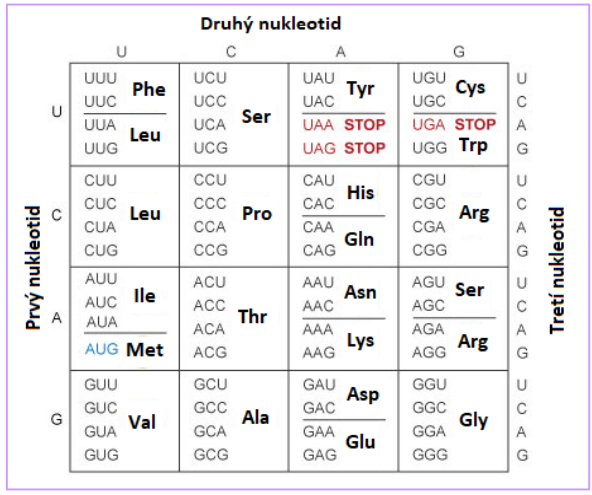
Vysvetli

Z vytvorených schém translácie a náčrtov rezu bunkou sa dá zistiť, či žiaci porozumeli kde vzniká peptidická väzba. Peptidový reťazec správne smeruje do cisterny endoplazmatického retikula a mRNA zostáva z jeho vonkajšej strany a slúži ako matrica pre ďalšiu molekulu rovnakého proteínu.

FORMATÍVNE HODNOTENIE ZRUČNOSTI PRACOVAŤ S GENETICKÝM KÓDOM

3

- **Faktická a konceptuálna analýza genetického kódu a kodónu**



Vyhodnoť

Diskusia by mohla mať napríklad takýto výsledok: Pri porovnaní s ponukou cukrárne alternatívne variácie jedného druhu zákusku sa líšia tiež jednou surovinou – v bezlepkových je nahradená pšeničná múka inou, v diabetických cukor iným sladidlom, vegánske nesmú obsahovať vajcia atď.

Ak cukráreň ponúka 20 druhov zákuskov (aminokyseliny), no niektoré majú aj diétne verzie, môže mať v databáze až 64 receptov (kodóny). Výroba sa začína v pondelok vždy suchým pečivom (metyonín) a končí v piatok tortami (stop kodóny). Medzitým pečú ostatné druhy podľa odbytu a objednávok.

Predstava žiakov o mechanizme translácie a jej lokalizácii v bunke sa upresňuje najmä v tejto záverečnej fáze cyklu 5E. Podobne ako vo fáze reflexie EUR, aj tu môžu vznikať ďalšie otvorené otázky, na ktoré môže nadväzovať iná téma.

Rozšír

Žiaci by si v tabuľke mohli všimnúť iniciačný kodón a stop-kodóny, že aminokyseliny kóduje s výnimkou metyonínu viac kodónov a že rozhodujúce sú prvé dva nukleotidy tripletu. Reťazec – riešenie:

AUG CGU GAU GAG GGA AGC CCG CAA GUC AGA CAG GAC UGA

Met_Arg_Asp_Asp_Gly_Ser_Pro_Gln_Val_Arg_Gln_Asp_stop

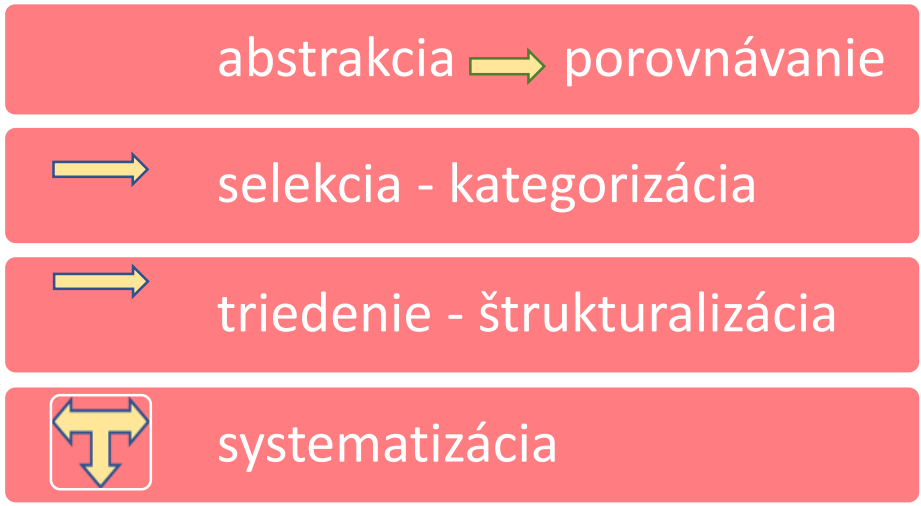
KOGNITÍVNE PROCESY

10 PODSTATA POZNÁVANIA

Mozog neustále vykonáva obrovské množstvo kognitívnej činnosti, prijíma transformuje, ukladá, obnovuje a aktivizuje informácie. Zabezpečuje našu inteligentnú interakciu s okolitým svetom. Učenie sa v škole je príkladom cieľavedomého poznávania. Podmienkou učenia je pozornosť a vnímanie (percepcia). Jazyk je predpokladom pre vyjadrenie toho čo vnímame a čo si pamätáme. Mozog tieto informácie ďalej spracuje uvažovaním. Uvažovanie je cestou k porozumeniu. Vďaka týmto procesom sa učíme. Ľudia majú rôzne spôsoby uvažovania, schopnosť logicky uvažovať sa uvádza ako najčastejší príklad. Na vrchole pyramídy sú metakognitívne procesy: plánovanie, monitorovanie a hodnotenie vlastného uvažovania. Flavell [1] rozlíšil v rámci metakognitívnych procesov tri premenné: osobné znalosti, znalosť úloh a strategické znalosti. Kognitívna veda skúma myseľ, mozog a inteligentné systémy. Táto interdisciplinárna oblasť spája poznatky z informatiky, psychológie, neurovedy, lingvistiky, filozofie, antropológie a biológie. Kognitívna biológia je novovznikajúca veda, ktorá považuje prirodzené poznanie za biologickú funkciu. Vychádza z teoretického predpokladu, že každý organizmus – či už jednobunkový alebo mnohobunkový – je neustále zapojený do systematických aktov poznania senzoricko-motorickým spojením. To znamená, že ak organizmus dokáže vnímať podnety vo svojom prostredí a podľa toho reagovať, je kognitívny.

1 FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-development inquiry.

10.1 PERCEPCIA

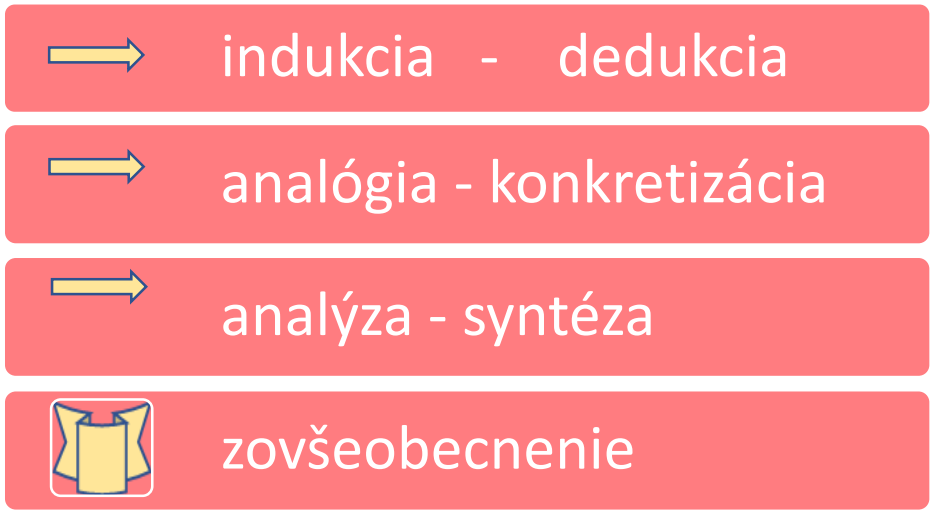


Procesy percepcie (zmyslového vnímania) sprevádza abstrakcia a selekcia. Abstrakcia je vyčlenenie určitých, pre poznanie podstatných vlastností a odhliadnutie od iných, nepodstatných. Abstrakcia predchádza konkretizácii ale je rovnako podmienkou zovšeobecnenia.

Selekcia vychádza z porovnania (komparácie) ako postrehnutia zhôd a rozdielov pozorovaných objektov ich častí a umožňuje organizáciu poznatkov:

1. Triedenie je zaradenie objektov do známych kategórií
2. Kategorizácia je vytvorenie nových tried.
3. Štrukturalizácia je združovanie pojmov na základe vzájomných vzťahov príslušných objektov do mikroštruktúr a následne zapájať mikroštruktúry do makroštruktúr. Grafický výstup makroštruktúry je pojmová mapa. Schematické znázornenie štruktúry systému alebo procesu je systémový diagram.
4. Systematizácia znamená interpretáciu nových poznatkov ich začlenením do doterajšieho systému poznatkov, kedy na základe súvislostí zapadnú nové informácie do systému predošlých poznatkov. Štruktúra systému sa zmení a vzniká nová kvalitatívna úroveň vedomostí.

10.2 UVAŽOVANIE



Uvažovanie je druhou komplementárnou zložkou logického myslenia po percepcii. Postup uvažovania je buď indukcia, keď na základe skúmania jednotlivých prípadov odvodíme zovšeobecňujúci záver s určitou pravdepodobnosťou platnosti, alebo dedukcia, keď na základe všeobecne platných téz a pravidiel postupnými krokmi odvodíme logicky platný záver pre jednotlivý prípad. Priamy, intuitívny úsudok sa nazýva abdukcia.

1. Analógia je porovnanie dvoch, inak odlišných vecí, ktoré sa však zhodujú v niektorých detailoch. Často sa používa ako pomôcka na vysvetlenie nejakého princípu.
2. Konkretizácia je príkladom, ilustráciou všeobecného princípu alebo myšlienky.
3. Analýza je všeobecná metóda skúmania jednotlivých častí daného celku, ktoré dokážeme rozpoznať. Analýzu sprevádza syntéza, skúma sa celok, so všetkými vzájomnými vzťahmi častí. Syntéza poznatkov ovplyvňuje ďalšie poznávanie na úrovni percepcie.
4. Zovšeobecnenie znakov, vlastností a správania sa objektov na základe logického uvažovania môže viesť k odvodeniu nového princípu či pravidla.

10.3 DIMENZIE A TRANSFER POZNATKOV

Napodobňovanie *Prepájanie vedomostí* **Kognitívne procesy**

	1. Pamäť	2. Porozumenie	3. Aplikácia	4. Analýza	5. Hodnotenie	6. Tvorba
	Vymenovať	***Zhrnúť***	***Zatriediť***	***Usporiadať***	***Kategorizovať***	**Kombinovať**
F	Opakuje fakty	Abstrakcia – vystihne podstatu	Porovnávanie – zoskupí prvky na základe zhody a rozdielu	Štrukturalizácia – spája prvky podľa vzájomných vzťahov	Triedenie – zoradí prvky podľa významnosti	Systematizácia – spája štruktúry do celku, napr. **pojmovej mapy**
	Opísať	**Interpretovať**	**Vyskúšať**	**Vysvetliť**	**Posúdiť**	**Plánovať**
K	Vyjadrí význam pojmov	Vyjadruje sa vlastnými slovami	Testuje či sa niečo správa podľa očakávania	Analógia – nájde a vyjadrí podobnosť	Indukcia – uvedie príklad a argument	Konkretizácia – navrhne **postup, plán projektu**
	Zaznamenať	**Predpokladať**	**Vypočítať**	**Rozlíšiť**	**Vyvodiť**	**Zložiť**
P	Zachytí výsledok pozorovania	Vníma kauzalitu ako príčinu a následok	Získa výsledok známym exaktným postupom	Analýza – rozpozná a popíše prvky celku	Dedukcia – formuluje hypotézu	Syntéza – prezentuje **výstup novej kvality**
	Vhodne použiť	***Spracovať***	***Zostrojiť***	***Presadiť***	***Konať***	**Aktualizovať**
M	Pojmy uvádza v adekvátnom kontexte	Zisťuje súvislosti	Graficky znázorní proces, vyjadrí výsledok	Obháji svoje zistenia	Prejaví svoje rozhodnutie, aktívne koná	Zovšeobecnenie – určí všeobecný znak, odvodí **pravidlo**

Procedurálne zručnosti *Aktivizácia vedomostí* **Rozvoj uvažovania**

Ak dosadíme do Fisherovej[1] tabuľky dvojdimenzionálnych učebných cieľov k aktívnym slovesám zodpovedajúce kognitívne procesy, zistíme že sú nad uhlopriečkou vpravo (červené), kým pod uhlopriečkou vľavo (zelené) sú osvedčené procedurálne postupy na potvrdenie alebo overenie správnosti poznatkov. Vľavo hore sú výkony, ktoré sa dajú osvojiť napodobňovaním vzoru a nácvikom (svetlozelené a tmavočervené). Činnosti vpravo pod uhlopriečkou (tmavozelené, svetločervené) rozvíjajú vlastné uvažovanie žiaka. Tmavočervenou sú označené vyššie kognitívne procesy percepcie: selekcia, organizácia a interpretácia faktov. Tmavozelené sú proaktívne zručnosti, smerujú k cieľavedomému uplatneniu vedomostí. Táto doplnená tabuľka môže pomôcť učiteľom rozpoznať danosti jednotlivých žiakov na základe ich prejavov a ochoty zapájať sa do riešenia rôznych úloh. Uľahčí voľbu vyučovacích metód, organizačných foriem, úloh a stanovenie kritérií pre hodnotenie.

1 FISCHER, D. Bloom s Taxonomy.

10.3.1 DIMENZIE A PRÁCA UČITEĽA S OTÁZKAMI/ÚLOHAMI

	1	2	3	4	5	6
	Vymenovať	***Zhrnúť***	***Zatriediť***	***Usporiadať***	***Kategorizovať***	**Kombinovať**
F	Opakuje fakty	Abstrakcia – vystihne podstatu	Porovnávanie – zoskupí prvky na základe zhody a rozdielu	Štrukturalizácia – spája prvky podľa vzťahov	Triedenie – zoradí prvky podľa významnosti	Systematizácia – spája štruktúry do celku, napr. **pojmovej mapy**
				Vysvetliť	**Posúdiť**	**Plánovať**
K				Analógia – nájde a vyjadrí podobnosť	Indukcia – uvedie príklad a argument	Konkretizácia – navrhne **postup, plán projektu**
				Rozlíšiť	**Vyvodiť**	**Zložiť**
P	**Aktivita „Kocka“ pracuje s úlohami, ktoré zodpovedajú kategóriám Bloomovej taxonómie.(1)**			Analýza – rozpozná a popíše prvky celku	Dedukcia – formuluje hypotézu	Syntéza – prezentuje **výstup novej kvality**
	Katechetický rozhovor	**Sokratovský rozhovor**			**Heuristický rozhovor**	
M						

(1) Cubing, in: Cowan, G., & Cowan, E. Writing.

Odpoveď na otázky zisťujúce znalosť faktov (F1) nevyžaduje žiadne vyššie poznávacie procesy. Je krátka a jednoznačná, správna alebo nesprávna. „Koľko nukleotidov tvorí kodón? Ako sa nazýva dýchací orgán rýb?“. Séria otázok tohto typu je katechetický rozhovor. Väčšina žiakov vníma tieto otázky ako rizikové, pretože omyl znamená zlé hodnotenie. Otázky a úlohy vyžadujúce porozumenie (F2), aplikáciu (F3) alebo analýzu (F4, K4, P4), ktorá siaha až na procesnú vedomostnú úroveň, sú základom riadeného objavovania. Namiesto oznámenia faktov kladie učiteľ otázky nasmerujúce k cieľovému poznatku. Moderný sokratovský rozhovor už neironizuje, no spochybňuje tvrdenia, aby posilnil žiadaný výsledok. Príklad série otázok: „Niektoré rastliny sú dvojdomé. Aké vlastnosti asi má dvojdomá rastlina? Aký je rozdiel medzi dvojdomou a jednodomou rastlinou? Existuje vzťah medzi pohlavím kvetu a pohlavím rastliny? Prečo musia mať niektoré ovocné stromy v blízkosti iný strom rovnakého druhu? Čo charakterizuje dvojdomú rastlinu? Bola vaša pôvodná predstava dvojdomej rastliny správna?“. Najťažšími sa zdajú byť otázky a úlohy vyžadujúce hodnotenie a tvorbu (F5-P6). Žiaci ich však majú najradšej. Sú základom heuristického rozhovoru: „Aký má význam? Poznáte príklad? Prečo treba postupovať takto? Nezabudlo sa na niečo podstatné? Aká je hypotéza? Prečo sme získali nečakaný výsledok?“ Otázky podporujú žiacke bádanie.

10.3.2 PROCEDURÁLNE ZRUČNOSTI AKO ZDROJ ODPOVEDÍ

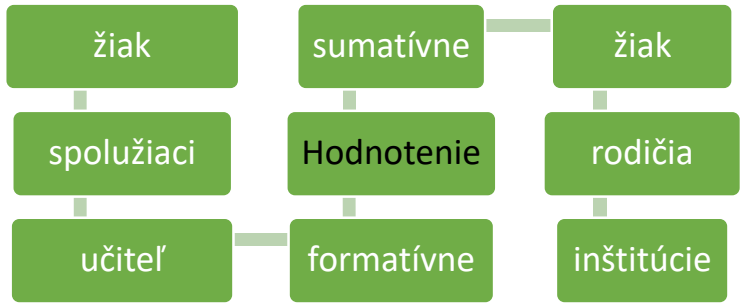
	1	2	3	4	5	6
F	**Vymenovať**	**EVOKÁCIA**		**UVEDOMENIE VÝZNAMU**		**REFLEXIA**
	Opakuje fakty					
K	**Opísať**	**Interpretovať**	**Vyskúšať**			
	Vyjadrí význam pojmov	Vyjadruje sa vlastnými slovami	Testuje či sa niečo správa podľa očakávania			
P	**Zaznamenať**	**Predpokladať**	**Vypočítať**			
	Zachytí výsledok pozorovania	Vníma kauzalitu ako príčinu a následok	Získa výsledok známym exaktným postupom			
M	**Vhodne použiť**	***Spracovať***	***Zostrojiť***	***Presadiť***	***Konať***	**Aktualizovať**
	Pojmy uvádza v adekvátnom kontexte	Zisťuje súvislosti	Graficky znázorní proces, vyjadrí výsledok	Obháji svoje zistenia	Prejaví svoje rozhodnutie, aktívne koná	Zovšeobecnenie – určí všeobecný znak, **pravidlo**

Úroveň 1: Otázka priamo evokuje odpoveď a je len jediná možná odpoveď, ktorú poznáme alebo nie. (F1). Úroveň 2: Vyžaduje sa porozumenie. Fakty sú asociované s vysvetlením, zážitkom, kontextom. Odpoveď sa dá vyjadriť vlastnými slovami (K2), možno odhadnúť čo bude nasledovať (P2) alebo uviesť súvislosť s iným faktom (M2). Otázky druhej úrovne sa hodia najmä vo fáze evokácie či zapojenia. Žiaci často kladú aj vlastné otázky. Očakávanie odpovede na vlastnú otázku je veľmi motivujúce. Úroveň 3: Žiak musí získať odpoveď praktickým alebo myšlienkovým experimentovaním podľa známeho postupu (K3). Ak existuje vzorec, matematický vzťah, odpoveďou je výsledok výpočtu (P3). Cenné je získať poznatok z vizualizácie vzťahov na základe dát (M3). Úroveň 4: Žiak analyzuje a vysvetlí ním zozbierané údaje, spochybnenie svojho záveru vyvráti argumentom (M4). Úroveň 5: Žiak si uvedomí hodnotu riešenia získaného vlastným úsilím, je ochotný vynaložiť energiu, demonštrovať dôkazy a naučiť iných to, k čomu sám dospel (M5). Uplatňovním bádateľskej stratégie vo výučbe ponúka učiteľ žiakom príležitosti aj na uplatnenie zručností, ktoré prekračujú rámec predmetu.[(1)] Úroveň 6: Diskusia je reflexiou. Často existujú rôzne možné odpovede na jednu otázku. Treba nájsť, čo ich spája (M6).

1 KIREŠ, M., Z. JEŠKOVÁ, M. GANAJOVÁ a K. KIMÁKOVÁ. Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Dostupné z: https://www.statpedu.sk/files/articles/nove_dokumenty/ucebnice-metodiky-publikacie/badatelske-aktivity/01cast_a_web.pdf.

HODNOTENIE

11 FORMATÍVNE A SUMATÍVNE HODNOTENIE

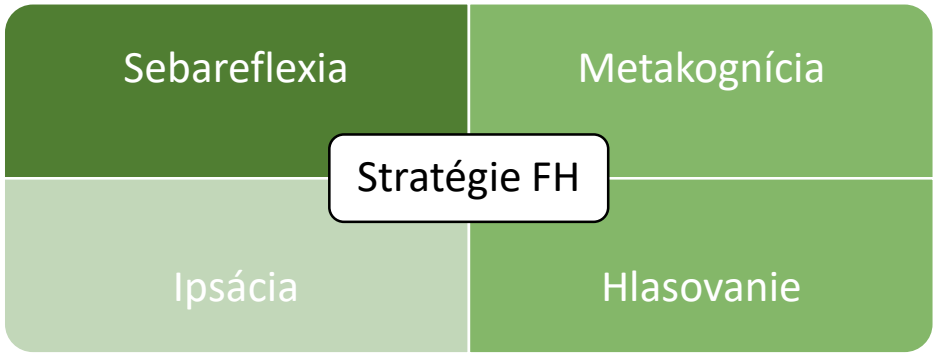


Formatívne hodnotenie predstavuje kvalitnú a konštruktívnu spätnú väzbu počas učenia, teda ešte vo chvíli, keď sa určitý výkon dá zlepšiť.[1] Jeho úlohou je indikovať rozdiel medzi aktuálnou úrovňou vedomostí a zručností žiaka a požadovaným štandardom. Učiteľ na základe tejto indície vie, akú informáciu potrebuje žiak, aby napredoval, svoju prácu zlepšil a chyby odstránil. Informácia od učiteľa pomáha žiakovi uvedomiť si výkon, ktorý sa od neho očakáva. Žiak sa pritom učí rozpoznávať indície a hodnotiť vlastný výkon aj samostatne, čím získava cennú generickú metakognitívnu zručnosť, ktorá ho bude celoživotne sprevádzať. Významná je aj rovesnícka spätná väzba od spolužiakov. Poskytuje pozitívny signál, že ide o zvládnuteľný výkon, ktorý už niektorí z nich zvládli. Aby mohli hodnotiť, zdokonaľujú sa vzájomným pozorovaním postupu a sledovaním porozumenia iných.

Sumatívne hodnotenie sa vyjadruje spravidla známkou. Jeho zmyslom je získať prehľad o dosahovaných výkonoch za tematický celok alebo za predmet. Informuje žiaka, ale i rodičov, pedagógov a školy kde chce v štúdiu pokračovať o jeho úspešnosti. Nástrojmi sumatívneho hodnotenia sú testy, bežné i štandardizované. Kvalita porozumenia sa zisťuje ústne rozhovorom na ústnej skúške. Praktická skúška slúži na posúdenie a hodnotenie psychomotorických zručností. Prezentácie výstupov projektov, študentskej odbornej činnosti, laboratórne protokoly, portfólio a pod. taktiež indikujú kvalitu dosiahnutých vzdelávacích cieľov a sú podkladom pre sumatívne hodnotenie.

1 OROSOVÁ, R., M. GANAJOVÁ, K. SZARKA a M. BABINČÁKOVÁ. Hodnotenie v prírodovedných predmetoch v podmienkach slovenského školstva.Dostupné z: https://doi.org/10.14712/18047106.1320

11.1 STRATÉGIE FORMATÍVNEHO HODNOTENIA



Stratégie formatívneho hodnotenia predstavujú prístup k procesu učenia sa žiakov z rôznych aspektov. Prvou je monitorovanie a rozvoj sebareflexie, keď žiaci zaznamenávajú svoj vlastný pokrok pri dosahovaní cieľov.[1] V ideálnom prípade by rovesníci a učitelia mali v prípade potreby poskytnúť spätnú väzbu Druhou je posilňovanie uvedomovania si učebných procesov, metakognície. Tabuľka metakognície má spravidla formu lístka pri odchode, kde žiaci sú vyzvaní, aby formulovali ako vnímali tému, hodinu, či ostali nejasnosti a nezodpovedané otázky. Tretia stratégia je stratégia stotožnenia sa s jedným z ponúkaných vzorových riešení (v psychológii ipsatívne hodnotenie), napríklad ak štyri rohy triedy predstavujú štyri možnosti. Na výzvu učiteľa sa žiaci presunú do rohu, ktorý podľa nich predstavuje správnu odpoveď alebo najviac vystihuje ich zmýšľanie. Počas diskusie majú možnosť premiestniť sa, ak zmenia názor. Hlasovanie je štvrtou osvedčenou stratégiou. Hlasovanie palcom je jedna z najbežnejších techník diskusie, pri ktorej učiteľ požaduje palec hore, ak žiaci porozumeli danému obsahu, palec nadol, ak nie, a palec nabok, ak si nie sú istí. Interaktívne hlasovanie poskytuje aj možnosť anonymného hlasovania, rýchlu prezentáciu otázok a možných odpovedí a grafické zobrazenie výsledku hlasovania v triede. Existuje veľa iných techník a nástrojov,[2] ktoré umožňujú tieto stratégie uplatňovať tak, aby žiakom postup nezovšednel.

1 Lašová, E. Mapy učebného pokroku. Dostupné z: https://vudpap.sk/wp-content/uploads/2020/10/Mapy-ucebneho-pokroku..pdf

2 GANAJOVÁ, M., J. GUNIŠ, B. BRESTENSKÁ, Z. JEŠKOVÁ, M. KIREŠ, A. LEŠKOVÁ a Ľ. ŠNAJDER. *Formatívne hodnotenie vo výučbe prírodných vied, matematiky a informatiky*.

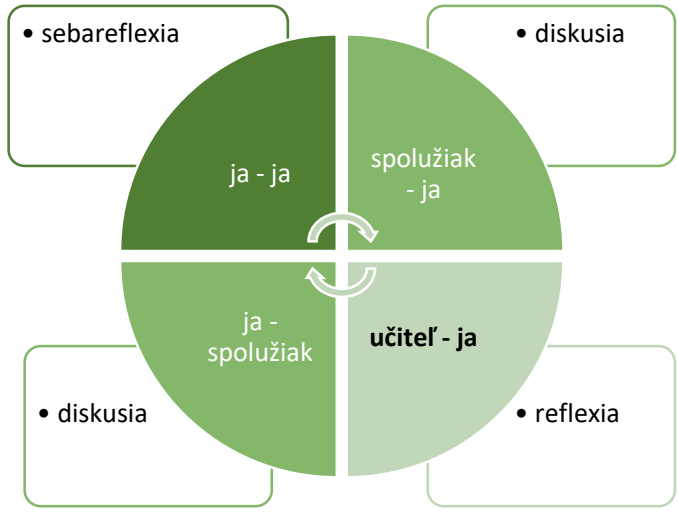
11.1.1 INTERAKTÍVNE HLASOVANIE

Interaktívne hlasovanie má aktivizujúcu funkciu a súčasne poskytuje všetkým účastníkom vyučovania okamžitú informáciu o tom, ako rozmýšľajú o nejakom probléme. Na hlasovanie sa používajú rôzne interaktívne nástroje, buď na tento účel vyrobené hlasovacie zariadenia alebo webové portály, kde je hlasovacím terminálom počítač v učebni alebo mobilné zariadenie žiaka, napríklad telefón. Hlasovanie sa dá uskutočniť v ktorejkoľvek fáze vyučovacej jednotky, otázky sa formulujú v závislosti od účelu hlasovania. Vo všeobecnosti sa odporúča: najprv formulujte jednoduchú otázku známou formou, neskôr zadajte aj otázku, ktorá v triede vyvolá diskusiu alebo otázku ktorá má viacero „správnych“ odpovedí. Najprv ju prezentujte a hlasovať nechajte žiakov až po diskusii. V zobrazenej štatistike žiaci okamžite vidia, ako hlasovali v porovnaní so spolužiakmi. Ak má hlasovanie plniť funkciu formatívneho hodnotenia, vhodnejšie je anonymné hlasovanie. Pri tvorbe otázok možno aplikovať Bloomovu kategorizáciu.(1) Pre výučbu biológie je výhodné zakomponovať do otázky aj názornosť, alebo sa otázka môže priamo vzťahovať na prvok obrázka.(2)

1 Developing Poll Questions to Engage and Assess Student Thinking in Science and Engineering Courses. Dostupné z: https://ctl.columbia.edu/resources-and-technology/resources/poll-questions-stem /.

2 Polls and Quizzes. Dostupné z: https://tophat.com/features/polls-and-quizzes/.

11.1.2 POMÔCKY (NÁSTROJE) PRE FORMATÍVNE HODNOTENIE

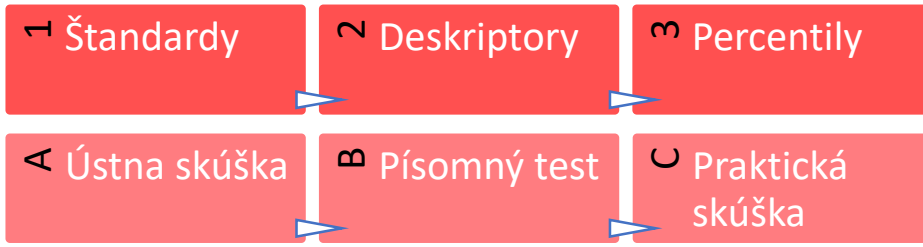


Ako nástroje hodnotenia sa označujú pomôcky, ktoré učitelia používajú na časove úsporné a účinné formatívne hodnotenie v triede. Majú spravidla formu lístkov s otázkami a grafickými prvkami, ktoré žiaci vyplňujú alebo zaškrtávajú na výzvu učiteľa pred hodinou, počas hodiny alebo na jej konci. Tieto tabuľky sa dajú prezentovať aj digitálne a kombinovať s hlasovaním. Je niekoľko osvedčených foriem spätnoväzbových lístkov. Príkladom je T-karta, predikčná karta, lístok pri odchode s tromi otázkami, sebahodnotiaca karta, karta zisťujúca porozumenie kľúčovej informácie preberaného obsahu, Frayerov model a veľa ďalších.[1] Pre formatívne hodnotenie platí, že jej nástroje a formy je potrebné striedať a majú byť variabilné, inak hrozí zo strany žiakov formalizmus a hodnotenie stratí účinok. Žiaci potrebujú informáciu o jej výsledku, ale aj o výsledkoch ostatných a potrebujú cítiť podporu zo strany učiteľa a spolužiakov, aby mohli pracovať na zlepšení svojich výkonov. V biológii je vhodné monitorovať, či rozumejú žiaci priebehu procesov v organizmoch a ich interakciám s okolím, či chápu javy v súvislostiach a či adekvátne pracujú s biologickými pojmami. [2]

1 GANAJOVÁ, M., J. GUNIŠ, B. BRESTENSKÁ, Z. JEŠKOVÁ, M. KIREŠ, A. LEŠKOVÁ a Ľ. ŠNAJDER. Formatívne hodnotenie vo výučbe prírodných vied, matematiky a informatiky.

2 GANAJOVÁ, M. Formatívne hodnotenie: a jeho implementácia do výučby prírodných vied, matematiky a informatiky.

11.2 STRATÉGIE SUMATÍVNEHO HODNOTENIA



Sumatívne hodnotenie je celkovým zhodnotením dosiahnutých výkonov a ich priradenie k úrovni vopred známej škály. Zmyslom sumatívneho hodnotenia je získať prehľad za dané obdobie. Výsledok určuje, či boli alebo neboli dosiahnuté vzdelávacie ciele. Forma skúšok môže byť ústna, písomná a praktická. Sumatívne hodnotenie bude vždy zohrávať určitú úlohu pri ovplyvňovaní motivácie a postojov učiteľov a žiakov. Prioritou skúšobných komisií je zaviesť systém hodnotenia, ktorý je spoľahlivý a platný.[1] Aj keď školy potrebujú platné a spoľahlivé hodnotenia, chcú tiež systém, ktorý motivuje učiteľov a žiakov. Pri hodnotení prírodných vied sa osvedčili tieto stratégie:[2]

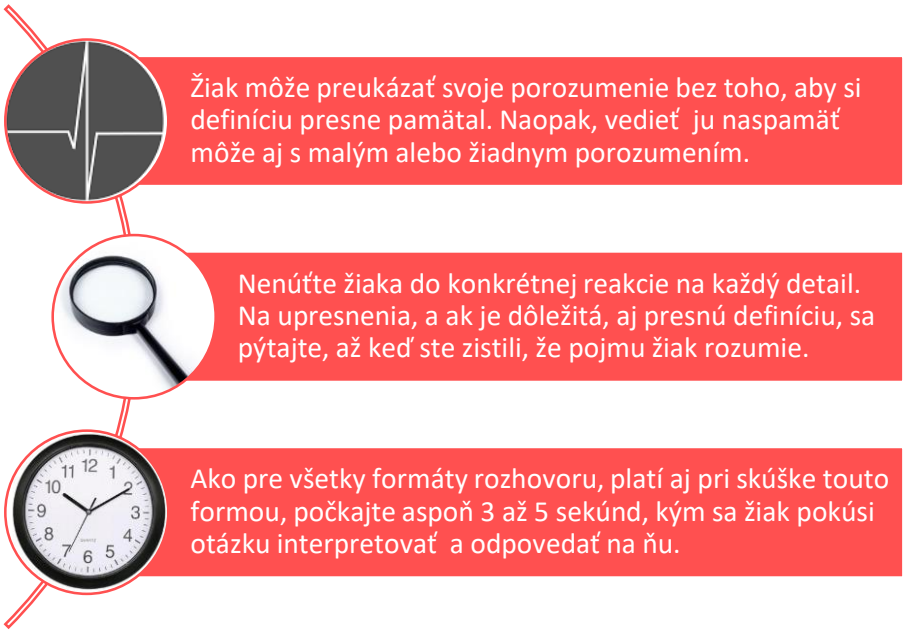
1. Ako ďaleko ste od konečného cieľa? – Priraďovanie známok na základe učebných osnov a úrovní. Otázky sú upravené tak, aby sa nekládol dôraz len na zapamätanie. Žiaci majú k dispozícii ilgraf alebo tabuľku systému hodnotenia. Výhodou je, že sledujú zlepšovanie svojich známok, nevýhodou, že sa neberie do úvahy výkon nad rámec štandardu.
2. Môžete uviesť, popísať, vysvetliť? – Priraďovanie známok na základe deskriptorov výkonu. Žiaci sú ohodnotení známkou na základe kognitívnej náročnosti otázok, na ktoré správne odpovedali. Úroveň otázok sa označuje napr. ako A, B, C.
3. Aká je vaša pozícia vo vzťahu k rovestníkom? – Sumatívna známka vyjadrená ako percentil je v skutočnosti štatistickým ukazovateľom. Najlepšia známka jednoducho znamená, že výkon zodpovedá výkonu 10 % najlepších žiakov svojho veku na národnej úrovni.

---

1 FONODOVÁ, I. M. HRUŠOVSKÁ, I. JANKOVIČOVÁ, G. KOVAŘÍK, M. PAVELEKOVÁ a V. ŽATKOVIČOVÁ. Metodika na stanovenie hodnotiacich štandardov. Dostupné z: https://www.kvalifikacie.sk/sites/nsk/files/images/Dokumenty/metodika_tvorby_hs.pdf

2 Summative assessment in science. Dostupné z: https://thescienceteacher.co.uk/summative-assessment-in-science/.

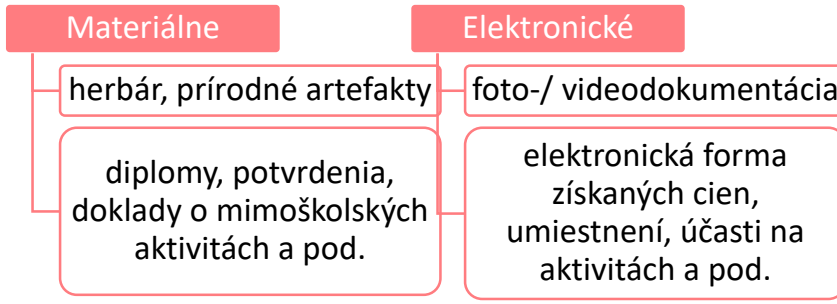
11.2.1 Štruktúrovaný rozhovor: sonda porozumenia



Ústna skúška nemá byť žiackym monológom. Osvedčeným kvalitatívnym nástrojom sumatívneho hodnotenia je štruktúrovaný rozhovor, označovaný aj ako sonda porozumenia. Učiteľ ním získava informáciu o porozumení významu pojmov. Používa pritom súbor vopred premyslených otázok, ktoré môžu dopĺňať aj obrázky alebo rôzne iné pomôcky. Ich kladením zisťuje, ako žiak interpretuje konkrétny biologický pojem alebo mikroštruktúru pojmov. Žiak môže byť požiadaný o vysvetlenie pojmu vlastnými slovami alebo aby pojem explicitne použil na vyriešenie určitého problému alebo zdôvodnenie javu, napr. „Vysvetli, prečo jaskynné ryby nemajú farbu“. Tým musí prekročiť rámec jednoduchého rozpoznania. Štruktúrovaný rozhovor sa líši od ostatných spôsobov získania podkladov pre hodnotenie rozmanitosťou odpovedí, ktorými žiaci môžu svoje porozumenie demonštrovať. O to úplnejší je však potom obraz o tom, čo žiak vie. Nevýhodou je, že učiteľ musí venovať každému žiakovi individuálny čas, aby jeho vedomosti mohol zodpovedne ohodnotiť.

1 SOUTHERLAND, S. A. SOUTHERLAND, S. A., M. U. SMITH a C. L. CUMMINS. “what do you mean by that?” using structured interviews to assess science understanding. “what do you mean by that?” using structured interviews to assess science understanding.

11.2.2 ŽIACKE PORTFÓLIO Z BIOLÓGIE



Portfólio osoby tvoria ceniny a dokumenty o vlastníctve hnuteľných predmetov a nehnuteľností dokumentujúce bohatstvo majiteľa. Na pracovnom trhu sa tak označuje balík dôkazov o vzdelaní, doterajších pracovných úspechoch a vytvorených dielach, ktorými sa prezentuje uchádzač o danú pozíciu alebo určitý druh práce. Žiacke portfólio tvoria dôkazy o pokroku a úspešnosti v učení, vzniká na podnet učiteľa. Žiak ho zakladá pre daný predmet, priebežne sa o neho stará a na konci klasifikačného obdobia ho obhajuje. Portfólio plní počas doby vedenia formatívnu funkciu. Žiak môže položky v ňom priebežne obmieňať, konzultovať ich váhu pre hodnotenie s učiteľom, porovnávať ich s ostatnými a diskutovať o nich so spolužiakmi. Obhajoba portfólia sa plánuje na koniec učebného obdobia, býva súčasťou sumatívneho hodnotenia a známkuje sa. Žiaci majú byť o tomto termíne informovaní. Obhajoba prebieha formou dialógu s učiteľom a diskusie so spolužiakmi, žiak prezentuje položky, čo môže byť časovo obmedzené (napr. na 5 minút) a dostáva otázky od učiteľa a spolužiakov. Forma portfólia môže byť elektronická alebo materiálna. Pre biológiu je lepšia materiálna, pretože obsahuje aj popísané artefakty pochádzajúce z prírody, tlačená forma komentáru elektronických výstupov sa dá dať do škatule ako jedna z položiek. Počet položiek je dobré obmedziť na 5-6 aktuálne najlepšie dokladujúcich úspechy žiaka. Uvažovanie o ich výbere rozvíja schopnosť sebareflexie, popisovanie položiek cibrí vyjadrovanie sa žiaka, ktorý sa tak pripravuje na finálnu obhajobu svojho portfólia.

11.2.3 VEDOMOSTNÝ TEST A KVÍZ

Test - spravidla sumatívne hodnotenie

Kvíz - spravidla formatívne hodnotenie

Neštandardizovaný vedomostný test môže zostaviť učiteľ na základe vlastných kritérií, s ktorými včas oboznámi aj žiakov aby bol čas odtrániť prípadné nejasnosti. Štandardizované testovanie je dôsledné. Overuje sa ním plnenie noriem, napríklad obsahového štandardu predmetu. Štandardizované testy zostavujú skúsení odborníci, ktorí ich najprv overujú na štatisticky významnej vzorke žiakov a nastavujú parametre testu – reliabilitu a validitu. Test musí byť spoľahlivý (reliabilný) t. j. vnútorne konzistentný, čo sa týka obsahu. Spoľahlivosť sa nastavuje po preteste a potvrdzuje štatisticky po ďalšom overovaní. Platnosť (validita) označuje rozsah merania. Test má merať presne to, na čo je určený, teda ak meria plnenie štandardu, nemôže obsahovať otázky nad jeho rámec. Často sa zamieňa pojem test za kvíz. Rozdiel medzi kvízom a testom je vo forme, účele a dĺžke. Pojem test je všeobecnejší. Mimo akademického prostredia môžete mať krvný test, očný test alebo vodičský test. Akademický test môže byť dlhý, najčastejšie 40-50 otázok, slúži spravidla ako skúška alebo na overovanie plnenia štandardu. Je to najčastejšia sumatívna hodnotiaca technika v školách. Výsledok sa známkuje. Otázky reprezentujú kompletné tematické celky alebo učivo za celé klasifikačné obdobie. Otázky v teste môžu byť s voľbou odpovede, otvorené, založené na obrázkoch, grafoch alebo údajoch v tabuľke alebo vyžadujú takýto výstup aby monitorovali porozumenie.[1] Porozumenie sa zisťuje aj dvojúrovňovými otázkami.[2] Kvíz je kratší, jednoduchší a menej formálny než test, častejšie sa využíva ako prostriedok formatívneho hodnotenia. Obsah sa týka konkrétnej témy, spravidla neobsahuje otázky s otvoreným koncom a preto sa dá rýchlo vyhodnotiť. Kvízy bývajú základom didaktických hier a súťaží.

1 GRE Biology Test Practice Book [online]. Dostupné z: https://www.ets.org/s/gre/pdf/practice_book_biology.pdf.

2 ČIPKOVÁ, P. E. a M. DANIŠKOVÁ. Tvorba dvojúrovňových otázok a možnosti ich využitia pri identifikácii alternatívnych koncepcií študentov na príklade tematického celku fyziológia rastl.

11.2.4 INÉ PÍSOMNÉ FORMY SKÚŠANIA

Niektoré formy a prostriedky hodnotenia nie sú určené výlučne pre účely sumatívneho alebo formatívneho hodnotenia. Vidno to pri porovnaní kvízu a testu. Nie je medzi nimi celkom jasná hranica. V biológii sa často kombinuje písomný prejav a grafický náčrt, ktorý sa tiež posudzuje. K formám písomnej skúšky, ktorá sa hodnotí známkou, možno radiť aj esej na zadanú tému, písomné vypracovanie odpovedí na otvorené otázky a ďalšie druhy písomných prejavov žiaka, ktoré sa známkujú. Z nich sa dá lepšie posúdiť žiakov hodnotový systém a spôsob myslenia, ale hodnotenie týchto písomných výstupov je náročné na čas učiteľa. Uvedené formy sa ťažšie skórujú a nedá sa vyhnúť subjektívnemu pohľadu, na druhej strane lepšie odkrývajú porozumenie a postoje žiakov v porovnaní s objektívne skórovateľným testom.

Skúšky s otvorenou knihou umožňujú použiť zdrojové materiálov počas skúšky. Testujú schopnosť nájsť a aplikovať informácie a znalosti a analyticko-syntetické zručnosti. Nemusíte nevyhnutne poznať všetky fakty a čísla, ktoré budete na skúške potrebovať, ale musíte vedieť, kde sa tieto informácie nachádzajú, ako ich rýchlo nájsť a použiť. Protipandemické opatrenia priniesli formu on-line skúšok, ktoré majú svoje výhody: sú priateľské k životnému prostrediu, ekonomicky a časovo úsporné, vyhodnocujú sa automaticky a ak sa technológie správne zapoja eliminujú podvádzanie. Nevýhodou je práve potreba zabezpečenia technológií a že existujú infraštrukturálne bariéry. Ťažkosti sú pri klasifikácii odpovedí na otvorené otázky, dlhé odpovede spôsobujú, že sa ťažko stanovuje potrebný čas, prakticky sa on-line skúšky môžu zmeniť na skúšku s otvorenou knihou. Pre proces hodnotenia v biológii majú všetky formy skúšok svoje miesto a opodstatnenie. Pri prvom použití písomných foriem skúšania so subjektívne skórovateľným výstupom žiaka je potrebné oboznámiť žiakov s účelom a kritériami hodnotenia.

11.3 HODNOTIACE KRITÉRIÁ

Kritériá pre formatívne hodnotenie

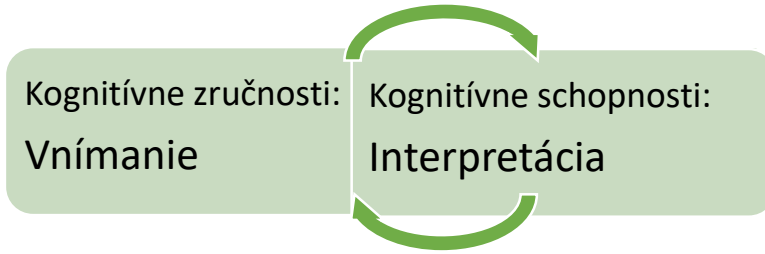
- vychádzajú z konkrétnych cieľov vyučovaných tém
- úrovne definuje učiteľ podľa potreby
- informujú o aktuálnom výkone žiaka v priebehu učenia

Kritériá pre sumatívne hodnotenie

- štandardizované
- spojené s klasifikačnými stupňami
- indikujú výsledok žiaka na konci definovanej etapy

Hodnotiace kritériá sú užitočné ako pri formatívnom, tak aj pri sumatívnom hodnotení. Sú to vopred definované dôkazy o pokroku učenia, ktoré sú pozorovateľné v práci žiaka. Všade tam, kde je to možné, sa majú vopred definovať požadované vlastnosti žiackeho výstupu či produktu. Dôležitý je aj kontext aktivity a jej obsahu, že žiak pozná ich účel a význam pre biologické poznanie ako také, pre bežný život alebo pre rôzne ľudské činnosti, ako je napríklad produkcia potravín. Kritériá majú byť konkrétne a minimalistické. Pre danú tému sa má požadovať len to, čo je nevyhnutné ako dôkaz, že žiak dosiahol výsledok vzdelávania podľa stanovených cieľov. Pre ich určenie je dôležité, aby učiteľ dokázal rozpoznať podstatu posolstva obsahu a zručnosti, ktoré sú potrebné k jeho porozumeniu. Učiteľ sleduje štandard, ale kritériá pre formatívne hodnotenie stanovuje tak, aby žiakom pomáhali napredovať. Prispôsobuje ich aktuálnym vedomostiam a zručnostiam žiakov, aby rozvíjal práve tie, kde zistil nedostatky. Kritériá hodnotenia sú často odstupňované. Žiak má kritériá poznať a rozumieť im, diskusia s učiteľom o kritériách je preto žiadúca. Odstupňované kritériá ho informujú, čo má urobiť, aby z aktuálnej úrovne poznania alebo výkonu postúpil o úroveň vyššie. Je to proces, ktorého cieľom je, aby žiak podal na konci učenia čo najkvalitnejší výkon. Všetci žiaci smerujú k najvyššej úrovni, ale nie všetci ho dosiahnu. To je základ sumatívneho hodnotenia klasifikačným stupňom. Ten informuje o úrovni, ktoré žiak dosiahol na konci danej etapy učenia.

11.3.1 HODNOTENIE KOGNITÍVNYCH ZRUČNOSTÍ A SCHOPNOSTÍ



Kognitívne zručnosti alebo základné kognitívne procesy sú tie, ktoré pracujú priamo s informáciami zhromaždenými zmyslami teda spracovávajú prvotnú informáciu z okolia. Príkladom je postreh, reakcia na podnet, komplexnosť vyhodnotenia situácie na základe viacerých druhov vnemov. Kognitívne schopnosti nám pomáhajú pochopiť okolitý svet. Tvoria našu inteligenciu alebo intelektuálnu kapacitu. Príkladom je schopnosť zapamätať si, logicky uvažovať, dávať veci do súvislostí, zámerne pozorovať, analyzovať, porovnávať... Hodnotenie poznávacích schopností je zamerané na všetky kognitívne dimenzie,[1] ale niektoré môžu byť preferované podľa očakávaní hodnotiacej inštitúcie, či profilu absolventa a pod. Vo všeobecnosti skúšky merajú v súčasnosti hlavne schopnosť riešiť problémy, používať nové informácie a kriticky myslieť. Výskum ukazuje, že kognitívne schopnosti sú jedným z najlepších prediktorov študijného a pracovného výkonu. Meraniu a porovnávaniu kognitívnych procesov na medzinárodnej úrovni sa venuje PISA, program OECD pre medzinárodné hodnotenie žiakov. PISA kvalifikovane meria schopnosť 15-ročných detí využívať svoje znalosti a zručnosti v oblasti čítania, matematiky a prírodných vied na to, aby dokázali čeliť výzvam v reálnom živote. Poskytuje odhady výkonu na úrovni školy a informácie o vzdelávacom prostredí a postojoch žiakov. Zverejnené sú len príklady otázok z testov z biológie[2-3] Testy všeobecných študijných predpokladov a predmetové testy pre postup maturantov na vysoké školy, tzv. národné porovnávacie skúšky organizuje na Slovensku a v Českej republike SCIO.[4]

1 WASIS, SUKARMIN a Muji Sri PRASTIWI. Cognitive Process Analysis of PISA, TIMSS, and UN Science Items Based on Revised Bloom Taxonomy.
2 Biology SAMPLE QUESTION PAPER. Dostupné z: http://cbseacademic.nic.in/web_material/SQP/ClassXII_2021_22/Biology-SQP.pdf.
3 Examples of PISA test questions. Dostupné z: https://www.erc.ie/documents/examples_pisa_test_questions.pdf.
4 *SCIO* [online]. Dostupné z: https://www.scio.sk/.

11.3.2 HODNOTENIE PSYCHOMOTORICKÝCH ZRUČNOSTÍ

1 Napodobňovanie	Pokus o kopírovanie motorického postupu na základe pozorovania. Pohyb nie je plynulý ani automatický. Vyžaduje spätnú väzbu.
2 Manipulácia	Schopnosť vykonávať určité úlohy pomocou pamäte alebo podľa pokynov.
3 Presnosť	Schopnosť vykonávať určité úlohy s určitou úrovňou odbornosti a bez pomoci alebo zásahu iných
4 Prispôsobenie	Schopnosť modifikovať zručnosť, prispôsobiť sa a integrovať viaceré činnosti s cieľom vyvinúť metódy na splnenie rôznych a nových požiadaviek
5 Prirodzenosť	Schopnosť vykonávať akcie automatickým, intuitívnym alebo nevedomým, prirodzeným spôsobom.

Pri hodnotení úrovne psychomotorických zručností sa často v praxi používa kombinácia psychologického triedenia úrovní podľa A.J. Harrow[1] a definície E. Simpson.[2] Najjednoduchšou a doteraz najčastejšie používanou stupnicou pre hodnotenie zručností je Daveova stupnica,[3] ako je v schéme vyššie. Celý proces osvojovania psychomotorických zručností vyžaduje prítomnosť inštruktora – učiteľa, majstra alebo trénera – ktorý vedie žiaka od prvej až po piatu úroveň a poskytuje mu spätnú väzbu. Laboratórne, terénne, praktické a experimentálne zručnosti sú definované v kurikule a štandardoch predmetu biológia pre príslušný stupeň školy. Príklad: pozorovať prírodniny mikroskopom a lupou, zhotoviť z pozorovania nákres, fotografiu, videozáznam, nájsť v atlase živočícha alebo rastlinu, určiť druh organizmu podľa kľúča, založiť herbárovú položku, založiť kultúru rias, odobrať vzorku organizmov v teréne. Komplexné zručnosti ako navrhnúť a uskutočniť pokus, vypracovať protokol s dokumentáciou a pod. vyžadujú kombináciu fyzickej aktivity, digitálnych a bádateľských zručností.

1 HARROW, A. A Taxonomy of the Psychomotor Domain: A Guide for Developing Behavioral Objectives.
2 SIMPSON, E. The classification of educational objectives in the psychomotor domain: The psychomotor domain: Vol. 3.
3 DAVE, R. H. Psychomotor levels.

11.3.3 KRITÉRIÁ HODNOTENIA A ÚROVNE AFEKTÍVNEJ DOMÉNY

Zručnosti v afektívnej oblasti popisujú spôsob, akým ľudia emočne reagujú a ich schopnosť cítiť bolesť alebo radosť iných živých vecí. Afektívne ciele sa zvyčajne zameriavajú na vedomie a rast postojov, emócii a pocitov.
Rozlišuje sa päť úrovní cieľov a hodnotenia procesov afektívnej domény.[1]
Prijímať: Povedomie, ochota počúvať, pasívna pozornosť.
(Žiak sa pýta, rozlišuje, sleduje, dáva pozor, hlási sa, odpovedá).
Reagovať: Aktívna účasť, reakcia na konkrétny podnet, zapojenie do diskusie.
(Žiak spochybňuje nové ideály, koncepty, modely atď., chce ich pochopiť, kým ich aplikuje. Pozná bezpečnostné pravidlá a dodržiava ich).
Oceňovať: Hodnota, ktorú osoba pripisuje konkrétnemu objektu, javu alebo správaniu. (Žiak preukazuje vieru v demokratický proces a schopnosť riešiť problémy. Je citlivý na individuálne a kultúrne rozdiely. Vysvetľuje, iniciuje, pozýva, pripája sa, zdieľa, študuje, pracuje).
Organizovať: Priorita hodnôt, vnímanie kontrastov, riešenie konfliktov, systém. (Žiak porovnáva a syntetizuje hodnoty, uznáva potrebu rovnováhy medzi slobodou a zodpovedným správaním, dodržiava, kombinuje, pripravuje, organizuje).
Internalizovať hodnoty: Hodnotový systém, ktorý riadi správanie. (Žiak si dôveruje pri práci, pracuje nezávisle. Spolupracuje pri skupinových aktivitách. Reviduje úsudky a mení správanie na základe nových dôkazov. Navrhuje, kvalifikuje, spochybňuje, reviduje, overuje).

1 KRATHWOHL, D. R., B. S. BLOOM a B.B. MASIA. Taxonomy of Educational Objectives.: The Classification of Educational Goals, Handbook II: Affective Domain..

AKTUÁLNE TRENDY VO VZDELÁVANÍ

12 VZDELÁVACIE STRATÉGIE BIOLÓGIE

Vzdelávacia stratégia je systematické uplatňovanie vybraných foriem, metód a prostriedkov so zámerom rozvíjať špecifickú danosť. Efektívne nové stratégie biologického vzdelávania ako projektové a problémové vyučovanie sa začali uplatňovať na Slovensku už v 20. storočí. Projekt je spojený s kreatívnym riešením problému, ktoré vedie k požadovanému a pre ostatných užitočnému výstupu v podobe informácií alebo produktu (napr. výsledok prieskumu, výstava, návrh inovácie pod.). Rozvíja dizajnové myslenie žiakov, keď postupy musia do seba zapadnúť tak, aby výsledok bol zrozumiteľný a atraktívny pre adresáta. Problémové učenie kladie dôraz na prekonanie prekážky pri snahe porozumieť javom, vyžaduje logické uvažovanie a štúdium.
Implementácia bežných digitálnych technológií v škole je už samozrejmosťou, biológia je však bohatá na procesy, ktoré inšpirujú technologický rozvoj. Paralely medzi technickými a biologickými objektmi, umelá inteligencia verzus neuroveda, genetické inžinierstvo a iné podporujú uvažovanie o procesoch. Didigitálna vizualizácia znázorňuje ako jednotlivé životné procesy spolu súvisia a tvoria systém. V súčasnosti sa najviac presadzuje bádateľsky orientované vyučovanie (BOV) prírodovedných predmetov, kde sa radí aj biológia. BOV má blízko k učeniu sa skúsenosťou, obe stratégie kladú dôraz na rozvoj zručností. Bádateľské zručnosti učia kriticky myslieť a rozhodovať sa na základe dôkazu. Skúsenostné učenie sa zakladá na vyskúšaní a vylepšovaní známych i nových postupov rozvíja praktické myslenie, označované aj ako „zdravý rozum“.

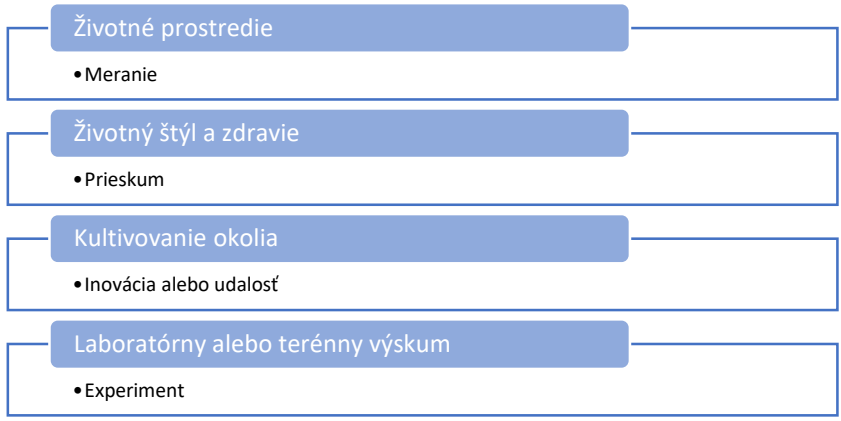
12.1 PROJEKTOVÉ UČENIE BIOLÓGIE

Projektová iniciatíva, zámer | **Projektové plánovanie** | **Realizácia projektu** | **Hodnotenie projektu**

Projektové učenie je aktivizujúca metóda, ktorá rozvíja na jednej strane samostatnosť a na druhej tímové zručnosti žiakov. Má vlastnú organizačnú formu, ktorá umožňuje integráciu poznatkov z rôznych oblastí. Žiacky projekt má najčastejšie bádateľsko-výskumný alebo tvorivý charakter. Téma vychádza z aktuálnej situácie alebo potreby riešiť určitý konkrétny problém. Vzbudzuje to záujem a zvyšuje ochotu žiakov zapojiť sa. Motivovaní žiaci sa dokážu koncentrovať na tému a aktívne spolupracovať. Plánujú činnosť, rozdeľujú úlohy a orientujú sa na produkt. V priebehu riešenia môžu zámer projektu prispôsobovať tomu, čo ich zaujíma. Vyhľadávajú potrebné informácie, skúšajú postupy, oslovujú ľudí, o ktorých si myslia, že im môžu pomôcť alebo sa ich téma týka. Učiteľ je pozorovateľom a poradcom v pozadí, žiaci určujú ciele a hľadajú spôsoby, ako ich dosiahnuť. Preberajú zodpovednosť za výsledok a tešia sa na pozitívnu reakciu učiteľa a spolužiakov pri prezentácii výstupu. Žiacky projekt má štyri etapy: iniciatíva, plánovanie, realizácia a vyhodnotenie. Iniciatíva a predstavenie zaujímavého problému je v rukách učiteľa. Môže ich predstaviť aj niekoľko, čo žiakov najviac osloví. Plán a realizácia vyžadujú niekedy dlhšie obdobie, učiteľ sa pravidelne zaujíma, ako projekt pokračuje a poskytuje žiakom potrebnú podporu. Zabezpečí vhodné podmienky na prezentáciu výsledku. Žiaci hodnotia, ako sa podarilo naplniť ciele, aký význam má výsledok, či by mohol mať projekt pokračovanie, čo sa naučili. Ak sa riešia paralelné projekty po skupinách, vyjadrujú sa k výsledkom formou diskusie.[1]

1 PJATKOVÁ, M. Projektové vyučovanie v prírodovedných predmetoch.
2 Príklady sú dostupné aj z: https://mpc-edu.sk/sites/default/files/rozhlady-casopis/bigeche_22.pdf

NÁMETY TÉM BIOLOGICKÝCH PROJEKTOV



Existuje veľa inšpirujúcich námetov a ako sa učiť biológiu prostredníctvom žiackych projektov.[1] Vo všeobecnosti sú žiacke projekty z biológie založené na zbere a spracovaní dát získaných záznamom z pozorovaní v podobe textu fotodokumentácie, či meraním pomocou senzorov. Z nich žiaci vyvodzujú súvislosti a formulujú záver a výsledok. Projektový prístup ku vzdelávaniu sa často prelína s problémovým učením, pretože projekt je často o tom, že žiaci hľadajú riešenie určitého problému. Pri ekologicky zameraných témach je cieľom tiež dostať žiakov von z triedy, aby riešili situáciu v skutočnom svete. Projekty viazané na laboratórne prostredie sa spájajú s experimentovaním, ako napríklad štúdium vplyvu podmienok na rast rastlín, húb alebo správanie sa drobných živočíchov. Biológia človeka ponúka témy spojené s prieskumom životosprávy, výživy, fyziologických reakcií na podnety, sledovanie dedičných znakov a zostavovanie rodokmeňa. Žiaci radi robia vizionárske projekty, napr. návrh produkcie potravín pri kolonizácii Marsu, či užitočného geneticky modifikovaného organizmu. Prepája sa v nich biológia s technikou, podobne ako je to v projektoch zameraných na vylepšenie prostredia školy alebo podmienok života ľudí z danej komunity smerujúcich do oblasti záhradnej architektúry, bioimedicínskeho inžinierstva, biotechnológií, ergonómie a pod. Plánovanie a organizácia udalostí – výstavy, vedomostnej súťaže alebo aktivít pre mladších žiakov rozvíjajú aj sociálne zručnosti.

1 Biology Projects and Models. Dostupné z: https://www.1000sciencefairprojects.com/Biology/Biology-Science-Projects.php.

12.2 PROBLÉMOVÉ UČENIE

1 Identifikujte a objasnite neznáme pojmy v scenári problému.

2 Definujte problém, o ktorom sa má diskutovať.

3 Prediskutujte problém a navrhnite vysvetlenia na základe predchádzajúcich znalostí (brainstorming).

4 Usporiadajte vysvetlenia podľa pravdepodobnosti fungovnia predbežných riešení.

5 Sformulujte ciele vzdelávania. Dosiahnite konsenzus, aké informácie chýbajú.

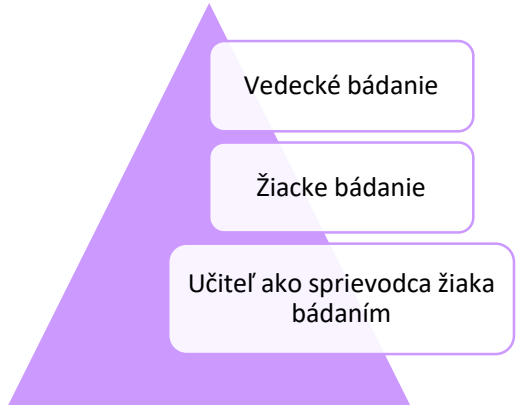
6 Samostané štúdium. Všetci hľadajú informácie súvisiace s každým cieľom.

7 Zdieľajte výsledky v skupine. Každý predstaví svoje vzdelávacie zdroje a svoje zistenia. Prehodnotí sa pôvodné vysvetlenie.

Problémové učenie (Problem based learning - PBL) vzniklo v šesťdesiatych rokoch minulého storočia na lekárskej fakulte na McMaster University (Kanada). Veľmi dobre sa osvedčil vo vzdelávaní medikov a vhodne sa dá uplatniť aj vo výučbe biológie. Vychádza sa zo scenára problémového prípadu, na základe ktorého učiaci sa definujú vzdelávací cieľ. Nasleduje nezávislé samostatné štúdium. Potom sa vrátia do skupiny, aby v diskusii zdokonalili svoje novozískané znalosti. Nejde teda o vyriešenie problému ako takého, naopak, vhodné vzorové problémy sa používajú na zvýšenie znalostí a porozumenia. Tento proces je jasne definovaný sériou krokov.[1] Tie boli charakterizované v pedagogickej literatúre mnohokrát, ich podstata je však rovnaká. Odporúča sa, aby bol určený zapisovateľ, ktorý vedie o každom kroku záznam. Učiteľ sleduje a koordinuje činnosť pri každom kroku. Osvedčené formy predstavenia scenára problému sú slovný opis, údaje z experimentu, fotodokumentácia, videozáznam, odborný článok alebo jeho časť, simulovaný alebo skutočný jav, rodokmeň poukazujúci na dedičný znak.

2 WOOD, D. F. Problem based learning.

12.3 BÁDATEĽSKY ORIENTOVANÉ UČENIE



Cieľom prírodovedného vzdelávania je vychovať prírodovedne gramotného človek s predstavou o fungovaní a úlohe vedy v spoločnosti, ktorý dokáže získané vedomosti a schopnosti využiť aj neskôr v bežnom živote. Odborníci na vzdelávanie sa zhodujú v tom, že žiaci majú mať možnosť zažiť bádanie ako skúmanie a objavovanie. Slovo bádanie sa stalo jedným z najfrekventovanejších pojmov v prírodovednom vzdelávaní súčasnosti. Tento reformný proces smerom ku konštruktivistickému prístupu vo vzdelávaní sa začal v USA už v druhej polovici 20. storočia, odkedy sa objavujú pojmy Inquiry-based learning of Science (IBSL), Inquiry-based Science Teaching (IBST) alebo Inquiry-based science education (IBSE). Slovo Inquiry nemá v slovenskom jazyku presný ekvivalent, preto sa možno stretnúť s rozličnými prekladmi. Niektorí autori hovoria o objavnom vyučovaní, Held[(1)] používa termín výskumne ladené vzdelávanie, Kireš[(2)] bádateľsky orientované vzdelávanie. Minnerová [(3)] nazerajú na bádanie z troch hľadísk: z pohľadu vedy súvisí s činnosťami, ktoré realizujú vedci; z pohľadu žiaka súvisí so spôsobom, ako sa učí (skúma určitý jav postupmi aké používajú vedci); z pohľadu učiteľa ide o prístup k vzdelávaniu, ktorý podporuje bádanie žiakov.

1 HELD, Ľ. Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania: (IBSE v slovenskom kontexte).
2 KIREŠ, M., Z. JEŠKOVÁ, M. GANAJOVÁ a K. KIMÁKOVÁ. Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní.
3 MINNER, D. D., L. J. LEVY a J. CENTURY. Inquiry-Based Science Instruction – What is it and Does It Matter?: Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002.

12.3.1 BÁDATEĽSKÝ CYKLUS

Bádanie predstavuje spektrum činností, ktoré zahŕňajú pozorovanie, kladenie otázok, štúdium literatúry a ďalších informačných zdrojov na posúdenie toho, čo je už známe; plánovanie skúmania; posúdenie a zhodnotenie toho, čo je už známe v svetle experimentálnych dôkazov; používanie nástrojov na zber, analýzu a interpretáciu dát; návrh odpovedí, vysvetlení a predpovedí a zdieľanie výsledkov.(1) Tieto činnosti sa v práci vedca cyklicky opakujú, pretože nové výsledky vždy evokujú nové otázky. To sa stáva aj pri žiackom bádaní a v pedagogickej literatúre sa objavil pojem bádateľský cyklus, ktorý prezentuje uvedené činnosti radené do kruhu. Počet a slovné označenie jednotlivých krokov v cykle bádania sa u rôznych autorov líši.(1) V schéme hore je modifikovaný cyklus bádania inšpirovaný šesť-stupňovým modelom bádania, ktorý publikoval Llewellyn(2) ako sa osvedčil v praxi učiteľov biológie na Slovensku. Jednotlivé kroky sa naplňajú činnosťami podľa konkrétne riešeného problému, ako stanovenie čiastkových problémov, delenie úloh, výber metódy, príprava pomôcok, zber údajov atď.

1 KIREŠ, M., Z. JEŠKOVÁ, M. GANAJOVÁ a K. KIMÁKOVÁ. Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní.
2 LLEWELLYN, D. Inquire Within: Implementing Inquiry-Bases Science Standards.

12.3.2 ÚROVNE BÁDANIA

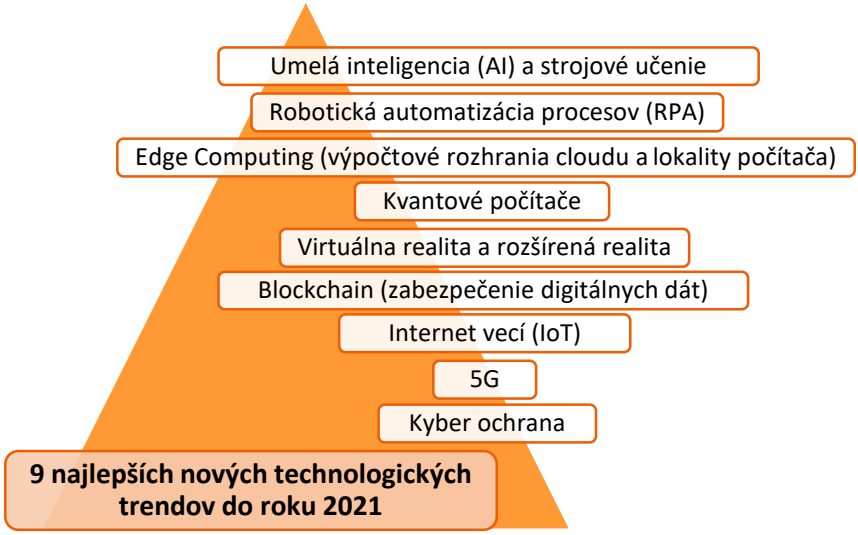
	Úroveň bádania	Otázka (problém)	Metódy riešenia	Výsledok (záver)	Činnosť riadi	Podpora
1	Interaktívna diskusia/demonštrácia	(1)	(1)	(1)	Učiteľ	Vysoká (1)
2	Potvrdzujúce bádanie	(1)	(1)	(1)		
3	Riadené bádanie	(1)	(1)	?		
4	Nasmerované bádanie	(1)	?	?		
5	Otvorené bádanie	?	?	?	Žiak	Nízka ?

Tab. 2.3 Úrovne bádania (spracované podľa projektu ESTABLISH[1])

Bádanie v škole sa chápe v širšom zmysle slova, výsledkom sú nové skúsenosti a poznatky, ktoré žiak získal vlastným úsilím, aby uspokojil svoju zvedavosť. Zaujímavá bádateľská otázka je na začiatku kľúčová. Päť úrovní bádania sa líši mierou samostatnosti žiakov. 1. Učiteľ môže hľadanie riešenia problému riadiť interaktívnym kladením otázok, vyžaduje žiacke predpovede a vysvetlenia, ktoré následne demonštráciou naživo alebo zo záznamu potvrdí alebo vyvracia. 2. Žiaci potvrdzujú známy poznatok. Overujú pravidlo alebo platnosť určitého tvrdenia podľa návodu. 3. Učiteľ formuluje problém a žiaci ho riešia pripraveným postupom, pričom výsledok nepoznajú. 4. Žiaci riešia problém sformulovaný učiteľom spôsobom a prostriedkami, ktoré sami navrhnú. 5. Žiaci riešia problém, ktorý sami sformulujú a riešia ho postupom podľa vlastného plánu. Zvedavosť hnacou silou bádateľských aktivít. Ak žiak sám navrhuje postup riešenia, zaujíma ho aj to, či jeho návrh funguje a premýšľa, čo by mohol zlepšiť. Obava učiteľa, že stratí kontrolu nad procesom učenia, kde sa žiak o postupe sám rozhoduje, sú preto neopodstatnené. Pri sledovaní činnosti žiakov často prekvapia niektoré netradičné riešenia a originálne nápady. Pomáhať sa dá inštruktážou ako správne použiť nástroje a pomôcky. Ak žiaci kladú otázky alebo žiadajú o radu, je učiteľská podpora a konzultácia na mieste, no riešenie sa neprezráda! Keď žiak dospeje k výsledku na základe porozumenia, svoj záver dokáže zdôvodniť a postup obhájiť argumentáciou.

1 ESTABLISH [online]. Dostupné z: http://www.establish-fp7.eu/

12.4 IMPLEMENTÁCIA TECHNOLÓGIÍ A BIOLÓGIA



Prienik technológií a biotechnológií ovplyvňuje každé podnikanie, pretože tieto trendy v konečnom dôsledku ovplyvňujú budúcnosť života. Kariérne centrum Toppel univerzity v Miami USA uverejnilo 9 najlepších nových technologických trendov pre rok 2021.[1] Súvisia aj s biológiou. Vedci napríklad vyvíjajú spôsob, ako uložiť údaje zhruba milión terabajtových pevných diskov do bloku DNA; mRNA predstavuje revolúciu vo vývine vakcín; umelá inteligencia urýchľuje vývoj liekov; génové sekvenovanie, génová terapia a génové úpravy sa uplatňujú hlavne v medicíne a v poľnohospodárstve; biovýroba, syntetická biológia, tkanivové inžinierstvo a biotlač sľubujú nové molekuly, materiály a náhradu tkanív a orgánov. Biofluidika vyvíja miniatúrne laboratóriá prípravu, testovanie a diagnostiku prítomnosti proteínov v tele. Umelá inteligencia (UI) predpovedá štruktúru proteínov.[2] Rozhranie medzi mozgom a UI sa stáva témou bioetiky. Preto aj v didaktike je dôležité presadzovať zapájanie technologických noviniek do vzdelávania, podnecovať záujem žiakov a učiteľov o nové trendy a hovoriť s nimi nielen o význame technológií pre biológiu a pre vzdelávanie, ale aj o vplyve biológie na rozvoj technológií a metód učenia.

1 Top 9 New Technology Trends for 2021: Custom Career Content. Dostupné z: https://customcareer.miami.edu/blog/2021/06/30/top-9-new-technology-trends-for-2021/.
2 Artificial intelligence in structural biology is here to stay. Dostupné z: http://www.nature.com/articles/d41586-021-02037-0 .

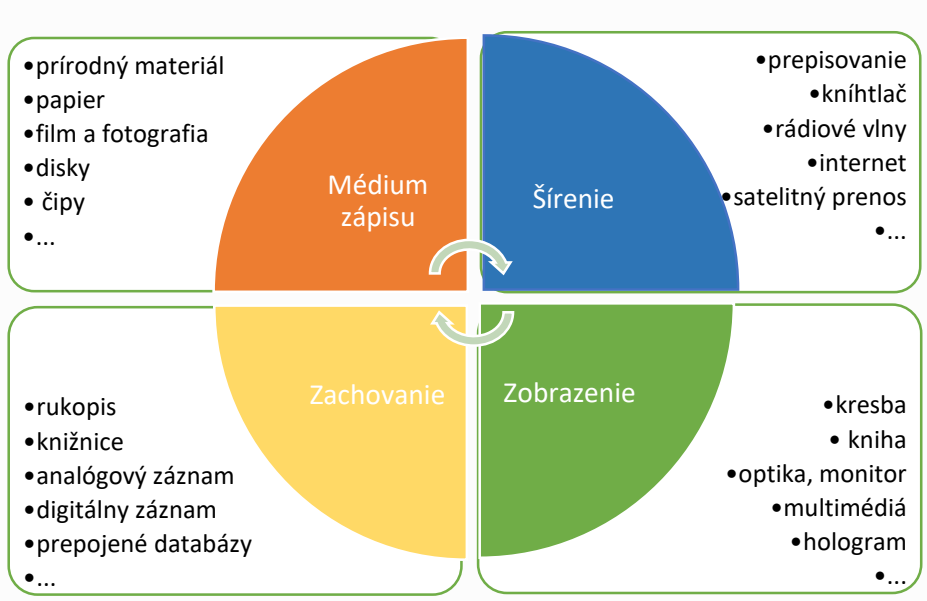
12.4.1 VÝUČBA BIOLÓGIE VO SVETLE OBJAVOV A TECHNOLÓGIÍ

Kognitívna dimenzia[1] / *Faktor formujúci vzdelávanie*	Vnímanie	**Porozumenie**	**Analýza**	**Aplikácia**	**Pamätanie**	**Hodnotenie**	**Syntéza** (tvorba)	**?**
Biologická veda*	Herbáre	J. Jessenius **Pitva** A. Záluzanský **Pohlavie rastlín**	A. Leevenhoeck **Mikroorganizmy** K. Linné **Systém org.**	I.P. Pavlov J.G. Mendel Ch. Darwin ...	J.D. Watson, F.H.C. Crick **Štruktúra DNA genetický kód**	E. Odum, H.T. Odum **Ekológia ekosystémov**	K.L. Bertalanffy **Teória systémov Neurovedy**	
Pedagogický vplyv*	Mnísi	J. A. Komenský	A. Lüben	F. Junge O. Schmeil	U. Neisser J.J. Gibbson	R.W. Bybee		
Technologický pokrok	*Papier*	*Kníhtlač*	*Mikroskop*	*Analógový záznam*	*Počítač*	*Internet*	*Multimédiá*	*databázy* ?
	Zápis textu	Šírenie informácie	Vizualizácia	Archivácia	Zápis textu	Šírenie informácie	Vizualizácia	Archivácia ?
Dominantná metóda	*Čítanie povolených antických diel*	*Demonštrácia Pozorovanie*	*Opis Nákres*	*Potvrdzujúci pokus Použitie v praxi*	*Výklad Riadený rozhovor*	*Bádanie Projekt*	*Modelovanie*	
Rozvíja sa zručnosť	Zachovať Reprodukovať	Porovnať Vysvetliť	Načrtnúť Zatriediť	Overiť Zaznamenať	Pamätať Reprodukovať	Vedecké a kritické myslenie	Systémové myslenie	
Preferovaný logický postup	Dedukcia	Indukcia	Dedukcia	Indukcia	Dedukcia	Indukcia	Dedukcia	

*Uvádzame len príklady

1 SANDERS, N. R. Classroom questions: what kinds?

12.4.2 INFORMÁCIE A ROZVOJ TECHNOLÓGIÍ



Informačný cyklus

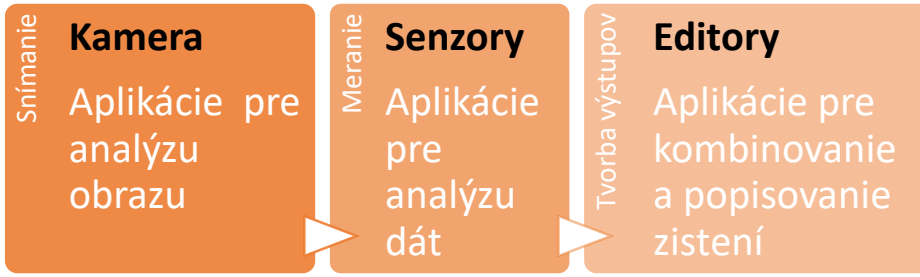
Metódy výučby sa obohacovali v priebehu histórie od stredoveku po dnešok hlavne vplyvom inovácií zápisu informácií, možnosti ich šírenia, zobrazovania a ukladania pre ďalšie spravovanie. Nemusíme sa vracať až po jaskynné maľby a klinové písmo, aby sme postrehli, že sa táto sekvencia opakuje, ako to ilustruje priložená schéma. Inovácie určovali trend a umožnili aj nový spôsob sprístupňovania poznatkov, ktorý začal dominovať nad dovtedy používanými osvedčenými metódami[1], až kým ho nevystriedal ďalší vedeckým a technologickým pokrokom inšpirovaný model výučby.[2] Kľúčové objavy vedy a technológie idú ruka v ruke a nové poznatky biológie logicky sprevádzali aj technické novinky ich doby.

---

1 DAGHER, Z. R. The Relevance of History of Biology to Teaching and Learning in the Life Sciences: The Case of Mendel's Laws.

2 BYBEE, R. W. Biology Education in the United States: The Unfinished Century.

12.4.3 POČÍTAČOM PODPOROVANÉ LABORATÓRIUM



Bádateľsky orientovaná výučba prírodných vied, aj keď žiacke bádanie v širšom slova zmysle nie je naviazané na praktickú činnosť, sa nezaobíde bez školského laboratória s novými technologickými pomôckami v podobe senzorov napojených na počítač cez rozhrania a softvér na zber a analýzu údajov. Štandardy biologického vzdelávania spolu s ďalšími bádateľskými zručnosťami krokov bádateľského cyklu vyžadujú zručnosti získavania a spracovania údajov pri školskom experimentovaní. Digitálny fotoaparát mobilných zariadení je skvelým pomocníkom pre dokumentáciu práce biológa v teréne i v laboratóriu. Mikroskop má kameru a špeciálny softvér na úpravu a analýzu obrazu. Na trhu je čoraz bohatšia ponuka meracích a zobrazovacích zariadení pre výučbu, ktoré plnohodnotne komunikujú nielen so stolnými počítačmi, ale aj s mobilnými jednotkami ako sú smartfóny. Praktické nástroje na zaznamenávanie údajov spájajú žiakov s vedeckými konceptmi a s technológiou aj priamo v triede. Návody k týmto učebným pomôckam obsahujú osvedčené metodické postupy aj pre učiteľa biológie. Senzory môžu zaznamenávať signály z buniek, orgánov, hmyzu, zvierat a ľudí: monitorujú kardiovaskulárny, imunitný, respiračný, pľúcny, metabolický, tráviaci alebo nervový systém. Umožňujú sledovať dýchanie buniek, fotosyntézu, membránovú difúziu, osmózu, transpiráciu aj kvasenie. Technológie sa veľmi rýchlo vyvíjajú, preto odporúčame sledovať inovácie ponúkané firmou, ktorej zariadenia už vaša škola má a súčasne aj čo je nové celkovo v počítačom podporovanom biologickom výskume.[(1)]

1 Synthace [online]. Dostupné z: https://www.synthace.com/.

12.4.4 BIOLÓGIA A INFORMATIKA

V súčasnosti už celý rad výskumných problémov riešia biológovia pomocou informatiky. Stredné školy majú možnosť ponúkať predmet Informatika v prírodných vedách a matematike, jej súčasťou je aj biologický blok.[1] Informatika sa uplatňuje aj v aplikovanej biológii, medicíne, farmakológii, poľnohospodárstve a ochrane prírody. Tri tematické celky biologickej časti obsahu sú venované analýze obrazu biologických objektov, modelovaniu biologických javov a základnej orientácii v rôznych typoch svetových biologických databáz. Zobrazovacie metódy sa uplatňujú v základnom výskume aj v aplikovanej biológii. Z digitálnych fotografií rôznych objektov možno získať dáta, ktoré sa ďalej spracovávajú a hodnotia. Už dávnejšie bolo jasné, že pomocou počítačového modelu sa dá lepšie pochopiť podstata procesov a javov. Ale svoje miesto vo výučbe stále má aj tradične ponímané manuálne modelovanie biologických objektov.[2-3]

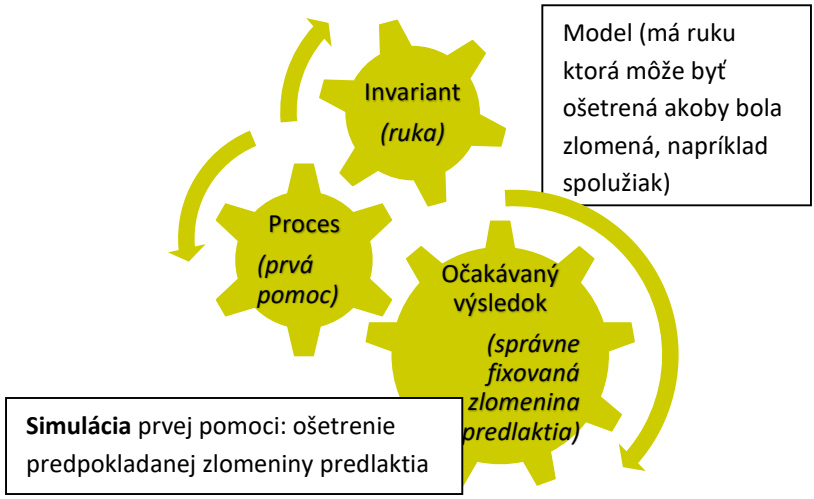
Na serveroch vo svete sa rozrastajú obrovské biologické databázy, ktoré vedci neustále dopĺňajú a ktoré sú prepojené s databázami príbuzných odborov ako sú biochémia, medicína a mnoho ďalších a sú prístupné všetkým záujemcom o vedecké poznávanie. Bioinformatika ako nová veda sa zaoberá tým, ako pracovať s týmito rozsiahlymi dátami. Pre prácu s biodátami bol vyvinutý aj špeciálny programovací jazyk odvodený od jazyka Python - BioPython.

1 KIMÁKOVÁ, K., A. MIŠIANIKOVÁ a A. ANDREJKOVÁ. Informatika v prírodných vedách a matematike, Zošit biológia.

2 JANŠTOVÁ, V. a M. JÁČ. Modelování ve výuce biologie (1): (aneb jak žákům přiblížit některé biologické jevy).

3 JANŠTOVÁ, V. a M. JÁČ. Modelování ve výuce biologie (2): (aneb jak žákům přiblížit některé biologické jevy).

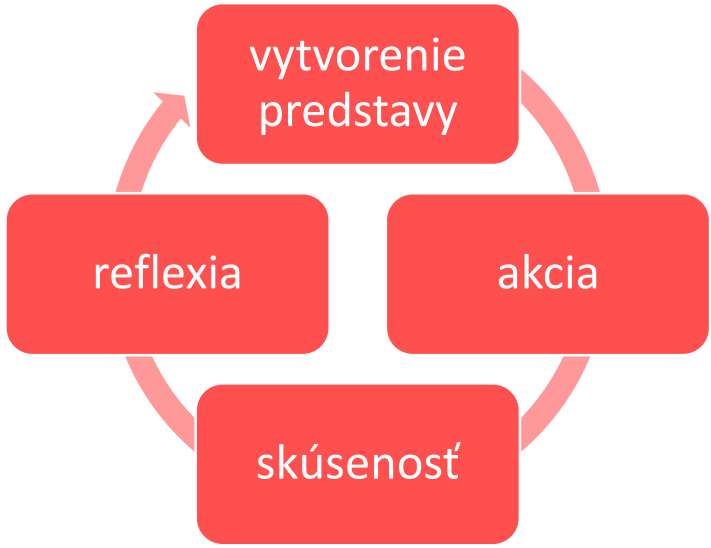
12.5 SIMULÁCIE A MODELOVANIE



Simulácia je napodobňovanie určitého procesu (činnosti alebo fungovania systému) na modeli. Model disponuje kľúčovými vlastnosťami vybraného objektu, zatiaľ čo simulácia predstavuje vývoj modelu v priebehu času. Zhodné charakteristiky daného objektu a jeho modelu sa označujú pojmom invariant. Parametre v rámci invariantu je možné pri modelovaní meniť a tak študovať, ako sa proces správa. Na vykonanie simulácie sa často používajú počítače. Simulácia sa vo veľkej miere používa na vzdelávacie účely. V prípade biologických javov najmä ak sú príliš nebezpečné, pomalé, rýchle, malé alebo veľké nato, aby sa dali priamo pozorovať. Výhodou je, že chyby v priebehu učenia sa dajú využiť ako skúsenosť, ktorá učiacich sa neohrozuje. Napríklad dá sa simulovať priebeh horúčky pri infekčnom ochorení bez toho, aby niekto ochorel. Simulácie pomáhajú žiakom spoznávať biologické objekty a procesy a precvičovať si schopnosť analýzy dát. Umožňujú im experimentovať s nápadmi, ktorých uskutočnenie vo vedeckom laboratóriu by stálo veľa času a zdrojov. príliš veľa času alebo zdrojov. Pre učenie sa sú veľmi cenné interaktívne simulácie doplnené o názorné prvky. Pod čiarou sú príklady stránok[1-3] s voľne dostupnými biologickými interaktívnymi simuláciami.

1 Interactive biology simulations. Dostupné z: https://newtonclasses.net/interactive-biology-simulations/.
2 *WOLFRAM Demonstrations Project* [online]. Dostupné z: https://demonstrations.wolfram.com/.
3 *Phet interactice simulations* [online]. Dostupné z: https://phet.colorado.edu/sk/.

12.6 SKÚSENOSTNÉ UČENIE

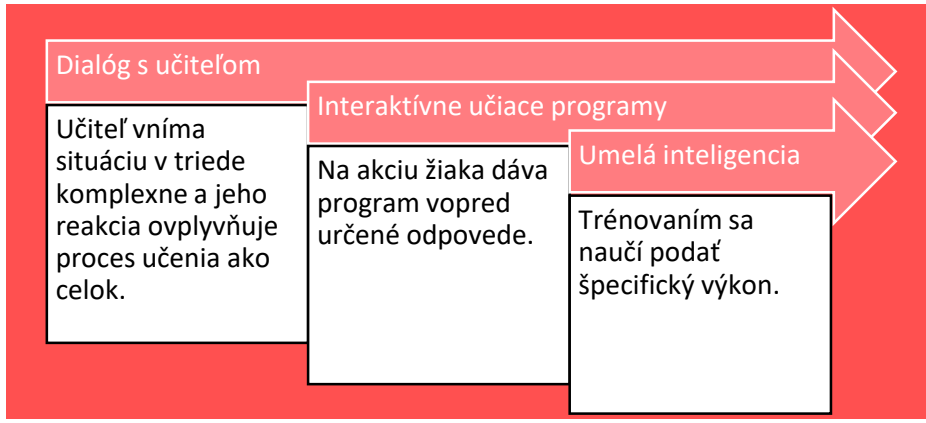


V slovenskom jazyku sa používa aj pojem zážitkové učenie. Skúsenostné učenie je založené na generovaní a testovaní nových nápadov, ako sa dá nejaká situácia prakticky riešiť. Najprv žiaci premýšľajú o nápade a naplánujú postupy, ktoré by mohli fungovať. V druhom kroku postupy prakticky vyskúšajú. Ak tie fungujú, v treťom kroku ich použijú pri riešení reálnej situácie. Získajú konkrétnu skúsenosť, ktorú môžu vyhodnotiť. Nasleduje reflexia, kde analyzujú nadobudnutú skúsenosť, čo môže viesť k vylepšeniu nápadu a cyklus sa zopakuje. Teória skúsenostného učenia pochádza od D. A. Kolba.[1] Inšpiroval sa prácou K. Lewina,[2] ktorý bol gestaltským psychológom v Berlíne.

Zážitkové učenie biológie prebieha najčastejšie mimo triedu a umožňuje žiakom rozšíriť si znalosti a precvičiť riešenie problémov. Zahŕňa skúsenosti z vedeckého výskumu, prácu v teréne, pestovateľské a chovateľské skúsenosti, vedenie záujmovej činnosti mladších žiakov, účasť v tímoch žiackych súťaží, rôzne formy spolupráce a stáže.

1 KOLB, D. A. Experiential learning: experience as the. source of learning and development.
2 Kurt Lewin (1890 - 1947) bol nemecko-americký psychológ, známy ako jeden z moderných priekopníkov sociálnej, organizačnej a aplikovanej psychológie v Spojených štátoch.

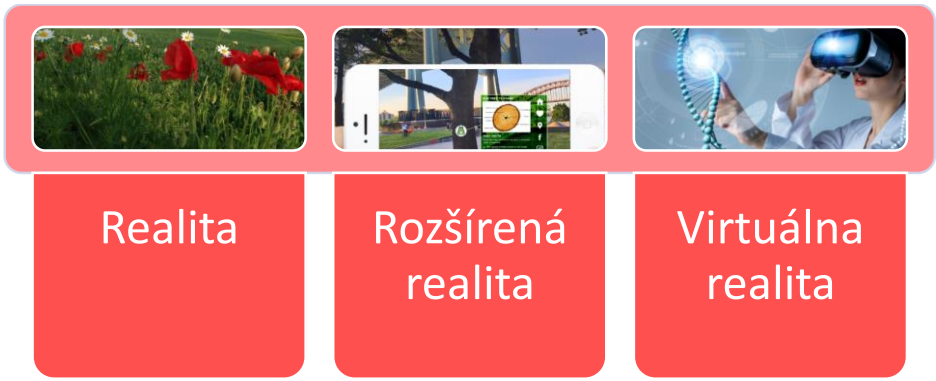
12.6.1 INTERAKTIVITA



Interaktívne sú všetky činnosti, pri ktorých sa nevyskytuje jednosmerná komunikácia ani individuálne štúdium, ale aktívne zapájajú žiakov do procesu učenia a práce s učebnými materálmi. Základom interaktivity v škole je dialóg žiak – učiteľ a žiak – žiak. Živý dialóg je nenahraditeľný v tom, že učiteľ môže hneď reagovať na konkrétnu situáciu v triede. Ovplyvňuje nielen úroveň porozumenia, ale aj náladu a klímu v triede. Dokáže sýtiť zvedavosť a motivovať, varuje ak hrozí nebezpečná situácia, sleduje gestá a mimiku žiakov a koriguje postupy. V 20. storočí sa začali prvé pokusy s interaktívnym počítačovým učením. Za zakladateľa individuálneho programového učenia sa považuje psychológ B. F. Skinner, akcentoval princíp malých krokov a aktívnej odpovede. Rozvoj počítačov pridával interaktívnym aktivitám stále nové rozmery, ktoré sa v súčasnosti obohacujú už aj o prvky umelej inteligencie. Z digitálnych interaktívnych materiálov sú najobľúbenejšie interaktívne animácie na stránke univerzity v Utahu[1], kde sú aj veľmi kvalitné a názorné videá a interaktívne testy. Interaktivitu na úrovni praktickej činnosti predstavuje napríklad klonovanie myšky (kliknite a klonujte) alebo kríženie pri chove holubov (pigeogenetika), no nájdete i mnoho ďalších. V súčasnosti už nielen počítačová aplikácia môže učiť vás ale aj vy ju môžete učiť ju, napr. rozpoznať objekt.[2] Optimálne je kombinovať digitálnu a živú interekativitu.

1 Burrhus Frederic Skinner (1904 -1990) bol americký psychológ a sociálny filozof. Bol prívržencom neobehaviorizmu. Zaoberal sa otázkami programového učenia.
2 Learn.Genetics [online]. Dostupné z: https://learn.genetics.utah.edu/.
3 Teachable Machine. Dostupné z: https://teachablemachine.withgoogle.com/train/image.

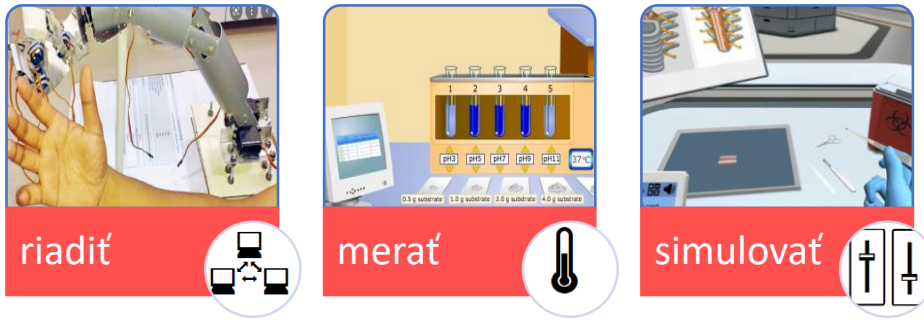
12.6.2 VIRTUÁLNA REALITA AKO UČEBNÉ PROSTREDIE



Virtuálna a rozšírená realita predstavujú revolúciu vo vzdelávaní, pretože umožňujú žiakom skúsenostné učenie priamo v triede. Ide o novú úroveň interaktívnej názornosti, ktorá prenesie pozorovateľa aj do prostredí, kde sa v skutočnom svete nikdy nemôže ocitnúť, napríklad do včelieho úľa, mraveniska, dovnútra ľudského tela alebo bunky. Na rozdiel napríklad od 2D interaktívneho laboratória poskytuje virtuálna realita 3D prostredie, v ktorom sa pozorovateľ pohybuje ako v skutočnom priestore. Okolie a objekty vidí stále zo svojej subjektívnej virtuálnej pozície. Audiovizuálna pomôcka nasadená na hlave žiakov im sprostredkuje interaktívne a zábavné cestovanie vo virtuálnom svete. Vďaka 360-stupňovému realistickému zobrazeniu uľahčí porozumenie mnohých biologických tém náročných na predstavivosť. Ponuka virtuálneho biologického vzdelávacieho obsahu je na vzostupe, cieľovou skupinou sa stávajú školy[1] ale vyberiete si aj z ukážok na tematicky zameraných portáloch a webových stránkach.[2] Prieskumy ukazujú, že žiaci považujú virtuálnu realitu za motivačnú a prínosnú, najmä ak sa kombinuje aj s praktickou činnosťou. Na rozdiel od virtuálnej reality rozšírená realita je priamy alebo nepriamy pohľad na fyzicky skutočné prostredie, ktorého časti sú obohatené o objekty v digitálnej forme.[4]

1 BENNETT, Jennifer A. a Colin P. SAUNDERS. A Virtual Tour of the Cell: Impact of Virtual Reality on Student Learning and Engagement in the STEM Classroom.
2 FotonVR: Virtual reality in education [online]. Dostupné z: fotonvr.com.
3 KH-XR: An Augmented Reality Biology Learning App. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=GXWa2A8OuwA.

12.6.3 VIRTUÁLNE LABORATÓRIÁ

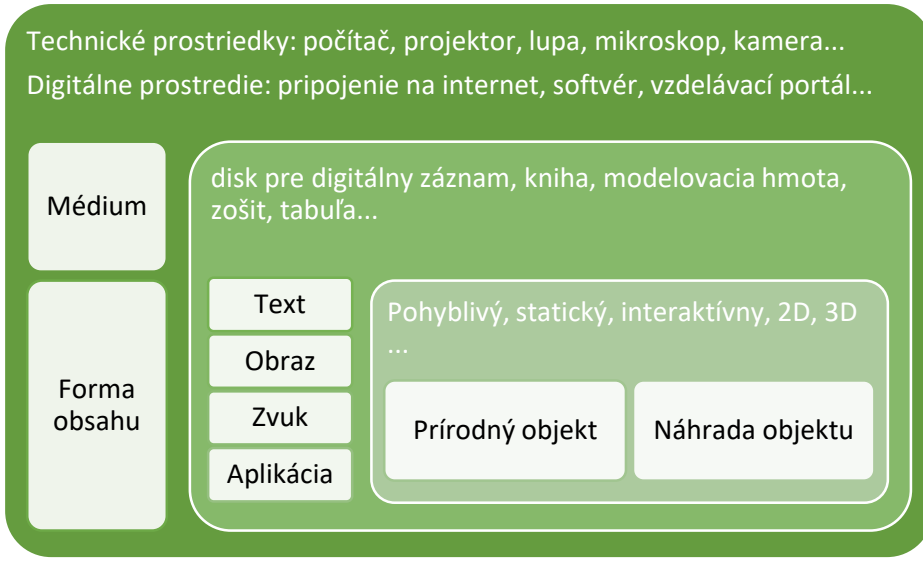


Virtuálne školské laboratórium je simulované učebné prostredie, ktoré umožňuje žiakom vykonávať laboratórne experimenty online. Pod čiarou nájdete odkazy na príklady reprezentujúce tri druhy laboratórií. V laboratóriách na diaľku sledujete skutočné dianie pomocou kamery[1] a v niektorých môžete dokonca isté udalosti ovplyvňovať online vopred daným spôsobom a zapojiť do experimentov na vzdialených miestach ako dobrovoľník. Môžete napríklad vyhodnocovať satelitné snímky alebo mikrofotografie. Laboratóriá zakladajúce sa na pokusoch spojených s meraniami dovoľujú meniť experimentálne podmienky, zhromažďovať namerané dáta a následne ich vyhodnocovať a spracovávať.[2] Pre vzdelávanie na základných a stredných školách sa najviac využívajú laboratóriá založené na simulácii/modelovaní, kde vo virtuálnom laboratórnom prostredí možno uskutočňovať alebo nacvičovať vopred naprogramované úkony.[3,4] Výhodou virtuálneho laboratória je efektivita nákladov a dostupnosť. Nevýhodou môžu byť technologické problémy. Ponuka virtuálnych biologických učebných laboratórií má rastúci trend. Preferuje sa 3D zobrazovanie animovanej simulácie praktických úkonov ako aj prostredia laboratória.[5] Rozvojom technológií rastie aj prienik virtuálnej reality a virtuálnych laboratórií.

1 Zooinverse [online]. Dostupné z: https://www.zooniverse.org/.
2 BiologyLabsOnline [online]. Dostupné z: https://www.sciencecourseware.org/BiologyLabsOnline/.
3 Virtual Biology Lab. Dostupné z: http://virtualbiologylab.org
4 Biointeractive: Empowering Educators. Inspiring Students [online]. Dostupné z: https://www.biointeractive.org/.
5 Lab X Change [online]. Dostupné z: https://www.labxchange.org/.

MATERIÁLNE A PRIESTOROVÉ PREDPOKLADY BIOLOGICKEJ VÝUČBY

13 PROSTRIEDKY VÝUČBY BIOLÓGIE



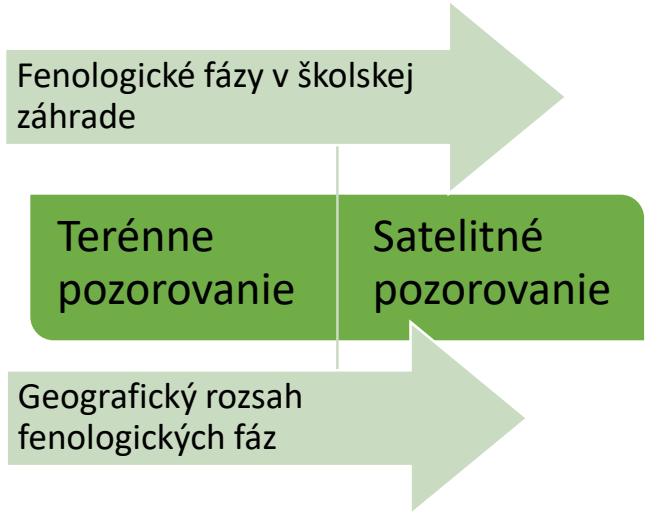
Ako prostriedok výučby sú označované všetky nástroje a zdroje používané na pedagogické účely, ktoré žiakom uľahčujú učenie. Môžu byť materiálne alebo nehmotné. Medzi nehmotnými sú zdôraznené komunikačné a hodnotiace nástroje, digitálne prostredie a digitálny obsah. Aj učebnice a doplnková literatúra sú nositeľmi obsahu, ktorý je duševným dielom autorských kolektívov a zohráva dôležitú úlohu pri výučbe. Hmotné prostriedky používané pri výučbe biológie sa delia na prírodné a na umelo vytvorené. K umelo vytvoreným prostriedkom patria aj technológie – hardwér a softvér. Prírodné prostriedky môžu byť neživé, napríklad vzorky hornín; preparované – zbierka hmyzu alebo živé – rastliny, kvasinky atď. Modely sú náhradou skutočných, v biológii aj živých objektov. Práve používanie živých organizmov a digitálnych záznamov o ich spôsobe života, správaní a stavbe tela sú pre výučbu biológie charakteristické. Tieto prostriedky ju robia atraktívnym vyučovacím predmetom, preto je dôležité nezanedbávať tento aspekt výučby. Najčastejšie používané umelo vyrobené hmotné pomôcky možno rozdeliť na laboratórne potreby, meracie senzory, počítače a mobilné zariadenia, kamery a optické prístroje – najobľúbenejším z nich je mikroskop.

14 ŠKOLSKÁ ZÁHRADA A KÚTIK ŽIVEJ PRÍRODY

Školská záhrada a kútik živej prírody rozširujú poznávacie príležitosti. Každá škola má iný areál a interiér, no každý sa dá využiť pre potreby biologického vzdelávania. Dobrému učiteľovi záleží na tom, aby hodiny biológie boli zaujímavým objavovaním a stará sa, aby živé ukážky boli poruke vždy, keď ich potrebuje. Pozemok nemusí byť veľký. Ak je k dispozícii hoci len malá vydláždená plocha, dá sa využiť pre mobilnú zeleň v nádobách. Slúžia po celý rok ako zdroj živého materiálu a na zdokonaľovanie pestovateľských zručností žiakov. Fenologickými pozorovaniami a meraniami vonku získajú žiaci dáta pre ďalšie spracovanie. Záhrada aj pôda v kvetináčoch v interiéri poskytuje domov pre drobný hmyz, pavúky, pôdne roztoče. Kútik živej prírody tiež nevyžaduje veľký priestor. Koniec chodby s oknom je ideálnym miestom pre okrasné rastliny, machovú záhradku, klíčenie semien, zakoreňovanie rezkov či rýchlenie rastlín. Akvárium, insektárium a terárium sú atraktívne, no živočíchy vyžadujú každodennú odbornú starostlivosť. Ani každá rastlina nemá rovnaké nároky na pestovanie, no každá má zaujímavý pôvod, morfológiu a význam a môžeme sa o nej veľa naučiť. Vitrína na chodbe, kde sa žiaci pohybujú, poskytuje priestor pre výstavy plodov, vetvičiek, herbárových položiek, zbierok ulít či preparovaného hmyzu. Vzbudia viac pozornosti, než fotografia. Úspešné projekty školských záhrad[1] poskytujú veľa námetov. Nájdete aj komplexné návody, ako nato, napríklad na stránke Kanadskej nadácie Plant a Seed & See What Grows.[2] Prispieť môžu aj samosprávy. Školské záhrady a kútiky prírody podporujú sociálne zručnosti ako komunikácia a tímová práca, vzťah k živým organizmom a zodpovednosť za ne.

1 Záhrada, ktorá učí [online]. Dostupné z: https://zahradaktorauci.sk/.
2 Plant a Seed & See What Grows [online]. Dostupné z: https://seewh rows.org/.

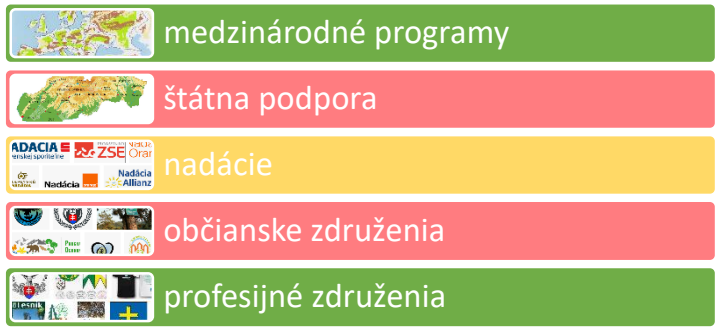
14.1 FENOLOGICKÉ POZOROVANIA



Fenologické pozorovania sa uplatňujú hlavne v lesníctve, poľnohospodárstve a klimatológii. Projekty s možnosťou zapojiť sa nájdete najmä v súvislosti s lesmi[1-2]. Fenológia sa zaoberá štúdiom časového priebehu opakujúcich sa životných prejavov (tzv. fenologických fáz) rastlín a živočíchov v závislosti od podmienok vonkajšieho prostredia.[1] V didaktike sledovanie periodických zmien v prírode rozvíja systémové myslenie a pozorovacie schopnosti žiakov. Pozemné (terénne) metódy[2] umožňujú, aby si žiaci plánovite všímali živé organizmy okolo seba. Nenáročné na vybavenie je pravidelné vizuálne pozorovanie vybraných druhov na sledovaných lokalitách so zaznamenávaním výsledkov napr. formou denníka. Digitálne prostriedky eliminujú subjektívne chyby pozorovateľov. Zábery a dáta z monitorovania kamerou alebo meracím zariadením môžu slúžiť pre digitálnu analýzu a modelovanie. Diaľkové (satelitné) metódy využívajú družicové záznamy. Sú dostupné na vybraných webových stránkach, žiakom umožňujú sledovať a porovnávať vegetatívne fenofázy lesných drevín ako napr. zalistenie, čas žltnutia a opadnutia listov na veľkých územiach alebo charakteristiku lesov vo svete a ich zmeny v čase.[3]

1 Fenologické fázy [online]. Dostupné z: https://www.fenofazy.sk/sk/.
2 BioClio [online]. Dostupné z: https://bioclio.com/.
3 *Gobal Forest Watch: Forest Monitoring Designed for Action* [online]. Dostupné z: https://www.globalforestwatch.org/.

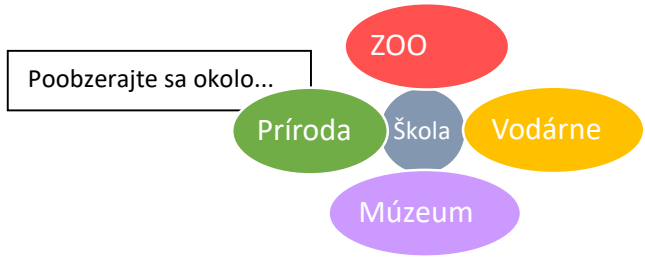
14.2 PODPORA ENVIRONMENTÁLNEJ VÝCHOVY



Životné prostredie a ohrozenie biodiverzity sa stali horúcou témou a školám sa núka čoraz viac možností, aby nielen teoreticky vzdelávali žiakov, ale aby ich aktívne zapojili do riešenia problémov životného prostredia. Rôzne akcie a metodické materiály pre školy sú aj na stránkach občianskych a profesijmých združení ako sú SOSNA[1], Živica[2], Slovenská ornitologická spoločnosť,[3] , Daphne – Inštitút aplikovanej ekológie[4] a i. ale aj botanických a zoologických záhrad, múzeí a knižníc pod správou univerzít či miest a obcí. Zelená škola na stránke Živice je environmentálny výchovno-vzdelávací program pre materské, základné, stredné i špeciálne školy. Jeho cieľom je prispieť k prevencii a riešeniu problémov životného prostredia a priniesť do škôl reálne zmeny vo fungovaní aj výučbe. Je súčasťou medzinárodnej siete Eco-Schools,[5] kde sa zapojilo okolo 59 000 škôl zo 68 krajín z celého sveta. Školy môžu na vlastné projekty environmentálnej výchovy získať financie z grantových výziev ako Enviroprojekt každoročne uverejňovaný na stránke Ministerstva školstva, vedy výskumu a športu SR. Občianske združenia pri školách sa môžu uchádzať o finančnú podporu cez Zelený vzdelávací fond Ministerstva životného prostredia SR a Slovenskej agentúry životného prostredia. Rôzne nadácie tiež vypisujú pre školy súťaže a granty zamerané na ekológiu a ochranu životného prostredia, firmy ponúkajú školám aktivity súvisiace s vlastným pôsobením.

1 Sosna [online]. Dostupné z: https://www.sosna.sk/.
2 CEEV Živica [online]. Dostupné z: https://zivica.sk.
3 Vtáky [online]. Dostupné z: http://vtaky.sk/.
4 Daphne: Inštitút aplikovanej ekológie [online]. Dostupné z: https://daphne.sk/
5 Eco-schools: Foundation for Envirinmental Education [online]. Dostupné z: https://www.ecoschools.global/.

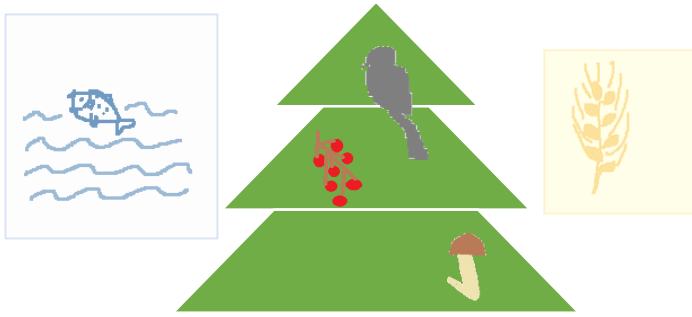
14.2.1 KAM SO ŽIAKMI, KEĎ ŠKOLA ZOVŠEDNIE



Environmentálnemu vzdelávaniu a osvete sa venujú aj správy národných parkov, múzeá, botanické a zoologické záhrady. Na ich webových stránkach nájdu učitelia aktuálne projekty a ponuku vzdelávacích aktivít pre školy. Žiaci sa tam môžu dozvedieť viac o histórii a súčasnosti biodiverzity vo svojom regióne a o možnostiach jej zachovania ochrany. Zoologické a botanické záhrady a arboréta sú však atraktívne aj možnosťou pozorovať rastliny a živočíchy z rôznych kútov sveta. Ich prevádzkovateľmi sú univerzity, štátna správa aj iné právne subjekty. Rôzne prírodovedné aktivity a súťaže pre školy a mládež organizujú aj profesijné združenia, ako je napríklad Slovenská ornitologická spoločnosť.[1] Spomínané inštitúcie spravujú aj náučné chorníky priamo na vlasnom území alebo v prírode blízkeho okolia. Environmentálna výchova na stránke Správy slovenských jaskýň[2] je smerovaná na propagačnú, edičnú a dokumentačnú činnosť, vytvára priestor na rozvoj environmentálneho povedomia verejnosti prostredníctvom aktivít podriadených odborných organizácií. Pôsobí od gesciou Ministerstva životného prostredia SR. Správa slovenských jaskýň vykonáva výchovnú činnosť zameranú na ochranu jaskýň, zabezpečuje vydavateľskú, edično-propagačnú a publikačnú činnosť zameranú na ochranu, výskum, dokumentáciu a využívanie jaskýň. Geologické vzdelávacie aktivity organizuje aj Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Prírodovedné oddelenia múzeí, hvezdárne a planetáriá sú ďalšie miesta, ktoré poskytujú príležitosť na doplnenie biologického vzdelania, hlavne o poznatky o regióne v ktorom pôsobia. Uplatňujú sa pritom medzipredmetové vzťahy s geografiou a históriou, žiaci sa učia vnímať reáliá svojho regiónu komplexne a budujú si k nemu vzťah.

1 Pre školy. Dostupné z: http://vtaky.sk/stranka/66-Pre-skoly.html.
2 Environmentálna výchova. Dostupné z: http://www.ssj.sk/sk/environmentalna-vychova.

14.2.2 LES, VODA, PÔDA – ZDROJ A PROSTREDIE ŽIVOTA



Lesná pedagogika ako súčasť environmentálnej výchovy je učenie o lesnom ekosystéme a výchove človeka k trvalo udržateľnému spôsobu života na príklade lesa. Využíva aktivizujúce metódy a formy zážitkového učenia a projektového vyučovania. Poskytuje nielen vedomosti, ale oslovuje aj emocionálnu stránku človeka, podporuje získavanie zručností aj celostný rozvoj osobnosti.[1] Environmentálna výchova súvisiaca s lesníctvom existuje na vnútroštátnej úrovni v niektorých európskych krajinách už 30 rokov, na Slovensku je lesná pedagogika od r. 2001. V roku 2007 bola založená európsko-lesnícko-pedagogická sieť zástupcov vlád. V máji 2008 sa táto sieť spojila so sieťou Forest Communicators Network (FCN) a oficiálne sa implementovala ako „FCN-podskupina - Lesná pedagogika“. V súčasnosti v tejto podskupine spolupracuje 17 štátov. Aktivity lesnej pedagogiky zabezpečujú certifikovaní lesní pedagógovia a je určená všetkým cieľovým skupinám, najmä deťom a mládeži a to už od materskej školy. Miestom vzdelávania je prednostne les, ale aj škola. Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu SR odporúča školám zapojiť sa do aktivít a projektov lesnej pedagogiky. Na stránke EU-životné prostredie sú základné informácie o tom, čo EÚ robí pre ochranu svojho životného prostredia - vzduch, voda, príroda, biodiverzita[2] Užitočné sú aj národné a lokálne organizácie včelárov,[3] rybárov, poľovníkov, vodohospodárov, poľnohospodárske podniky a pod., na ktoré sa možno obrátiť o spoluprácu či realizáciu exkurzie.

1 Lesná pedagogika [online]. Dostupné z: http://lesnapedagogika.sk/portal/ .
2 European Commission: Environment [online]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/environment/basics/home_en.htm .
3 Slovenský zväz včelárov [online]. Dostupné z: https://vcelari.sk/ .

15 EXKURZIE

Prírodná biologická exkurzia

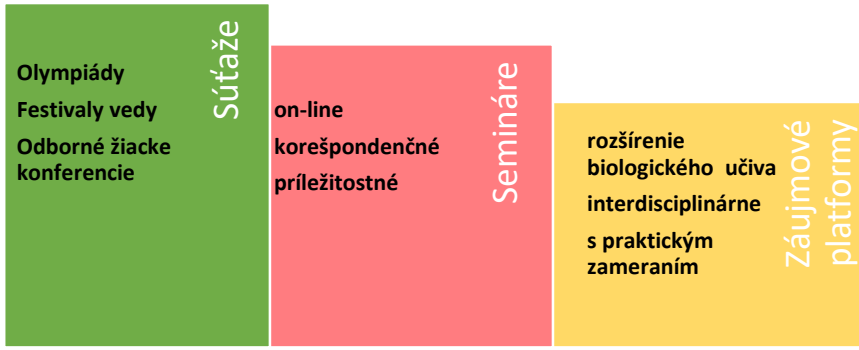
- vedie ju učiteľ, objekt: voľne sa vyskytujúce organizmy vo svojom prirodzenom prostredí

Odborná biologická exkurzia

- vedie ju odborník, objekt: organizmy v umele vytvorených podmienkach

Exkurzie sú vzdelávacie pobyty mimo školského prostredia, ktoré trvaním presahujú dĺžku štandardných rozvrhovaných vyučovacích jednotiek. Celodenné a viacdenné exkurzie sú súčasťou ročného plánu školy, ktorý je vopred schválený radou a riaditeľom školy. Ak sa vyskytnú zaujímavé poznávacie príležitosti, ktoré môžu účinným spôsobom doplniť školské učivo, pôsobiť motivačne pri voľbe smeru ďalšieho štúdia alebo povolania, kratšie exkurzie je možné zaradiť do vyučovacieho procesu priebežne so súhlasom vedenia a kolegov. Vyžaduje to však zmenu rozvrhu a zasahuje do celkového chodu školy. V rámci výučby biológie sú častým cieľom exkurzií napríklad prírodné rezervácie čističky, podniky poľnohospodárskej výroby, vedecké pracoviská s biologickým zameraním, univerzity v rámci dní otvorených dverí, transfúzne stanice. Návštevu inštitúcií je potrebné vopred dohodnúť, informovať sa o podmienkach vstupu do inštitúcie, trvaní exkurzie, či je k dispozícii odborný sprievod. Pracovné materiály a úlohy pre žiakov pripravuje učiteľ v súlade s cieľmi exkurzie i výkonových a obsahových štandardov predmetu. Včas informuje žiakov o mieste, čase, trvaní exkurzie, spôsobe prepravy a vyžadovaných pomôckach, ktoré si majú so sebou zobrať. Prediskutujte so žiakmi vzdelávacie ciele a ich očakávania, čo predstavuje požadovaný výstup, ktorý budú prezentovať po návrate v škole. Komplexnú medzipredmetovú exkurziu plánuje tím učiteľov. Veľmi vhodné sú priezové témy učiva, napríklad voda. Osvedčené je aj spojenie poznávania prírody, histórie a krajiny. Komplexné exkurzie sú obyčajne viacdenné.

16 PRÁCA S TALENTMI A BIOLOGICKÉ SÚŤAŽE



Individuálne vzdelávacie potreby žiakov môžu vyplývať na jednej strane z ich sociálnych alebo zdravotných hedikepov, na druhej strane spektra sú nadaní žiaci so záujmom o biológiu, ktorí taktiež vyžadujú odbornú starostlivosť. Potrebujú príležitosti a poradenstvo pri zapájaní sa do externých projektov a súťaží. Okrem tradičných ako je Biologická olympiáda a Stredoškolská odborná činnosť, ktoré vyhlasuje MŠŠaV SR v spolupráci s Iuventou a krajskými centrami voľného času nájdete bohatú ponuku možností zapojiť sa do súťaží aj na stránkach rôznych profesných združení. Motiváciu formou predstavenia úspešných žiackych projektov ponúka viacero platforiem. Medzinárodnú súťaž Olympiáda mladých vedcov propaguje stránka ISJO – International Junior Science Olympiad.[(1)] Populárna je aj interdisciplinárna on-line súťaž v riešení úloh Labák Asociácie pre mládež, vedu a techniku AMAVET,[(2)] ktorá organizuje aj súžaž Festival vedy. Pre záujemcov o medicínsku problematiku sú blízke projekty, ktoré ponúka Červený kríž[(3)] či Nadácia na výskum rakoviny. Korešpondenčné semináre z biológie nájdete na stránke občianskeho združenia edub.[(4)] Vybrali sme iba najznámejšie subjekty a ich ponuky na prehĺbenie biologických poznatkov, existuje veľa ďalších. Podrobné informácie o pravidlách a termínoch súťaží nájdete na webových stránkach organizátorov a vypisovateľov výziev.

1 Olympiáda mladých vedcov [online]. Dostupné z: https://ijso.sk/ .
2 AMAVET: Asociácia pre mládež, vedu a techniku [online]. Dostupné z: https://amavet.sk/ .
3 Slovenský červený kríž [online]. Dostupné z: https://redcross.sk/ .
4 eduB [online]. Dostupné z: https://edub.sk .

REGISTER

A

afektívne vnímanie, 18
afektívny, 14
aktivita
  vzdelávacia, 137
akvárium, 134
AMAVET, 140
analógia, 85, 87
Anderson, L. W., 17, 76, 88, 123
animácia, 11, 27
aplikované biologické vedy, 35
arborétum, 137
argument, 14, 97, 98
argumentácioa, 121
astrobiológia, 34, 55
astronómia, 34

B

bádanie, 24, 76, 119, 120, 121
  žiacke, 13, 80, 98, 125
bezpečnosť, 71
biodiverzita, 18, 54, 56, 59, 136, 137
bioetika, 11, 14, 35, 54, 56, 122
biofyzika, 33
biogeografia, 34
biochémia, 33, 126
bioinformatika, 33, 126
biologické poznatky, 29
biomedicínske inžinierstvo, 35
biomika, 35
bionika, 35
biotechnológia, 56
biotechnológie, 35
Bloom, 123
Bloomova taxonómia, 17, 67, 98

C

cieľ
  vzdelávací, 14, 101, 113
ciele, 17
  dvojdimenzionálne, 88
  etapové, 21
  vyučovacej jednotky, 15, 16, 81, 82, 88
COVID-19, 23, 27, 55
cvičenie, 65
  laboratórne, 73
cyklus
  bádateľský, 120
cytológia, 32

Č

činnosť, 65
čítanie textu, 52

D

databáza, 126
debata, 50
definícia, 41, 42
dialóg, 50
didaktika, 9, 10
  biológie, 9, 10, 11
digitálna gramotnosť, 68
diskusia, 11, 53, 92, 99
  moderovaná, 18, 50, 53, 54, 59, 83, 85, 121
  riadená, 51
  štruktúrovaná, 54
doména, 113
  afektívna, 113
  kognitívna, psychomotorická, afektívna, 19

E

ekológia, 34, 52, 53, 54, 59
environmentalistika, 34, 59
environmentálna otázka, 59
environmentálna výchova, 136
environmentálnej výchovy, 136, 138
epidemiológia, 55

epigenetika, 55
e-učebnica, 27
evokácia, 79, 83, 86
evolučná biológia, 34
exkurzia, 139
experiment, 11, 24, 60

F

fenológia, 135
forma
  organizačná, 73, 74
  výučby, 73
fyzika, 33
fyziológia, 39

G

gén, 55, 86
genetika, 29, 32, 35
geografia, 34
geológia, 34, 59
gymnázium, 30

H

hands-on, 70
hodnotenie, 10
  formatívne, 87, 91, 92, 101, 102, 104
huba, 29, 117
hvezdáreň, 137
hypotéza, 69

C

chémia, 33

I

indivíduum, 40
informatika, 33, 126
insektárium, 134
inteligencia
  umelá, 122
interaktivita, 129
interaktívny, 27, 129
intuícia, 14

K

kamera, 125
kategorizácia
  dvojdimenzionálna, 88
kladenie otázok, 51, 121
kľúčové slová, 47
kognitívna
  dimenzia,.stratégia, 17
kognitívny, 17
  cieľ, proces, 17, 77, 81, 93, 97
Kolb, D. A., 128
kompetencie, 14
konštruktivizmus, 13
konzultácia, 50
kooperácia, 73
Krafthwohl, 123
Krathwohl, D. R., 76, 88, 113
kritérium, 81, 89
  hodnotenia, 110, 113
kritické myslenie, 57, 79, 115
kurikulárna mapa, 22
kútik živej prírody, 134
kvantová biológia, 33
kvantovo-fyzikálna, 33
kvíz, 108

L

laboratórium
  na diaľku, 131
  školské, 131
  virtuálne, 131
Llewellyn, D., 120
logická trieda, 40
Lüben, 13

M

Mager, R., 76, 81, 82

matematika, 33
maturita
  z biológie, 30
medzi-predmetové
  vzťahy súvislosti, 23, 83
metabolizmus, 39
metakognitívny, 46
metóda
  výučby, 13, 43, 53, 96, 115, 116, 124
metódy
  diaľkové (satelitné), 135
  terénne, 135
  zobrazovacie, 126
mikroorganizmy, 32
mikroskop, 11, 13, 125, 133
mikroštruktúra, 43, 95
miskoncepcia, 46
model
  počítačový, 126
  trojfázový, 78
model 3D, 27
model 5E, 25, 76, 78, 80, 89, 90, 92
modelovanie, 33, 61, 65, 74, 135
monitorovanie, 135
motivácia, 52, 57, 69
múzeum, 137
myslenie
  kritické, 111
myšlienková mapa, 43
myšlienkové mapovanie, 43

N

nákres
  biologický, 63
nanotechnológia, 56
nástroj
  didaktický, 37
názornosť, 60, 74, 75
neuroveda, 42
NGSS
  Next Generation Science Standards, 26

O

oblasť Človek a príroda, 16, 31
obsah, 20, 29, 30, 31, 42, 75, 108
obsah biológie, 29
obsahový
  štandard, 21, 30, 76
olympiáda
  biologická, 140
orientácia
  na žiaka, 15, 16, 77, 115, 119
otázka
  bádateľská, 121
otázky
  žiacke, 52

P

pedagogika
  lesná, 138
percepcia, 95
PISA, 111
písanie
  voľné, 49
plán
  tematický, 22
podnet, 11, 51, 113
pojem, 21, 26, 30, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 79, 95, 106, 119
pojmotvorný proces, 45
pojmová mapa, 43
pojmové mapovanie, 43
pokrokom
  technologický, 124
pokus
  biologický, 69
  potvrdzujúci, 69
  rozširujúci, 70
  školský, 22, 69
  vedecký, 69
porozumenie, 29, 45, 75, 78, 91, 101, 106, 118, 121, 129
portfólio
  žiacke, 107

postoj, 65
poznatky
metakognitívne, 21
pozorovanie, 11, 62, 112
fenologické, 134, 135
požiadavky
cieľové, 9, 21, 30
Praktická činnosť, 65
predmetová komisia, 22
presvedčenie, 14
prierezová témy, 16
prierezové témy, 22
problémová situácia, 52
projekt, 24, 115
projektov
žiacky, 117, 140
prostredie
3D, 130
životné, 34, 136, 137, 138
prostriedky
digitálne, 135
prostriedok
výučby, 133
proteosyntéza, 76, 84, 85, 86, 87, 90
psychomotorický, 14

R

rámec
koštruktivistický, 77
rámec EUR, 76, 77, 79
rastlina, 19, 29, 31, 32, 35, 85, 108, 117, 134, 135
realita
rozšírená, 130
referátu, 49
reflexia, 79, 85, 86, 128
reliabilita, 108
rozhovor, 50, 91
heuristický, riadený, 50
štruktúrovaný, 106
rozhovoru
riadený, 51

S

Sanders, N. M., 123
SCIO, 111
sekundárne vzdelávane, 16
seminár
z biológie, 30
senzor, 62, 74, 117, 125
schopnosť
kognitívna, 111
simulácia, 27, 33, 61, 65, 127, 131
Skinner, F. B., 129
skúsenostné učenie, 70, 115, 128, 130
skúška
ústna, 106
Slovenská ornitologická spoločnosť, 137
slovesá
aktívne, 14
smartfón, 125
SOČ
Stredoškolská odborná činnosť, 140
Sokrates, 51
spätná väzba, 47, 52, 82, 85, 86, 101
spôsobilosť, 10
Správa slovenských jaskýň, 137
správanie, 14
stratégia
vzdelávacia, 115
stredné odborné školy, 31
súťaž
biologická, 140
symbol, 38, 39

Š

Školský vzdelávací program, 22
ŠkVP, 22, 28
štandard, 21, 22, 26, 28, 30, 105, 108, 110, 125
vzdelávací, 21, 22, 28, 30, 74, 76
štandardizácia, 10
Štátny vzdelávací program, 16
štruktúra
pojmová, 70

vyučovacej jednotky, 29, 57, 77, 89
štruktúra EUR, 82
študentskej odbornej činnosti, 49, 101

T

technológia, 9, 11, 35, 61, 65, 67, 74, 115, 122, 123, 124, 131, 133
téma
diskusie, 54
prierezová, 30, 108
tematický celok, 15, 22
terárium, 134
terminológia, 38, 75
test, 108, 109
štandardizovaný, 108
vedomostný, 108
text odborný
biologický, 47
trend, 114, 122

U

učebné cykly, 77
Učebné osnovy, 28
učebnica, 13, 28
digitálna, 27
elektronická, 27
učebný cyklus 5E, 80
učenie
problémové, 118
projektové, 116
skúsenostné, 128
zážitkové, 128, 138
umelá inteligencia, 115, 122
úrovne bádania, 121
usporiadanie
obsahu, 23
uvažovanie, 17, 24, 97, 115
uvedomenie významu, 79, 86

V

validita, 108
veda
aplikovaná, 35
biologická, 13, 32, 33
technická, 35
vesmír, 26, 34, 55
video, 27
virtuálna realita, 130
virtuálny, 61
vizualizácia, 11, 60, 61, 74
vnem, 45, 111
výchova
environmentálna, 16, 137, 138
výkonový
štandard, 21, 30, 76
výrok, 52
výstava, 117, 134
vyučovacej jednotky, 70, 74, 76, 77, 103
vyučovacia jednotka, 19, 22, 77
vyučovanie, 10
vývoj, 24, 29, 33, 122, 127
vzdelávací portál, 27
vzdelávacia oblasť, 16
Vzdelávacie centrum BSCS, 25, 78, 80
vzdelávania
on-line, 23
prírodovedné, 119
vzorec, 38, 61, 66

Z

záhrada
botanická, 136
školská, 134
zoologická, 136
zásada, 10
didaktická, 75
zásady bezpečnosti, 62
záznam, 11, 62, 121
zdravie, 11
zdravotná gramotnosť, 57, 58
zdravotná výchova, 58
zeleň
mobilná, 134
zelená škola, 136

znak
jedinečný, 40
známkovanie, 107, 108
zručnosť, 10, 14, 17, 21, 28, 30, 32, 46, 57, 60, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 92, 97, 99, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 125, 134
afektívna, 113
digitálna, 67, 112, 126, 129, 133
generická, 67
kognitívna, 111
psychomotorická, 66, 77, 101, 112
zručnosti
pestovateľské, 134

Ž

živočích, 29, 31, 32, 59, 62, 117, 135
životné prejavy, 29
životné prostredie, 11, 29, 34, 56, 58, 59, 136, 138
živý
organizmus, 10, 11

ODKAZY

ANDERSON, L. W., D. R. KRATHWOHL, P. AIRASIAN, K. CRUIKSHANK, R. MAYER, P. PINTRICH, J. RATHS a M. WITTROCK. 2000. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman. New York: Allyn & Bacon. ISBN 10-080131903X.

BENNETT, J. A. a C. P. SAUNDERS. 2019. A Virtual Tour of the Cell: Impact of Virtual Reality on Student Learning and Engagement in the STEM Classroom. *Journal of Microbiology & Biology Education* [online]. **20**(2): 20-37. Dostupné na internete: https://journals.asm.org/doi/10.1128/jmbe.v20i2.1658

BLOOM, B. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain*. 2. Addison-Wesley Longman. ISBN 978-0582280106.

BLOOM, B. S., M. D. ENGELHART, E. J. FURST, W. H. HILL a D. R. A. KRATHWOHL. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals: Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David McKay

BOBEROVÁ, Z., I. ROPOVIK, P. KOLARČIK, A. GECKOVÁ a A.M. PAAKKARI. 2019. Štruktúra zdravotnej gramotnosti u adolescentov. *Československá Psychologie*. **63**(1): 1-12

BYBEE, R. W. 2002. Biology Education in the United States: The Unfinished Century. *BioScience*. **52**(7): 560–567. DOI: https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0560:BEITUS]2.0.CO;2.

BYBEE, R. W. J. A. TAYLOR, A. GARDNER, P. SCOTTER, J. C. POWELL, A. WESTBROOK a J.N LANDES © 2006. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness and applications: Full Report* [online]. Colorado: BSCS [cit. 2022-5-20]. ISBN (917) 531 - 5550. Dostupné na internete: https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf

COWAN, G. a E. COWAN. 1980. Cubing. *Writing*. 1. New York: Wiley

ČIPKOVÁ, Elena, Štefan KAROLČÍK a Natália VÖRÖSOVÁ. 2017. Korekcia miskoncepcií žiakov o fotosyntéze a dýchaní rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania. *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. **26**(3): 24-34 [cit. 2022-5-20]. DOI: 10.14712/25337556.2017.3.4. ISSN 2533-7556. Dostupné na internete: http://bichez.pedf.cuni.cz/archiv/article/29

ČIPKOVÁ, P. E. a M. DANIŠKOVÁ. 2009. Tvorba dvojúrovňových otázok a možnosti ich využitia pri identifikácii alternatívnych koncepcií študentov na príklade tematického celku fyziológia rastlín. *Technology of Education*. Bratislava, **2009**(12): 14 -17. ISSN 1335-003X

DAGHER, Z. R. 2014. The Relevance of History of Biology to Teaching and Learning in the Life Sciences: The Case of Mendel's Laws. *Interchange* [online]. **45**(November): 205–216 [cit. 2022-5-25]. DOI: https://doi.org/10.1007/s10780-015-9241-y

DAVE, R. H., ed. 1970. Psychomotor levels. ARMSTRONG, R. J. *Developing and Writing Behavioral Objectives*. Tuscon, AR: Educational Innovators Press., s. 20-21. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.07.508

DORKO, J. a K. KIMÁKOVÁ. 1990. *Základy didaktiky prírodopisu a biológie*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. ISBN 80-7097-070-7.

DOSTÁL, P. 2010. Didaktika biologie – vývoj a současnost. *Scientia in Educatione* [online]. **1**(1): 125-132 [cit. 2022-5-26]. DOI: https://doi.org/10.14712/18047106.9. ISSN 1804-7106. Dostupné na internete: https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/9

FISCHER, D. 2005. Bloom s Taxonomy. *OLI Open Learning Initiative* [online]. Oregon State University: OLI [cit. 2022-5-20]. Dostupné na internete: https://oli.cmu.edu/repository/webcontent/ac80970d80020ca60078c7f8185aefe0/_u5_hims_implementation_management/_m2_end_user_training_support/webcontent/u5_m2_pg5/Revised_Blooms_Taxonomy.pdf

FLAVELL, J. H. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-development inquiry. *Am. Psychol*. **34 (1979)**(10): 906-9011. DOI: 10.1037/0003-066X.34.10.906

FONODOVÁ, I. M. HRUŠOVSKÁ, I. JANKOVIČOVÁ, G. KOVAŘÍK, M. PAVELEKOVÁ a V. ŽATKOVIČOVÁ. 2014. *Metodika na stanovenie hodnotiacich štandardov*. 1. Bratislava: Vydal Štátny inštitút odborného vzdelávania, Bratislava 2. ISBN -. ISSN -. Dostupné na internete: https://www.kvalifikacie.sk/sites/nsk/files/images/Dokumenty/metodika_tvorby_hs.pdf

GANAJOVÁ, M. 2022. *Formatívne hodnotenie: a jeho implementácia do výučby prírodných vied, matematiky a informatiky*. Bratislava: Wolters Kluwer. ISBN 9788057104834

GANAJOVÁ, M., J. GUNIŠ, B. BRESTENSKÁ, Z. JEŠKOVÁ, M. KIREŠ, A. LEŠKOVÁ a Ľ. ŠNAJDER. 2021. *Formatívne hodnotenie vo výučbe prírodných vied, matematiky a informatiky*. Košice: Šafárik Press. ISBN 9788081529733

HARROW, A. 1972. *A Taxonomy of the Psychomotor Domain: A Guide for Developing Behavioral Objectives*. New York: McKay

HELD, Ľ. 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania: (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej Univerzity v Trnave. ISBN 978-80-8082-486-0

JANŠTOVÁ, V. a M. JÁČ. 2014. Modelování ve výuce biologie (1): (aneb jak žákům přiblížit některé biologické jevy). *Biologie, chemie, zeměpis*. **23**(2): 61-65. ISSN 1210-3349

JANŠTOVÁ, V. a M. JÁČ. 2019. Modelování ve výuce biologie (2): (aneb jak žákům přiblížit některé biologické jevy). *Biologie, chemie, zeměpis*. **23**(3): 111-116. ISSN 1210-3349

KIMÁKOVÁ, K., A. MIŠIANIKOVÁ a A. ANDREJKOVÁ. 2021. *Informatika v prírodných vedách a matematike, Zošit biológia*. Bratislava: CVTI SR. ISBN 978-80-89965-72-4

KIREŠ, M., Z. JEŠKOVÁ, M. GANAJOVÁ a K. KIMÁKOVÁ. 2016. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. ISBN 978-80-8118-155-9.

KOLB, D. A. 1984. *Experiential learning: experience as the. source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. ISBN 9780133892406.

KRATHWOHL, D. R., B. S. BLOOM a B.B. MASIA. 1964. *Taxonomy of Educational Objectives.: The Classification of Educational Goals, Handbook II: Affective Domain*. New York: David McKay Company.

LAŠŠOVÁ, E. 2020. *Mapy učebného pokroku* [online]. Nitra: Výskumný ústav detskej psychológie a patopsychológie [cit. 2022-5-24]. ISBN -. Dostupné na internete: https://vudpap.sk/wp-content/uploads/2020/10/Mapy-ucebneho-pokroku..pdf

LLEWELLYN, D. 2001. *Inquire Within: Implementing Inquiry-Bases Science Standards*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press. ISBN 0-7619-7745-7

MAGER, R.F. 1984. *Developing Attitude Toward Learning*. 2. Atlanta, GA: LAKE PUBLISHING COMPANY. ISBN 978-0822443377

MARKOŠ, Ján. 2020. *Medzi dobrom a zlom, N press s. r. o. 2020*. Bratislava: N press s. r. o. 2020. ISBN 97899925503.

MARTIN, R. E. 1998. *Science for All Children: Methods for Constructing Understanding*. Virginia University: Allyn and Bacon. ISBN 0205275737

MEREDITH, K. S. a J. STEELE, eds. 2010. *Classrooms of wonder and wisdom: Reading, writing, and critical thinking for the 21st century*. 1. London: SAGE Publications. ISBN 978-1-4129-1815-2

MEREDITH, K.S., J. STEELE a Ch. TEMPLE. 1998. *Čítaním a písaním ku kritickému mysleniu*. Bratislava: Združenie Orava pre demokraciu vo vzdelávaní

MINNER, D. D., L. J. LEVY a J. CENTURY. 2010. Inquiry-Based Science Instruction – What is it and Does It Matter?: Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*. **47**(4): 474-496. ISSN 1098-2736

OROSOVÁ, R., M. GANAJOVÁ, K. SZARKA a M. BABINČÁKOVÁ. 2019. Hodnotenie v prírodovedných predmetoch v podmienkach slovenského školstva. *Scientia in Educatione*. **10**(1): 17-32. DOI: https://doi.org/10.14712/18047106.1320.

PJATKOVÁ, M. ©2017. Projektové vyučovanie v prírodovedných predmetoch. *Metodicko-pedagogické centrum* [online]. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://archiv.mpc-edu.sk/sites/default/files/publikacie/m._pjatkova_projektove_vyucovanie_v_prirodovednych_predmetoch.pdf

SANDERS, N. R. 1966. *Classroom questions: what kinds?*. New York,: Harper & Row. ISBN 0060457120

SIMPSON, E. 1972. *The classification of educational objectives in the psychomotor domain: The psychomotor domain: Vol. 3*. Washington D. C.: Gryphon House.

SOROA, G., A. ARITZETA, A. MUELA, N. BALLUERKA, A. GOROSTIAGA a J. ALIRI. 2020. The Emotional Divergent–Convergent Thinking Program (EDICOP): Design, Implementation, and Results. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education* [online]. **10**(4): 1051-1064 [cit. 2022-5-23]. DOI: 10.3390/ejihpe10040074. ISSN 2254-9625. Dostupné na internete: https://www.mdpi.com/2254-9625/10/4/74

SOUTHERLAND, S. A., M. U. SMITH a C. L. CUMMINS. 2005. "what do you mean by that?" using structured interviews to assess science understanding. *Assessing Science Understanding* [online]. Elsevier, **2007**(september): 71-93 [cit. 2022-5-24]. DOI: 10.1016/B978-012498365-6/50006-8. ISBN 9780124983656. Dostupné na internete: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124983656500068

STEELE, J., K.S. MEREDITH a C.T. TEMPLE. 1998. *A framework for critical thinking across the curriculum International Reading Association*. Revised edition. Newark, DE: International Reading Association

WASIS, SUKARMIN a Muji Sri PRASTIWI. 2017. Cognitive Process Analysis of PISA, TIMSS, and UN Science Items Based on Revised Bloom Taxonomy. *Advanced Science Letters* [online]. **23**(12): 12068-12072 [cit. 2022-5-24]. DOI: 10.1166/asl.2017.10575. ISSN 1936-6612. Dostupné na internete: http://www.ingentaconnect.com/content/10.1166/asl.2017.10575

WILSON, L. 2016. Anderson and Krathwohl Bloom's Taxonomy Revised: Understanding the

WOOD, D. F. 2003. Problem based learning. *BMJ (Clinical research ed.)* [online]. **326**(7384): 328–330 [cit. 2022-5-25]. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.326.7384.328

Ako zdokonaliť diskusie v triede. © 2022. EduWorld [on-line]. Bratislava: EduWorld [cit. 2022-5-17]. Dostupné na internete: https://eduworld.sk/cd/michal-bardiovsky/2181/ako-zdokonalit-diskusie-v-triede

AMAVET: Asociácia pre mládež, vedu a techniku [online]. ©2022. Bratislava: AMAVET [cit. 2022-5-22]. Dostupné na internete: https://amavet.sk/

Artificial intelligence in structural biology is here to stay. 2021. *Nature* [online]. **595**(7869): 625-626 [cit. 2022-5-22]. DOI: 10.1038/d41586-021-02037-0. ISSN 0028-0836. Dostupné na internete: http://www.nature.com/articles/d41586-021-02037-0

BioClio [online]. ©2022. Zvolen: Technická Univerzita, Lesnícka fakulta [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://bioclio.com/

Biointeractive: Empowering Educators. Inspiring Students [online]. ©2022. USA: HHMI [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://www.biointeractive.org /

Biológia, vzdelávací štandard pre gymnázium s 5 a 4. ročným vzdelávacím programom. C2020. *Štátny pedagogický ústav* [online]. Bratislava: ŠPÚ [cit. 2022-5-18]. Dostupné na internete: https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/biologia_g_4_5_r.pdf

BiologyLabsOnline [online]. ©2002-2016. California State University, CA: Science Courseware [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://www.sciencecourseware.org/BiologyLabsOnline /

Biology Projects and Models. © 2015-18. *1000sciencefairprojects.com* [online]. -: 1000sciencefairprojects.com [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://www.1000sciencefairprojects.com/Biology/Biology-Science-Projects.php

Bio Render [online]. ©2022. USA: BioRender [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: https://biorender.com/

Biology SAMPLE QUESTION PAPER. © 2012. *CBSE: Research & Development Unit* [online]. India: CBSE [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: http://cbseacademic.nic.in/web_material/SQP/ClassXII_2021_22/Biology-SQP.pdf

CEEV Živica [online]. ©2020. Bratislava: Živica [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://zivica.sk

Daphne: Inštitút aplikovanej ekológie [online]. ©2019. Bratislava: Daphne [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://daphne.sk/

Developing Poll Questions to Engage and Assess Student Thinking in Science and Engineering Courses. © 2022. *Columbia CTL: Center for Teaching and Learning* [online]. New York: Columbia University [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: https://ctl.columbia.edu/resources-and-technology/resources/poll-questions-stem/

Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). © 2022. *European Comission: EU Science Hub* [online]. Brusel: Joint Research Centre [cit. 2022-5-20]. Dostupné na internete: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en

Eco-schools: Foundation for Envirinmental Education [online]. ©2022. Copenhagen: Eco-Schools [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://www.ecoschools.global/

EduB [online]. ©2022. Bratislava: Občianske združenie eduB [cit. 2022-5-22]. Dostupné na internete: https://edub.sk

Environmentálna výchova. © 2013. *Správa Slovenských jaskýň* [online]. Liptovský Mikuláš: SSJ [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: http://www.ssj.sk/sk/environmentalna-vychova

Examples of PISA test questions. © 2022. *Educational Research Centre* [online]. Dublin: DCU [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: https://www.erc.ie/documents/examples_pisa_test_questions.pdf

ESTABLISH [online]. ©2022. Dublin: DCU [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: http://www.establish-fp7.eu/

European Commission: Environment [online]. ©2022. Brusel: European Commission [cit. 2022-5-22]. Dostupné na internete: https://ec.europa.eu/environment/basics/home_en.htm

Fenologické fázy [online]. ©2022. Zvolen: Technická Univerzita, Lesnícka fakulta [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://www.fenofazy.sk/sk /

FotonVR: Virtual Reality in Education [online]. ©2018. India: FotonVR [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://fotonvr.com/

From DNA to protein - 3D. C2017. *Yourgenome* [online]. Cambridge UK: yourgenome [cit. 2022-5-18]. Dostupné na internete: https://www.yourgenome.org/video/from-dna-to-protein

Global Forest Watch: Forest Monitoring Designed for Action [online]. ©2022. Washington, DC: GFW [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://www.globalforestwatch.org/

GRE Biology Test Practice Book [online]. 2017. ETS [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: https://www.ets.org/s/gre/pdf/practice_book_biology.pdf

Inovovaný Štátny vzdelávací program. 2020 ©. *Štátny pedagogický ústav* [online]. Bratislava: ŠPÚ [cit. 2022-5-16]. Dostupné na internete: https://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/

Integrating Technology with Bloom's Taxonomy. © 2022. *ASU Arizona State Univetsity: Teach Online* [online]. Arizona: ASU [cit. 2022-5-20]. Dostupné na internete: https://teachonline.asu.edu/2016/05/integrating-technology-blooms-taxonomy/

Interactive biology simulations. © 2022. *R.K. Malik`s Newton Classes* [online]. Delhi: R.K. Malik`s Newton Classes [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://newtonclasses.net/interactive-biology-simulations /

Jindřich Krejča. © 2022. *BOTANY.cz* [online]. Praha: Česká botanická spoločnosť [cit. 2022-5-17]. Dostupné na internete: https://botany.cz/cs/krejca /

KH-XR: An Augmented Reality Biology Learning App. © 2018. *Kendall Hunt* [online]. Dubuque, IA: KH Publishing Company [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://www.youtube.com/watch?v=GXWa2A8OuwA

Lab X Change [online]. © 2022. USA: The President and Fellows of Harvard College [cit. 2022-5-17]. Dostupné na internete: https://www.labxchange.org/

Learn.Genetics [online]. ©2022. Utah [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://learn.genetics.utah.edu/

Lesná pedagogika [online]. 2019. Zvolen: Národné lesnícke centrum [cit. 2022-5-22]. Dostupné na internete: http://lesnapedagogika.sk/portal/

mRNA Translation (Advanced). © 2022. *DNA Learning Center - You Tube* [online]. USA: DNA Learning Center [cit. 2022-5-20]. Dostupné na internete: https://www.youtube.com/watch?v=TfYf_rPWUdY

New Version of Bloom's Taxonomy. *Quincy College* [online]. Quincy, MA: Quincy College [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://quincycollege.edu/wp-content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf

Olympiáda mladých vedcov [online]. 2010. Bratislava: ISJO.SK [cit. 2022-5-22]. Dostupné na internete: https://ijso.sk/

Phet interactice simulations [online]. ©2022. University Colorado: Phet [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://phet.colorado.edu/sk/

Plant a Seed & See What Grows [online]. ©2022. Canada: Plant a Seed & See What Grows Foundation [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://seewhatgrows.org/

Polls and Quizzes. © 2022. *Top Hat* [online]. Tophatmonocle [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: https://tophat.com/features/polls-and-quizzes/

Pre školy. 2011. *Vtáky* [online]. Bratislava: Slovenská ornitologická spoločnosť [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: http://vtaky.sk/stranka/66-Pre-skoly.html

Rasmussen University On-line library [online]. ©2022. USA: Rasmussen College, LLC. [cit. 2022-5-23]. Dostupné na internete: https://rasmussen.libanswers.com/

SCIO [online]. ©2022. Praha: SCIO [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: https://www.scio.sk/

Slovenský červený kríž [online]. ©2022. Bratislava: Slovenský červený kríž [cit. 2022-5-22]. Dostupné na internete: https://redcross.sk/

Slovenský zväz včelárov [online]. © 2007-2021. Bratislava: Slovenský zväz včelárov [cit. 2022-5-22]. Dostupné na internete: https://vcelari.sk/

Sosna [online]. ©2022. Družstevná pri Hornáde: Sosna [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://www.sosna.sk/

Summative assessment in science. © 2022. *The Science Teacher: science thinking resources and pedagogy* [online]. UK: thescienceteacher.co.uk [cit. 2022-5-24]. Dostupné na internete: https://thescienceteacher.co.uk/summative-assessment-in-science/

Synthace [online]. ©2022. Synthace [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://www.synthace.com/

Teachable Machine. © 2022. *Teachable Machine* [online]. -: Google [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://teachablemachine.withgoogle.com/train/image

The 10 Most Intersting Biology Research Topics. © 2022. *Best Colleges* [online]. BestColleges.com, a Red Ventures Company [cit. 2022-5-17]. Dostupné na internete: https://www.bestcolleges.com/blog/10-most-interesting-biology-research-topics/

Top 9 New Technology Trends for 2021: Custom Career Content. © 2022. *Miami Toppel Carier Center* [online]. Miami: MTCC [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://customcareer.miami.edu/blog/2021/06/30/top-9-new-technology-trends-for-2021/

Virtual Biology Lab: An inquiry-based learning enviroment [online]. ©2016. Virginia, USA: Virtual Biology Lab [cit. 2022-5-17]. Dostupné na internete: https://virtualbiologylab.org

Virtual Labs [online]. ©2022. Cairo: Virtual Labs [cit. 2022-5-17]. Dostupné na internete: https://virtualbiologylab.org

WOLFRAM Demonstrations Project [online]. ©2022. Colorado: WOLFRAM [cit. 2022-5-17]. Dostupné na internete: https://demonstrations.wolfram.com/

What is the Difference between Didactics and Pedagogy? © 2022. *Reflective Teaching Journal* [online]. Sherbrooke QB: Reflective Teaching Journal [cit. 2022-5-23]. Dostupné na internete: https://reflectiveteachingjournal.com/difference-between-didactics-and-pedagogy/

Záhrada, ktorá učí [online]. ©2018. Bratislava: Živica [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://zahradaktorauci.sk/

Zooinverse [online]. ©2022. USA: Zooinverse [cit. 2022-5-26]. Dostupné na internete: https://www.zooniverse.org/

Zoznam schválených učebníc, schválených učebných textov, schválených pracovných zošitov, odporúčaných učebníc a odporúčaných pracovných zošitov, na zakúpenie ktorých ministerstvo školstva poskytne školám finančné prostriedky - 2021. © 2022. *Edičný portál: Objednávanie učebníc* [online]. Bratislava: MŠVVaŠ SR [cit. 2022-5-25]. Dostupné na internete: https://edicnyportal.iedu.sk/Documents/Show/140

Sprievodca didaktikou biológie
Vysokoškolská učebnica

Autor: Doc. RNDr. Katarína Kimáková, CSc.

Vydavateľ: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Vydavateľstvo ŠafárikPress

Rok vydania: 2022
Počet strán: 154
Rozsah: 5 AH
Vydanie: prvé

ISBN 978-80-574-0105-6 (e-publikácia)