

Univerza v Mariboru
Fakulteta za naravoslovje in matematiko

PROJEKT: **Razvoj naravoslovnih kompetenc**

Didaktična gradiva/modeli (biološke vsebine) B1

Maribor, 2009

KAZALO

Uvodnik vodje projekta	8
Uvodnik koordinatorja področja	16
Povzetek opravljenega dela	17
Učinkovitost metode opazovanja pri pouku biologije v osnovni šoli	27
Problem raziskovanja	27
Raziskovalna vprašanja	30
Hipoteze	31
Rezultati obdelave podatkov pridobljenih z anketiranjem učencev in njihova interpretacija	32
REŠEVANJE PROBLEMОВ S POMOČJO OPAZOVANJA	53
ŽIVALI V SKLOPU FORMALNIH IN NEFORMALNIH OBLIK POUKA	63
TEORETIČNI PREGLED (za učitelje)	64
UČNA TEMA 1: DVOŽIVKE PRI POUKU	116
VPRAŠALNIKI	132
PREVERJANJE POZNAVANJA DVOŽIVK – vprašalnik pred poukom	161
UČNA TEMA 2 (v pripravi): Površinska napetost vode in vodni drsalci	168
LITERATURA	184
Primerjava treh načinov- klasične, računalniško podprtega realne in virtualne - izvedbe laboratorijskega dela na primeru vaje: Poraba kisika pri dihanju	191
Navodila za učitelje	192
Pretest - posttest: Vdih – izdih – vdih -	194
Vdih – izdih – vdih ... - navodila ZA KLASIČEN NAČIN	197
Vdih – izdih – Klasičen (delovni list)	199
Vdih – izdih – vdih ... - navodila ZA RAČ. PODPRT LABORATORIJ	200
Vdih – izdih – RPL (delovni list)	202
Vdih – izdih – vdih ... - navodila ZA SIMULACIJO	203
Vdih – izdih – simulacija (delovni list)	205
REŠITVE	206
Ali in koliko pripomore srednja šola k poznavanju biotehnologije oziroma kaj je dodana vrednost srednje šole na področju biotehnologije?	212
METODE	213
LITERATURA	219
ANKETA	221
Kompetence, ki jih razvijamo znotraj pouka biologije evolucije	227
NAVODILA ZA UČITELJA	228
DELOVNI LIST	232
NAVODILO ZA UČITELJA	233
NAVODILO ZA UČITELJA	236
NAVODILA ZA UČITELJA	239
EVOLUCIJA ČLOVEKA	257
Izbrane teme iz genetike v osnovni in srednji šoli	271
Teoretična izhodišča	271

Sodobni pouk genetike	285
PREDLOGI UČNIH ENOT IZ GENETIKE	313
Delovni list: Za učitelje (z rešitvami)	317
Delovni list: Chagraffovi podatki	321
Delovni list: Izolacija DNA.....	327
Delovni list: Mendlovi podatki	333
Delovni list: Multifaktorsko dedovanje	341
Učni list št. 1: Listi javorjev	350
Učni list št. 2: Zaporedje DNA pri treh listih javorjev.....	351
Delovni list št. 1: Razvrščanje javorjev s pomočjo DNA	352
Potek preizkušanja predlaganih tem	364
Modeli izkustvenega in proučevalnega učenja biologije.....	382
Osrednja vloga laboratorijskih preiskav na področju pouka naravoslovja	396
Pouk naravoslovnih predmetov na predmetni stopnji osnovne šole	401
ŽIVALI PRI POUKU.....	408
vivaristika	419
GRADIVA ZA POUK	425
Učna enota: Je ali ni živo? Del 1: Lepilčki	446
UČNI LIST	450
UČNI LIST	451
VPRAŠALNIKI	474
Učni list - KAKO MIKROSKOPIRAMO.....	487
Učni list - PRIPRAVA MOKREGA PREPARATA	489
Učni list -ŽIVLJENJE V KAPLJICI VODE.....	490
Učni list – Merjenje z mikroskopom	493
Deževnik pri pouku	494
Vprašalnik 1.....	496
Vprašalnik 2.....	499
GOJIŠČE ZA DEŽEVNIKE.....	501
Učni list	503
NAVODILA ZA UČITELJE.....	506

Urednik

dr. Andrej Šorgo

Uredniški odbor

dr. Jana Ambrožič Dolinšek, dr. Barbara Bajd, Terezija Ciringar, dr. Brigita Kruder, Bojana Mencinger Vračko, dr. Jelka Strgar, dr. Andrej Šorgo, mag. Andreja Špernjak, Iztok Tomažič, mag. Drago Vrščaj, Eva Ferk

A. OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

A.1. Naslov projekta:

RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

A.2. Tip projekta:

Strateški razvojno - raziskovalni projekt

A.3. Naročnik:

MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

Masarykova 16, 1000 Ljubljana

A.4. Nosilec projekta:

A.4.1. Odgovorni nosilec in vodja projekta:

Nosilec: prof. dr. Ivan Rozman, rektor UM

Vodja: prof. dr. Ivan Gerlič, FNM

A.4.2. Pogodbena stranka za izvedbo projekta:

Univerza v Mariboru

Slomškov trg 15, 2000 Maribor

s članico

Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Koroška cesta 160, 2000 Maribor

A.5. Projektna skupina:

A.5.1. Vodstvo projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta), dr. Nataša Bukovec (koordinatorica zunanjih sodelavcev)

A.5.2. Programski svet projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), mag. Vladimir Grubelnik (sokoordinator

področja skupnih predmetov), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), dr. Marjan Krašna (računalniška podpora projekta), Eva Ferk (administracija)

A.5.3. Programsko vodstvo projekta:

dr. Ivan Gerlič (vodja projekta), mag. Robert Repnik (koordinator projekta, koordinator področja fizike, osnovnih šol in vrtcev), dr. Andrej Šorgo (koordinator področja biologije), dr. Jelka Strgar (sokoordinatorica področja biologije), mag. Andreja Špernjak (pomočnica koordinatorja za področje biologije), dr. Gorazd Planinšič (sokoordinator področja fizike), dr. Nika Golob (koordinatorica področja kemije), dr. Nataša Bukovec (sokoordinatorica področja kemije, koordinatorica zunanjih sodelavcev), dr. Margareta Vrtačnik (sokoordinatorica področja kemije), dr. Samo Fošnarič (koordinator področja skupnih predmetov), mag. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), Milena Pačnik (koordinatorica področja osnovnih šol s prilagojenim programom), dr. Marjan Krašna (računalniška podpora projekta)

A.5.2. Strokovni sodelavci:

dr. Jana Ambrožič Dolinšek, dr. Barbara Bajd, dr. Zlatko Bradač, mag. Tomaž Bratina, dr. Nataša Bukovec, Terezija Ciringer, Miroslav Cvahte, dr. Mojca Čepič, dr. Iztok Devetak, Franc Dretnik, Sergej Faletič, dr. Vesna Ferk Savec, Matjaž Fistravec, Andrej Flogie, dr. Samo Fošnarič, dr. Ivan Gerlič, dr. Saša Aleksij Glažar, dr. Andrej Godec, dr. Nikolaja Golob, dr. Ana Gostinčar Blagotinšek, dr. Nataša Gros, mag. Vladimir Grubelnik, dr. Vlasta Hus, Miha Kos, dr. Marjan Krašna, dr. Brigita Kruder, dr. Bojan Kuzma, dr. Alenka Lipovec, mag. Janja Majer, dr. Marko Marhl, Maja Martinšek, dr. Dragan Marušič, Bojana Mencinger Vračko, Andrej Nemec, dr. Amand Papotnik, Jerneja Pavlin, Igor Pesek, dr. Gorazd Planinšič, Martina Rajšp, mag. Robert Repnik, Samo Repolusk, dr. Darinka Sikošek, dr. Jelka Strgar, dr. Andrej Šorgo, mag. Andreja Špernjak, Matejka Tomazin, Iztok Tomažič, dr. Nataša Vaupotič, Jernej Vičič, Luka Vidic, dr. Janez Vogrinc, mag. Drago Vrščaj, dr. Margareta Vrtačnik, dr. Katarina Senta Wissiak Grm, dr. Blaž Zmazek, dr. Janez Žerovnik

A.5.2. Učitelji:

A.5.2.1. Srednje šole:

Jelka Avguštin, Dragomir Benko, Daniel Bernad, Jožica Brecl, Darko Briški, Irena Česnik-Vončina, Matej Forjan, Zdravka Hajdinjak, Felicita Hromc, Katja Holnthaner Zorec, Jasmina Jančič, Zdenka Keuc, Saša Kocijančič, Andrej Marhl, Marjanca Poljanšek, Hedvika Popič, Peter Sekolonik, Milenko Stiplovšek, Katja Stopar, Karmen Vidmar, Marko Žigart

A.5.2.1. Osnovne šole in vrtci

Romana Bezjak, Martina Črešnik, Jasna Romana Čuješ, Robert Dimec, Mojca Dobnik Repnik, Neda Golmajer, Lidija Grubelnik, Senka Jauk, Marjeta Križaj, Samo Lipovnik, Jakica Mravljak, Jasna Novak, Damjan Osrajnik, Milena Pačnik, Davorka Pregl, Tanja Štefl, Mladen Tancer, Diana Tavčar Ročenovič, Alenka Vilar, Samo Zanjekovič, Jasna Žic

A.6. Raziskovalno polje

A.6.1. Predmetna področja:

1. Biologija
2. Fizika
3. Kemija
4. Skupni predmeti – Matematika, Tehnika, Računalništvo, Razredni pouk, Osnovna šola s prilagojenim programom

A.6.2. Stopnja:

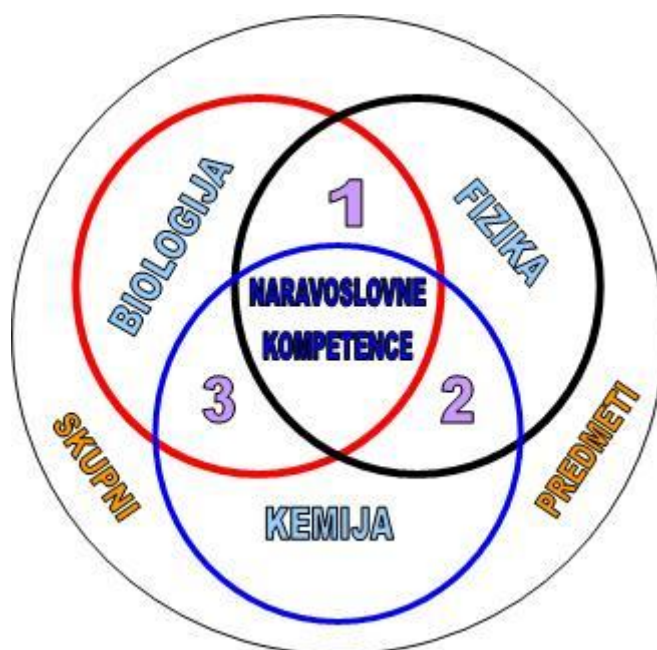
Vrtci, osnovne šole (razredna in predmetna stopnja), osnovne šole s prilagojenim programom in srednje šole.

Uvodnik vodje projekta

prof. dr. Ivan Gerlič

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Pred nami je četrto poročilo projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc«, s katerim v osnovi zaključujemo delo prvega vsebinskega sklopa, katerega cilji so bili priprava strokovne podlage in priprava prvih didaktičnih gradiv v kontekstu novih znanstvenih spoznanj naravoslovnih strok (biologije, fizike, kemije) in t.i. skupnih predmetnih področij (predšolskega in zgodnje šolskega obdobja (razredna stopnja), šol s prilagojenim programom ter za naravoslovje še posebej pomembnih korelativnih predmetov, to je matematike, tehnike ter računalništva in informatike) ter sodobnih didaktičnih strategij v širšem in ožjem smislu (slika). Strokovne podlage prvega sklopa so predstavljale analize



Slika 1: Strukturalni model projekta "Razvoj naravoslovnih kompetenc"

naravoslovne pismenosti oziroma proučevanje nabora naravoslovnih kompetenc v šolski vertikali od prve triade devetletke do konca srednje šole – gimnazije (pa tudi dalje), saj nam je jasno (razvojno-raziskovalno delo to tudi

nakazuje), da osnovnih naravoslovnih kompetenc učenci ne pridobijo le v tretji triadi in v srednji šoli, ampak tudi v predšolski vzgoji in nato v prvi in drugi triadi devetletke. Zato je utemeljen in pomemben cilj projekta tudi preverjanje, do kakšne mere usvojijo naravoslovne kompetence otroci tik pred vstopom v šolo, otroci, ki so v oddelkih za otroke s posebnimi potrebami, nato osnovnošolski otroci in seveda srednješolci. Eden od pomembnih strokovnih podlag za doseganje zastavljenih ciljev je bil tudi izbor in kurikularno vključevanje aktualnih in za učence - dijake zanimivih novih znanstvenih spoznanj.

Biološka skupina je tokrat obdelala sedem vsebinsko in raziskovalno zanimivih prispevkov, ki so po mnenju koordinatorja osnutki gradiv, pripravljeni, da jih bodo preverili v praksi v naslednjih dveh projektnih obdobjih. Le te so:

- Učinkovitost metode opazovanja pri pouku biologije v osnovni šoli
- Živali v sklopu formalnih in neformalnih oblik pouka.
- Primerjava treh načinov- klasične, računalniško podprtega realne in virtualne - izvedbe laboratorijskega dela na primeru vaje: Poraba kisika pri dihanju.
- Ali in koliko pripomore srednja šola k poznavanju biotehnologije oziroma kaj je dodana vrednost srednje šole na področju biotehnologije?
- Kompetence, ki jih razvijamo znotraj pouka biologije evolucije.
- Izbrane teme iz genetike v osnovni in srednji šoli.
- Modeli izkustvenega in proučevalnega učenja biologije.

Fizikalna skupina je pripravila šest prispevkov, katerih avtorji so po mnenju koordinatorja uporabili precej raznovrstne učne strategije za uporabo v šolski praksi, osredotočili pa so se tudi na krepitev in ocenjevanje razvoja različnih generičnih in specifičnih kompetenc; naslovi prispevkov so:

- Uspešnost tradicionalnih učnih metod pri vnašanju sodobnih znanstvenih dognanj v pouk fizike v osnovni šoli.

- Gostota, vzgon in plavanje.
- Kocke in črna škatla v elektriki.
- Razvoj astronomije in vezave uporov
- Serviranje pri tenisu
- Raziskovanje ravnovesja pri vrtenju

Tudi kemijska skupina je pripravila kar enajst prispevkov, ki bodo predstavljene učiteljem praktikom, le ti jih bodo preizkušali pri delu v šoli, nakar sledi evalvacija in dopolnjena gradiva. Zanimivo za to skupino je, da je kar nekaj avtoric svoja gradiva pripravilo v obliki elektronskega gradiva, ki poleg samega e-gradiva vključujejo še navodila za učitelje in učence ter evalvacijo. Naslovi prispevkov so:

- Izbor in analiza nalog iz preverjanja znanja TIMSS 2007 glede na kemijske kompetence zasnovane v okviru projekta.
- Pena, pena. Aspartam, da ali ne?
- »Ali ješ zdravo?«-Lipidi
- Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin
- Medmolekulske sile: pojmovne sheme. Vijačni tekoči kristali kot temperaturni senzorji
- Vodeno Aktivno Učenje Kemije – VAUK
- Termodinamski pristop k obravnavi energijskih sprememb pri kemijskih in fizikalnih procesih
- Razvoj novih aktivnosti za pripravo učnih gradiv za razvoj naravoslovnih kompetenc – kemijsko ravnotežje.
- Kdaj voda vre? Kaj je pri vrenju vode posebnega?
- Hidroliza škroba
- Razvrščanje - Katere so skupne lastnosti?

Dejavna je bila tudi skupina na področju skupnega naravoslovja in podpornih predmetov, ki je pripravila niz gradiv, ki se nanašajo na biološke, fizikalne in kemijske teme predvsem v predmetih Spoznavanje okolja in Naravoslovje, razen tega pa še na matematiko, tehniko in računalniške vsebine; sem spadajo tudi predšolska vzgoja otrok in šole za učence s posebnimi potrebami. Pripravili so osem prispevkov, in sicer:

- Gradiva z novimi vsebinami iz fizike za vzgojiteljice v vrtcih (svetloba, voda, vpojnost različnih materialov, elektrostatika).
- Gradiva za dejavnosti na temo lastnosti snovi pri predšolskih otrocih.
- Igrajmo se z vodo.
- Konstruktivistični model poučevanja in učenja pri predmetu spoznavanja okolja.
- Didaktični petkotnik (gradiva na medmrežju).
- Razvijanje generičnih kompetenc naravoslovnih predmetov v okviru obravnave dinamičnih sistemov pri predmetu Naravoslovje in tehnika v 4. in 5. razredu OŠ.
- Preizkušanje načrtovanih kompetenc za tehnično – tehnološko ustvarjalnost s projektno nalogo.
- Eksperimentalno delo pri naravoslovju v osnovnošolskem programu z nižjim izobrazbenim standardom.

Zbrana in v nadaljevanju podrobneje predstavljena gradiva so raznolika, zanimiva in pokrivajo dovolj široko tematiko naravoslovnih in podpornih predmetov. Raznovrsten je tudi nabor generičnih, še bolj pa predmetno specifičnih kompetenc. Večina gradiv vključuje pedagoški eksperiment kot evalvacijski instrument s tradicionalno strukturo: pred-test – eksperiment – po-test. V tej fazi projekta so se sicer pojavile dokaj velike razlike med avtorji v obliki in predvsem strukturi pred-testov in po-testov, npr. ali so vprašanja in odgovori izbirnega ali opisnega tipa in podobno, pa tudi v obliki napotkov za

učitelje in delovnim materialih (delovni lesti...) za učence. Vsekakor je različnost dobrodošla in tudi nujna, ustreznemu poenotenju pa bo v nadaljevanju gotovo potrebno posvetiti večjo pozornost.

Nobenega dvoma ni, da mora imeti učitelj sam dobro razvite kompetence, če jih hoče »vcepiti« učenecem. Predvsem pa si mora biti na jasnem, kaj kompetence pravzaprav so. Zato so zbrana gradiva za učitelje za testiranje učenčevih kompetenc dobrodošel zgled, na primer, kako naj bodo sestavljeni vprašalniki, da res preverjajo tudi elemente kompetenc, ne samo faktografskega znanja. Razveseljivo je namreč, da se je večji del avtorjev gradiv tega v splošnem dobro zavedala (še posebej fizika) in pripravila primerna gradiva za to nalogo.

Avtorji so uporabili različne strategije za razvijanje in preverjanje kompetenc. Nekaterim se zdijo pomembnejše nekatere od kompetenc, zato so se osredotočili nanje, pripravljeni pa so jih razvijati in testirati v daljšem obdobju. Drugi bi raje testirali čim več kompetenc, zato pa imajo na voljo manj časa. Opaziti je tudi, da so pristopi h pripravi in ustreznemu testiranju gradiv, ki so jih ubrali avtorji, bolj odvisni od starostne skupine učencev kot od specifičnih predmetov. Nekateri so svoje predloge (prijeme, načine dela, itd.), ki so jih uporabili v svojih gradivih, priporočili za uporabo tudi pri drugih predmetih, a za približno enako starostno skupino učencev. Takšna priporočila se zdijo smiselna. Veliko zamisli, ki se rodijo pri strokovnjaku enega od naravoslovnih predmetov (biologiji, fiziki ali kemiji), se da takoj uporabiti pri drugih dveh.

Skupaj s koordinatorji za posamezna področja ugotavljamo, da učni načrti sami po sebi sicer omogočajo učinkovito razvijanje učenčevih predmetno specifičnih in splošnejših kompetenc, le da te možnosti niso dovolj izkoriščene. Učitelji so preveč orientirani v golo znanje učencev, premalo pa v

kompetence, ki med drugim vsebujejo tudi odnose. Vseživljenjska korist dobro razvitih predvsem splošnejših (generičnih) kompetenc, kot je sposobnost zbiranja informacij in drugih, je očitna. Razen tega je iz komentarja v gradivih zaznati, da bi pravočasno pospeševanje razvoja generičnih kompetenc pri pouku naravoslovnih vsebin – torej že v najnižjih razredih OŠ in celo v predšolski vzgoji – imelo kot dodatni učinek lažje osvajanje znanj v višjih razredih. Razumljivo je, da se gradiva posameznih naravoslovnih strok (BI, FI, KE) predvsem osredotočajo na razvijanje predmetno specifičnih kompetenc ter tudi generičnih kompetenc, a na "čistih" tematskih področjih določene naravoslovne stroke.

Kot smo že omenili, so podporna področja dobro "lepilo" med osnovnimi naravoslovnimi strokami, kar dokazujejo tudi pripravljena gradiva. Ker gre pri skupnem področju predvsem za gradiva, namenjena preverjanju do nivoja srednje šole, se avtorji v njih ukvarjajo predvsem z razvojem generičnih kompetenc, manj s predmetno specifičnimi kompetencami. Je pa tudi ta razvoj prisoten v določenih gradivih. Podporna področja so za razvoj naravoslovnih kompetenc izrednega pomena, saj zlahka razumemo težave učencev in dijakov pri posameznih osnovnih naravoslovnih področjih v zadnjem triletju osnovne šole ter v srednji šoli tako na področju znanj, odnosov do naravoslovnih premetov in še posebej pri usvojenosti prenosljivih naravoslovnih kompetenc, če se zavedamo dejstva, da je bilo v starostnem obdobju predšolske vzgoje ter prvega in drugega triletja osnovne šole veliko preveč zamujenega. Da bi bilo v prihodnje boljše, so bila za ravno ta tri starostna obdobja pripravljena didaktična gradiva, ki bi - tako upamo - intenzivno pripomogla k boljšemu razvijanju naravoslovnih kompetenc že v tem obdobju. S tem bi se pripravila dobra podlaga za lažje delo v zadnjem triletju osnovne šole ter v srednji šoli.

Na koncu bi lahko naš kratki pregled in globalni uvodnik sklenili z naslednjimi priporočili za nadaljnje delo:

- Glede na starostno lestvico je večina načrtovanih dejavnosti usmerjena v konec osnovne in začetek srednje šole. V nadaljevanju projekta bo nujno potrebno dodatno pozornost (povezovalno) usmeriti predvsem v nižje razrede osnovne šole ter poklicne in strokovne šole. Tabelačni pregled (po vzoru biologov) bo zelo dobrodošel in koristen (mogoče še dopolnjen z določenimi generalijami pomembnimi za projekt).
- Domisliti bo potrebno dejavnosti s katerimi bi »pokrili« bele lise v vsebinski pokritosti, čeprav prav vseh poglavij ne bo mogoče preveriti. Pri tem mislimo predvsem na redni program, pa tudi na izbirni in še posebej na vnašanje novitet (primer fizikov), ki bi dodatno motivirale učenca za naravoslovje.
- Ob vsem spoštovanju klasičnih metod bi si več pozornosti zaslužilo preverjanje strategij in modelov za uporabo IKT po celotni vertikali. Digitalno kompetenco kot generično kompetenco, bo potrebno razpresti na vsa področja tudi v smislu podrobnejših analiz in definicij specifičnih kompetenc.
- Ob obravnavi strategij je več ponavljanja, tako da bi bilo dobro, da vsi avtorji, ki vključujejo določeno strategijo pristopijo čim bolj timsko, tako v sklopu pedagoškega eksperimenta, pripravi gradiv za učitelja in za učence, kot v evalvacijskem delu. Prav tako za sedaj še manjka kompleksnejših dejavnosti v katerih bi se združili strokovnjaki dveh ali več področij pri obravnavi skupne teme ali objekta z več različnih vidikov.
- In ne nazadnje za učitelje in delo v razredu bo iz obstoječih gradiv potrebno pripraviti ustrezna navodila in jih po koncu testiranja ustrezno dopolnjena in popravljena urediti in napraviti dostopna za šole.

Kaj nas čaka v drugem vsebinskem sklopu? Glavni cilj tega dela projekta bo gotovo preverjanje didaktičnih gradiv oz. modelov v šolski praksi. Učitelji

praktiki bodo samostojno oziroma ob pomoči avtorjev gradiv preverjali in sproti evalvirali rezultate posameznih modelov, oziroma didaktičnih strategij v šolah. Učitelji se bodo dodatno usposabljali za svoje delo v razredu na delavnicah, na zaključni delavnici pa predstavili rezultate svojega dela širšemu krogu učiteljev. Za izvedbo preverjanja didaktičnih gradiv oz. modelov, ki morajo biti in bodo eksperimentalno in izkustveno naravnani, bodo razviti in izdelani tudi določeni učni pripomočki itd.

Pomembna aktivnost drugega vsebinskega sklopa bo tudi izdelava publikacij v tiskani in elektronski obliki ter izobraževanje sodelujočih strokovnjakov z aktivno udeležbo na mednarodnih kongresih iz področja naravoslovnih didaktik (primarna in sekundarna desiminacija projekta).

Uvodnik koordinatorja področja

dr. Andrej Šorgo

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Delo v juliju in avgustu 2009, je bilo nadaljevanje aktivnosti:

S1.02

Opredelitev naravoslovnih kompetenc za posamezne starostne skupine učencev/dijakov, ki so skupne vsem naravoslovnim strokam; opredelitev kompetenc, ki interdisciplinarno povezujejo naravoslovne stroke med seboj.

Rezultat: Kompetence naravoslovne pismenosti, skupne vsem naravoslovnim strokam.

Kazalnik: Izhodišča nove didaktike naravoslovja –strokovno gradivo 2.

S 1.03 ter S 1.06

Kompetence specifične za posamezno stroko (biologija) v šolski vertikali in težave, ki so po mednarodnih evalvacijah evidentirane v našem šolskem prostoru (TIMSS, PISA 2006) ter predlogi za odpravo teh pomanjkljivosti

Rezultat: Kompetence specifične za biološke vsebine v šolski vertikali

Kazalnik: Izhodišča nove didaktike naravoslovja-strokovno gradivo 3.

Pregled in izbor novih znanj (znanstvenih dognanj in sodobnih didaktičnih strategij) na področju kemije, biologije in fizike, ki jih je smiselno oziroma potrebno vključiti v šolo.

Rezultat: *Pregled in izbor znanstvenih tem in sodobnih specialno-didaktičnih strategij/modelov (kemija, biologija, fizika).*

Kazalnik: *Izhodišča nove didaktike naravoslovja-strokovno gradivo 6.*

s ciljem pripraviti dejavnosti in ustrezna gradiva **(S1.07)**, ki bi jih lahko učitelji praktiki vpeljali in testirali v jesenskem obdobju opredeljenim kot:

Priprava didaktičnih gradiv/modelov (biologija) za preverjanje v šolski praksi za prvo in drugo četrtno leto leta 2010 (1.10.2009-30.3.2010)

Rezultat: *Didaktična gradiva/modeli (biološke vsebine) B1*

Kazalnik: *didaktična gradiva za poučevanja v naravoslovju- gradivo B1*

POVZETEK OPRAVLJENEGA DELA

Predmet poučevanja biologije je vsebinsko izredno obširen. Glede na objekt obravnave (veda o življenju) se na vsebinskem nivoju srečamo z več problemi:

- 1) s problemom obravnave izrednega števila vrst, kar je v praksi moč razrešiti le z obravnavo posameznih izbranih modelnih organizmov in na njihovi osnovi izpeljanih primerjav in generalizacij.

- 2) Naslednji problem je obravnava različnih hierarhičnih organizacijskih nivojev živega, od (atomov, molekul) celice preko tkiv, organov, organskih sistemov in organizmov do ekosistemov. Pestrost in razlike med posameznimi kategorijami organizmov so lahko izredno velike, generalizacije pa velikokrat niso možne.
- 3) Izredno kompleksnostjo in zapletenostjo življenjskih procesov, ki so resda v temelju zelo podobni, na nivoju posamezne skupine pa se lahko med seboj zelo razlikujejo (npr. pridobivanje hrane pri rastlinah in živalih, različni organizacijski tipi celic, ipd.).
- 4) Vklapljanju biologije v družbeni kontekst, saj so organizmi, vključno s človekom, temelj za delovanje družbe in osnova biotehnološkim procesom v razponu od kmetijstva do sodobnih tehnik genkega inženiringa.
- 5) Zaradi izredne kompleksnosti predmeta proučevanja so zapletene tudi metodologije raziskovalnega in proučevalnega dela v biologiji in sorodnih bioloških panogah.
- 6) Vso to kompleksnost pa povzemajo pedagoško didaktične metode, ki bi jih moral poznati učitelj biologije.

Prispevki posameznih avtorjev so osnutki gradiv, ki jih bomo preverili v praksi v naslednjih dveh projektnih obdobjih. In obravnavati jih moramo natanko tako, kot osnutke, ki bodo deležni številnih sprememb in popravkov. V nasprotnem primeru testiranje z učenci sploh ne bi bilo potrebno, saj bi bila že v zasnovi popolna.

	Učinkovitost metode opazovanja pri pouku biologije v osnovni šoli	Živali v sklopu formalnih in neformalnih oblik pouka	Primerjava treh načinov- klasične, računalniško podprtega realne in virtualne - izvedbe laboratorijskega dela na primeru vaje: Poraba kisika pri dihanju	Ali in koliko pripomore srednja šola k poznavanju biotehnologije oziroma kaj je dodana vrednost srednje šole na področju biotehnologije?	Kompetence, ki jih razvijamo znotraj pouka biologije evolucije	Izbrane teme iz genetike v osnovni in srednji šoli	Modeli izkustvenega in proučevalnega učenja biologije	Deževnik pri pouku
	B.Kruder	I. Tomažič	A. Špernjak; A.Šorgo	J. Ambrožič- Dolinšek,T. Ciringner	B. Bajd	J. Strgar	D. Vrščaj	B. Mencinger Vračko
1-3					✓			
4-5			✓		✓			
6-7	✓	✓	✓		✓		✓	✓
8-9	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
SŠ-gim		✓		✓	✓	✓	✓	
SŠ-pokl					✓			

Tabela 1: Ciljne skupine in vsebinska pokritost

Mag. Brigita Kruder je zasnovala gradiva namenjena preverjanju na predhodni raziskavi izvedeni na reprezentativnem vzorcu učencev šestih in osmih razredov. Samo strinjamo se lahko z avtoričino ugotovitvijo: *»Opazovanje je kot temeljna spretnost potrebna za učinkovito razvijanje naravoslovno matematične kompetence. Predstavlja temelj naravoslovnih metod dela.... Če pogledamo temeljne naravoslovne pismenosti oziroma generične kompetence ugotovimo, da je vsem skupna uporaba metode opazovanja. Brez učinkovitega opazovanja je nemogoče zbirati in urejati podatke, jih obdelovati, načrtovati poizkuse in opazovanja, meriti, razvrščati ali raziskovati. Pod tem terminom ne razumemo le vizualnega zaznavanja ampak celosten proces zbiranja in obdelave informacij, način učenja, ki iz tega izhaja in pedagoško učno metodo s katero učence vodimo pri tem....Tako si lahko ustvarijo jasne in konkretne predstave o opazovanih objektih.«* Metoda opazovanja je prvovrstna generična kompetenca, ki bi jo morali v šolah še posebej poudarjati. Zaradi napačne predstave, da je sposobnost zaznavanja okolja s čutili prirojena, sposobnosti pa so z izjemo posameznih bolezenskih odklonov pri vseh enake, je ta spretnost po krivem zanemarjana (tudi že v izobraževanju učiteljev).

Avtorica je preverjala naslednje hipoteze:

H 1 Opazovanje je bolj učinkovito če je vodeno.

Tako opazovanje je usmerjeno na podrobnosti, ki so pomembne, ali pa vsebujejo kriterije (velikost, oblika, barva, število, položaj, relacije in odnosi);

H 2 Čustvene reakcije na opazovane objekte pri učencih vzpodbudijo zanimanje za objekte, tudi če so negativne.

H 3 Učence bolj pritegnejo/motivirajo živi organizmi.

Živi organizmi dajejo večplastno informacijo, ne le o obliki in zgradbi telesa, ampak tudi o načinu premikanja, življenjskem prostoru, odnosih z drugimi organizmi, načinu rokovanja z njimi ali svarilnih informacijah. Zato predvidevamo, da mora tako opazovanje, še posebej če je neusmerjeno trajati dalj časa, kot če izberemo le del organizma (npr. obustne dele) ali didaktični material in opazujemo vodeno.

H 4 Učenci učinkoviteje opazujejo, če si učitelji zastavijo cilj razvijati spretnosti potrebne za dobro opazovanje.

Študija predstavlja dobro osnovo za delo v prihodnje. Zasnove vaj za vzpodbujanje spretnosti opazovanja pa bi bilo v prihodnosti preveriti še na vzorcih iz drugih starostnih skupin. Kot rezultat bi lahko nastale strategije za vodeno opazovanje. Ker opazovanje ni le domena biologije bi lahko predlagali povezavo (treh) strokovnjakov biologije, kemije in fizike v skupno projektno podskupino, ki bi podala skupna priporočila in pripravila strategije za polni razvoj te temeljne kompetence na področju naravoslovja

Dr. Izток Tomažič v svojem prispevku z naslovom »Živali v sklopu formalnih in neformalnih oblik pouka« najprej temeljito predtavi teorijo, ki jo zahteva obravnava živih organizmov. Zanimiva je povzeta ugotovitev, da učitelji fizike in kemije mnogo redkeje vključujejo v pouk žive živali ali njihove dele, kakor biologi, ki poučujejo isti predmet. Tujo trditev bi kazalo preveriti v naši šolski praksi, saj če velja, je nujno potrebno ukrepati. Biologija je namreč veda o življenju in zahteva poučevanje o živem, z živim in za živo in to ne glede, kakšno izobrazbo ima učitelj. V primerjavi z ostalimi avtorji je pomembna komponenta njegovega proučevanja namenjenega izpeljavi strategij namenjenih vzpodbujanju odnosa do »gnusnih« organizmov. In kot je zapisal

avtor: »Naše raziskovanje odnosa bo temeljilo na proučevanju posameznih komponent odnosa. Zanima nas, kako učinkovito spreminjati te komponente in oblikovati primeren odnos učencev do živali in narave. Ta metodologija je intenzivno preverjana v praksi, s pomočjo katere bomo dobili rezultate, ki bodo primerljivi z rezultati drugih raziskav.«

Avtor bo v šolski praksi preverjal dve gradivi. Prvo ima naslov dvoživke pri pouku in je bolj biološko naravnano, medtem , ko se v gradivu o vodnih drsalcih nakazujejo pomembne medpredmetne povezave.

Drugim biološkim avtorjem in avtorjem drugih predmetnih področij bi lahko priporočili vzorec tabel namenjenih čekiranju doseženih kompetenc. Prav tako bi bilo mogoče prirediti ali neposredno uporabiti skrbno sestavljene vprašalnike namenjene evalvaciji.

Mag. Andreja Špernjak in dr. Andrej Šorgo izhajata iz spoznanja, da lahko z vpeljevanjem računalniško podprtega dela v laboratorijsko in eksperimentalno delo v pri pouku biologije in naravoslovja učenci razvijajo digitalno kompetenco in simultano večje število generičnih kompetenc. Predhodna razmišljanja in pilotske izvedbe vaj celo nakazujejo, da je to morda celo metoda s katero je moč razvijati največje število generičnih kompetenc hkrati. Avtorja sta se namenila primerjati razlike v doprinosu k znanju treh različnih oblik laboratorijskega dela, to je virtualne ter računalniško podprte in klasične izvedbe vaje. Izbran primer je pljučno dihanje. Pridobljene rezultate bo mogoče prenesti in preveriti še pri drugih predmetih, kjer je v rabi računalniško poprto eksperimentiranje.

Dr. Jana Ambrožič-Dolinšek ter Terezija Ciringer sta se lotili družbeno-znanstvene teme, ki povezuje biologijo z aktualnimi družbenimi temami. Naslov teme je »Ali in koliko pripomore srednja šola k poznavanju

biotehnologije oziroma kaj je dodana vrednost srednje šole na področju biotehnologije?» S predhodno raziskavo nameravata avtorici preveriti (1) demografske podatke; (2) znanje; (3) stališča; (3) sprejemljivost gensko spremenjenih organizmov (GSO) ter (5) spretnost reševanja problemov. Osrednja pozornost pa ne bo v tolikšni meri usmerjena na vpeljavo novih vsebin, saj je obstoječi učni načrt že tako preobložen z njimi, temveč preveriti strategije, kako obstoječe teme izpeljati na način, da bi z njimi dijaki okrepili kar največje število kompetenc. Rezultat naj bi bil strategija poučevanja zasnovana na aktivnem in na učenca osredinjenem pouku, ki bi jo bilo mogoče v kar največji meri uporabiti še na drugih področjih biologije in drugih naravoslovnih predmetih.

Dr. Barbara Bajd se je lotila ene od najkompleksnejših, za mnoge pa tudi najpomembnejše biološke teme sploh. Evolucija je namreč tisto lepilo, ki povezuje sicer mnogokrat razdrobljeno in nepopolno biološko znanje v celoto. Naslov prispevka je *»Kompetence, ki jih razvijamo znotraj pouka biologije evolucije«*. Razvila je strategijo poučevanja, ki vodi učenca s pomočjo številnih dejavnosti k razumevanju evolucije že od praktično prvega dneva vstopa v šolo do zaključka šolanja z maturo. Največja prednost, a hkrati pomanjkljivost, zaradi katere jo bo zelo težko preveriti v praksi, je prav njena celovitost. Z eno posamezno dejavnostjo lahko učenec sicer mnogo pridobi, se pa lahko iztrgana iz konteksta izgubi njena dodana vrednost usmerjena k celoti. Žal projekt ne bo trajal dovolj dolgo, da bi lahko spremljali nekaj razredov učencev od prvega šolskega dne do zaključka šolanja in jih primerjali z njihovimi sošolci. Bo pa še potrebno do konca obdobja domisliti meristične inštrumente za merjenje dodane vrednosti vsake posamezne aktivnosti v primerjavi s kontrolo.

Dr. Jelka Strgar je izbrala za nosilno temo, ki učencem v šoli zaradi zapletenosti predstavlja veliko težavo. Po drugi strani pa prav genetika spada

med najbolj propulzivne panoge biologije in temu sledi tudi trend njenega vključevanja v učne načrte. V gradivu z naslovom »Izbrane teme iz genetike v osnovni in srednji šoli« v teoretičnem delu predstavlja najpogostejše napačne predstave, ki bi jih moral učitelj v procesu poučevanja nujno odpraviti, saj predstavljajo bariero za sprejem novih spoznanj. Nakazuje probleme povezane v prehodu od konceptualnega h proceduralnemu znanju, saj se učenci genetike vse prevečkrat učijo na pamet in niso sposobni pridobljenega znanja povezovati. Poučevanje je zato potrebno izvesti po sistemih, ki zahtevajo od učencev iselne napore in vključevanje višjih kognitivnih ciljev v pouk. Analizirani so cilji v gimnazijskem programu v luči kompetenc. In kot je zapisala avtorica: *»Učenci pri obravnavi učnih tem, ki smo jih predvideli, pridobivajo novo znanje s pomočjo dejavnosti. Te so zasnovane tako, da učence vključijo fizično in predvsem miselno, poudarek je na tem, da učenci poskušajo sami načrtovati delo, zato je, kjer je le mogoče, navodilo tako, da ne daje predpisanih zaporednih korakov, po katerih naj delo poteka, temveč je prepuščeno učencem samim, da se o tem odločajo. Dejavnosti izhajajo iz predznanja, ki ga imajo učenci o genetiki, torej upoštevajo tudi morebitne naivne, napačne in alternativne predstave, ter jih smiselno spreminjajo, tako da učenci postopoma konstruirajo strokovno pravilno znanje genetike.«* Predstavljenih je večje število dejavnosti, bodisi iz klasične, bodisi iz sodobne genetike, ter določena metodologija za evalvacijo. Ocenjujem, da je tema tipično biološka in se le v posameznih elementih povezuje s kemijo (npr., zgradba DNK). Kot je avtorica sama ugotovila pa bo izvedba posamezne teme časovno zahtevnejša kakor »klasično« podajanje snovi, zato se bo nujno potrebno zateči k načelu »manj je več«.

Mag. Dušan Vrščaj predstavlja v prispevku z naslovom *»Modeli izkustvenega in proučevalnega učenja biologije«*. Teoretskemu uvodu, v katerem utemeljuje pomen in predstavlja strategije izkušenskega in doživlajskega učenja. Vpelje

pojem raziskovalnega učenja, kjer bi veljalo slediti priporočilom NSTA, ki priporoča vsem srednješolskim učiteljem (K-16), »da vključijo znanstveno raziskovanje kot osrednje dogajanje v naravoslovni učilnici. Izvajanje dejavnosti znanstvenega raziskovanja pomaga zagotoviti, da učenci razvijajo globoko razumevanje naravoslovja in znanstvenega raziskovanja.« Priporočilo pa ni namenjeno le biologom, temveč bi ga veljalo uveljavljati na vseh področjih naravoslovja. V nadaljevanju argumentira potrebo po vključevanju živih organizmov v poukin ponuja nekaj vaj s katerimi bi bilo mogoče razvijati ne le vsebinskih temveč tudi generične spretnosti, kot je to merjenje z mikroskopom..

Po pregledu vseh prispevkov bi lahko sklenili z naslednjimi priporočili za nadaljnje delo. Glede na starostno lestvico je večina načrtovanih dejavnosti usmerjena v konec osnovne in začetek srednje šole. V nadaljevanju projekta bo nujno potrebno dodatno pozornost usmeriti predvsem v nižje razrede osnovne šole ter poklicne in strokovne šole. Domisliti bo potrebno dejavnosti s katerimi bi »pokrili« bele lise v vsebinski pokritosti, čeprav prav vseh poglavij ne bo mogoče preveriti. Ob vsem spoštovanju klasičnih metod bi si več pozornosti zaslužilo preverjanje strategij in modelov za uporabo IKT, predvsem v osnovni šoli. Ob obravnavi strategij je več ponavljanja, tako da bi bilo ustrezno, da vsi avtorji, ki vključujejo določeno strategijo (npr. učnih ciklov) stopijo skupaj in pripravijo skupni tekst, ki bi ga nato lahko ponudili učiteljem. Prav tako za sedaj še manjka kompleksnejših dejavnosti v katerih bi se združili strokovnjaki dveh ali več področij pri obravnavi skupne teme ali objekta z več različnih vidikov. In ne nazadnje za učitelje in delo v razredu bo iz obstoječih gradiv potrebno pripraviti skrajšana navodila in jih po koncu testiranja ustrezno dopolnjena in popravljena urediti in napraviti dostopna za šole.

Mag. Bojana Mencinger Vračko je pripravila navodila za vajo povezano z gojitvijo deževnikov, eno od najpomembnejših živali v ekosistemi. Vaja

vključuje poleg spoznavnih tudi čustveno doživljajsko komponento, namenjena pa je učencem 6. razredov OŠ.

Učinkovitost metode opazovanja pri pouku biologije v osnovni šoli

mag. Brigita Kruder

Uvod

Opazovanje je kot temeljna spretnost potrebna za učinkovito razvijanje naravoslovno matematične kompetence. Predstavlja temelj naravoslovnih metod dela.

Kot je bilo ugotovljeno že v raziskavi Didaktične značilnosti pouka biologije v 6. razredu osnovne šole (Kruder, 1997) se pri izvajanju metode v praksi pojavlja vrsta pomanjkljivosti. To zmanjša učinkovitost, tako da pogosto ne pride do uvida in transfera znanja. Če pogledamo temeljne naravoslovne pismenosti oziroma generične kompetence ugotovimo, da je vsem skupna uporaba metode opazovanja. Brez učinkovitega opazovanja je nemogoče zbirati in urejati podatke, jih obdelovati, načrtovati poizkuse in opazovanja, meriti, razvrščati ali raziskovati. Pod tem terminom ne razumemo le vizualnega zaznavanja ampak celosten proces zbiranja in obdelave informacij, način učenja, ki iz tega izhaja in pedagoško učno metodo s katero učence vodimo pri tem.

Uporabljamo jo za pridobivanje znanja, razvijanje sposobnosti, pridobivanje spretnosti in pridobivanje vrednot. Z njo omogočimo učencem zaznavanje informacij z različnimi čutili. Omogočimo jim spoznavanje in prepoznavanje živih bitij ter neposredno doživljanje narave. Tako si lahko ustvarijo jasne in konkretne predstave o opazovanih objektih.

PROBLEM RAZISKOVANJA

Metode dela

Uporabljena je bila deskriptivno-kavzalna neeksperimentalna metoda.

Podatke smo zbirali z anketiranjem učencev, ki je bilo izvedeno skupinsko, po anketarju. Ob tem so bili izvedeni tudi intervjuji z učitelji. Osnovno populacijo so predstavljale šole zajete v območno enoto Maribor, Zavoda za šolstvo in šport Republike Slovenije. V dvostopenjski slučajnostni vzorec smo zajeli 25 % šol iz osnovne populacije. Na vsaki šoli v vzorcu smo izbrali po en oddelek šestega in osmega razreda. V vzorec smo zajeli šestošolce, ker se je v osemletki biologija v tem razredu prvič pojavila kot samostojni predmet. Šestošolci so predstavljali mlajše učence, osmošolci pa starejše. Za potrebe preverjanja hipoteze, da ni razlik med učinkovitostjo opazovanja med učenci mestnega in primestnega ter vaškega okolja smo vzorec razdelili v dve skupini: mestne in primestne ali vaške šole. Vzorec učiteljev predstavljajo tisti učitelji, ki poučujejo biologijo v izbranih oddelkih.

Protokol anketiranja:

Anketiranje so izvajali trije anketarji, zato smo z namenom objektivizirati pogoje za izvedena merjenja uporabili protokol, s katerim smo natančno določili postopke in čas njihovega trajanja pri izvedbi anketiranja.

Anketar je v protokol zapisal:

- Datum in čas trajanja anketiranja
- Čas, ki je bil potreben, da so vsi učenci zapisali odgovore pri vprašanju 10. in 11.
- Morebitne posebnosti pri izvedbi anketiranja

Protokol je služil tudi kot opomnik anketarju, da je natančno, po navodilih izvedel prikazovanje uporabljenih didaktičnih materialov, ter, da s svojim vedenjem ni vplival na izid anketiranja.

Objektivnost smo želeli doseči tudi z ustrezno izbiro opazovanega materiala. Proučili smo motivacijske, estetske, didaktične, spoznavne in varnostne lastnosti objektov za opazovanje in bili posebej pozorni na naslednje kriterije:

Velikost

Opazovani objekt je moral biti dovolj velik, da so ga istočasno, enako dobro lahko opazovali vsi učenci v razredu. Za prikazovanje manjših organizmov smo tako uporabili slike na prosojnicah.

Stalnost informacij, ki jih ima objekt opazovanja

Izločili smo žive organizme, ki bi se lahko med izvedbo anketiranja spreminjali in ne bi vsem anketirancem »nudili« enake informacije.

Uporaba živih organizmov, če je to mogoče

Uporabili smo rastline-lončnice in želve, ki se premikajo počasi. Beležili smo čas, ki je bil potreben, da so vsi učenci zapisali odgovor.

Značilnosti vzorca

V statistično obdelavo so bili zajeti vsi vprašalniki, če so bili ustrezno izpolnjeni vsaj pri polovici nalog. Vsled navedenega število niha pri posameznih vprašanjih.

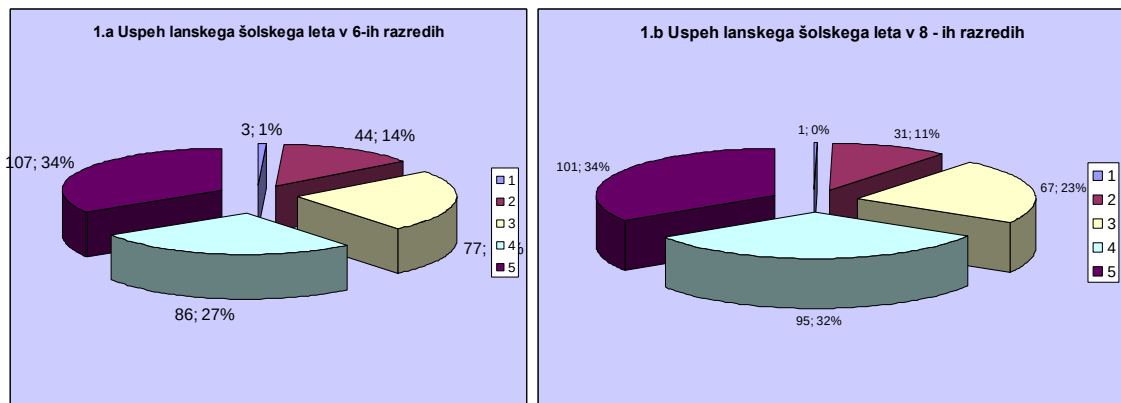
Pri anketiranju so sodelovale so naslednje šole:

OŠ Angel besednjak, OŠ Bratov Polančičev, OŠ Hajdina, OŠ Hoče, OŠ Pohorskega bataljona Oplotnica, OŠ Pohorskega odreda Slovenska Bistrica, OŠ Rače, OŠ Fram, OŠ Franca Lešnika Vuka Slivnica, OŠ Borci za severno mejo, OŠ France Prešeren, OŠ Anice Černejeve Makole, OŠ Angel Besednjaka, OŠ Bojana Illica, OŠ Franca Rozmana Staneta in OŠ Miklavž na Dravskem polju. V vsaki šoli smo anketirali po en razred učencev 6. in 8. razreda, ter učitelje, ki poučujejo v teh razredih.

V vzorec je bilo zajetih skupaj 620 učencev, od tega 306 dečkov in 307 deklic.

Vprašalnike je izpolnjevalo 314 šestošolcev in 296 osmošolcev.

Uspeh v preteklem šolskem letu je prikazan v grafikonu.



RAZISKOVALNA VPRAŠANJA

Zanimala nas je učinkovitost pogosto uporabljene metode dela. Zanimalo nas je kateri dejavniki vplivajo nanjo: vodenje učitelja, motivacija učencev, objektivni pogoji, sredstva in značilnosti opazovanih objektov. Opazovanje pojmuje kot organizirano opazovanje: pojavov, procesov, predmetov in opravil. Pri naši raziskavi smo se osredotočili na različne predmete (žive in nežive). Organizirano pojmuje kot usmerjeno in regulirano zaznavanje (percipiranje).

Učenec pride do realnih podatkov, sledi pa miselna obdelava podatkov. V zadnji fazi pride do generalizacije (posplošitve) in tvorjenja pojmov, pravil in zakonitosti. Izkušnja je torej podlaga za generalizacijo, saj zaznano predelamo v spoznanje. Opazovanje brez miselne obdelave seveda ne vodi do generalizacije in transfera.

Dejavniki, ki vplivajo na učinkovitost opazovanja so naslednji:

- Učenci

po Staecku (1998) so pomembni motivacija, predznanje, spretnosti, sposobnosti in predsodki, ki jih imajo učenci. Navedeno vpliva na zaznavanje in nadaljnjo miselno obdelavo. Uporabijo lahko spomin, kognicijo, konvergentno in divergentno produkcijo.

- Objekti za opazovanje

Poleg procesov, pojavov, organizmov in predmetov iz narave, pri pouku zelo pogosto opazujemo tudi didaktične materiale. Pri izbiri objektov upoštevamo njihovo motivacijsko vrednost, estetsko vrednost, didaktično uporabnost in primernost, možnosti za spoznavanje in možnosti za varno uporabo.

- Artikulacija pouka z metodo opazovanja

Po Eschenhagen-u (1998) naj pouk po metodi opazovanja poteka v naslednjih fazah:

- Podajanje navodil za opazovanje (pisna, ustna; sprotna ali v uvodu)
- Opazovanje
- Beleženje podatkov (risanje, pisanje, poročanje, pripovedovanje, opisovanje)
- Uporaba pridobljenega znanja
- Produktivno utrjevanje (na novih primerih)
- Učitelj

Z načrtovanjem - pripravo na pouk in samo izvedbo učitelj zagotovo pomembno vpliva na učinkovitost metode opazovanja. Ključna je pri tem njegova strokovna presoja o učinkovitost in uporabnosti metode opazovanja, ki mora biti nujno pozitivna, saj je zanj iz izvedbenega vidika zagotovo bolj zahtevna.

HIPOTEZE

H 1 Opazovanje je bolj učinkovito če je vodeno.

Tako opazovanje je usmerjeno na podrobnosti, ki so pomembne, ali pa vsebujejo kriterije (velikost, oblika, barva, število, položaj, relacije in odnosi);

H 2 Čustvene reakcije na opazovane objekte pri učencih vzpodbudijo zanimanje za objekte, tudi če so negativne.

H 3 Učence bolj pritegnejo/motivirajo živi organizmi.

Živi organizmi dajejo večplastno informacijo, ne le o obliki in zgradbi telesa, ampak tudi o načinu premikanja, življenjskem prostoru, odnosih z drugimi organizmi, načinu rokovanja z njimi ali svarilnih informacijah. Zato predvidevamo, da mora tako opazovanje, še posebej če je neusmerjeno trajati dalj časa, kot če izberemo le del organizma (npr. obustne dele) ali didaktični material in opazujemo vodeno.

H 4 Učenci učinkoviteje opazujejo, če si učitelji zastavijo cilj razvijati spretnosti potrebne za dobro opazovanje.

PREDLOGI ZA PONOVI TEV RAZISKAVE

- Ponoviti na vzorcu 7. in 9. razreda
- Dodati vzorec odrasle populacije v programu OŠ za odrasle (s tem bomo ugotavljali, ali se pri odraslih, neodvisno od šole razvijajo nekatere spretnosti in veščine potrebne za učinkovito opazovanje)
- Izločiti naloge, ki so premalo diskriminatorne
- Izločiti hipoteze, ki jih nismo potrdili

REZULTATI OBDELAVE PODATKOV PRIDOBLENIH Z ANKETIRANJEM UČENCEV IN NJIHOVA INTERPRETACIJA

1. USMERJENO IN NEUSMERJENO OPAZOVANJE – primerjava učinkovitosti – preverjanje hipoteze, da je opazovanje bolj učinkovito če je vodeno

Naloga 1,6

Učencem smo pokazali sliko bramorja na prosojnici. Brez posebnih navodil so opazovali sliko in na podlagi opazovanja sklepali o načinu premikanja organizma na sliki. Večina učencev organizma ni prepoznala. Od učencev smo pričakovali, da bodo obliko telesa povezali z življenjskim prostorom ali

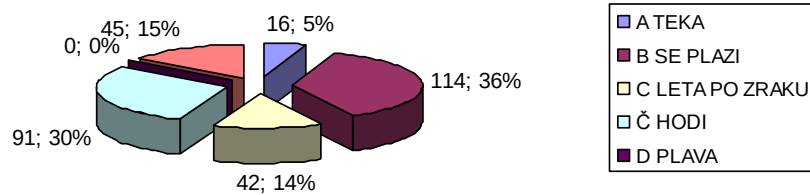
načinom življenja. Po empirični zaznavi, naj bi podatke logično posplošili – generalizirali.



Odgovori so bili zelo raznoliki. Presenetila nas je tudi pojavnost odgovora- se ne premika, ki so jo učenci kasneje pojasnili, da se organizem - slika, pač ne premika. Razen odgovorov a- teče, in d - plava, so se skoraj enakovredno pojavljali vsi ostali odgovori, kar kaže na to, da učenci ne zmorejo povezati oblike telesa in okončin z načinom premikanja. Upoštevati kaže tudi možnost, da imajo pomanjkljivo znanje o povezanosti zgradbe in oblike telesa in okončin z načinom premikanja. Zagotovo pa tudi že šestošolci dobro poznajo žuželke, zato smo pričakovali višji delež pravih odgovorov.

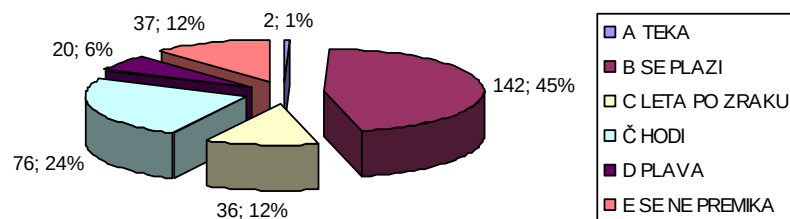
Naloga predstavlja primer reševanja preprostega problema z neposrednim opazovanjem, brez posebnega vodenja pri opazovanju. Učenci niso bili opozorjeni na podrobnosti, posebnosti pri zaznavanju niti niso bili opozorjeni na priklic znanja o značilnostih žuželk.

2.a Kako se organizem premika ?
6. RAZREDI



Graf 1: odgovori učencev 6. razredov na 1. vprašanje

2.b Kako se organizem premika ?
8. RAZREDI



Graf 2: Odgovori učencev 8. razredov na 1. vprašanje

Pravilno je odgovorila le četrtnina osmošolcev in nekaj več šestošolcev. Po predvidevanjih je tu delež pravih odgovorov veliko višji, saj smo najprej ponudili informacijo.

Pokazali smo enako sliko bravorja tudi pri 6 vprašanju, ter jo podkrepili s podatki. Opazovanje je predstavljalo sredstvo in pot za rešitev problema. Učenci so morali teoretska spoznanja povezati z zaznavami dobljenimi pri opazovanju, vendar so imeli podane kriterije.

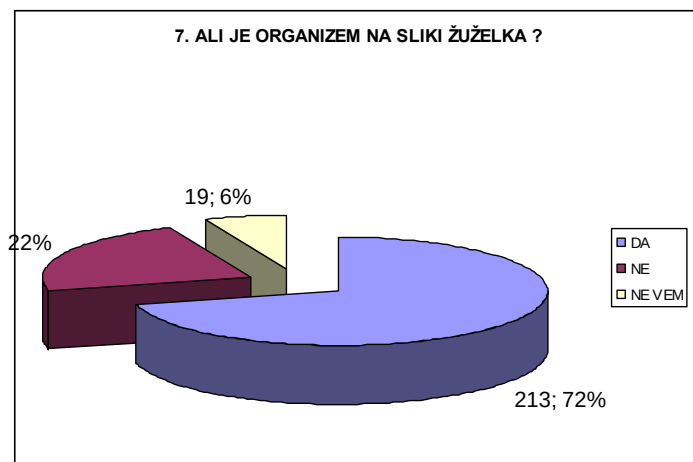
Preseneča visok delež negativnih - nepravilnih odgovorov (preko 20%) in nevtralnih odgovorov 6 %. Skupaj je sicer 72% vprašanih pravilno odgovorilo na vprašanje.

Tabela 2: Odgovori učencev na 6. vprašanje

Ali je organizem na sliki žuželka?	Da (%)	Ne (%)	Ne vem (%)	SKUPAJ
Učenci 6. razredov	222 (70)	59 (19)	35 (11)	316
Učenci 8. razredov	213 (71)	67 (22)	19 (6)	299
Skupaj	435 (70)	126 (20)	54 (10)	615

Nizka stopnja pravih odgovorov kaže na dejstvo, da kljub temu, da je faktografsko znanje učencev prisotno, ali pa so dobili ustrezne podatke v uvodu, ne prepoznajo elementov na organizmu, oziroma sliki. Predlagamo, da se oba vprašanja v raziskavi ponovita in vključita v model za urjenje učencev.

Iz ugotovljenega sklepamo, da morajo poleg ustezne artikulacije metode, učenci obvladati opazovalne veščine in miselne spretnosti, da učinkovito rešijo nalogo.



Graf 3: Grafični prikaz odgovorov učencev na 6. Vprašanje

6. Preberite trditev, nato opazujte sliko in obkrožite ustrezen odgovor!

Žuželke imajo dva para kril in tri pare nog. Telo sestavljajo: glava, oprsje in zadek.

Ali je organizem na sliki žuželka?

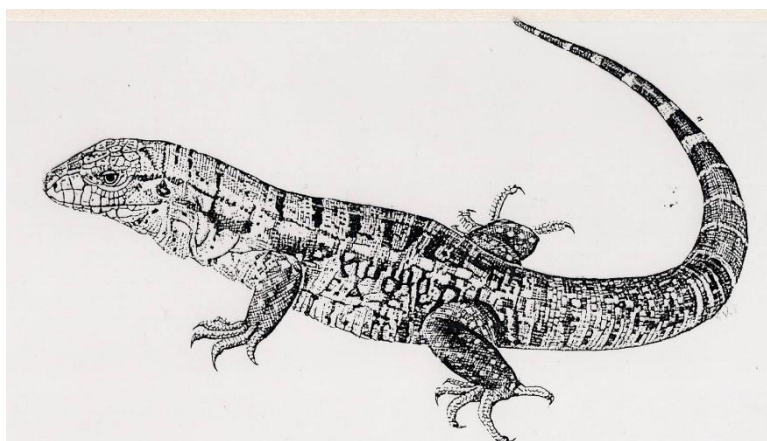
da ne ne vem

Slika 2: 6. vprašanje iz anketnega vprašalnika

V nalogi 13. nismo podali navodil za opazovanje, kako v nalogi 6, pač pa smo najprej ponudili informacijo (kriterije in podatke za rešitev problema). Upoštevati je potrebno, da so morali v nalogi 6. preveriti prisotnost 3 elementov (krila, noge in sestava telesa), v nalogi pa le enega (oblika zenice), tako, da ne moremo z gotovostjo trditi, da prisotnost podrobnih navodil vpliva na reševanje naloge. Namenoma je bila izbrana črnobela slika organizma, da učencev ne bi motila množica podakov. Vsekakor so učenci nalogo 13. reševali izjemno dobro (91,3 %). Izstopajo 3 šole, ki imajo med 21,7 in 30,7 %-ni delež nepravilnih odgovorov. Zanimivo je, da so učenci 6. razredov na šoli z največjim deležem nepravilnih odgovorov 100% rešili nalogo, učenci 8. razredov pa je 70% uspešno. Učenci, ki so slabše reševali

nalogo imajo učitelja z 24 leti delovnih izkušenj, ki pri 4 urah od 10 uporablja metodo opazovanja, opazovanje ni pogosta metoda, pač pa za urjenje v opazovanju učitelj pripravlja posebne učne ure, zanimiv pa je bil tudi odgovor, da učenci nikoli ne ragirajo čustveno na žive organizme, ki jih prinesejo k pouku. Vprašalnik ni bil izpolnjen v celoti.

Ugotovljeno podkrepi predvidevanje v Hipotezi 4, da učenci učinkoviteje opazujejo, če si učitelji zastavijo za cilj razvijanje spretnosti in veščin potrebnih za učinkovito opazovanje.



Slika 3: Slika uporabljena pri vprašanju 13.

Artikulacija pouka z uporabo ugotovljenega in navajanje učencev na opazovanje:

- Posredovanje informacij in podatkov potrebnih za reševanje problema z opazovanjem (npr. načini premikanja; hoja, tek, plazenje)
- Podajanje navodil
- Usmerjeno opazovanje
- Rešitev problema
- Generalizacija postopka in vsebine na druga področja

Kot kažejo rezultati je bolj učinkovito, da najprej posredujemo podatke potrebne za opazovanje, oziroma podamo informacije, nato navodila za opazovanje in potem opazovanje tudi izvedemo.

Za učinkovito opazovanje je potrebno, da se učenci odzovejo in zaznajo elemente na katere so bili opozorjeni. V prvi fazi navajanja na učinkovito opazovanje torej uporabljamo preproste naloge, kjer od učencev pričakujemo, da bodo zaznali en element ali podrobnost, na primer ali ima žival rep, koliko ima nog in podobno in pa da so pozorni na podrobnosti. Takšni sta bili nalogi 10. in 11.

Pri 10. Nalogi samo učencem pokazali živ organizem želvo. Z opazovanjem so morali ugotoviti koliko ima nog in ali ima rep? Merili smo čas potreben za zapis obeh odgovorov, saj smo predpostavljali, da bo zaradi čustvenih reakcij na organizem potrebnega nekaj več časa, da bodo učenci zapisali odgovore na zelo preprosti vprašanji.

Tabela 3: Odgovori učencev na 10. vprašanje

VPRAŠANJE 10. –	2	4	6	skupaj
ŠTEVILO NOG				
	31 (5,5%)	528 (94,5%)	0	559 (100%)

VPRAŠANJE 10. - REP	Da	Ne	Skupaj
	514 (91%)	51 (9%)	565 (100%)

Povprečen čas potreben za opazovanje v deseti naloge je 40,8 sekunde, minimalno 24 in največ 60 sekund. Pri 11 vprašanju je bil povprečni čas 42,15 sekund, najmanj 24 sekund in največ 60 sekund. Praviloma so obe nalogi učenci reševali enako hitro, med sabo se razlikujejo šole, ne razredi ali učenci.

VPRAŠANJE 2 in 3

Predpostavljali smo, da je opazovanje bolj učinkovito, če so učenci vodeni - opozorjeni na posebnost po kateri lažje razpoznajo pravilen odgovor. Pri 2.

vprašanju je vzorec manj zapleten, pri drugem, kjer so že dobili navodilo, da naj bodo posebej pozorni na lase, pa so razlike med posameznimi odgovori manjše. V obeh primerih je bil čas prikazovanja in s tem opazovanja slike 30 sekund. Navodila so bila podana pred pričetkom opazovanja.

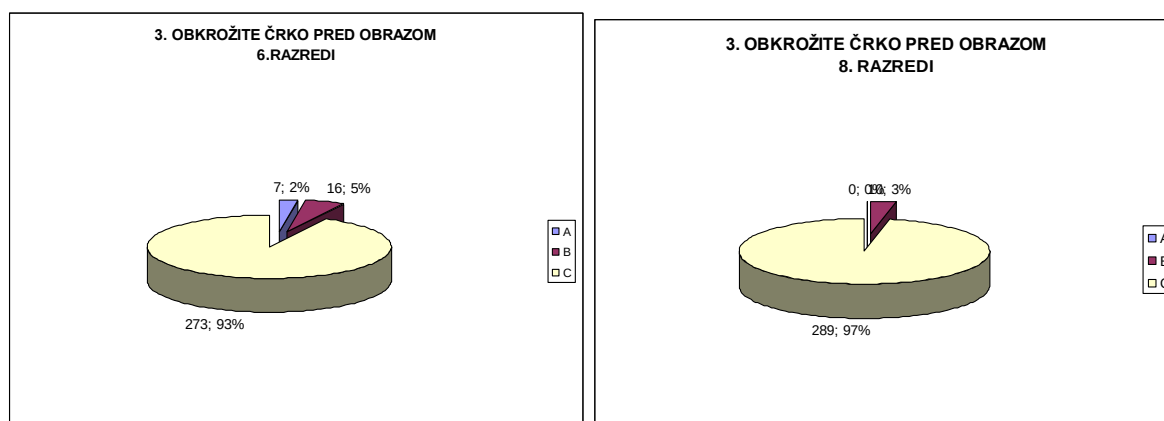


Slika 4: Vprašanji 2 in 3. iz vprašalnika

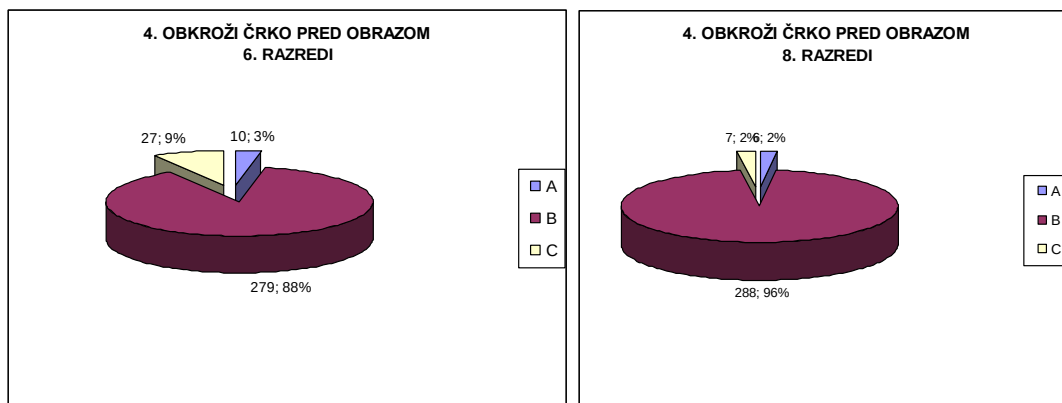
Pravilna sta odgovora: c pri 2 nalogi in b pri 3 nalogi.

Rezultati 2. vprašanje

Graf 4: Prikaz odgovorov učencev 6. in 8. razredov na 2. vprašanje



Graf 5: Prikaz odgovorov učencev na 3. vprašanje, ločeno 6. in 8. razred



Učenci 6. in 8. razredov so nekoliko slabše reševali nalogo 3. kot nalogo 2. Predvidevali smo, da bodo usmerjeni na podrobnost (lase) in da bodo bolj učinkoviti. Izmerjeni rezultat sicer ne potrjuje hipoteze, da je opazovanje bolj učinkovito, če dobijo učenci natančna navodila, če so pri opazovanju usmerjeni in vodeni. Pomembno je tudi kako kompleksne so informacije, ki jih učenci opazujejo (pri vprašanju 2. in 3. je bila informacija podana le v obliki dvodimenzionalne slike, obstajalo pa je več razločevalnih elementov (3) na podlagi katerih so lahko podali pravilni odgovor. Menimo, da je pomemben tudi vrstni red vprašanj. Vprašanji 1. in 6. sta bili na različnih listih, 2. in 3. pa sta si sledili.

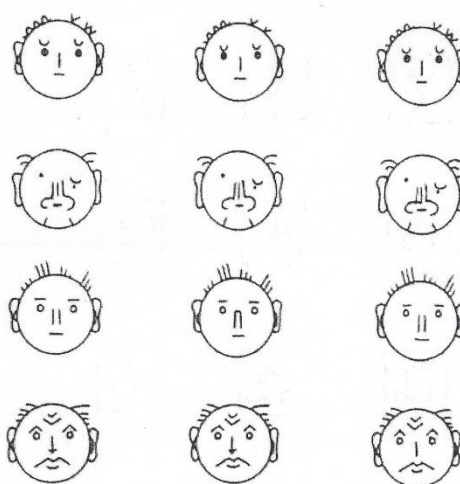
Vsekakor pa za uporabo vprašanja z namenom urjenja učencev predlagamo uporabo bolj kompleksnih virov, saj so takšni običajno tudi viri v naravi.

Pri vprašanju 11-koliko barv učenci vidijo na živali (slika 4), jih je večina sicer odgovorila 4, vendar pa so bili odgovori od 5-6 tudi pogosti.



Slika 5: Slika uporabljena pri 11. vprašanju

Vsa štiri vprašanja bi ponovili tudi v ponovni raziskavi. S tem bi še dodatno potrdili hipotezo 1, da je opazovanje bolj učinkovito če je vodeno. Uporabimo jih lahko tudi za izdelavo modelov za učitelje. Za prikazovanje organizma, lahko uporabimo živ organizem ali preparat, ki ga projiciramo preko flex kamere na zaslon. Vsekakor pa bi povečali število opazovanih predmetov pri nalogi 2 in 3 (primer slika spodaj).



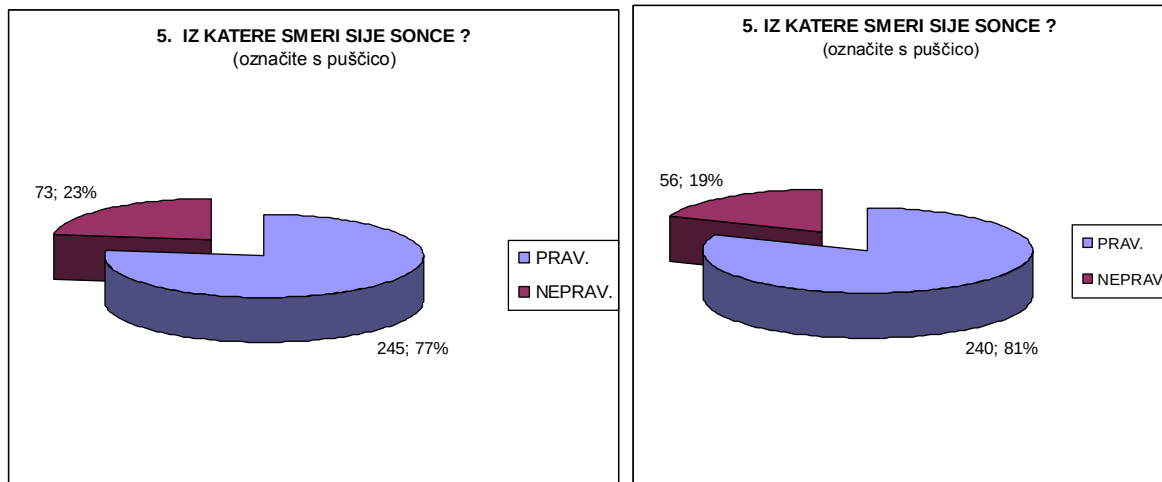
VPRAŠANJE 4 IN VPRAŠANJE 5

Obe vprašanji sta bili zastavljeni z namenom potrjevanja hipoteze 1, le da smo tu uporabili različne načine prikaza pravih odgovorov (risanje). Od

učencev smo pričakovali uporabo prostorskih relacij in ugotavljanja razmerij in povezanosti med opazovanimi elementi, rezultat pa so morali prikazati v izvirni obliki (narisati pri vprašanju 4) in podatek ponovno pretvoriti v simbol pri vprašanju 5.

Beleženje podatkov poveča učinek učenja, po nekaterih avtorjih pa predstavlja samostojno fazo v artikulaciji izvedbe pouka po metodi opazovanja. Kar vidi, sliši, zazna z drugimi čutili, skuša učenec razumeti, narisati, zabeležiti, z vizualizacijo pa učitelj dobi vpogled v učenčeve predstave. Učenec z vizualizacijo lažje uvidi odnose in strukturne povezave. Ob risanju diagramov, tabel, slik, risb, skic ali miselnih vzorcev se psihomotorične aktivnosti povežejo z analognimi kognitivnimi.

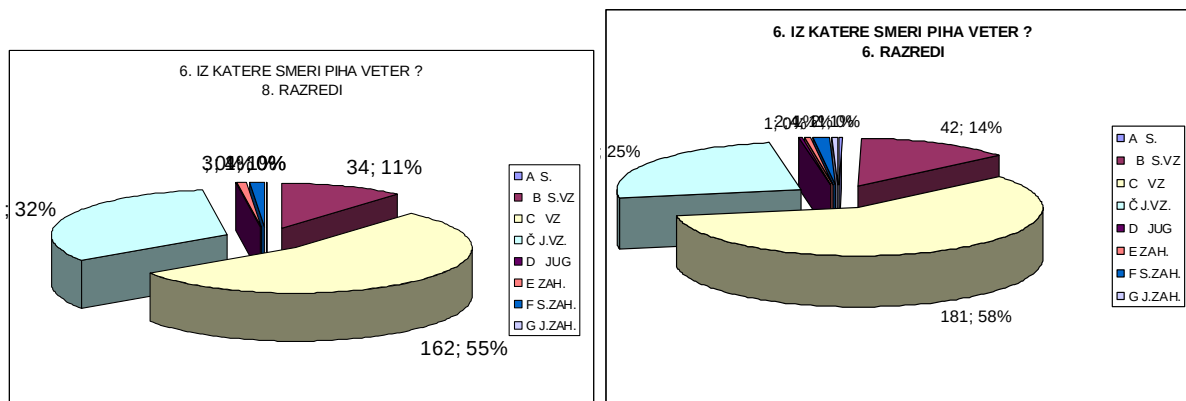
Nalogi 4. in 5. sta povezani. Pri vprašanju 4. odgovor preprosto narišejo, tako, da vzporedno potegnejo linijo sence v nasprotno smer. Učenci so to nalogo reševali praviloma zelo dobro 77-81 %, na eni od šol celo 100%. Upoštevati je potrebno, da smo pri kategorizaciji odgovorov upoštevali kot pravilne vse tiste, ki bili označeni v pravilni smeri, od vzporednice pa ni bilo večjega odstopanja. Sicer pa so bili narisani zelo različno, in precej nenatančno. Če bi upoštevali natančno podano navodilo (»označite s puščico«), bi morali izločiti vse odgovore označene s premico, več puščicami..., vendar se nam to ni zdelo bistveno, saj nas je zanimalo predvsem ali učenci najdejo rešitev s pomočjo neposrednega opazovanja. Zaznano pa je potrebno imeti v vidu, ko načrtujemo usposabljanje učencev za beleženje in urejanje podatkov (risanje).



Graf 6: Odgovori učencev na 4. vprašanje

5. Naloga je podobna, vendar je način prezentacije odgovora povezan z uporabo simbolov in izbiro pravega odgovora. V vsebinskem smislu sta torej nalogi enako zahtevni, vendar zahtevata od učencev obvladovanje različnih veščin, da znanje pokažejo. V prvem primeru odgovor narišejo, v drugem pa morajo znati uporabiti »pripomočke«. Predvidevamo, da enak delež učencev razume in zna rešiti obe nalogi, vendar jih 4. uspešno reši višji delež, ker je način prikaza rezultata enostavnejši. Nalogi nas opozorita na to, da je priklic znanja pogosto povezan z načinom njegove prezentacije in sredstvi, ki so za to potrebna (ni nujno, da učenci nečesa ne znajo, če tega ne narišejo, napišejo, povedo tako, kot si to predstavlja učitelj).

Pomembno je, da se učitelji zavedajo, da je učence potrebno naučiti ubesediti in vizualizirati na različne načine njihovo znanje, ter, da jih morajo učitelji v ta namen načrtno uriti.

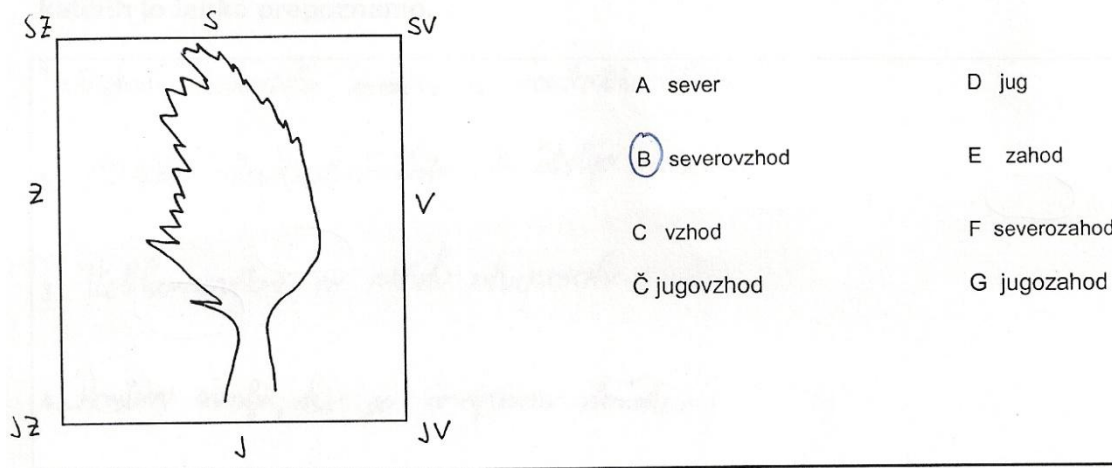


Graf 7: Rezultati 5. vprašanje

Pri 5. vprašanju dodatno pomembno vpliva na rezultate tudi dejstvo, da si morajo učenci drevo predstavljati tridimenzionalno v prostoru. S tem lahko razložimo nekoliko višji delež popolnoma pravih odgovorov pri osmošolcih, kot pri šestošolcih. Če med pravilne odgovore prištejemo še odgovor c- da veter piha iz vzhoda po tem pa je delež pravih odgovorov 83 % pri šestošolcih in 87% pri osmošolcih.

5. Izberite ustrezni odgovor in ga obkrožite!

Dobro si oglejte sliko in presodite iz katere smeri piha veter.



Slika 6: Vprašanje številka 5

VPRAŠANJE 7

Pri reševanju problemov s pomočjo metode opazovanja, pa tudi pri izvedbi večine opazovanj pri pouku biologije je pomembna veščina, da učenci znajo izluščiti pomembne podatke in jih uporabiti pri reševanju problemov, nepomembne in manj pomembne podatke pa zanemariti.

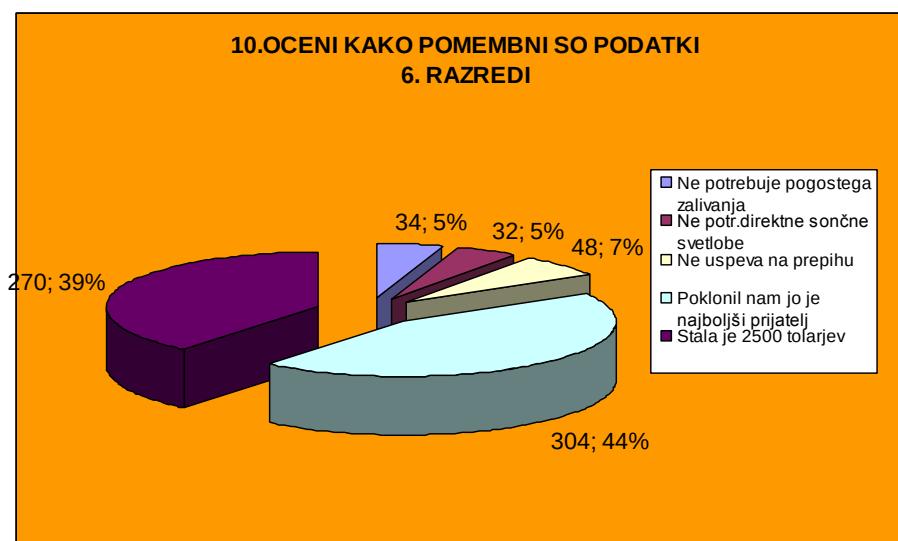
Predpostavljamo, da so učenci, ki manj pogosto rešujejo problemske naloge pri pouku biologije bili pri tej nalogi manj uspešni.

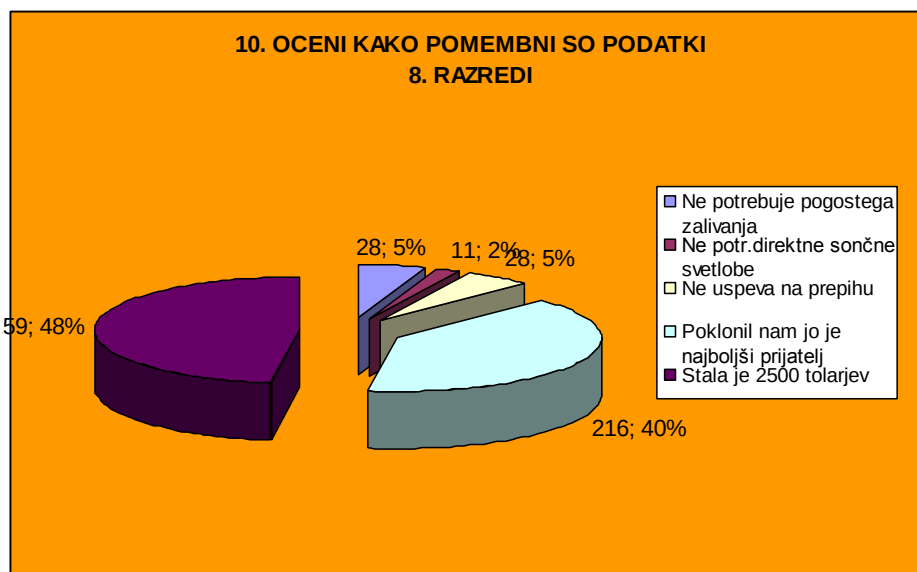
Vnesli smo dve trditvi, ki imata čustveni naboj, sta pa popolnoma nepomembna podatka (cena in podatek, da nam jo je poklonil najboljši prijatelj). Predpostavljamo, da bo pri teh odgovorih največ napačnih.

Tabela 4: Prikaz odgovorov pri 7. vprašanju

Podatek	Pomembnost podatka			
	Nepomembno	Pomembno	Zelo pomembno	Delež pravih odgovorov v %
Kupljena je bila v Maribor	542			91,5
Cvetovi so rdeče barve		281		47,5
Listi so zeleni		301		50,8
Ne potrebuje pogostega zalivanja			367	62
Cvetovi so veliki 2 cm		171		28,9
Posajena je v zelenem okrasnem lončku	512			86,5
Ne potrebuje			319	53,9

direktne sončne svetlobe				
Ne uspeva na prepihu			371	62,7
Listi so rahlo dlakavi		297		50,2
Iz korenin lahko pripravimo zdravilen čaj	142			24
Poklonil nam jo je najboljši prijatelj	406			68,6
Stala je 2500 tolarjev	512			86,5





Učenci so reševali nalogo po predvidevanju in sicer, da bodo dobro ocenjevali nepomembne in zelo pomembne podatke, težave pa bodo imeli s pomembnimi podatki. Najvišji delež pravilnih odgovorov zasledimo pri treh podatkih, ki so bili za rešitev problema nepomembni (kje je bila kupljena, v kakšnem lončku je posajena in koliko je stala). Presenetljivo velik delež je zavedel podatek, da lahko iz korenin pripravimo zdravilen čaj (76%). Zelo pomembne podatke so učenci prepoznali v 53-62%, pomembne pa v povprečju v polovici primerov. Rezultati te naloge kažejo, da je izjemno pomembno, da urimo učence v klasifikaciji podatkov glede na problem, ki ga morajo rešiti. Isti podatek, je lahko za rešitev nekega problema zelo pomemben, za rešitev drugega problema pa popolnoma irelevanten.

VPRAŠANJE 8

Potrebno je čimbolj natančno opisati razločevalne značilnosti, ki opazovano rastlino ločijo od ostalih. Čas opazovanja prikazovane cvetoče lončnice je bil tu neomejen. Odgovore smo kategorizirali v 4 skupine in sicer: listi, steblo, cvetovi in druge. Pri vsaki od kategorij smo ugotavljali koliko podrobnosti je učenec navedel in sicer: barvo, število, obliko, velikost, namestitev, morebitne druge opažene posebnosti pa smo zapisali posebej. Največ

podrobnosti so učenci opazili v zvezi z cvetovi in listi, ostale značilnosti pa so slabše zaznavali. Odgovori so se izkazali kot izredno zahtevni za kategorizacijo. Na splošno lahko ugotovimo, da so opazovali neusmerjeno, saj jim nismo podali kriterijev po katerih naj opišejo rastlino (Zgradba, velikost, značilnosti posameznih delov rastline).

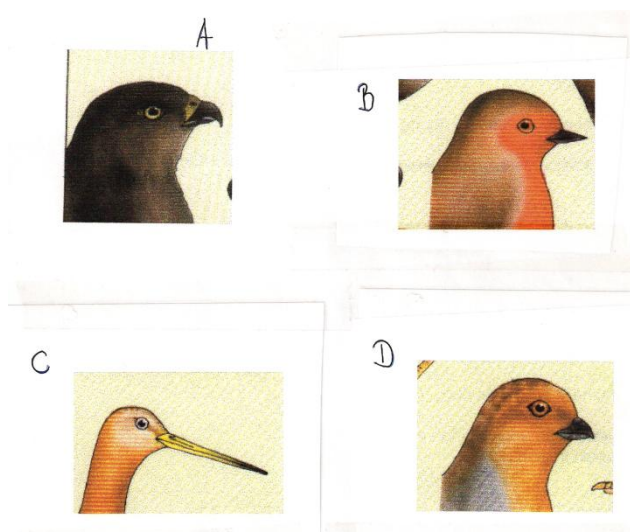
8. Čimbolj natančno opišite rastlino, tako da zapišete štiri značilnosti, po katerih jo lahko prepoznamo.

1. Majhni navzdolčni cvetovi s sorčastimi listi
2. Veliki ovalni listi, ki stoji navzgor
3. Velika cvetov v večih skupinah
4. Raste v samji, ki je v ravnem lončku

Slika 7: Vprašanje 8

VPRAŠANJE 9

Ves čas reševanja te naloge smo prikazovali 4 slike ptic. Zaporedoma smo podali pet podatkov s pomočjo katerih, so v zadnji stopnji reševanja učenci lahko brez težav prišli do pravilnega odgovora, saj so bili podatki izločevalni. V primeru, da se je to zgodilo prej je bila to posledica naključne izbire. Možnost, da naključno izberejo pravilen odgovor je bila pri prvem podatku 25%. Pri vsakem naslednjem podatku se je povečala za 25%. Predvidevamo, da je kot posledica vodenega opazovanja ta procent pri zadnjem, petem podatku, veliko višji. Učenci so bili posebej opozorjeni, da naj ne popravljajo »nepravilnih« odgovorov za nazaj.



Podatki, ki so jih dobili učenci:

1. ptica ni temne barve (ta podatek izloči ptico A)
2. glavo ima čokato kroglast (ta podatek izloči ptico C)
3. kljun je kratek (podatek izloči ptico C)
4. rdeče rjavo obarvana glava (potrdi, da sta prvi B in D)
5. ptica je sivo-modro obarvana po vratu (izloči se ptica B)

Tabela 5: delež pravilnih odgovorov pri posameznem podatku

Podatek	Delež odgovorov D	Skupaj pravilnih odgovorov v %
1. ptica ni temne barve	55	9,3
2. glavo ima čokato, kroglasto	180	30,4
3. kljun je kratek	402	67,9
4. rdeče rjavo obarvana glava	108	18,2
5. sivo-modro obarvana po vratu	527	89,0

Zelo nas je presenetil nizek delež pravilnih odgovorov pri zadnjem podatku, ki je nedvomno izključujoč. Če bi učenci ugibali, bi bila verjetnost, da zadenejo pravilni odgovor pri prvem podatku 25%. Posebej zanimiv je odklon pri 4. podatku, ko se je skoraj polovica učencev, ki so že izbrali pravilen odgovor

odločila, da izbiro spremeni. Zadnji podatek je tako izključujoč, da ne vemo kako bi pojasnili, zakaj učenci naloge niso reševali 100%.

PREVERJANJE HIPOTEZE 2 in 3

H 2 Čustvene reakcije na opazovane objekte pri učencih vzpodbudijo zanimanje za objekte, tudi če so negativne.

H 3 Učence bolj pritegnejo/motivirajo živi organizmi.

VPRAŠANJE 12

Živi organizmi dajejo večplastno informacijo, ne le o obliki in zgradbi telesa, ampak tudi o načinu premikanja, življenjskem prostoru, odnosih z drugimi organizmi, načinu rokovanja z njimi ali svarilnih informacijah. Zato predvidevamo, da mora tako opazovanje, še posebej če je neusmerjeno trajati dalj časa, kot če izberemo le del organizma (npr. obustne dele) ali didaktični material in opazujemo vodeno. V vsakem primeru, pa prisotnost organizmov vpliva na aktivnost učencev in s tem na aktivacijo in ob pravilnem usmerjanju na motivacijo.

12. Dobro si oglejte organizem na sliki, nato odgovorite na vprašanja, tako, da v vsaki vrsti z x označite ustrezen odgovor.

Slika A

vprašanje	Ustrezní odgovor		
	DA	NE	NE VEM
Ali ti je organizem všeč?	X	~~X~~	
Ali se želiš organizma dotakniti?		X	
Ali je žival nevarna?		X	
Ali bi želel-a več izvedeti o živali?	X		

Slika B

vprašanje	Ustrezní odgovor		
	DA	NE	NE VEM
Ali ti je organizem všeč?		X	
Ali se želiš organizma dotakniti?		X	
Ali je žival nevarna?		X	
Ali bi želel-a več izvedeti o živali?		X	

Slika C

vprašanje	Ustrezní odgovor		
	DA	NE	NE VEM
Ali ti je organizem všeč?	X		
Ali se želiš organizma dotakniti?		X	
Ali je žival nevarna?			X
Ali bi želel-a več izvedeti o živali?	X		

Slika D

vprašanje	Ustrezní odgovor		
	DA	NE	NE VEM
Ali ti je organizem všeč?	X		
Ali se želiš organizma dotakniti?	X		
Ali je žival nevarna?			X
Ali bi želel-a več izvedeti o živali?	X		

Slika 8: vprašanje številka 12

Uporabili smo naslednje organizme:

Slika A

metulj lastovičar



Predvidevamo, da pri učencih ne
 vzbuja negativnih čustev,
 je zelo estetski
 pričakujemo velik delež odgovorov da
 (1)
 najpogostejša kombinacija
 odgovorov 1121 (da da ne da)

Slika B Jazbec 	slika kaže precej »neprijaznega« jazbeca, saj ima odprt gobec in kaže zobe v napadalnem položaju pričakujemo večji delež odgovorov ne in ne vem, razen pri vprašanju ali je organizem nevaren (več odgovorov 2 in 0)
Slika C Volk 	izbrali smo sliko, ki prikazuje žival, ki neposredno gleda opazovalca predvidevamo, da bodo učenci volka prepoznali predvidevamo, da bodo pogosteje ocenili, da je žival nevarena in da se je ne želijo dotakniti in več izvedeti o njej (več odgovorov 2 in 0)
Slika D Netopir 	predvidevamo, da bodo učenci žival prepoznali, ter, da imajo o njej negativne predstave predvidevamo, da bodo pogosteje ocenili, da je žival nevarena in da se je ne želijo dotakniti in več izvedeti o njej (več odgovorov 2 in 0)
Slika E Zajci	predvidevamo, da bodo učenci pozitivno reagirali na »zajčke« pričakujemo velik delež odgovorov da (1)



Ali smo potrdili hipotezi 2 in 3?

Ugotavljamo, da so bili učencem najbolj všeč metulji in zajci, da bi se jih najraje dotaknili in več izvedeli o njih. Ne zdijo se jim nevarni kot volkovi ali netopirji.

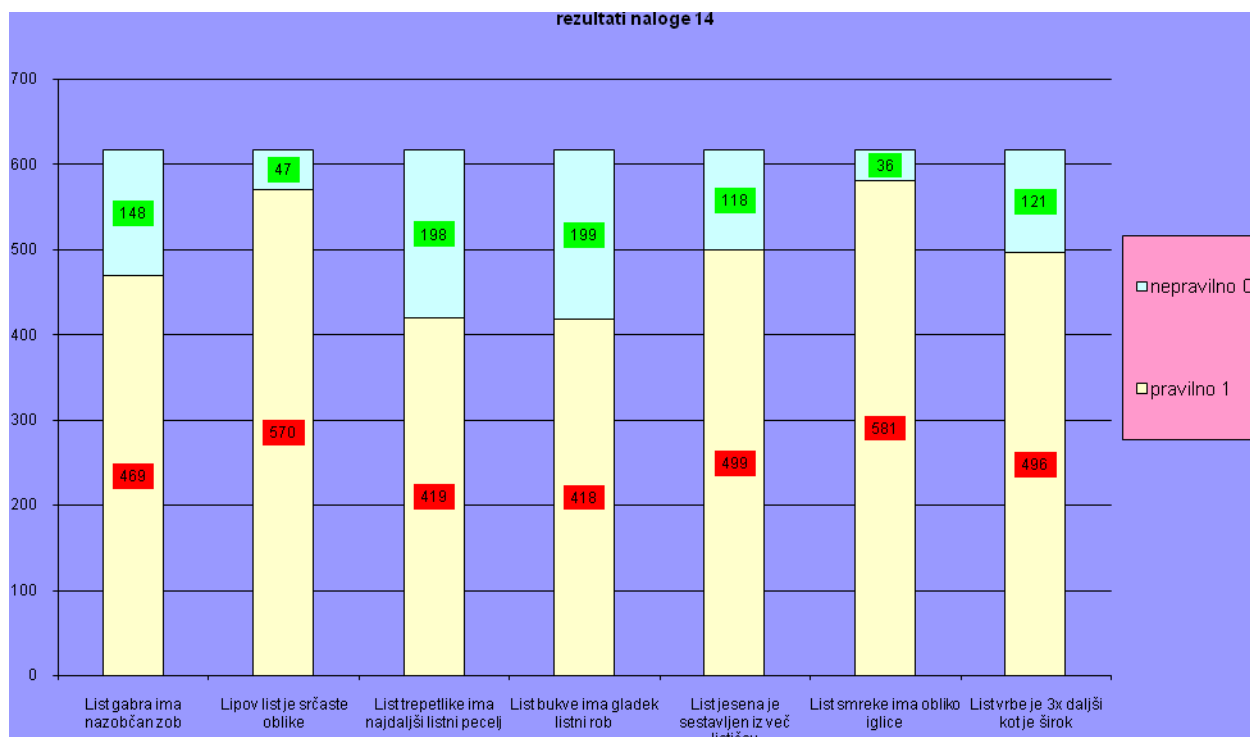
REŠEVANJE PROBLEMОВ S POMOČJO OPAZOVANJA

Za učinkovito reševanje problemov s pomočjo opazovanja je nujno potrebno, da učenci usvojijo temeljne veščine oziroma spretnosti, ki predstavljajo naravoslovno pismenost. Brez njih se naravoslovno-matematična kompetenca ne more razviti. Mednje prištevamo:

- ugotavljanje odnosov, relacij, prostorskih razmerij
- primerjanje
- zbiranje in beleženje podatkov
- manipuliranje s podatki
- merjenje
- opazovanje
- uporaba čutil
- razvrščanje
- postavljanje hipotez
- raziskovanje

Naloga 14. je bila zastavljena tako, da učenci tudi če ne poznajo vsebine, lahko učinkovito rešijo problem z opazovanjem. Predvsem so morali

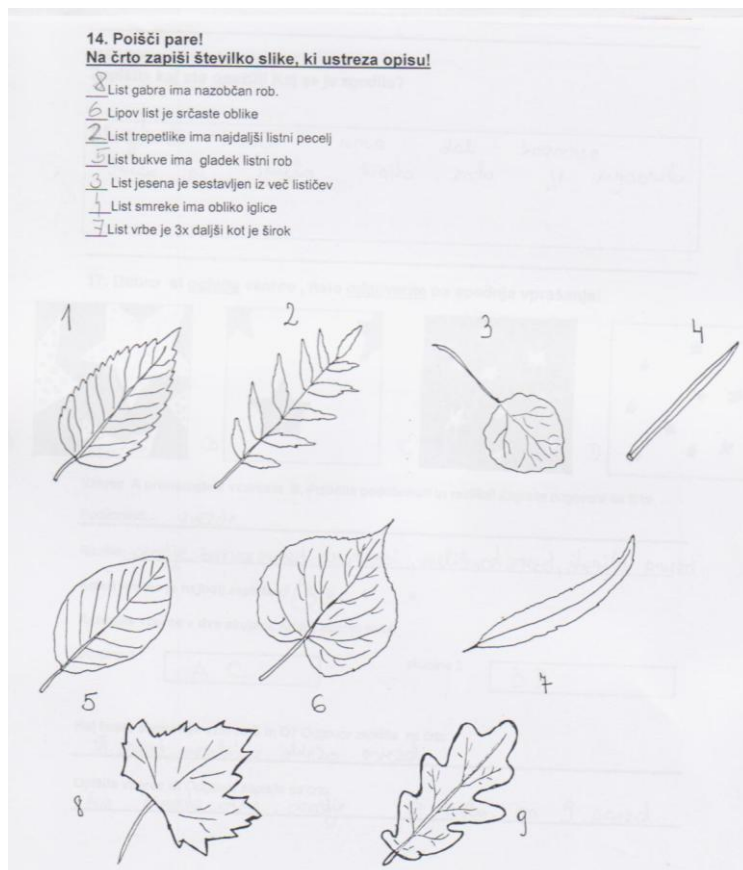
ugotavljati odnose in relacije (dolžina, širina in razmerje med njima, značilnosti ploskev, robovi, velikost). Slik je bilo več kot opisov, tako, da tudi pri zadnjih odgovorih ni bilo mogoče ugibanje.



Graf 8: Odgovori na vprašanje 14

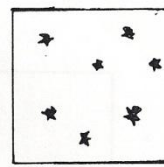
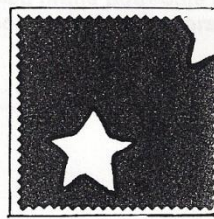
Učenci so zelo dobro ugotavljali kateri je list smreke, saj je imel edini obliko iglice in najbrž so dobro prepoznavali lipov list, ki je srčaste oblike. Dve nalogi, pri katerih so morali ugotoviti razmerje med dolžino in širino so reševali zelo različno. List vrbe so ocenjevali brez težav, pri listnem peclju trepetlike, pa so bili manj uspešni. Manj uspešno so prepoznavali druge elemente (listni rob, sestavljeni listi), vendar so nalogo v celoti reševali zelo učinkovito, saj je najslabše rešena naloga kljub temu 68%. Predvidevali smo, da bodo bolje reševali nalogo pri kateri morajo prepoznati edini sestavljeni list, vendar pa je

bilo očitno tu potrebno tudi znanje. Enako velja za edini list z gladkim listnim robom, to je bukev.



Zelo učinkovito lahko za urjenje uporabljamo tudi nalogo pri kateri uporabimo vzorce blaga, različne slike in v nadaljevanju tudi biološke preparate (histološke preparate). Vprašanja, kot v nalogi 18 lahko uporabimo neposredno, ko vodeno opazujemo različne preparate ali modele. Pomembno je, da začnemo s splošnimi, preprostimi modeli, uporabimo pa lahko tudi organizme. Tako se bodo učenci naučili primerjati, ločevati, razvrščati, opisovati, posploševati in zbrane podatke ustrezno predstaviti (zapisati, narisati).

18. Dobro si oglejte vzorce , nato odgovorite na spodnja vprašanja!



Vzorec A primerjajte z vzorcem B. Poiščite podobnosti in razlike! Zapišite odgovor na črto.

Podobnosti: _____

Razlike: _____

Kateri vzorec je najbolj zapleten? a b c d

Razdelite vzorce v dve skupini. Kriterij izberite sami.

Skupina 1

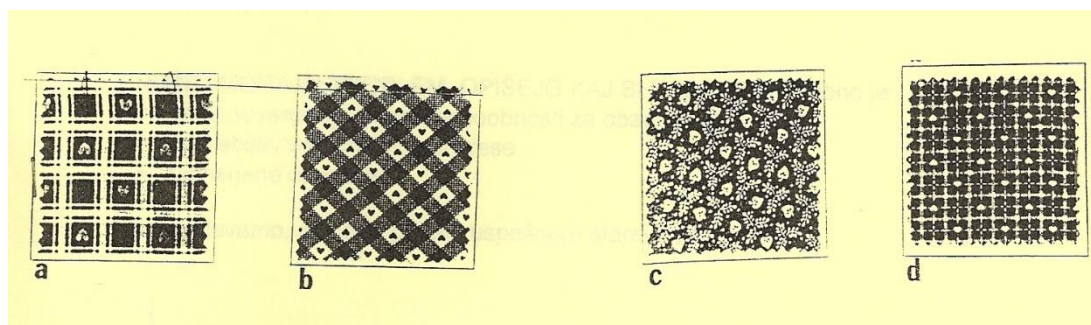
skupina 2

Kaj imata skupnega vzorec C in D? Odgovor zapišite na črto.

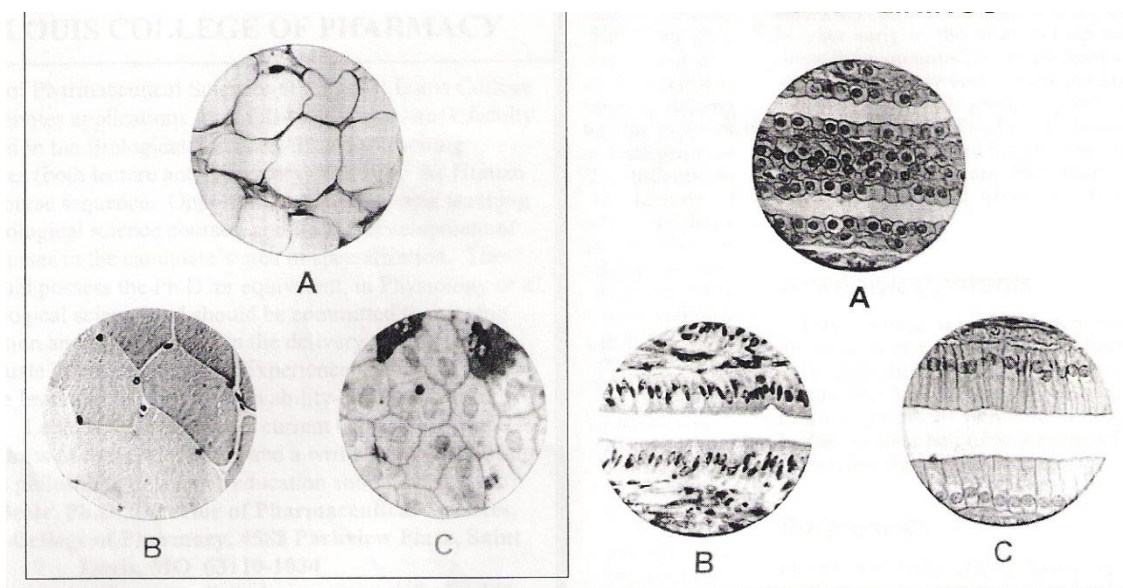
Opišite vzorec d! Odgovor zapišite na črto.

6

Slika 9: naloga 18 iz vprašalnika



Slika 10: primer vzorcev blaga neposredno uporabnih za urjenje



Slika 11: Primer preparatov uporabnih za urjenje

VPRAŠANJE 15, 16

Tudi pri 15. vprašanju nas je zanimalo, kako učinkovito učenci opazujejo in sicer zaznajo spremembo, ki jo navedejo kot opažanje in kako to ločijo od generalizacije, to je sklepanja in razlage, zakaj je do te spremembe prišlo.

Navodila so bila podana ustno, čeprav so bila navedena tudi v pisni obliki. Anketar med demonstracijo ni govoril. Na prižgan grafoskop je položil petrijevko s prozorno tekočino, nato je dodal indikator (rdeč lakus) in prozorna tekočina je postala modro-vijolično obarvana. Večina učencev je zapisala, da je prišlo do spremembe barve tekočine, nekateri so navedli, da sta se tekočini zmešalo, oziroma, da je se je barva raztopila v vodi. Le redki so zapisali, da je anketar dodal obarvano tekočino v brezbarvno.

15. Dobro opazujte poizkus!
Natančno zapišite kaj ste opazili. Kaj se je zgodilo?

Slika 12: Vprašanje 15

Tudi pri 16. vprašanju smo ugotavljali ali učenci ločijo med opažanjem in generalizacijo. Za razliko od naloge 15., ko so morali zapisati opažanja in razlago, so morali pri 16. vprašanju zapisati le opažanja. Kljub temu jih je večina (3/4) zapisala, da sveča ugasne ker ji zmanjka zraka, ali zato ker zmanjka kisika. Zapis, da sveča ugasne, ko nanjo poveznemo kozarec pa spada med zaznave, vendar se redkeje pojavlja. Anketar je demonstracijo izvedel na navedeni način:

- položimo svečo na mizo in jo prižgemo
- gorečo svečo pokrijemo s kozarcem
- čez nekaj časa sveča ugasne
- na kozarcu se naberejo črne obloge in se orosi, ko sveča ugasne se včasih rahlo pokadi;

Med prikazovanjem ne komentiramo dogajanja in ne dajemo navodil. Oba prikaza smo pogosto izvajali tudi na seminarjih za učitelje naravoslovja in razrednega pouka. Praviloma smo ugotavljali, da tudi učitelji težko ločijo med opažanjem in generalizacijo. Oba primera bomo vključili v ponovljeno raziskavo uporabili pa jih bomo tudi v didaktičnem modelu. Odlična sta za urjenje, saj sta preprosta in zanju ne potrebujemo posebnih pripomočkov.

Zaključek

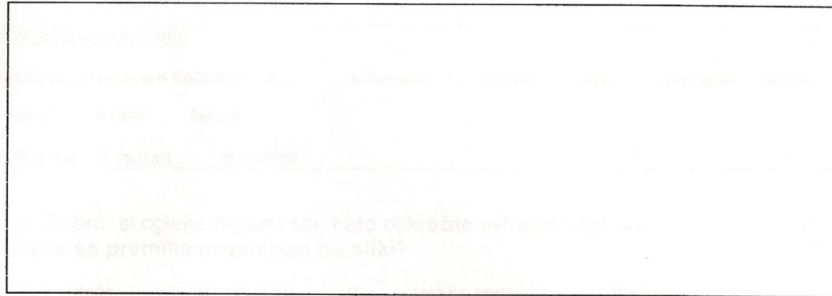
Predlogi za ponovitev raziskave so zapisani že med samimi besedilom in obarvani modro. Večina je neposredno uporabna kot med, ki ga lahko učitelji uporabijo za urjenje učencev pri usvajanju veščin in spretnosti potrebnih za opazovanje, ki predstavljajo temelj za pridobivanje naravoslovno-matematične kompetence.

Vprašalniki bi morali biti oblikovani kot model tako, da vprašanjem dodamo še didaktične napotke za učinkovito vodenje učencev pri opazovanju. Uporabimo naloge kot so najljubša hrana papagajev, voda za morskega prašička- velikost posode, hrana in voda za psa, če nas ni doma en dan...

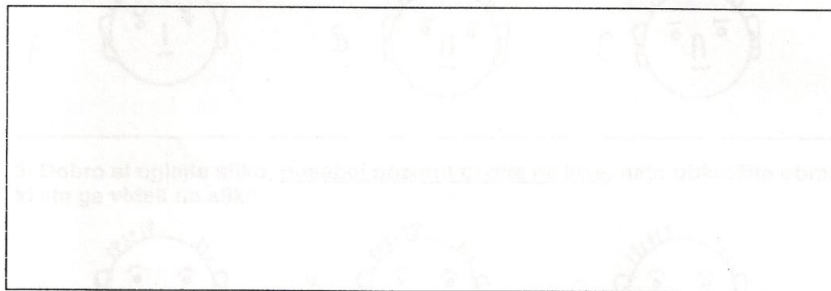
VPRAŠALNIK:

19. Odgovorite na spodnji vprašanji. Odgovora zapišite v okvirčka.

Papagaji se hranijo z mešanico semen. Napišite kako bi ugotovili katera semena imajo najraje.



Dobili ste morskega prašička. Veste, da poleg hrane potrebuje tudi vodo. Napišite, kako bi ugotovili, kako veliko posodo z vodo mu morate nastaviti, da bo zadoščala za 1 dan?



Slika 13: Vprašanji pri nalogi 19.

MODEL:

artikulacija pouka:

- postavimo problem
- pustimo, da učenci s pomočjo brainstorminga podajo več možnih rešitev
- izberemo tisto, ki ima za izhodišče opazovanje prehranjevalnih navad ptice

(nasujemo semena in vidimo katerih poje največ, to je dobra ideja, vendar gre le za zaznavanje ne pa za načrtno opazovanje)

- učitelj v nadaljevanju postavlja vprašanja s katerimi vodi učence pri reševanju problema

koliko katerih semen smo nasuli? Kako bomo vedeli katerih je pojedel največ, če ne vemo, koliko katerih smo dali noter? Kaj pa potem, ko vemo, katerih je pojedel največ? Ali moramo opazovanje ponoviti? Morda pa ob ponedeljkih je samo sončnice!

- ❖ Učence pripeljemo do tega, da ugotovijo, da morajo natančno definirati izhodišče (koliko katerih semen), in preveriti tudi rezultat (koliko katerih semen je ostalo) in iz razlike sklepati na rezultat.

Za verodostojnost rezultatov je potrebno opazovanje ponoviti. Ob tem vpeljemo pojme kot so: zanesljivost in ponovljivost znanstvenega poiskusa, preverljivost, seznanimo jih s spremenljivkami in kako jih kontroliramo, pa tudi dejstvom, da biološki poizkusi niso vedno 100% ponovljivi zaradi dinamike živih bitij, ki se v času nenehno spreminjajo.

Primeri, ki jih uporabimo naj bodo preprosti, praktični in smiselni, da si učenci lažje predstavljajo uporabne možnosti takih opazovanj. Vsaj v začetku jim bo to v pomoč, saj problemi ne bodo preveč abstraktni.

Uporabljena literatura:

- Tolič I: Otroška psihologija, Mladinska knjiga, Ljubljana 1968
- Heuschele: It all Looks the Same to Me!, The American Biology Teacher, Volume 61, No. 6, 1999
- M. Ekl et al: Senzomotorni odgoj mentalno retardiranog djeteta, Beograd, 1969
- Eschenhagen et all: Fachdidaktik Biologie, Aulis Verlag Deubner, Koln, 1998
- M. Braund: Children's ideas in classifying animals, Journal of Biological Education 25, 2, , 1991
- N. Hayes et al: Psihologija, Zavod RS za šolstvo, Ljubljana 1998

- F. Strmčnik: Znanstvenost učne vsebine v luči didaktične transformacije, Sodobna pedagogika 48, 114, Ljubljana, 1997
- R. Ocepek et al: Pomen zgleda in neposredne izkušnje z živalmi za pridobivanje realnih predstav in odpravo predsodkov, Nove metode in tehnike poučevanja naravoslovnih predmetov-biologije, kemije in fizike, Seminar, Portorož 1998
- M. Vrtačnik: Vizualizacija v kemijskem izobraževanju, Kemija v šoli 11/1, Ljubljana 1999
- Russell et al: Observation in school science, a booklet for teachers, SEAC 1989
- B. Stephan-Brameyer: Die beobachtung in biologieleunterricht der sekundarstudde I. Empirische untersuchungen zur effektivitat vergleichender und monographischer verfahren, Dissertation, Bonn, 1985

ŽIVALI V SKLOPU FORMALNIH IN NEFORMALNIH OBLIK POUKA

Iztok Tomažič,

Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Uvod

V sklopu tega projekta ugotavljamo, kako učinkovito razvijati pestro paleto kompetenc pri učencih v sklopu formalnih in neformalnih oblik pouka. V ospredju so naravoslovne kompetence, razvoj katerih je ključen za pravilno delovanje posameznika v današnji družbi.

V slovenskih šolah se izvaja pretežno pouk usmerjen v učitelja (teacher-centered instruction). Tega se le počasi nadomešča s poukom, ki je usmerjen v učenca (learner-centered instruction) in za katerega je značilno, da ima lahko višje učinke kot prvi.

Če hočemo ugotoviti, katere kompetence se razvijajo pri katerem načinu pouka, moramo zasnovati naše delo tako, da izobraževanje učiteljev, učna gradiva, izvedbo aktivnosti v razredu prilagodimo tako, da bomo lahko učinkovito preverili prednosti in slabosti posamezne izvedbe pouka. Ker želimo v pouk vpeljati kakovostno praktično, eksperimentalno, raziskovalno delo učencev je smiselno, da le-tega primerjamo z že obstoječim (prevladujočim) načinom dela v razredu.

Hkrati pa moramo ugotavljati, kako različni pristopi učinkujejo tudi na motivacijo in zanimanje učencev, njihovo dobro počutje in druge psihološke dejavnike, ki vplivajo na kvaliteto dela pri posameznem predmetu.

Pri biologiji pa nikakor ne smemo izpustiti afektivnega dela poučevanja in proučevanja odnosa učencev do predmeta, stroke, še posebej pa do narave.

Le učenec, ki bo opremljen z znanjem in bo imel oblikovana primerna stališča, bo lahko deloval primerno in pravilno.

Zaradi pravilnega raziskovalnega pristopa bomo v prvem delu oddali le del aktivnosti, ki temeljijo pretežno na učiteljevi izvedbi pouka. Učitelji bodo v tem sklopu izvedli pouk tako kot so ga izvajali do sedaj, v drugem terminu (in drugih razredih) pa bodo izvedli pouk tako, kot jih bomo pripravili mi.

V prvem sklopu so zajeta teoretična izhodišča, v katerih so razloženi različni načini poučevanja. Učitelji bodo v prvem delu dobili teorijo, ki zajema klasičen-tradicionalen način pouka-poučevanja, saj je ta v našem prostoru prevladujoča (na področju poučevanja biologije).

TEORETIČNI PREGLED (ZA UČITELJE)

RAZLIČNI NAČINI POUČEVANJA

Kako voditi pedagoški proces, kjer morajo učenci pridobivati nove koncepte na kvaliteten način in kjer sta vključena tudi oblikovanje primernih stališč (odnosov) ter trajnost znanja (konceptov).

Skupaj bi to pomenilo, kako doseči čim višji izkoristek poučevanja. Na izkoristek pa ne smemo gledati s stališča učitelja, temveč s stališča učenca.

Prenove šolskega sistema in učnih načrtov, ki so se odvijale v prejšnjem desetletju, so skušale preoblikovati (vplivati na) načine poučevanja učiteljev. V naravoslovne učne načrte so bila dodana priporočila, ki naj bi učiteljem podala smernice, kako učiti posamezno vsebino. Pouk naj bi v večji meri vključeval aktivnosti učencev, to je njihovo aktivno vlogo pri pouku. V tem smislu učenci ne bi bili le pasivni »sprejemniki« informacij. V nadaljevanju je potrebno razčleniti, kakšen pouk (poučevanje) pojmuje kot tradicionalen, klasičen, neposreden (neposredno poučevanje) in kakšen je pouk, za katerega so se zavzemali reformatorji naravoslovnega izobraževanja.

Učinkovit pouk oziroma poučevanje ne poteka samo v eni obliki temveč gre pri učinkovitem pouku za izbiro pravilne kombinacije različnih načinov poučevanja.

Načrtovanje učne ure

Prvi korak pri izvedbi pouka je načrtovanje učne ure tako, da so vzroki za poučevanje in učenje jasno opredeljeni. Učitelj mora najprej odgovoriti na sledeča vprašanja.

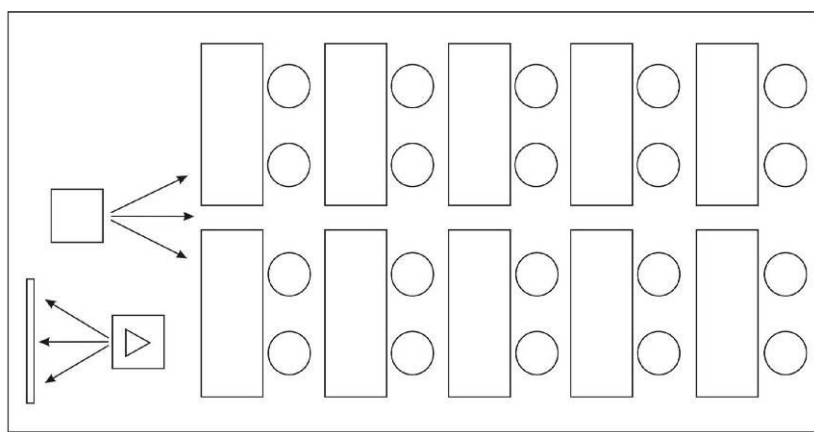
- a) Kaj bodo učenci znali ali bili sposobni narediti po končanem pouku? Kakšen bo izid (izkoristek) njihovega učenja? Koko bom vedel kdaj in kako dobro so učenci dosegli izid oziroma cilje?
- b) Katere predhodne spretnosti in znanja so potrebna za učenje te vsebine? Kako se bom prepričal, ali učenci že imajo ustrezne spretnosti in znanja?
- c) Katere informacije, aktivnosti in izkušnje bom nudil učencem, da bodo učenci lahko pridobili spretnosti in znanje v procesu učenja? Koliko časa bom za to potreboval? Kako bom uporabil čas v razredu in izven njega? Kako bodo aktivnosti v razredu in doma pomagale učencem pri učenju?
- d) Kako bom spodbudil zanimanje pri učencih? Kako jih bom motiviral za učenje? Kako jim bom dajal povratne informacije o njihovem učenju?
- e) Katere knjige in materiale bom uporabil pri predstavitvi? Kdaj bom preveril materiale; ali so vsi pravilni, pedagoško primerni vsebinsko in nivojsko?
- f) Katere metode poučevanja bom uporabil? Ali bom uporabil branje, predavanje, igro vlog, gledanje filma, demonstracijo,...?
- g) Kakšna bo razporeditev učencev; cel razred enotno, diskusija v manjših skupinah, sodelovalno učenje znotraj skupin, individualne zadolžitve,...? Kako bom vodil, nadziral in vrednotil delo skupin?

Tradicionalen pouk

Takemu pouku pravimo tudi neposreden pouk (*direct instruction*) ali klasičen pouk. Temu pravimo tako, ker se mnogokrat uporablja kot edini način

poučevanja. Neposreden pouk je organiziran tako, da so učenci poslušalci, učitelj pa podaja informacije učencem. Učitelj je običajno pred učenci, klopi so razvrščene v vrstah ali v obliki črke U (Slika 1). Učitelj za predstavitev učne snovi uporablja določene avdiovizualne pripomočke. Učenje pri tem načinu poučevanja pomeni usvajanje nečesa, kar je zapisano v knjigah, ki se tudi večinoma uporabljajo kot osnovno učno orodje. Vsebina pri takem načinu dela ostaja statična. V novjšem času prihaja v ospredje tudi informacijsko komunikacijska tehnologija (IKT) in predstavljena orodja, namenjena predvsem prikazu slikovnega materiala (Collison, 1993).

Pri takemu pouku je tudi vključenost učencev v primerjavi z aktivnostjo učitelja nizka, zato lahko pravimo takemu pouku, **pouk usmerjen v učitelja** (teacher-centred instruction).



Slika 14: Organizacija razreda pri tradicionalnem načinu poučevanja.

Slavin (2006) je klasičen pouk opredelil kot neposreden pouk. Učne ure so ciljno naravnane in strukturirane s strani učitelja.

Zgradba učne ure je sledeča:

- Učitelj najprej navede učne cilje in usmeri učence v učno enoto (učencem sporoči, o čem se bodo učili in kaj se bo zahtevalo od njih);

- b) sledi pregled veščin in pojmov, ki jih učenci potrebujejo za razumevanje obravnavane vsebine;
 - c) učitelj nato predstavi nove vsebine (pouk poteka s podajanjem informacij, razlago učne snovi s primeri, demonstracijo, z uporabo modelov ter IKT);
 - d) učitelj sprotno preverja razumevanje učencev (postavlja vprašanja in odpravlja alternativne - 'napačne' predstave);
 - e) učitelj omogoči učencem tudi samostojno delo (učenci imajo možnost preverjanja spretnosti in samostojne uporabe novih informacij);
 - f) na koncu ure učitelj preveri uspešnost učencev pri samostojni uporabi informacij in jim posreduje povratne informacije (preverjanje samostojnega dela, razumevanja, lahko tudi v obliki kviza, po potrebi ponovno razloži nerazumljive dele vsebine);
 - g) sestavni del take ure je tudi domača naloga, ki ponuja možnost, da učenci v daljšem časovnem obdobju utrjujejo pri uri pridobljeno znanje.
- Crawfordova (2000) uvršča tudi oblike učenja s konkretnim delom (hands-on) med tradicionalne oblike pouka pri biologiji. Pri takem pouku učenci le sledijo navodilom, ki jih je zapisal učitelj. Višji miselni procesi pa so pri takem načinu dela mnogokrat zapostavljeni.

Usmerjanje učencev v učno uro

Učitelj na začetku učne ure navede učne cilje in učencem poda okvir, o čem se bodo učili ter kaj se bo od njih zahtevalo. Učitelj mora na začetku ure učence motivirati za delo pri učni uri, pri njih ustvariti zanimanje in motivacijo za učenje. Dokazano je, da, če učitelj od učencev zahteva pravočasen prihod v razred in prične uro, ko zazvoni zvonec, so učenci bolje pripravljeni za delo med uro.

Primer iz genetike:

»Ali ste se kdaj vprašali, zakaj so otroci staršev višje rasti v povprečju večji od otrok, ki imajo starše nižje rasti? Zakaj so mongolske puščavske podgane ali miši, ki jih imamo v razredu v eni posodi vse istih barv, v drugi pa so različnih barv? No, pri današnji uri boste spoznali s čim se ukvarja veda, ki ji pravimo genetika in kako se lastnosti, ki jih imajo starši prenašajo na potomce.«

Iz besedila je mogoče razbrati, da učencem nismo sporočili »kako«, temveč samo »kaj«. Tako učna ura lahko ostane motivirajoča in učenci sledijo z večjim zanimanjem. S tem pa postane ura za učence tudi osebno pomembna.

Poleg naštetega je zelo pomembno smiselno vključevanje humorja oziroma dramatičnosti, ki se je lahko naučimo iz kakšnih oddaj za otroke v višjih razredih pa načine za povišanje zanimanja kot jih uporabljajo razne poljudnoznanstvene oddaje.

Če imajo učenci jasna navodila, kaj bodo delali, kako bo potekala učna ura in kaj bodo na koncu znali, poviša uspešnost učencev. Prav tako uspešnost poviša tudi, če učencem v naprej pripravimo osnutek, kaj se bodo učili.

Pregled veščin in pojmov

Učitelj mora preveriti veščine in pojme, ki jih učenci potrebujejo za razumevanje obravnavane vsebine. Narediti mora povezavo med tistim, kar učenci že znajo in tistim, kar se bodo učili. Če je učna ura nadaljevanje prejšnje, učitelj naredi navezavo nanjo. Lahko pa poveže vsebino, o kateri se bodo učenci učili z vsebino, ki je bila obravnavana pri kakem drugem predmetu, na primer, priprava določene raztopine ali kisline in baze (kemija), risanje grafikonov (matematika, fizika).

Kako lahko preverimo, kako razmišljajo otroci?

To ne velja smo za klasičen pouk temveč lahko katero od teh strategij uporabimo ne glede na pouk. Vsi ti načini so bili preverjeni pri pouku naravoslovnih vsebin (Driver in sod., 1996).

- a) **Trditve v pisni obliki:** učenci zapišejo pet trditev na določen naravosloven pojem, npr. fotosinteza. Trditve napišejo na manjši list papirja in nato se o njih pogovorijo v manjših skupinah ter oblikujejo enoten sklop trditev. Tega predstavijo ostalim skupinam v razredu.
- b) **Postri – plakati:** učenci so razdeljeni v manjše skupine, kjer izdelajo plakate na določeno vprašanje, npr. »Kako se prehranjujejo rastline?«. Zopet sledi poročanje pred razredom.
- c) **Zlaganje kartic (listkov):** učenci dobijo primere živali (vretenčarjev), in jih morajo po njihovem mnenju smiselno zložiti glede na to ali so sesalci, ptiči, plazilci, dvoživke ali ribe.
- d) **Miselni eksperiment:** učenci dobijo problemsko vprašanje, ki ga skušajo rešiti znotraj manjše skupine in poročajo ostalim učencem v razredu.
- e) **Načrtuj in izdelaj:** je posebna oblika preverjanja, ki se pri tradicionalnem pouku ne da uporabiti. Kot primer, učenci ugotavljajo, kateri materiali bodo najdlje obdržali vodo v čaši toplo. Učenci eksperimentirajo, da bi prišli do odgovora.
- f) **Razloži:** »Zakaj so rastline zelene?« Učenci razmislijo o vprašanju in zapišejo odgovor.
- g) **Kontrolni seznam / vprašalnik:** Učenci dobijo slike objektov in živih organizmov. Sledi vprašanje; »Katere od stvari na slikah so -žive? – rastline? -živali?«.
- h) **Predvidi in razloži:** Učence vprašamo na primer »Ali bo paradižnik plaval v vodi?« Od učencev se nato zahteva, da najprej razložijo svoje trditve in nato še praktično preverijo ali njihove razlage držijo.
- i) **Praktični eksperimenti:** Učenci dobijo navodilo, da naj preverijo ali murni pri višji temperaturi porabijo več kisika kot pri nižji temperaturi (15°C in 30°C; za te živali je to normalno temperaturno območje v njihovem okolju). Izvesti morajo meritve s katerimi bodo to ugotovili in demonstrirati, kako so izvedli poskus.

Vse pogosteje pa se za preverjanje predhodnih predstav in znanja otrok uporablja tudi pojmovne mreže in razne oblike diagramov, ki lahko dajo vpogled v razumevanje prihajajoče učne snovi. Ti diagrami se lahko uporabijo tudi po določeni intervenciji v razredu in s tem dobimo primerjavo pred in po pouku (Barney in sod., 2005; Thompson in Mintzes, 2002)

Poleg takega načina preverjanja predstav učencev pa se uporablja tudi teste z vprašanji izbirnega tipa, vprašanji za dopolnjevanje in vprašanji s prostimi odgovori. Ena od oblik je test z dvodelnim vprašanjem izbirnega tipa. V prvem delu učenec izbere odgovor iz seznama odgovorov. Drugi del tega vprašanja pa vsebuje trditev »Zato sem se odločil ker:« in zopet sklop možnih odgovorov (Odom in Barrow, 1995). Oboji avtorji si niso enotni, kateri je bolj primeren in pogosto predlagajo, da je smiselno pri preverjanju uporabiti oba načina, saj tako lahko dobimo popolnejšo sliko o predstavah in predznanju otrok. Vendar sta omenjena načina bolj primerna za obširnejšo raziskavo ali za končno preverjanje znanja učencev, saj je čas, potreben za izdelavo pojmovne mreže dokaj dolg, običajno eno šolsko uro (če učenci razumejo način izdelave pojmovne mreže je čas krajši). Za kvalitetno izdelavo vprašalnika izbirnega tipa pa bi učitelj potreboval kar precej časa, da bi vedno preverjal predznanje/razmišljanje učencev.

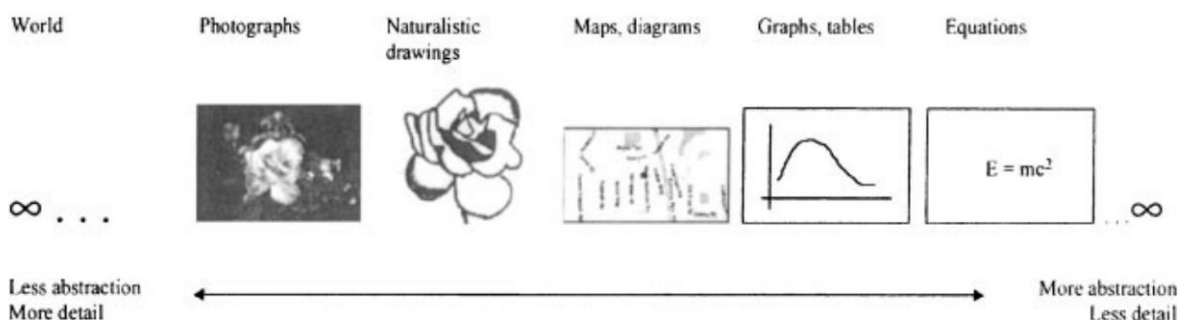
Mogoče bi bilo smiselno razviti tudi nekaj vprašanj, s katerimi bi učitelji lahko preverjali razmišljanje / poznavanje različnih naravoslovnih vsebin o katerih bodo učili učence.

Predstavitev nove vsebine

Ta del predstavlja osrednji del učne ure. Učitelj v tem delu podaja učencem informacije in predstavi določene spretnosti. Po vsebini mora biti ura (ure, saj obravnavana vsebina lahko traja tudi več ur) logično organizirana z jasno strukturo. Po prehodu iz enega sklopa vsebine na drugega je potrebno tega jasno opredeliti. Med poukom je potrebno izpostavljati dele vsebine, ki so posebej pomembni. Te pomembne dele je dobro tudi ponoviti, oziroma

večkrat izpostaviti. Če se med posameznim sklopom naredi kratek pregled tega sklopa, je učinek na znanje učencev višji.

Pomembne aktivnosti učitelja so sledeče: jasnost izražanja in uporaba primerne jezika, uporaba razlag (pravilo-razlaga-pravilo), delovni primeri (npr. postopno risanje in razlaga prečnega prereza stebila; pri čemer je pomembno dati učencem dovolj časa, da razmislijo ali pomagajo sosedu), uporaba demonstracij, modelov in ilustracij ter fotografij (pomembno je vedeti, da se abstraktnost od fotografije do enačbe stopnjuje; slika 2) ter uporaba video posnetkov in animacij).



Slika 15: Abstraktnost od slikovnega do simbolnega prikaza (Pozzer in Roth, 2003)

Pri takem pouku lahko pozornost učencev dokaj hitro pade. Zato je potrebno pri učencih vzdrževati pozornost in motivacijo. Učitelji naj zato uporabljajo pestrost, aktivnost in humor za vzdrževanje motivacije in zanimanja pri učencih. Vendar taki »vsadki« naj ne preusmerijo učencev stran od učne vsebine.

Ena od pomembnih lastnosti tega dela ure je primeren izbor in količina obravnavane snovi.

Raziskave kažejo, da bi učitelji večinoma lahko povečali količino obravnavane učne snovi v eni šolski uri, vendar ne sme potekati na račun razumevanja učencev.

Sprotno preverjanje razumevanja učencev

Predstavlja pomemben del neposrednega pouka. Predstavljajte si, da lokostrelec nikoli ne izve, kako blizu sredine tarče je zadel. Lahko bi bil natančen, vendar svoje natančnosti ne bi mogel izboljšati. Prav tako mora učitelj, sproti preverjati ali učenci razumejo učno snov. Učitelji so pogosto napačnega mnenja, da, če so predelali vso načrtovano učno snov in so učenci sledili učni, je potemtakem bil njihov pouk uspešen. Prav tako so učenci mnenja, če so sodelovali in sledili pri pouku, potem vse razumejo. Za oboje ni nujno, da to drži. Sprotno preverjanje daje obojim učitelju in učencem vpogled o kvaliteti pouka in učenja. To je lahko v obliki sprotnega preverjanja razumevanja z vprašanji na katera učenci odgovorijo pisno ali ustno. To so kratka vprašanja in ne služijo treningu (ponavljanju). So le informacija glede razumevanja učencev. Učitelj uporabi vprašanja tudi za razmislek o predelani snovi in kot uvod v nov sklop učne snovi. Tudi učenci lahko oblikujejo in postavijo svoja vprašanja. Učitelji pogosto ne dajo učencem, ki dosegajo nižje rezultate dovolj časa za razmislek in gredo prehitro do drugega učenca. Učitelji, ki v povprečju čakajo 3 sekunde po vprašanju, dosežejo boljše učne rezultate od učiteljev, ki prej obupajo in postavijo to vprašanje drugemu učencu.

Samostojno delo učencev (SD)

Po predstavitvi nove učne snovi je mnogokrat pomembno, da učenci samostojno vadijo ali izrazijo pridobljeno znanje in spretnosti. Ta faza pouka pride še posebej do izraza pri pouku matematike in učenju jezikov, kjer morajo učenci na novih primerih preveriti razumevanje na novo naučene vsebine. Ta del učne ure je pomemben, ker v procesu samostojnega dela učenci izluščijo novo znanje, učitelj pa tako lahko tudi preveri znanje učencev. Pri takem delu učenci prevedejo znanje iz delovnega spomina v dolgotrajni spomin.

Nekaj pomembnih iztočnic za organizacijo učinkovitega samostojnega dela učencev:

- Raziskave so pokazale, da je najučinkovitejša izvedba takega pouka matematike v približno 15 minutni razlagi in demonstraciji učitelja, kateri sledi okoli 20 minut samostojnega dela učencev (sedmi in osmi razred). Manj učinkovito pa je, če učitelj porabi le polovico zgoraj navedenega časa za razlago nove snovi, kateri sledi 25 minut samostojnega dela učencev.
- Samostojno delo ima nizek učinek na učence, ki so nizko motivirani, nimajo razvitih bralnih spretnosti ali si težje organizirajo tako delo. Mnogi učenci enostavno obupajo, ko naletijo na težavo, spet drugi rešujejo učne liste brez skrbi o tem, ali so reševali pravilno. Bolj pomembno je, da nalogo dokončajo, kot da bi se iz teh nalog učili.
- Zato: ne zadoščite učencev za samostojno delo dokler niste prepričani, da so ga zmožni izvesti (preden dobijo naloge za SD, je potrebno s sprotnim preverjanjem ugotoviti ali bodo učenci lahko samostojno reševali naloge in naloge morajo biti vsebinsko in jezikovno primerne);
- SD naj ne traja dolgo. Deset minut je običajno dovolj za doseg večine ciljev in je mnogo manj, kot učitelji običajno porabijo za SD učencev (dodatne naloge so lahko ponujene kot domače naloge);
- učenci naj dobijo jasna navodila;
- ko učenci pričnejo z delom jih pri tem ne motite;
- nadzorujte samostojno delo (kroženje po razredu pomaga, da so učenci aktivni; posameznim učencem ste tako tudi na voljo za morebitna vprašanja in dodatno pomoč);
- preverite rezultate samostojnega dela in vključite delo učencev v ocenjevalno shemo (učenci bodo tako videli večji smisel truda, ki so ga morali vložiti pri SD).

Preverjanje naučenega in nudenje povratne informacije učencem

Tako učitelj kot učenci morajo vedeti, kako uspešni so bili pri pridobivanju in podajanju znanja in spretnosti. Če so se vsi učenci naučili vse o čemer smo jih

učili, potem bi verjetno lahko pospešili obravnavo učne snovi. Če pa učenci izkazujejo določeno nerazumevanje učne snovi, pa lahko posvetimo določenim vsebinam več časa in razmislimo o strategijah, ki bi bile primernejše za obravnavo »težavne« učne snovi. Učencem, ki niso usvojili določene vsebine, lahko omogočimo individualno delo.

Domače naloge in samostojen pregled učne snovi

Če imajo učenci možnost dela domačih nalog in utrjevanja učne snovi, se povečajo njihovi dosežki in trajnost znanja. Učenci pregledajo obravnavane vsebine in izluščijo pomembne dele v daljšem časovnem obdobju. Dosežki učencev so še večji, če učitelji z učenci preverijo domače naloge. Za posamezno domačo nalogo naj bi v zgornjih dveh triadah OŠ učenci porabili med 15 in 20 minut.

Težave tradicionalnega pouka

Tak način pouka, kot je opisan v zgornjih točkah, je bil raziskan predvsem na nivoju nižjih razredov OŠ, pri pouku matematike in jezikov. Kot učinkovit se je izkazal za učence, ki dosegajo nižje rezultate. Za druge predmete in nivoje šolanja pa je manj raziskav o učinku neposrednega pouka na dosežke učencev.

Klasičen način pouka se kljub prenovam še vedno ali zelo pogosto uporablja kot edini način pouka (van Driel in sod., 2001). Naravoslovne vsebine se po navadi predstavljajo v obliki dejstev, teorij in pravil. Teh se morajo učenci naučiti na pamet. Van Driel in sod. menijo, da je pouk naravoslovja prav zaradi tega za učence vedno manj zanimiv in posledično tudi zanimanje za naravoslovje. Problem pedagoškega izobraževanja je tudi v tem, da kljub »mogoče« drugačnemu načinu izobraževanja učiteljev, mnogi učitelji še vedno 'učijo, kot so jih učili njihovi učitelji' (Dana in sod., 1997).

Kako se učenci naučijo konceptov?

»Koncept je abstraktna ideja (misel), ki posplošena na podlagi določenih konkretnih primerov!!!«

Če otroku pokažemo rdečo žogo, rdeč svinčnik, rdeč stol izrazimo koncept »rdeč«. Če pa tem objektom dodamo še zeleno knjigo, izrazimo višji koncept »objekt«.

To je primer enostavnih konceptov. Vsi pa niso tako enostavni. Na primer »pravica« je mnogo bolj kompleksen koncept. Biologija jih ima mnogo, ki so na videz lahko enostavni, vendar za razumevanje le-teh potrebujemo veliko predznanja: življenje, fotosinteza, celično dihanje, vrsta, neotenija,...

Koncepte se v osnovi naučimo na dva načina. Prvi je na podlagi opazovanja in izkušnje iz vsakodnevnega življenja. Drugi pa je na podlagi definicij (koncept teta/stric).

Kar se učenci naučijo v šoli ni nujno, da bodo znali prevesti v dejanske situacije vsakodnevnega življenja. Če pa je učenje potekalo samo na osnovi učenja na pamet, bo zelo malo verjetno, da bodo učenci znali to znanje uporabiti v novih situacijah. Pomembno je, da učenci najprej spoznajo osnovne primere, ki so si podobni in nato preidejo do bolj zahtevnih.

Tako je na primer spoznavanje sistematike, pri kateri imamo vedno skupino organizmov s skupnimi značilnostmi in seveda običajno cel kup izjem. Predstavljajte si koncept »sesalci«. Enostavni primeri so psi, mačke, govedo, ljudje,... Neprimeri so žuželke, plazilci, ribe,... Ampak, kaj je z delfini? Netopirji? Živorodne kače in močeradi?...

Preden bodo učenci zmožni uporabiti koncepte v novih situacijah, jih morajo dobro poznati.

Drug primer je učenje evolucije. Učitelj lahko prične s predstavitvijo evolucije pri živalih (dolga kratka dlaka, ekstremitete,...) in, ko učenci to razumejo, prenese koncept v drug kontekst kot je na primer evolucija pri rastlinah in evolucija socialnega vedenja pri živalih ter ljudeh. Na koncu pa lahko z učenci ugotavlja fenomene, ki so podobni evolucionskemu procesu kot je na

primer evolucija umetnosti kot odziv na spremembe v družbi. Tako bodo učenci lažje razlikovali med znanstveno in metaforično uporabo koncepta. Primere je potrebno predstaviti tako, da bodo smiselno gradili koncept. Nove situacije in primere je potrebno povezovati (iskati podobnosti in razlike), saj tako v večji meri vplivamo na transfer.

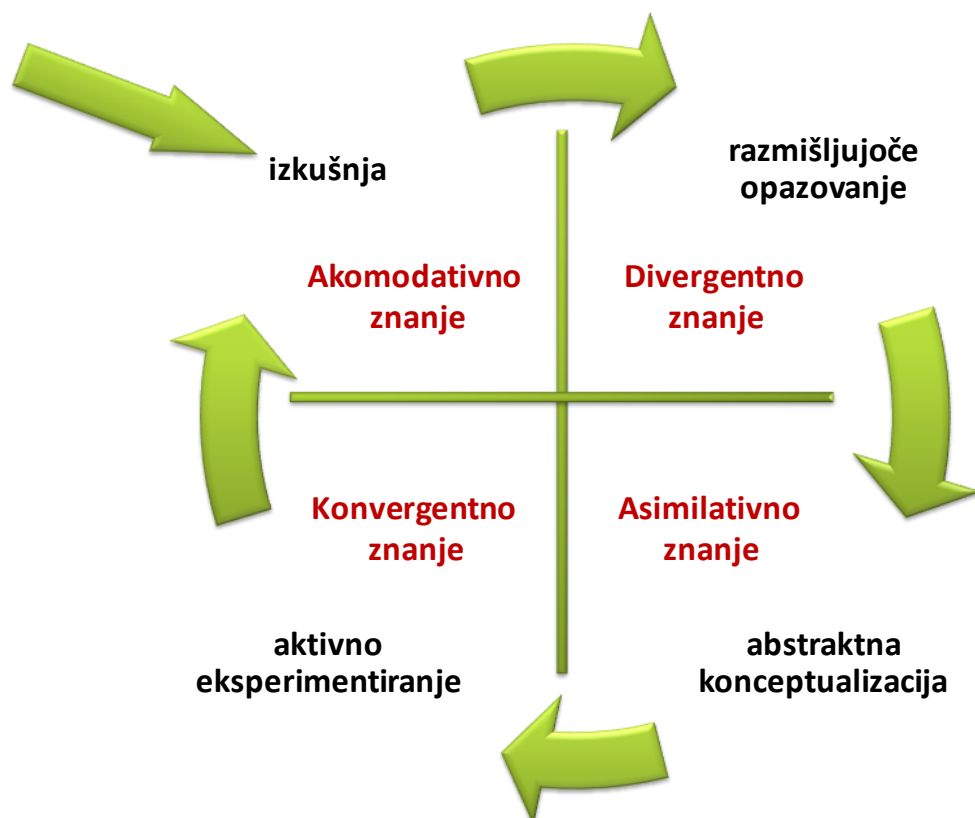
Konstruktivizem, izkustveno učenje in učenje z raziskovanjem

Pri prvem načinu poučevanja, kjer ima glavno vlogo učitelj, je vključenost učencev lahko zelo nizka. Številne raziskave potrjujejo, vsaj za pouk naravoslovnih vsebin, da je pouk, kjer učenci aktivno sodelujejo, doživljajo in raziskujejo bolj motivirajoč, ima večji vpliv na trajnost znanja od klasičnega pouka in bistveno pripomore k izboljšanju odnosa učencev do predmeta in stroke. Ker v šolah po svetu in pri nas mnogokrat prevladuje takšen način poučevanja, se je kot odgovor na tako izobraževanje v drugi polovici prejšnjega stoletja pričelo intenzivneje v pouk vpeljevati IZKUSTVENO in RAZISKOVALNO poučevanje, ki v ospredje postavlja učenca. Takemu pouku pravimo pouk usmerjen v učenca (student-centred instruction) in ta sledi osnovnim načelom konstruktivizma. Konstruktivisti trdijo, da učitelj ne more znanja učencem preprosto dati (posredovati), temveč morajo učenci znanje aktivno izgrajevati. Učitelj lahko ta proces spodbuja na način, da naredi informacije pomembne za učenca, daje učencem možnosti za samostojno raziskovanje in aplikacijo idej ter uči učence, da zavestno uporabljajo svoje strategije učenja. Učitelj da učencem lestev po kateri, se lahko povzpnejo do znanja. Konstruktivistična teorija gleda na učenca kot na osebo, ki neprestano preverja nove informacije z že obstoječim znanjem in jih tako nadomesti ali vgrajuje v že obstoječe miselne strukture.

Obravnavana vsebina ni učencem posredovana zgolj kot skupek dejstev, ki si jih morajo učenci zapomniti. Učenci so v obeh primerih aktivno vključeni v pridobivanje novih znanj, spretnosti in odnosov. Ta proces je nazorno prikazal Kolb (1984). V določenih fazah učenci razvijajo različna znanja. Zgornja

polovica kroga izkustvenega učenja je značilna predvsem za družboslovne profile, spodnja polovica pa za naravosloven način razmišljanja in s tem povezanimi istoimenskimi učnimi stili. V tem krogu so vključeni najbolj osnovni principi spoznavanja bioloških učnih vsebin, kjer učenci preko opazovanja prihajajo do določenih posplošitev (abstraktne konceptualizacije). Tej sledi aktivno eksperimentiranje (raziskovalno učenje – inquiry), ki zopet privede do nove izkušnje na višjem nivoju (Marentič-Požarnik, 2000).

Že Dewey (1938/1997) je v štiridesetih letih prejšnjega stoletja zapisal, da ni vsaka izkušnja, ki jo ima učenec primerna oziroma pravilna, na podlagi katere bo lahko izgradil novo. Učenje pa mora vedno graditi na že obstoječih izkušnjah, ki pa jim v novejši literaturi avtorji pravijo predstave. Učenci k pouku pridejo z že oblikovanimi predstavami, ki so lahko naivne (poimenovane tudi napačne ali alternativne) in jih je potrebno v sklopu izobraževanja spremeniti. To pa lahko zagotovimo le z oblikovanjem primernih učnih okolij, kjer bomo lahko dosegli največji možni izkoristek.



Slika 16: Model izkusvenega učenja po Kolbu.

Kolb (1984) razvojno gledano razlikuje različne stopnje izkusvenega učenja (slika 15).

Prva stopnja, ki jo imenuje **pridobivanje znanja** (acquisition), poteka v obdobju formalnega izobraževanja (od rojstva do adolescence). Ta stopnja je najbolj intenzivno raziskana faza človekovega razvoja. Piaget (1950) jo je razdelil na več podstopenj: prvo, senzomotorično (0-2. leta starosti), drugo, podstopnjo predoperativnega mišljenja, ki preide v tretjo podstopnjo konkretnih operacij (med 7. in 8. letom starosti in taja do 11. oziroma 12. leta starosti). Za tem sledi četrta podstopnja, formalnih operacij in abstraktnega mišljenja.

Drugo stopnjo je Kolb opredelil kot **specializacijo** (specialization). V to stopnjo vstopi koncu formalnega izobraževanja. V njej so zajete izkušnje pridobljene v začetku odraslosti tako v poklicnem kot tudi zasebnem življenju.

Tretja stopnja pa je imenovana **integracija** (integration). Ta predstavlja nadgradnjo (integracijo) druge stopnje (specialističnih znanj) v celosten pogled na znanje in vključevanje širših socialnih razsežnosti. To fazo lahko po mnenju Kolba dosežemo na dva načina. Prvi je postopen v daljšem časovnem obdobju, ali pa se zgodi zelo hitro in je lahko posledica trenutnega dogajanja, kot je na primer izguba delovnega mesta. Nekateri te stopnje ne dosežejo nikoli. Družbeni nagrajevalni sistem ljudi pripravi do tega, da delujejo le znotraj okvira določenih specializiranih vlog.

Izkustveno učenje je torej oblika učenja, ki skuša celostno povezati neposredno izkušnjo (doživljanje), opazovanje (percepcijo), spoznavanje (kognicijo) in ravnanje (akcijo) (Marentič-Požarnik, 2000).

Pouk naravoslovja in biologije v Sloveniji po prenovi programa osnovne šole temelji na izkušnjskem učenju. Učenci pri teh predmetih spoznavajo življenje, njegovo pestrost in raznolikost (Verčkovnik, 1993b). Spoznavati pričnejo posameznosti. Pri pouku pa se srečajo s številnimi kompleksnimi in tudi hipotetičnimi pojmi. Zato mora biti učitelj usposobljen za posredovanje teh pojmov na izkustven način. Kako naj bi potekalo izkustveno učenje pri biologiji, je prikazala Verčkovnikova (1993a) na primeru iglavcev. Pouk je razdeljen na pet stopenj: samostojno opazovanje objektov, vodeno opazovanje, oblikovanje kriterijev za razvrščanje, preverjanje ustreznosti postavljenih kriterijev in uvrstitev pridobljenih pojmov v sistem. Tak način vodenja otrok od konkretnih do abstraktnih pojmov se je pokazal za zelo učinkovitega v smislu trajnosti in uporabnosti znanja (Verčkovnik, 1993a).

Način vodenja učencev od konkretne izkušnje do izpeljave abstraktnih pojmov je prikazal tudi Očepek (1993) na primeru dvoživk, kjer ugotavlja, da je najvažnejši korak pri spoznavanju narave čim bolj polna izkušnja v naravi sami. Najugodnejšo sled pa na učencih pušča učitelj, ki ima rad naravo in pedagoško delo.

Dvoživke so učna tema, ki se pojavlja na različnih nivojih šolanja. Dvoživke so prav tako močno ogrožena skupina živali. Na svetu je ogroženih že več kot 1/3 vrst dvoživk. Razlogi za njihovo ogroženost so različni. Dvoživke so ena od tem, ki smo jo zasnovali in jo bomo preizkusili v sklopu preverjanja pristopov za učinkovit razvoj naravoslovnih kompetenc (več o tej vsebini v sklopu navodil za učitelje).

Ocepek je sodeloval pri razvoju modela izkušenskega učenja o živalih. Tega gradijo štiri faze, ki so podrobneje razložene v nadaljevanju.

Ocepek (2001) je o modelu je zapisal sledeče:

'Bistveni element tega modela učenja je učenčeva neposredna izkušnja. Šele potem ko učenec žival polno doživi, sledijo naslednji koraki. Šele potem ko je učenec primerno čutno in čustveno spodbujen, je pripravljen in sposoben kvalitetnega zavestnega delovanja. Čustva, ki se med doživljanjem prožijo, so potrebna energija, ki poganja "pamet" in "roke"!

Faze modela izkušenskega učenja z živalmi (v Tomažič 2009; Ocepek, 2001):

- Uvodna navodila

Navodila, kot jih pojmuje Ocepek, so v obliki nebesedne predstavitve 'ljubke' živali. V ta namen predlaga izbor živali, ki jo ima večina otrok za prijazno in nenevarno (polh, hrček, morski prašiček). Učitelj z lastnim rokovanjem z živaljo učencem prikaže način dela z živaljo in jim jo tudi približa (učenci se živali dotaknejo, vendar le, če sta učenec in žival za to pripravljena).

Samostojno doživljanje živali dovolimo učencem, šele potem ko so ti ustrezno pripravljeni!

- Doživljanje živali

Doživljanje živali Ocepek deli na dva dela. V prvem delu omogočimo učencem **samostojno doživljanje živali**, kjer učenci živali spoznavajo po lastnem interesu. Učitelj posreduje le, če sta učenec ali žival v nevarnosti.

Takrat tudi ugotavlja, kateri učenci imajo do živali negativen odnos in/ali do živali izražajo negativna čustva.

Sledi **vodeno doživljanje živali**, kjer učitelj učence usmerja v posamezne vedenjske in anatomske značilnosti živali, ki jih učenci pri samostojnem doživljanju niso opazili. V tem delu skuša učitelj pri učencih odpraviti morebitne predsodke (negativna čustvovanja in napačne predstave).

- Povzemanje

Povzemanje je faza, kjer je potrebno živali umakniti, saj učenci težko sočasno, še posebej, če so bili čustveno močno vključeni (pozornost pa lahko preusmerja tudi aktivnost živali), delujejo na miselnem in čutno - čustvenem nivoju. Ocepek pravi tej fazi, da je to čas *"notranje" in ne "zunanje" aktivnosti*.

- Preverjanje in utrjevanje

V tej fazi učitelj preverja usposobljenost učencev. Ta naj ne bi bila le v obliki pisnega ali ustnega preverjanja, temveč opisuje tudi **vedenjsko preverjanje**. Ocepek trdi, da **se usposobljenost pokaže v življenju** (učenci jo izrazijo s svojim delovanjem). Pri preverjanju znanja je torej potrebno učencem omogočiti ponoven stik z živalmi, kjer učitelj ugotovi znanje učencev in po potrebi pomaga odpraviti pomanjkljivosti. Učitelj učencem omogoči tudi stik s sorodnimi živalmi, kjer učenci svoje znanje utrdijo in poglobijo.

Pri preverjanju znanja je mogoče navesti nekaj dejstev, ki veljajo za sodobno preverjanje. Nujna je previdnost in natančnost pri sestavljanju vprašalnikov in testov za učence. Zavedati se moramo, če preverjamo določene raziskave z vsebinsko podobnimi temami, morajo biti te sestavljene na način, da lahko to primerjavo sploh izvedemo. Tu gre predvsem za že ustaljene metodologije.

Fazio in Zanna (1981) sta zapisala, da neposredna izkušnja pomeni, da posameznik oblikuje odnos na podlagi predhodnega vedenja do objekta odnosa. Posredna izkušnja pa pomeni oblikovanje odnosa na osnovi nevedenjske informacije (viri, kot so knjige ali oseba, ki sporoči informacije o določenem objektu). Podrobneje so stališča (odnos) opisani na strani 35.

Pouk biologije naj bi temeljil predvsem na uporabi konkretnih učnih materialov in tam bi neposredna izkušnja pomenila dejansko interakcijo ali rokovanje (neposreden stik) z objektom, preko katerega bi učenec pridobival informacije in čutno-čustveno doživiljal objekt. V primeru posredne izkušnje pa bi učenec dobil informacije o objektu iz učbenika ali knjige. V novejšem času tu igra vlogo tudi medmrežje. V vlogi posredovalca informacij so lahko tudi učitelji.

Kot primer neposredne in posredne izkušnje sta Fazio in Zanna (1981) navedla otroka, ki se igra z igračo. Ta otrok pridobiva neposredne izkušnje o igrači in do nje oblikuje odnos. Če bi ta isti otrok gledal igračo v televizijski reklami, s katero se igra nek drug otrok, bi prav tako lahko razvil odnos do igrače. V obeh primerih gre za zelo visoko (pozitivno) oceno odnosa do objekta. Pomembno pa je, da je **različen vedenjski vir**. Oba odnosa verjetno različno napovedujeta potencialno vedenje ob srečanju z objektom odnosa.

Mintzes, Wandersee in Novak (1998: 74-79) trdijo, da intuitivne oziroma naivne predstave o naravoslovju in naravoslovnih vsebinah pomembno vplivajo na poučevanje teh vsebin. Kot osnovne značilnosti takih predstav navajajo, da:

- so prisotne pri obeh spolih ne glede na starost, sposobnosti ali kulturo;
- služijo za opisovanje pojavov, ki se odvijajo v okolju posameznika;
- jih je težko spremeniti s tradicionalnim pristopom k poučevanju;
- součinkujejo z znanjem, ki ga predstavi učitelj in privedejo do neželenih in nenačrtovanih učnih rezultatov;
- so produkt neposrednega opazovanja, vsakodnevnega jezika in masovnih medijev in kulture vrstnikov ter
- jih pogosto najdemo pri učencih in učiteljih.

Ena od najpogostejših naivnih predstav je, »če je MALO dobro, potem je VEČ bolje«. V medicini lahko malo pomirjevala ali blažilca bolečin zmanjša simptome, preveč pa lahko povzroči zaplete ali celo smrt.

Nekaj naivnih predstav v biologiji:

- Hladno vreme z visoko zračno vlažnostjo je razlog za razvoj gripe.
- Večanje mase rastline je posledica črpanja vode in mineralnih snovi iz tal,
- Ljudje uporabljajo le 10% svojih možganov.
- Prehranjevalna veriga ima začetek in konec.
- Rastline dihamo le ponoči.

Razvijanje kritičnega mišljenja je ključno pri odpravljanju naivnih predstav. Pri kritičnem mišljenju se zna oseba zanašati na dokaze na sledeč način: najprej temeljito preuči problem, postaviti primerna vprašanja, ugotoviti predpostavke in pristranskosti, določiti kriterije, poišče dokaze in ugotavlja manjkajoče informacije. Pri tem uporablja logično mišljenje tako, da: določi trditve in argumente, analizira podatke, upošteva več razlag, zavrne napačne in nepomembne informacije, prizna pomanjkanje razumevanja ali informacij, kadar je to potrebno, preloži zaključke dokler ne zbere in preuči vseh dejstev, vrednoti dokaze in izlušči razumne zaključke ter prilagodi mnenje (zaključke) ob ugotovitvi ali pridobitvi novih dokazov.

Kritično mnenje je mogoče razvijati na primer z uporabo primerjalnih tabel = pojmovnih mrež. Naj navedem nekatere vsebine, za katere je mogoče narediti primerjalne tabele: živalska – rastlinska celica, transkripcija – translacija, mitozna – mejoza, različni tipi fotosinteze, ptiči – sesalci, dvoživke – plazilci, primerjave ekosistemov (tabela spodaj).

Tabela 6: Primer primerjalne tabele: Primerjaj C₃, C₄ in CAM fotosintezo.

Ogljikov dioksid vstopa v list skozi listne reže, kisik in voda pa skozi reže izstopata. Rastline morajo neprestano regulirati izgubo vode in dostop energije (v procesu fotosinteze, kar je v evoluciji privedlo do različnih modifikacij C₃ fotosinteze.

	C ₃	C ₄	CAM
Nariši preprosto skico prečnih prereзов lista za posamezen tip fotosinteze.			

Pojmovna mreža: poenostavljena primerjava treh razredov rib

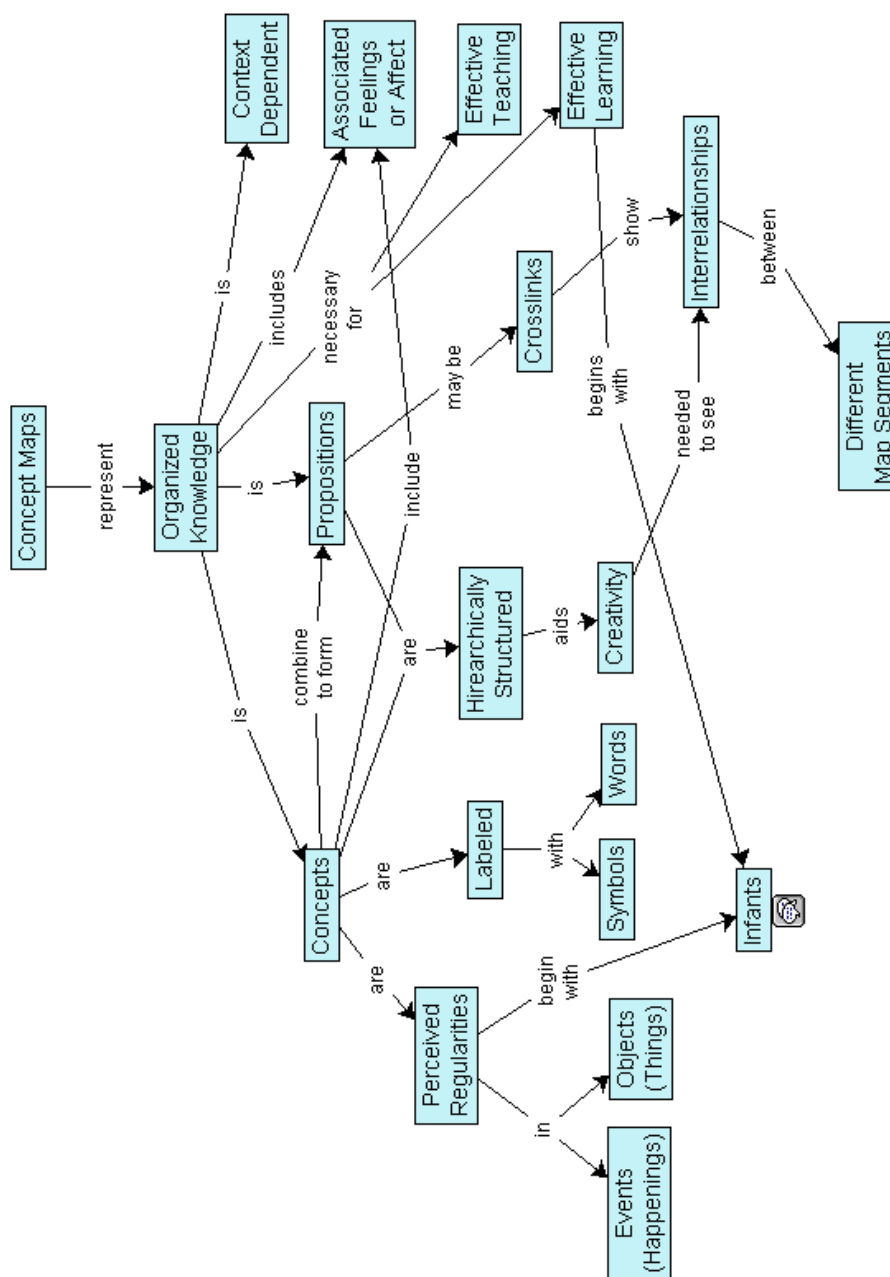
	Uravnavanje temperature	Plavuti	Dihanje	Skelet	Plavalni mehur	Usta	Primeri
Brezčeljjustnice							
Hrustančnice							

Kostnice							

Tabela 8: Rešena pojmovna mreža: poenostavljena primerjava treh razredov rib.

Pojmovna mreža: poenostavljena primerjava treh razredov rib

	Uravnavanje temperature	Plavuti	Dihanje	Skelet	Plavalni mehur	Usta	Primeri
Brezčeljustnice	Ektotermi	Da	Škrge	Hrustanec	Ne	Prisesek	Piškur
Hrustančnice	Ektotermi	Da	Škrge	Hrustanec	Ne	Čeljust	Morski pes, skat
Kostnice	Ektotermi	Da	Škrge	Kalcificirane kosti	Da	Čeljust	Postrv, lipan, skuša



Slika 17: Pojemovna mapa o pojmovni mapi

(vir: http://en.wikipedia.org/wiki/Concept_mapping)

Mintzes, Wandersee in Novak (1998), ki izhajajo iz Ausubelove **asimilacijske teorije učenja** (Ausubel in sod., 1978), so predlagali ne tako radikalen konstruktivistični pogled na poučevanje. Poimenovali so ga **humani konstruktivizem**, ki postavlja alternativne predstave v širši okvir pomenskega

učenja, saj se ljudje učijo tako, da stvarom in pojavom pripisujejo pomen. Osnovni namen humanega konstruktivizma naj bi bila torej izgradnja deljenega pomena (ang. *shared meaning*). To pa je po mnenju avtorjev mogoče doseči s kvalitetno izobraženimi učitelji.

Ausubel in sod. (1978) je v svoji knjigi *Educational Psychology* kot temeljno spoznanje o učenju zapisal s sledečimi besedami:

'Če bi moral skrčiti vso pedagoško psihologijo na le eno načelo, bi rekel naslednje: najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na učenje je, kar učenec že zna. Preveri to in ga poučuj temu primerno.'

Učenje z raziskovanjem (povzeto po Tomažič, 2009)

Učenje z raziskovanjem, kot ga opredeljujejo ameriški standardi naravoslovnega izobraževanja - *National Science Education Standards* (NRC, 1996), izhajajo iz predpostavke, da morajo učenci pri pouku naravoslovnih vsebin razvijati sposobnosti **'za izvajanje'** naravoslovnega raziskovanja, pridobivati razumevanje **'o'** naravoslovnem raziskovanju in razvijati globlje razumevanje naravoslovnih vsebin **'preko'** naravoslovnega raziskovanja. Tovrstna znanja pridobijo učenci preko različnih pristopov. Pogosto omenjena sta **prosto (odprto) raziskovanje** in **strukturirano raziskovanje**. Pri prvem prevzamejo glavno vlogo učenci, ki definirajo problem, postavljajo (raziskovalna) vprašanja, načrtujejo raziskovanje, pridobivajo podatke in jih interpretirajo ter argumentirajo. Pri drugem pristopu pa učitelj predhodno določi vprašanja in stopnje, po katerih bodo učenci prišli do zaključkov.

Preko učenja z raziskovanjem prihajajo učenci do znanja na podoben način kot znanstveniki pri svojem delu (Zohar, 1998).

Učenje z raziskovanjem zahteva od učitelja, da le-ta razvija pristope, ki omogočajo učenje na konkretnih (avtentičnih) problemih in hkrati prilagodi način dela, kot ga imajo znanstveniki. Pri takem načinu dela mora učitelj učence spodbujati pri raziskovanju ter jih podpirati pri razvijanju njihovih osebnih predstav o naravoslovnih pojmi (Crawford, 2000).

Crawfordova (2000) ugotavlja, da je pouk, ki temelji na samostojnem raziskovanju učencev, spodbuden tako za učence kot za učitelja. Opozarja pa, da tako zasnovan pouk od učitelja zahteva dobre organizacijske sposobnosti. Crawfordova (2000) je v svoji raziskavi eno leto spremljala učitelja, ki je pri svojem pouku uporabljal raziskovalni pristop. Opazovala je vloge, ki jih je učitelj prevzel pri takšnem načinu pouka. Učitelj se je moral spoprijeti z vlogami, kot so: motivator, diagnostik, vodja, inovator, eksperimentator, raziskovalec, moderator, mentor, sodelavec, in tisti, ki pridobiva znanje.

Glavne ugotovitve Crawfordove (2000) so, da je učenje z raziskovanjem zasidrano v vsebini, da naj učitelji sprejmejo učenje z raziskovanjem kot vsebinsko in pedagoško osnovo in naj hkrati razvijajo sodelovalno učenje med učenci ter učenci in učiteljem. Tak način dela od učitelja zahteva mnogo večjo vključenost, kot jo ima učitelj pri tradicionalni obliki pouka. To pa naj bi bil glavni razlog, da je raziskovalna oblika pouka redkost. Na uporabo raziskovalnega načina pouka vplivajo tudi prepričanja učiteljev o smiselnosti in učinkovitosti takega pouka (Crawford, 2007).

Učenci in učitelji morajo pri raziskovalnem pristopu dobro poznati in razumeti pojme, kot so problem, hipoteza, predvidevanje, zaključek, poskus (eksperiment), vzorec, interpretacija (razlaga), sklepanje-zaključki, spremenljivke (odvisne, neodvisne, kontrola, konstanta), tabele (razpredelnice, preglednice) in grafi (histogrami) (Tamir in sod., 1998).

MacKenzie (2005) je opozarjala, da je pri raziskovalnem pristopu potrebno navajati učence na natančno opazovanje. Tomkins (2000) je ugotavljal, kaj vse bi se lahko učenci naučili ob uporabi (gojitvah) solinskih rakov (*Aremia franciscana*) pri pouku. Kasneje pa sta Tomkins in Tunnicliffe (2001) uporabila gojitve teh organizmov pri pouku. Ugotovila sta, da so učenci brez učiteljevega dodatnega vodenja preko opazovanja in vodenja dnevnika samostojno opazovali ter ugotavljali anatomijo in vedenje živali. Med opazovanjem živali so tvorili in poenotili terminologijo za opisovanje organizmov in dogajanj v kulturah. Vodenje dnevnika je imelo vlogo refleksivne in interpretativne diskusije o predstavah učenca samega. S skupinskimi dnevniki so učenci postopoma prehajali do oblikovanja hipotez. V dnevnikih so lahko učenci prosto izrazili čustva. Pri ponazarjanju tistega, kar so opazovali, so učenci v veliki meri uporabljali vsakodnevno znanje in izkušnje.

S težavami pri raziskovalnem pristopu se ne soočajo le učenci, ampak tudi študenti. Tomažič in sod. (2007) ugotavljajo, da imajo študenti naravoslovno - pedagoških smeri težave pri reševanju raziskovalnih problemov, ki so po vsej verjetnosti posledica pomanjkanja raziskovalnega načina dela na vseh nivojih šolanja. To je v skladu z argumenti Lorda in Orkiszewskega (2006), ki ugotavljata, da je postopek večine poskusov, tudi tistih, ki se izvajajo na fakulteti, že v naprej določen. Študenti tako že v naprej vedo, kaj se od njih zahteva, katere dele navodil morajo preskočiti in kako dobiti želen rezultat. Takšen "kuharski" pristop pa v veliki meri ne pripomore h kvaliteti znanja študentov, saj vključuje premajhen poudarek na preverjanju razumevanja elementov poskusa.

Tudi v učbenikih so mnogokrat opisane aktivnosti za učence, katere so označene kot raziskovalni problemi, a so mnogokrat le "kuharski recepti", ki vodijo učence v preverjanje pred tem opisanega problema. Volkmann in Abell (2003) predlagata, da naj se take

aktivnosti nadgradijo v bolj raziskovalno usmerjene in izdelajo orodje – sklop vprašanj, preko katerih zelo hitro ugotovimo, ali je predvidena aktivnost problemsko naravnana.

Za razliko zgoraj opisanemu raziskovalnemu načinu dela se v pouk vse bolj vpeljuje način dela z raziskovanjem, pri katerem se od učencev ne zahteva samo fizična temveč tudi miselna vključenost in sledenje pouku. Prednosti, ki jih tak način dela odraža, so očitne v znanju, odnosu do predmeta in naravoslovja kot celote, odnosu do znanosti in s tem do raziskovalnega pristopa pridobivanja znanja (Hart in sod., 2000; Lord in Orkwiszewski, 2006).«

Kako naj poteka preverjanje (razlikovanje) med tradicionalnim praktičnim (hands-on) in raziskovalnim (minds-on) delom?

(1) Učitelj vključi učence v aktivno postavljanje raziskovalnih vprašanj.

- Ali so vprašanja vodila raziskovanje?
- Ali so učenci samostojno oblikovali raziskovalna vprašanja?
- Ali učenci vidijo pomen (smisel) v postavljenih vprašanjih?

(2) Učenci dajejo prednost dokazom.

- Ali učenci uporabljajo čutila in naprave za opazovanje in zbiranje podatkov?
- Ali so 'recepti' oblikovani kot edina oblika pristopa k reševanju problema?
- Ali imajo učenci možnost odločanja o vrstah podatkov, ki jih želijo zbirati in načinih zbiranja le-teh?

(3) Učenci oblikujejo razlage na podlagi dokazov.

- Ali se učence spodbuja za oblikovanje preliminarne razlage?
- Ali učenci oblikujejo razlage na podlagi dokazov?
- Ali se od učencev pričakuje, da razložijo svoje razmišljanje?

(4) Učenci predstavijo in zagovarjajo predlagane razlage.

- Ali učenci primerjajo razlage glede na njihovo skladanje z dokazi?
- Ali se učence spodbuja za preoblikovanje razlag glede na dokaze?

(5) Učenci vrednotijo razlage v luči alternativnih razlag.

- Ali imajo učenci možnost komentirati svoje ideje v manjših skupinah?

- Ali imajo učenci možnost predstaviti svoje ideje v pisni, ustni obliki ali preko grafik?
- Ali imajo učenci možnost za širšo predstavitev svojega dela?

Vrednotenje znanja in različni pristopi k poučevanju

Kadar vrednotimo učinke pouka moramo biti previdni. Pri različnih načinih pouka lahko vrednotimo le določena znanja. V šolah danes na žalost vse prevečkrat prevladuje le preverjanje deklarativnega znanja učencev, kar zgleda s stališča hitrega pridobivanja ocen najbolj smiselno (Rutar-Ilc, 2003). Proceduralno in strateško znanje je težko preverjati, če je bila uporabljena le transmissijska oblika pouka. Zadnji dve obliki preverjanja znanja sta lahko mnogo bolj težavni glede pristranskosti ocenjevalca, saj tako preverjanje ne more biti v obliki svinčnik in papir, temveč sta ocenjevalec in ocenjevani v neposredni interakciji.

Ocepek (2001) in Verčkovnikova (1993) sta v preteklosti že nakazala pot po kateri lahko učence vodimo od konkretnega spoznavanja vsebin preko opazovanja do izpeljave abstraktnih pojmov, ki predstavljajo posplošitve obravnavane vsebine.

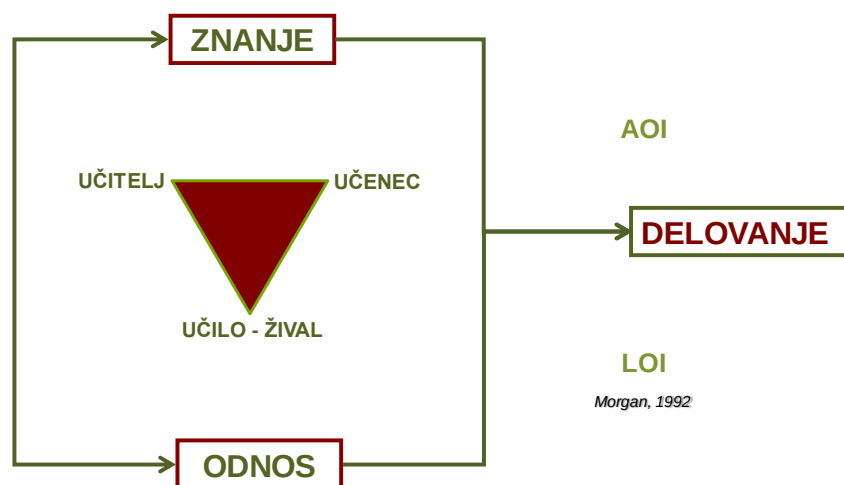
Dokazano je (Tomažič, 2009), da tak način dela učinkovito gradi tako na znanju kot na odnosu učencev, kar potencialno privede tudi do primernejšega delovanja posameznika.

Pri biologiji se kar prehitro zadovoljimo z obravnavanjem določenih konceptov zgolj n enem primeru. Seveda se omenijo še drugi primeri, vendar le omenijo. Tako na primer pri dvoživkah dobimo močerada, ki je kuščar in želvo, ki je dvoživka. Temu pogledu učencev pravimo PROTOTIPIČEN pogled na posamezne taksonomske skupine živali. Učenci intuitivno razvrščajo organizme glede na izgled in življenjski prostor.

Da bi spremenili predstave učencev o posameznih skupinah organizmov se morajo po mnenju Shepardsona (2002) učenci nujno na NEPOSREDEN NAČIN

srečati z organizmi in to večkrat v času šolanja. Vključeno mora biti opazovanje in primerjava večjega števila organizmov, kar privede do primernih POSPLOŠITEV. Spoznavanje organizmov naj bi, če je le mogoče potekalo v njihovem naravnem okolju, kjer učenci iščejo smiselne POVEZAVE ORGANIZMOV Z OKOLJEM. Učenci naj raziskujejo življenjske cikle, preobrazbe pri več vrstah, kar zmanjšuje omejeno pojmovanja učencev o teh organizmih. Učenci naj proučujejo mehanizme preživetja organizmov (ZAKAJ so (človeku) nevarne, strupene,...)).

Šele, ko učenci delajo z organizmi in dobijo o njih tudi dovolj neposrednih in posrednih informacij, lahko od njih pričakujemo tudi pravilno delovanje (Morgan, 1992). AOI na sliki 5 pomeni količina informacij (amount of information) in LOI nivo vključenosti (level of involvement) posameznika v delo z organizmom. V celotno shemo je dodan še pedagoški trikotnik, kjer je organizem (žival) obravnavana kot subjekt in s tem aktivno sodeluje pri »učenju« učenca (Ocepek, 2001). Ob konkretnem delu z organizmi (vivaristiki) pa učenci razvijajo generične kompetence, to pomeni tiste, ki jih posameznik bolj kot s specifičnim učenjem določene snovi razvija z načinom dela. Takšne kompetence so sposobnost zbiranja informacij, sposobnost analize in organizacija informacij, sposobnost interpretacije, sposobnost sinteze zaključkov, sposobnost učenja in reševanja problemov, prenos teorije v prakso, uporaba matematičnih idej in tehnik, prilagajanje novim situacijam, skrb za kakovost, sposobnost samostojnega in timskega dela, organiziranje in načrtovanje dela, verbalna in pisna komunikacija, medosebna interakcija in varnost.



Slika 18: Združen Morganov in Ocepkov pristop k poučevanju o živalih.

ČUSTVA IN POUK BIOLOŠKIH VSEBIN (povzeto po Tomažič, 2009)

Pri pouku bioloških vsebin naj bi učitelji uporabljali konkretne (naravne) učne materiale (DumPERT, 1979; Lock in Alderman, 1996), med katere sodijo tudi živali. Učenci pri pouku radi delajo z živimi živalmi (Tamir in Shcurr, 1997). O živalih se učijo raje kot o rastlinah (Wandersee, 1986; Kinchin, 1999).

Srečanje z živalmi za učence ni vedno prijetno. Pred nekaterimi živalmi se mnogi učenci raje umaknejo. Stik s živalmi je neprijeten, ker se jim živali gnusijo ali se jih bojijo. Čustvi, kot sta strah in gnus predstavljata **intrapersonalne ovire**, ki vplivajo na pouk bioloških vsebin. Še posebej prideta ti dve čustvi do izraza ob srečanju učencev z živalmi.

Umik je samoohranitvena reakcija, ki evolucijsko gledano osebi omogoča preživetje in hkrati zagotavlja, da se jakost čustva ne zmanjša (Ekman, 2003).

Pri oblikah dela, ki pri pouku bioloških vsebin vključujejo elemente terenskega dela, se učitelji nemalokrat srečajo s čustvenimi odzivi otrok, kateri zavirajo učenje (Bixler in Floyd, 1999). Bixler in Floyd opišeta ovire, na katere naletijo učitelji pri delu, ki vključuje vsebine okoljske vzgoje (OV) – dela na terenu:

- **strukturne**; ovirajo pripravljene učence in učitelje, da bi se vključili v OV aktivnosti. Ovire, ki sodijo v to kategorijo, so: logistika, financiranje, šolska – izobraževalna politika in opredelitev odgovornosti.

- **interpersonalne**; predstavljajo deljena mnenja med učitelji znotraj ustanove o filozofiji in vsebinskih vprašanjih OV. Ta lahko privedejo do neučinkovitih programov ali načrtovanja. V to kategorijo avtorja postavita tudi neprimerna vedenja otrok pri pouku na terenu, katera lahko vplivajo na ostale učence.
- **intrapersonalne**, ki predstavljajo odnos učiteljev in učencev. Vključujejo nezadostno znanje, motivacijo in zanimanje ter obstoj vrednostnega sistema pri učencih, kateri vpliva na njihovo učenje.

Razvoj strahu ima v evoluciji evolucijo pomembno funkcijo za preživetje organizma. Tudi pri vsakdanjem delovanju človeka ima strah pomembno funkcijo. Po Marksu je strah (1969; cit. v King in sod., 1994) normalen odziv na resnično ali namišljeno nevarnost. Sestavljajo ga: zunanje vedenjsko izražanje, notranje občutje ter spremljajoče fiziološke spremembe.

Za učitelja je pomembno, da prepozna, kdaj se učenec boji določenega objekta ali mu je objekt neprijeten. Ekman (2003) je opisal, na kaj je potrebno biti pozoren pri prepoznavanju strahu iz obraznega izraza. To razloži z navodilom za posnemanje strahu.

Pri osebi, ki doživlja strah, je iz izraza na obrazu mogoče razbrati naslednje znake:

- močno dvignjene zgornje veke in rahlo napete spodnje,
- sproščena spodnja čeljust in raztegnjene ustnice vzvratno v horizontalni ravnini ter
- visoko in navznoter dvignjene obrvi.

Ob zgoraj opisani obrazni mimiki sočasno poteka tudi fiziološki odziv na dražljaj; globlje in hitrejšo dihanje, hladnejše roke, potenje, tresenje mišic ter povišana napetost mišic v rokah in nogah.

Posebna oblika strahov so fobije. Otroci v svojem razvoju doživljajo mnoge strahove, ki so navadno kratkotrajni in po jakosti ne dovolj močni, da bi bili problematični (King, Ollendick in Murphy, 1997). Za razliko od "normalnih"

strahov pa "klinični strahovi" ali specifične fobije (prej enostavne ali monosimptomatične fobije) predstavljajo neutemeljene (nerazumne) strahove pred določenimi objekti ali živalmi (Merckelbach in Muris, 2001).

Psihologi ugotavljajo tudi, da se pri mnogih lahko pojavlja tudi več fobij hkrati. Fobije pred živalmi so bolj pogoste pri mlajših osebah in pri dekletih. Za specifične fobije je značilno, da:

- (1) strahovi delujejo izven dosega zahtevane situacije;
- (2) jih ni mogoče utemeljeno razložiti ali razumsko odpraviti;
- (3) delujejo na nenadzorovan način;
- (4) privedejo do umika pred virom strahu;
- (5) so dolgotrajni in
- (6) neprilagodljivi ter
- (7) niso odvisni od starosti ali razvojnega obdobja (Miller in sod., 1974; cit. v King in sod. 1994).

Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV) določa sledeče kriterije za "specifične" fobije:

- izrazit in trajen strah, ki je pretiran ali neutemeljen, izzvan s prisotnostjo ali pričakovanjem določenega objekta ali situacije;
- izpostavitve fobičnemu dražljaju skoraj vedno privede do takojšnjega anksioznega odziva ali napada panike;
- oseba se zaveda, da je njen strah neutemeljen ali pretiran;
- fobični situaciji se oseba odzove z umikom ali pa v njej vztraja z močno anksiozo;
- fobija pomembno vpliva na delovanje osebe ali pa oseba doživlja stisko, ker ima fobijo;
- pri osebah mlajših od 18 let je fobija prisotna vsaj 6 mesecev;
- anksioznega ali fobičnega umika ni mogoče bolje razložiti s katerokoli drugo motnjo.

Simptomi specifičnih fobij se pri otrocih in odraslih grupirajo v skupine:

- fobije pred živalmi (kače, pajki),
- situacijske fobije (zaprti prostori, tema, višina, bliskanje, grmenje) in
- fobije pred poškodbami telesa (ang. mutilation phobias; injekcijska igla, zobozdravnik, kri) (Fredrikson in sod., 1996; Muris in sod., 1999).

Glede na odziv oseb na objekt strahu, je Lang razvil tripartitni model strahov in fobij. Grajen je iz sledečih komponent: kognitivno, fiziološko in značilno-vedenjsko (ang. overt-behavioral) (cit. v King in sod., 1997). Načinov ugotavljanja fobij pri otrocih in odraslih je mnogo. Raziskovalci lahko ugotavljajo fobije pri otrocih z izvajanjem vedenjskega diagnostičnega intervjuja, samoporočila (self-report), se oprejo na poročanje skrbnika (caregiver-report), opazujejo vedenje, uporabijo pa lahko tudi tehniko samoopazovanja ter beleženja fizioloških odzivov.

Gullone (2000) na podlagi pregleda najpomembnejših raziskav preteklega stoletja, katere so se ukvarjale z raziskovanjem razvoja "normalnega" strahu, analizira metode ugotavljanja nastanka in razvoja strahov ter opiše glavne ugotovitve teh raziskav. Metode, ki jih posebej izpostavi, so: retrospektivni pristop, raziskave z opazovanjem vedenja, poročila staršev ali učiteljev, intervjuji otrok, prosto navajanje (free-option) strahov (npr. česa se najbolj bojiš?) in vprašalniki v obliki samoporočila.

Mnogokrat ni dovolj jasno ali so strahovi pridobljeni ali prirojeni. O tem danes še ni enotnega mnenja. Eden od zagovornikov, da so strahovi priučeni je Rachman, ki trdi, da obstajajo tri poti privzema strahov. Prva je direktno pogojevanje, drugi dve pa sta indirektni poti, in sicer učenje na podlagi opazovanja ("modeling") ter preko prenosa negativnih informacij.

Pri prvi obliki, **direktnem pogojevanju** predpostavljamo, da imajo fobije travmatičen ali sub-travmatičen izvor. Travmatičen dogodek (nepogojni dražljaj) sproži negativno čustveno reakcijo. Negativni čustveni reakciji pravimo nepogojni odziv. Nepogojni dražljaj lahko poteka sočasno z nevtralnimi dražljaji. Pri večkratnih ponovitvah nepogojnega dražljaja

sočasno z nevtralnimi dražljajem, lahko privede do tega, da že samo nevtralni dražljaj izzove reakcijo. Takrat takemu dražljaju pravimo pogojni dražljaj, odzivu pa pogojni odziv. Velja pa lahko isto tudi za dražljaje, ki so podobni pogojnemu dražljaju. Temu pravimo posplošitev ali generalizacija dražljajev.

V psihologiji so proučevani predvsem strahovi pred določenimi živalmi: psi, pajki, kače. Primer iz srečevanja osebe s psom prikazuje, kako je ta razvil strah pred temi živalmi. *»Otroka je v preteklih letih nekajkrat napadel in ugriznil velik pes (nepogojni dražljaj). V vseh primerih je otrok kričal in jokal (nepogojni odziv). Sedaj že ob pogledu na psa, ki se mu približuje ali laja (pogojni dražljaj), otrok prične jokati in kričati (pogojni odziv). Otrok pa joka in kriči tudi ob srečanju z majhnimi psi, ki lajajo (posplošitev dražljaja).«*

Otrok bi se torej moral večkrat srečati s psi, podobnimi tistemu, ki ga je napadel. Ti ga ne bi smeli napasti. Otrok bi lahko strah pred psi na tak način odpravil (extinction). Del odziva strahu je tudi **umik**. Ta prepreči stik z objektom, kar privede do tega, da ne pride do ekstinkcije strahu. Glede na 'pavloviansko B pogojevanje' nepogojni dražljaj povzroči gon in lastnosti tega gona v nepogojnem dražljaju se prenesejo na pogojni odziv. Ta pa deluje kot ojačevalni sistem, pogojni dražljaj – pogojni odziv. Pogojni dražljaj dobi tako funkcijo sporočevalca nevarnosti, nelagodja, bolečine ali strahu. Ta tip pogojevanja je še posebej pomemben pri obravnavi strahov in fobij (cit. v King in sod., 1994).

Drug primer razvoja strahu je **učenje z zgledom** oziroma na podlagi opazovanja reakcij drugih (ang. vicarious conditioning)

Pri tej obliki razvoja strahov oseba z opazovanjem reakcij druge osebe ob stiku z virom strahu ponotranji njene reakcije in v podobni situaciji reagira na podoben način (jo posnema). Kar nekaj raziskav potrjuje tak način učenja strahov, ki lahko posledično privedejo tudi do nastanka fobije (Muris in sod., 1997a, 1997b).

Tak način učenja pa lahko uporabimo tudi za odpravo strahov. Hugeseva (1990) je opisala svoje delo pri odpravi strahov študentov psihologije pred kačami. Uporabila je metodo posrednega učenja oziroma učenja s posnemanjem ob strokovnjaku in vrstnikih. Pri prvem so študenti opazovali, kako oseba, ki se ne boji kače in je strokovnjak (biolog) za delo s kačami, z živaljo rokuje brez strahu. To je zmanjšalo nelagodje študentov psihologije, ki so se zato upali približati živali. Hkrati pa so bili vzor prestrašenim študentom tudi kolegi, ki se živali niso bali. Ti študenti so pripomogli k znižanju strahu pri boječih študentih, ki so zaradi kolegov pokazali večjo pripravljenost za delo s kačo. Cook in Mineka sta leta 1989 (cit. v Merckelbach in Muris, 2001) opisala, da se opice (*Macaca sp.*), ki so vzgojene v ujetništvu, ne bojijo kač. Opice, ulete v divjini, pa se kač bojijo. Ko so opice, vzgojene v ujetništvu, videle, kako so ob srečanju s kačo reagirale opice iz divjine, so tudi same prevzele njihov način odzivanja.

Prenos informacije je po Rachmanu tretja oblika razvoja strahu. Tu je mišljena negativna informacija, ki jo posameznik dobi iz knjig, preko televizije ali določene osebe in ima pomembno vlogo za razvoj strahov. Riley (1986) trdi, da so ljudje še do konca 19. stoletja kazali določeno toleranco do določenih organizmov. Z odkritjem, da so nekateri organizmi, kot so žuželke, prenašalci bolezni, so ljudje močno spremenili odnos do določenih žuželk (še posebno do muh). K temu je pripomoglo tudi obveščanje zdravstvenih ustanov, zaradi česar so ljudje pričeli obravnavati žuželke kot nevarno golazen in nadlogo. Žuželkam so pripisovali vse mogoče stvari (npr. ščurki so odgovorni za nastanek rakastih obolenj).

Dokazi pa niso tako enoznačni. Zakaj se s strahom hitreje ali pretirano odzovemo na žival kot na rastlino ali pa na moderne vire nevarnosti kot je na primer avto ali strelsko orožje?

O tem govori teorija evolucijske pripravljenosti. To teorijo je prvič predlagal Seligman leta 1971 (cit. v Merkelbach in Muris 2001), kjer je zagovarjal, da morajo biti v razvoju strahov prisotni tudi določeni evolucijski procesi.

Ugotovitve, da so določeni strahovi bolj razširjeni, npr. strah pred velikimi plenilci je bolj pogost kot strah pred elektriko, daje slutiti, da so bili ti strahovi za naše prednike koristni, saj so jih obvarovali. Kot rezultat naravne selekcije so se ti strahovi prenesli v naslednje generacije v obliki prastarih mehanizmov učenja. Posledično ima tudi sodobni človek določeno biološko pripravljenost za razvoj strahov pred pajki, kačami in drugimi živalmi.

Davey (1995) dvomi v razlago Seligmana in trdi, da se je selektivnost do določenih strahov razvila tudi zaradi negativnega pomena, ki ga imajo določeni strahovi v naši kulturi.

Zato so Muris, Merckelbach, de Jong in Ollendick (2002) predlagali **multifaktorialni model razvoja in izražanja strahov**, ki upošteva dedne dejavnike in vključuje tudi sledeče vidike:

- večina otrok v svojem razvoju ob različnem času izraža različne strahove, ki so minljivi;
- manjši del otrok je na podlagi dednih lastnosti bolj nagnjen k razvoju neprilagodljivih strahov;
- neprilagodljivi strahovi se izražajo v določenih vedenjskih vzorcih;
- okoljski in genetski dejavniki medsebojno vplivajo na normalen razvoj strahov in lahko privedejo do zelo odpornih strahov, ki se nakopičijo kot fobije in
- tako nastale fobije se vzdržujejo s kognitivnim učinkovanjem.

Nekateri viri močno podpirajo, da gnus in strah nista ločena in se lahko razvijata sočasno in tudi tako učinkujeta. De Jong in sod., (1997) ugotavljajo, da je strah pred pajki povezan z gnusom. Pomembno vlogo pri tem igra lastnost, kot je občutljivost gnusa (ang. disgust sensitivity), ki po definiciji

predstavlja stopnjo, do katere oseba občuti gnus v povezavi z različnimi dražljaji.

Za merjenje občutljivosti gnusa, ki jo bomo zasledovali tudi pri RNK, se mnogokrat uporablja vprašalnik, imenovan **Disgust Scale**. Podali smo ga v izvorni in prevedeni različici. Ta vprašalnik ugotavlja osem različnih področij gnusa:

- (1) hrana (pokvarjena, nesprejemljiva ali kakorkoli drugače spremenjena);
- (2) živali, ki so sluzaste ali živijo v 'umazanih' pogojih;
- (3) telesni produkti (vonj, iztrebki, sluz);
- (4) poškodbe telesnega ovoja (ang. Body Envelope Violations; pohabljanje telesa, rane);
- (5) smrt in trupla;
- (6) spolni odnosi, ki so družbeno nesprejemljivi;
- (7) higiena in
- (8) dražljaji za stvari, ki same po sebi niso kužne, temveč so podobne resničnemu viru okužbe ali pa so bile z njim v stiku; ponaredek iztrebka živali (ang. Sympathetic Magic) (v Woody in Tolin, 2002).

Zaradi starosti in razvojne stopnje otrok, bomo iz vprašalnika izvzeli določena področja (npr. smrt in trupla), ki niso nujno potrebna za preverjanje korelacij med strahom, gnusom in odnosom do živali.

Dokazano je, da je občutljivost gnusa je povišana pri osebah, ki se pretirano bojijo pajkov. Po uporabi različnih načinov odprave strahov, se pri osebah poleg znižanja strahu zniža tudi nivo gnusa do živali. Skupna občutljivost gnusa pa ostane nespremenjena. Tudi tu se pokaže vpliv družine na ocenjevanje strahu pred pajki. Starši (mame) otrok, ki se pretirano bojijo pajkov, izkazujejo višji strah in višjo občutljivost gnusa od staršev (mam) otrok, ki se manj bojijo teh živali. Očetje izkazujejo manjši vpliv na nivo strahu in gnusa otrok do teh živali. To kaže, da reakcija gnusa pri starših pomembno vpliva na razvoj

pretiranih strahov pri otrocih. Raziskava de Jonga in Merckelbacha (1998) kaže, da je strah pred pajki v povezavi z osnovnim (jedrnim) gnusom.

Darwin (1872/1998) je o gnusu zapisal sledeče: »gnus v najpreprostejšem pomenu besede pomeni nekaj na okus odbijajočega. Je značilen občutek, ki ga doživimo ob stiku z nečim ali ob predstavi o nečem, ki je prvotno v povezavi z okusom, povzroča pa tudi podobne občutke preko vonja, otipa ali celo pogleda« (p. 250).

Strah varuje osebo predvsem pred fizičnimi poškodbami.

Gnus varuje osebo pred okužbo.

(Woody in Techmann, 2000; Rachman 2004).

Izražanje gnusa je v različnih kulturah podobno, če ne enako (Ekman, 2003). Oseba z obrazno mimiko izrazi gnus z znižanjem (spustom) spodnje čeljusti, lahko (ali ne) izvede jezik, naguba nosnici in dvigne zgornjo ustnico. Odprta usta in vihanje nosu sta v povezavi s potencialnim zaužitjem hrane. Dvig zgornje ustnice je v glavnem povezan s prožilci, kot so trupla, fizični kontakt z neznanci ali nekaterimi moralnimi kršitvami.

Fiziološko je gnus v povezavi s slabostjo in je verjetno učinkovan s strani parasimpatika. Strah pa je voden s strani simpatika. Vedenjsko se oseba umakne (ohranja distanco) od vira gnusa. Ohranjanje distance je doseženo z izločitvijo ali odstranitvijo neprijetnega dražljaja (bljuvanje ali umivanje), ali umikom od neprijetne situacije (oseba se obrne ali odkoraka) oziroma z preusmeritvijo pozornosti (zapiranje ali pokrivanje oči, spreminjanje teme pogovora) (v Rozin, Haidt in McCauley, 1999).

»Gnus se pojavlja v različnih oblikah. Prva, ki jih je opisal Rozin in sod. (1999), je osnovni (jedrni) gnus (ang. core disgust). To naj bi bila posebnost ljudi, pri katerih se je razvil kot odgovor na dražljaje, ki jim razumsko pripišemo lastnosti. Živali pa oblikam ne pripišejo pomena ampak se odzivajo na neprijeten okus (ang. distaste). Tak na primer čokolado v obliki pasjega iztrebka manjši otroci pojejo, starejši pa že povežejo obliko z virom. Ekman (2003) izpostavi, da je

premalo podatkov o tem, ali se izražanje gnusa pojavi tudi pri drugih primatih. Osnovnemu gnusu lahko pravimo kar vratar. Ta varuje vhod v naša prebavila in prepreči, da bi v telo vnesli nekaj, kar je lahko nevarno. Večina prožilcev osnovnega gnusa je živalskega izvora (Rozin in Fallon, 1987). Prožilci so lahko žive živali (ščurki, ličinke žuželk in druge živali). Lahko pa so različna hrana ali produkti (izločki) živali, kot na primer iztrebki, bruhanje, sluz ali slina. Hkrati pa je gnus povezan tudi z možnostjo okužbe (Rozin in sod., 1999). Rozin in sod. opišejo še nekaj dodatnih oblik gnusa. Prva se navezuje na razlikovanje človeka od živali (ang. animal-nature disgust; živalske narave). Kot primere za to obliko navaja slabo higieno (vonj telesa), neprimerni spolni odnosi človeka (z živalmi ali dvojčki), poškodbe telesa (rane ali amputacije) in stik s smrtjo (dotik trupla). Druga oblika je medosebni gnus (ang. interpersonal disgust), ki vključuje interakcijo ali stik z drugimi osebami. Stik ali intimnost z osebo drugega socialnega kroga je lahko odbijajoča in izražena v obliki gnusa. Tako kot osnovni gnus preprečuje uporabo živali ali živalskih delov za prehrano, tako interpersonalni gnus odklanja osebe kot partnerje in preprečuje vstop v bolj intimne stike (delitev hrane, oblačil, posteljnine ali občasnih dotikov). Gnus nas tako naredi ekstremno izbirčne, kritične in ocenjevalne. Ena od oblik gnusa je tudi socialno-moralni gnus, ki je zapletena kategorija gnusa, kajti večina socio-moralnih kršitev ni nagnusnih. Mnoge takšne kršitve izgledajo nagnusne, ker vključujejo vidike osnovnega gnusa ali gnusa živalske narave (spolno nadlegovanje otrok, brutalni umor). Mnogokrat pa se ljudje opredelijo z gnusom do stvari ali dejanj, kot so hinavščina, rasizem, izdajstvo ali nelojalnost.«

V zadnjih letih prihaja do večjega števila raziskav o součinkovanju čustev na delovanje posameznika. Raziskovanje strahu ima daljšo tradicijo kot raziskovanje gnusa (Woody in Techman, 2000). Davey (1992, cit. v Davey in sod., 1998) je opredelil tri poti, preko katerih bi lahko določene živali pridobile status spodbujevalca gnusa in posledično upravičeno postale pomembne za strah (ang. fear-relevant):

- imajo posredno ali neposredno povezavo s širjenjem bolezni ali okužbe (podgane, miši, netopirji, ščurki);
- imajo lastnosti, podobne primarnemu dražljaju gnusa (sluzaste ali navidezno sluzaste živali: kače, polži, deževniki, žabe) ali
- živali, ki se jih naključno povezuje z umazanijo ali pa delujejo kot signali za umazanijo, bolezen ali okužbo

Davey in sod. (1998) v medkulturni raziskavi raziščejo, katerih živali se bojijo udeleženci iz sedmih evropskih in azijskih držav. Za vsako žival so morali udeleženci na štiri-točkovni lestvici oceniti, do kolikšne mere se bojijo posamezne živali. Živali, ki so jih vključili na seznam, so razvrstili na: (1) za strah-pomembne-strašne živali (lev, tiger, krokodil); (2) za gnus pomembne živali (ščurek, podgana) in (3) za strah-nepomembne živali (zajec, ovca, kokoš).

Odnos do živali, za katere oseba meni, da ji lahko povzročijo fizične poškodbe, se v pretežni meri izraža v obliki strahu. Do živali, ki bi pa lahko prenašale okužbo ali bolezen, pa se lahko oseba odzove primarno z gnusom (Davey in sod., 2003).

Razširjeno kategorizacijo živalskih skupin v svoji raziskavi predvideva Arrindell (2000). Avtor je na podlagi podrobnejše statistične analize oblikoval naslednje kategorije: (1) za strah pomembne živali, (2) suhe, nesluzaste živali, (3) sluzaste živali ali živali, ki izgledajo vlažne, in (4) živali s kmetije - farmske živali.

STALIŠČA (povzeto po Tomažič, 2009)

Trikomponentni model stališč opredeljuje, da je stališče osnovano na podlagi treh različnih virov: afektivnega, kognitivnega in vedenjskega (Bizer, 2004).

Prepričanja (kognitivna komponenta) omogočajo miselno povezovanje med objektom stališča in njegovimi atributi. Ta so po naravi lahko ocenjevalna ('sladoled je redilen'). Občutki (afektivna komponenta) so izkušnje ugodnega ali neugodnega, ki jih izzove objekt stališča ('sladoled me sprošča'). Vedenja (vedenjska komponenta) pa so značilna dejanja, ki vključujejo približevanje ali umik od objekta stališča ('sladoled kupim večkrat'). Model predvideva, da imajo ljudje pozitivno stališče tedaj, ko so njihova občutja, prepričanja in vedenja objektu stališča naklonjena in obratno. Skupno vrednotenje se razlikuje od posamezne komponente, t.j. prepričanja, občutja in vedenja, ki vplivajo na skupno vrednotenje. To pomeni, da stališče ni nujno zgolj seštevek

vseh treh komponent. Stališče do objekta lahko oseba shrani v spomin ('sladoled je dober'). Objekt stališča pa lahko izzove le posamezne komponente stališča in tudi te so lahko subjektivno predstavljene v spominu (Olson & Maio, 2003).

Vse te tri komponente do neke mere narekujejo stališče, vendar ne delujejo vedno skladno. Določena komponenta se lahko nagiba v pozitivno ali v negativno smer, kar se posledično kaže v izražanju stališča (Bizer, 2004).

Stephen E. Kellert (1985) že več kot 30 let raziskuje, kako ljudje čustveno, intelektualno in materialno cenijo naravo in organizme. Na velikem vzorcu ameriške populacije je ugotavljal, kakšne dimenzije imajo odnosi ljudi do živali in narave (Tabela spodaj).

Tabela 9: Kategorije odnosa do živali po Kellertu.

Dimenzija odnosa	Opis
Estetska	Umetniške in simbolne značilnosti živali.
Dominionistična	Nadvlada nad živalmi (športne aktivnosti).
Ekologistična	Skrb za okolje kot sistem in za povezave organizmov z okoljem.
Humanistična	Močna čustvena navezanost na živali ("imeti rad").
Moralistična	Skrb za pravilno ravnanje z živalmi / proti raziskavam na živalih in krutosti.
Naturalistična	Zanimanje za direktne izkušnje z živalmi in raziskovanje narave.
Negativistična	Aktiven umik živalim kot posledica strahu ali nevšečnosti.
Nevtralna	Pasiven umik kot posledica indifference.

Znanstvena	Zanimanje za fizične značilnosti in biološko delovanje živali.
Utilitarna	Zanimanje za praktično in materialno vrednost živali (za dele telesa, habitate ali oboje).

Mnogo je raziskav, ki po Kellertovi metodologiji preverjajo odnos ljudi do različnih vrst oz. skupin živali: morskih psov, primatov, delfinov, zveri, členonožcev in drugih (Tomažič, 2008).

Raziskave so pokazale, da na prevlado določenih kategorij odnosa vplivajo socialni status, starost, spol, okolje bivanja, etnična pripadnost in aktivnosti posameznika v naravi. Eden najpomembnejših dejavnikov, ki vplivajo na oblikovanje odnosa pa je izobraževanje. To bi po mnenju mnogih avtorjev moralo učencem nuditi čim več neposrednih izkušenj z naravo in organizmi.

Učenci z več izkušnjami z živalmi imajo več znanja. Tudi odnos do teh živali se spremeni iz pretežno dominionističnega, negativističnega, utilitarnega v primeru odklanjanja ter nadvlade nad živalmi in estetskega ter moralističnega pri visoki čustveni navezanosti do živali v bolj ekologično, naturalistično in znanstveno.

Naše raziskovanje odnosa bo temeljilo na proučevanju posameznih komponent odnosa. Zanima nas, kako učinkovito spreminjati te komponente in oblikovati primeren odnos učencev do živali in narave. Ta metodologija je intenzivno preverjana v praksi, s pomočjo katere bomo dobili rezultate, ki bodo primerljivi z rezultati drugih raziskav.

ŽIVALI PRI POUKU

Učencev sprva gledajo na živali zelo 'neznansveno'. Vidijo ljubke ljubljence, nagnusne, grde in strašne žuželke in podgane. Njihove predstave so v veliki meri antropomorfne in antropocentrične. Informacije dobijo učenci iz knjig, legend, pravljic, risank, filmov in drugih neznansstvenih virov. Taki odnosi

temeljijo predvsem na čustvenem doživljanju živali. Živali opisujejo kot dobre/slabe, lepe/grde, pametne/neumne, krvoločne, zvite in podobno. Velikokrat so mnenja, da je treba nebogljene živali (predvsem rastlinojede) zavarovati pred strašnimi in krvoločnimi kačami, volkovi in tigri. Ob takšnem pogledu bi bili rastlinojedi tigri za otroke mnogo bolj sprejemljivi (Dreyfus, 1995). Vse več podobnih informacij (sporočil) pa lahko otroci najdejo tudi na spletu.

Živali so za učence zanimivejše od rastlin (Wandersee, 1986; Kinchin, 1999).

Živali imajo učenci radi, ker:

- se premikajo;
- se prehranjujejo;
- imajo oči za gledanje;
- se sporazumevajo z zvoki;
- kažejo vedenja, ki so zanimiva za opazovanje;
- imajo kratke in opazne življenjske kroge;
- komunicirajo z ljudmi;
- se učijo;
- imajo potomce;
- rojevajo in
- vzgajajo mladiče.

Učitelj lahko prinese živali v razred in ponudi učencem priložnost, da se srečajo z njimi. V razredu lahko učitelji celo izdelajo modelne ekosisteme (Tomkins in Tunnicliffe, 2001).

Raziskav, ki bi obravnavale delo z avtohtonimi živimi živalmi v razredu je malo (Kinchin, 1999; Killermann, 1998).

Pedagoške raziskave mnogokrat obravnavajo pedagoški proces v povezavi s spoznavanjem živali v sklopu neformalnih oblik pouka, kjer učitelji igrajo le vlogo spremljevalca in 'nadzornika'.

Po vključitvi vivaristike v šole so v Angliji mnogi učitelji sprejeli njeno uporabo in vključevali organizme v pedagoško delo. Po prenehanju nadzora oziroma dodatnega vključevanja izvajalcev te vpeljave pa je zamrla tudi vivaristika na šolah (Lock, 1994). Podobno se je zgodilo tudi v slovenskem prostoru (Vrščaj, 1990).

Delo z organizmi se ni obneslo predvsem zaradi:

- časovnih,
- zakonskih,
- socialnih,
- infrastrukturnih omejitev in
- omejitev iz vidika izobraževanja.

Vrščaj (1990) pa meni, da je razloge za delo ali nedelo z organizmi v razredu potrebno iskati predvsem v usposobljenosti učitelja za delo z organizmi. Samo 'imeti' živali v razredu, brez njihove dejanske uporabe, ne privede do pomembnih učinkov na znanje in odnos otrok do živali.

Dumpert (1979) je že pred tremi desetletji analiziral delo z živimi organizmi v nemških šolah. Učitelji, ki pri pouku ne delajo z živalmi, kot razloge navajajo pomanjkanje časa (59%), prostora (35%), financ (19%) in profesionalne razloge (12%, didaktičen učinek ni dovolj visok). Učitelji v njegovi raziskavi so v skoraj polovici šol navedli, da nimajo v šoli nobenih organizmov, niti rastlin. 14% učiteljev ni vodilo učence na ekskurzije, 20% jih ni uporabljalo ekskurzij v namen biološkega opazovanja, 20% jih ni obiskalo živalskih vrtov in kar 70% jih ni peljalo v botanične vrtove, polovica pa jih ni izrabljala okoliških naravoslovnih poti.

Učitelji pri pouku največkrat delajo z ribami, sesalci in členonožci (Adkins in Lock, 1994). Delajo pa tudi s praživalmi in kolobarniki (izključno deževniki). Pri živih živalih učenci večinoma opazujejo strukturo in vedenje, mrtve živali pa tudi secirajo in preučujejo encimske aktivnosti v določenem delu prebavil in nivoje sladkorja v različnih žilah.

Učitelji pridobijo živali preko različnih virov:

- od dobaviteljev,
- iz mesnice in klavnice,
- iz lastne gojilnice,
- od univerze,
- z donacijo,
- iz trgovine z malimi živalmi,
- v šolskem okolišu.

Podobno kot Dumpert (1979) tudi Adkins in Lock (1994) ugotavljata, da delo z živalmi omejujejo predvsem sledeče pomanjkljivosti:

- infrastruktura,
- ravnateljev pogled (neodobravanje),
- čas,
- nedostopnost laboranta,
- cena živali in
- cena hrane.

Živali se v določenih državah še vedno uporabljajo sekcijo. Sekcija se uporablja predvsem v višjih razredih šolanja (Smith, 1994). Večino seciranja pa opravijo učenci sami, le malo učiteljev izvede seciranje v obliki demonstracije. Tudi dejavniki, ki vplivajo na uporabo seciranja so pomembni in mnogokrat dovolj omejujoči:

- finančna sredstva,
- mnenje o dobrobiti živali in
- preference učitelja.

V največji meri se pri pouku dela z ribami in kokošmi, sledijo pa jim miši, paglavci, žuželke in polži. Učitelji v največji meri delajo z živimi živalmi v sklopu opazovanja in raziskovanja vedenja živali.

Po pouku živali, ki so jih kupili v trgovini, učenci odnesejo domov ali jih šola proda, jih evtanazirajo, živali ostanejo v šoli ali pa so vrnjene dobavitelju.

Lock in Alderman (1996) sta raziskovala vključevanje živih in mrtvih živali v pouk naravoslovja in ugotovila, da učitelji biologi v večji meri vključujejo živali v pouk, kot učitelji kemiki ali fiziki. Manj kot 40% učiteljev naravoslovja vključuje žive živali pri učencih med 11 in 14 letom starosti in le 17% na višji stopnji izobraževanja (učencih starih 14-16 let). Učitelji v večji meri vključujejo mrtve živali, od katerih učitelji nebiologi mnogo manj. Avtorja sta si postavila vprašanje, kako so lahko učitelji dosegli določene učne cilje, za dosego katerih bi učitelji morali delati z organizmi. Zagovarjata stališče, da je biologija veda, ki se ukvarja s proučevanjem živega. Tako kot je pri učenju jezika pomembno branje knjig, poezije in aktivno vključevanje v gledališke predstave in biti del predstave, so za učinkovit pouk bioloških vsebin pomembni živi organizmi. Videoposnetki, fotografije in druga vizualizacijska sredstva lahko omogočijo le učenje iz "druge roke" in ne morejo nadomestiti "prave stvari". Tako kot televizija ne omogoča enakega doživetja, predstav in čustev, kot to naredi predstava, ki si jo ogledamo v živo, tako tudi sekundarni "neživi" materiali v biologiji ne daje pravih predstav in razumevanja o organizmih. To po njunem mnenju omogoči šele neposreden stik.

Učitelji imajo pomembno vlogo pri vključevanju učencev v aktivno raziskovanje zunaj razreda (Tilling, 2004). V zadnjih tridesetih letih je močno upadla uporaba terenskega dela pri pouku naravoslovnih vsebin. Terensko delo nadomešča vse večja uporaba dela v razredu, kjer delo temelji tudi na natančno in z v naprej določenim laboratorijskim raziskovanjem, ki je posledica vse večjega kurikularnega poudarka na fiziologiji, molekularni biologiji in genetiki (Yore in Boyer, 1997). Učenci so tako prikrajšani za najbolj osnovno spoznavanje narave organizmov v realnih situacijah.

Lock (1998) je opisal pomen in smisel terenskega dela pri pouku bioloških vsebin. Ugotavlja, da ima terensko delo zaradi kvalitete pridobljenih izkušenj pozitivne učinke na odnos in znanje učencev. S pravilno organizacijo in logističnim pristopom je lahko terensko delo zelo uporabno orodje za učitelje

bioloških vsebin. Terensko delo ni omejeno samo na obisk krajev, ki so oddaljeni od šol, temveč se lahko uporabijo okolja, kot je okolica šole, ki je učencem tudi bolj znana.

Falk (1983) meni, da je smiselno otroke večkrat peljati na isto lokacijo. Prvi obisk terena naj bi vseboval aktivnosti, ki so namenjene spoznavanju lokacije. Kasnejši obisk(i) pa bi vključeval(i) delo vezano na bolj konkretne vsebine. Pred terenskim delom je potrebno pripraviti učence za delo na terenu. S tem zmanjšamo vpliv novosti, s katerimi se učenci srečajo pri takem delu. Terensko delo lahko po mnenju mnogih avtorjev pomembno vpliva na kvaliteto in trajnost znanja ter na odnos učencev in študentov do terenskega dela in obravnavanih vsebin (Falk, 1983; Killermann, 1998; Bogner, 1998, 1999; Bowler in sod., 1999; Randler, 2005).

Tudi spoznavanje organizmov v živalskih vrtovih, botaničnih vrtovih in muzejih lahko omogoči mnogo neposrednih izkušenj za učence in povečajo zanimanje učencev za spoznavanje organizmov (Tunnicliffe 1996a, 1996b, 2001, Tunnicliffe in Reiss, 2000).

Raziskave, ki se ukvarjajo s proučevanjem odnosa in znanja (poznavanja) ljudi o organizmih, mnogokrat obravnavajo večje in/ali karizmatične organizme kot so morski psi (Thompson in Mintzes, 2002), delfini (Barney in sod. 2005), primati (Lukas in Ross, 2005; Ross in sod. 2008) v situacijah, ki niso omejene le na pouk v razredu, ampak vključujejo tudi raziskave učinkov neformalnih oblik pouka na znanje in odnos oseb v raziskavah.

Delo na terenu lahko predstavlja izhodišče za delo v razredu. Hkrati pa predstavlja osnovo za povišanje zanimanja za določeno tematiko pri učencih. Pri učencih se tako poviša tudi njihova motivacija za delo. Učenci, ki imajo možnost dela na terenu, kjer nabirajo materiale in polno doživljajo okolje, pri nadaljnjem delu v razredu pripisujejo večji pomen obravnavanim vsebinam. V večji meri iščejo povezave z izkušnjami s terena (Manzanal in sod., 1999). Učenci razvijajo globlje in boljše razumevanje ekosistemov ter povezav znotraj

le-teh. Učenci so se pri reševanju novih problemov v razredu večkrat navezovali na delo, ki so ga opravili na terenu. Terenske izkušnje so učinkovito povezovali z dano problematiko. Učencem, ki so delali na terenu, se je na podlagi neposrednih izkušenj v večji meri oblikovala tudi afektivna komponenta odnosa. Zato je nujno, da se pri terenskem delu izvajalci osredotočajo predvsem na omogočanje interakcije med učenci in okoljem. Zato bomo poskušali v sklopu RNK povezati in primerjati spoznavanje živali v sklopu formalnega izobraževanja (v razredu) in neformalnega izobraževanja (ZOO).

Čeprav je terensko delo zelo učinkovito (Lock 1998), učitelji ne morejo vedno peljati učencev na teren. Razlogi so po mnenju učiteljev različni:

- oddaljenost šole od učnega mesta,
- letni čas,
- časovni raspored šole,
- cenovne omejitve,
- varnostne in zdravstvene omejitve,
- omejitve učnih načrtov,
- nepripravljenost učencev,
- politika šole (ravnatelja) (Tilling, 2004).

Razlog, ki ga navaja Kinchin (1993, cit. v Lock, 1998) so tudi učitelji, ki učijo biološke vsebine, a so po osnovni izobrazbi učitelji kemije ali fizike in so manj samozavestni za izvajanje terenskega dela.

Pri delu z organizmi morajo učitelji upoštevati strokovna in etična merila za delo z njimi ter veljavno zakonodajo. Nekaj raziskav je bilo v preteklosti usmerjenih tudi v raziskave mnenja učiteljev in učencev o uporabi živali pri pouku ter o dejanski uporabi organizmov pri pouku

ki ugotavljajo, kako se ti opredeljujejo za ali proti uporabi živali za določene namene (sekcija, vivisekcija, poskusi,...) v znanosti in pri pouku. Glavno pa je, da bi učenci mnogo raje delali z organizmi, kot o njih le brali iz knjig. Učenci

izražajo tudi skrb za dobrobit živali in celo podpirajo uporabo živali v poskusih, ki so namenjeni za medicinske raziskave. Starejši učenci pripisujejo eksperimentom na živalih večjo pomembnost kot mlajši učenci.

Okoli 50% učencev je bilo celo pripravljeno izvajati poskuse na plazilcih in dvoživkah. Glede eksperimentov na ptičih in sesalcih, ki živalim povzročijo trajne poškodbe, pa so bili učenci bolj zadržani.

Učenci jasno ločijo med uporabo živali v poskusih za dobrobit človeštva in uporabo živali za poskuse v izobraževanju ter favorizirajo prvo.

Langley (1991) se ne strinja z uporabo eksperimentov na živalih in sekcijo pri pouku ter na podlagi pregledane literature predlaga alternative uporabi živali pri pouku. Njegovi argumenti so v večji meri postavljeni proti vivisekciji in poskusom na živih živalih in ne toliko proti uporabi živih živali pri pouku.

V našem prostoru ni dovoljeno izvajati vivisekcije, niti poskusov na živalih. Lahko pa se uporablja kupljene živalske dele, ki so namenjeni za prehrano ljudi.

Delo z živalmi pri učencih poveča zanimanje, spodbuja spoštovanje do življenja in hkrati vključuje obravnavo ključnih pojmov, ki so zajeti v standardih naravoslovnega izobraževanja (NRC, 1996).

Učitelji naj:

- se podučijo o varnosti in odgovorni rabi živali pri pouku. Učitelji naj iščejo informacije iz zanesljivih virov in se spoznajo z zakoni in regulativami v njihovi državi.
- imajo znanje o pridobivanju in skrbi za živali, ki je vrstam primerno; med aktivnostmi naj tako učenci kot živali ostanejo varni in zdravi.
- upoštevajo lokalne, državne in nacionalne zakone in regulative, ki določajo uporabo živih in predvsem avtohtonih živalskih vrst pri pouku.
- vključujejo živali v pouk na osnovi učnega načrta in pedagoških odločitev.

- razvijajo aktivnosti, ki promovirajo veščine opazovanja in primerjave, ki učencem vcepljajo vrednote življenja in odgovornega ravnanja in skrbi za živali.
- poučijo učence o varnostnih ukrepih pri rokovanju z živimi organizmi in načrtujejo ukrepe pri alergijah in strahu pred živalmi.
- izdelajo in uporabijo načrt za skrb za živali med počitnicami.
- se zavzemajo za neizvajanje eksperimentalnih postopkov, ki povzročajo živalim bolečine, primanjkljaj v prehrani ali izpostavljajo živali parazitom, nevarnim in strupenim kemikalijam ali radiaciji.
- poskrbijo za zavarovanje živali med čiščenjem prostorov z različnimi kemičnimi sredstvi, ki bi jim lahko škodovala.
- ne izpuščajo v naravo neavtohtonih živalskih vrst.

RAZVOJ IN PREVERJANJE NARAVOSLOVNIH KOMPETENC V PRAKSI

»V prejšnjem poročilu sem zapisal, da bo v nadaljevanju potrebno:

- zasnovati načine moderne izvedbe biološkega terenskega dela, ki je usmerjen v interdisciplinarno obravnavo učne snovi (predvsem v povezavi s kemijo in fiziko).
- Izbrati živali, ki so primerne za pouk v razredu in pri katerih bodo učenci pridobili dovolj biološkega znanja ter oblikovali primeren odnos.
- Pouk v razredu in na terenu mora temeljiti na izkustvenem in raziskovalnem pristopu k poučevanju z elementi problemsko zasnovanega pouka.
- Izdelati način preverjanja učinkovitosti takega pouka v praksi, kjer se pri učencih in učiteljih preverja kognitiven, afektiven in konativen (v smislu delovanja) učinek.«

Prav na tej osnovi slonita dve aktivnosti, ki sem ju izdelal in s pomočjo katerih bomo preverili zgornje postavke. V prvi fazi bodo temeljile le na biološki obravnavi, v nadaljevanju pa jih bomo razširili še na druga naravoslovna področja (kemijo in fiziko).

MATERIALI IN METODE

IZBOR UČITELJEV IN UČENCEV

Učitelje, ki so vključeni v preverjanje novih pristopov, so sodelavci na projektu RNK ali kakorkoli drugače sodelujejo z izvajalci. Učitelji bodo rešili kratek anketni vprašalnik o njihovem načinu poučevanja. Na podlagi analize teh vprašalnikov bomo lahko enakomerno razporedili učitelje v skupine glede na njihove načine dela. Te skupine bodo na ta način primerljive. Učitelji učijo v drugi in tretji triadi OŠ in srednjih šolah.

Prav tako bodo anketne vprašalnike rešili tudi učenci. Pogled učencev na delo v razredu je pomemben, saj daje sliko kako so motivirani za pouk, ter kako po njihovem mnenju pouk poteka. Anketiranje bodo po dogovoru z učitelji, izvedli študenti in anketne vprašalnike takoj po izpolnjevanju tudi odnesli v obdelavo.

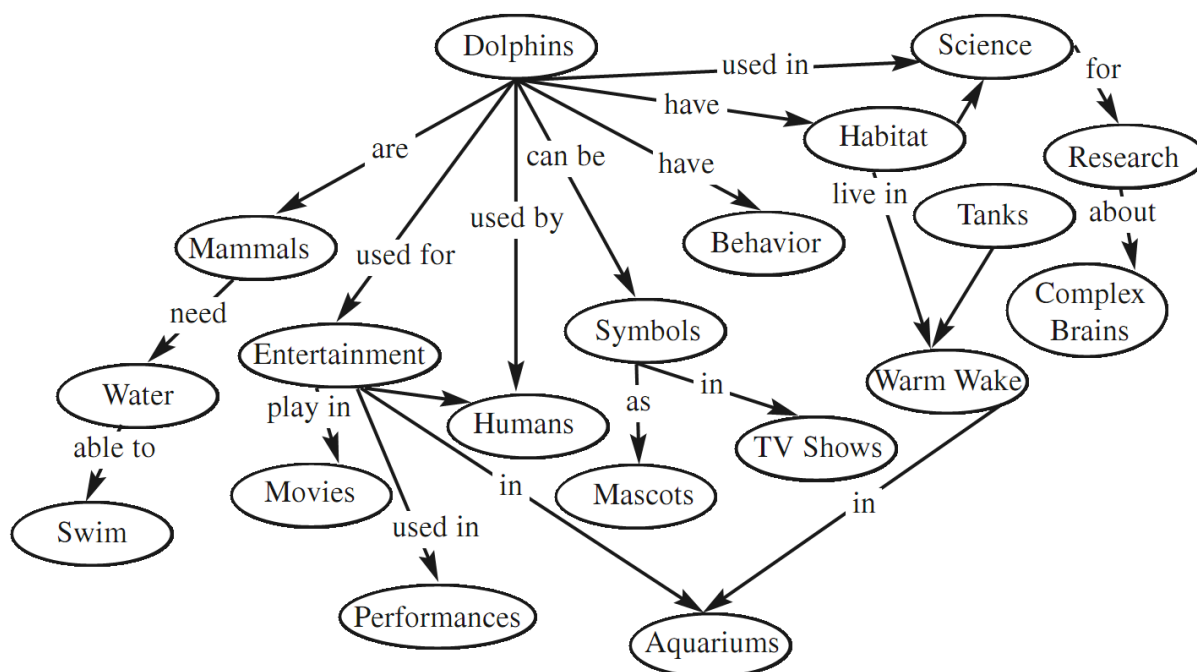
PRIMERJAVA RAZLIČNIH NAČINOV POUČEVANJA

Učinke različnih načinov poučevanja lahko primerjamo le, če so zasnovani metodološko ustrezno. Zato bodo učitelji najprej v enem od oddelkov obravnavali vsebine tako, kot jih obravnavajo tudi običajno ali na transmissijski način. Kasneje pa bodo v drugem oddelku obravnavali vsebine na način, za katerega jih bomo pripravili mi. Pred tem učitelji ne bodo vedeli, kako želimo izvesti pouk naš način poučevanja. Tega jim bomo predstavili pred izvedbo našega načina dela. Pri učencih bomo preverjali tako znanje kot tudi stališča (odnos) do organizmov pred in po pouku. Vsi učenci, ne glede na pouk bodo reševali enake vprašalnike. Pomemben dejavnik je tudi trajanje pouka o določeni vsebini. Tu je potrebno biti pazljiv, saj določene vsebine z mnogo aktivnostmi lahko privedejo do nepotrebnega poglobljanja ali pa so obravnavane prehitro in ne dovolj podrobno. Iz literature je razvidno, da daje dolžina aktivnosti višje oz. boljše rezultate glede znanja in odnosa.

NAČINI PREVERJANJA NARAVOSLOVNIH KOMPETENC

Za preverjanje znanja bodo uporabljeni različni načini.

Prvi način so pojmovne mape, s pomočjo katerih lahko dobimo vpogled v konceptualno razumevanje vsebine pri učencih. Spodaj je naveden primer pojmovne mape, ki jo je učenka rešila za koncept »delfini« (slika 6). Mi bomo na tak način preverili razumevanje dvoživk in površinske napetosti.



Slika 19: Pojmovna mapa »delfini« (povzeto po Barney in sod., 2005).

S takim načinom preverjanja lahko učinkovito ugotavljamo naivne (napačne) predstave, ki jih otroci nosijo o teh vsebinah. Pri površinski napetosti sklepamo, da bodo v ospredju kar ne-predstave.

Drug način preverjanja znanja bo vprašalnik odprtega in izbirnega tipa, izdelan na podlagi Bloomove taksonomije znanja.

Odnos bomo preverjali z uporabo prirejene Kellertove tipologije, ki bazira na podlagi Likertove lestvice. S tem bomo preverjali različna področja odnosa.

Za preverjanje čustev strahu in gnusa pa bomo uporabili že preverjene vprašalnike, ki prav tako temeljijo na Likertovi lestvici.

Za kvalitativno preverjanje pa bomo uporabili tudi rešene učne liste učencev. V nekaterih razredih pa bo izvedeno tudi zvočno beleženje (snemanje) učnih ur ter na podlagi tipkopisov izvedena analiza dela v razredu.

UČNA TEMA 1: DVOŽIVKE PRI POUKU

DVOŽIVKE PRI POUKU (Informacije in navodila za učitelja)

Dvoživke so skupina organizmov, ki se vedno pojavljajo v celotni vertikali izobraževalnega sistema, ne glede na prenovo. Kar nekaj ur je zanje namenjeno v veljavnih OŠ učnih načrtih biologije in naravoslovja.

Preko obravnave ene od skupin živali želimo ugotoviti, kako lahko na različnih nivojih šolanja pri učencih izboljšamo znanje in odnos učencev do teh živali (glede na različne načine poučevanja in hkrati razvijamo paleto naravoslovnih kompetenc.

Glede na to, da je ta skupina organizmov v naravi močno ogrožena, je pomembno, da ji v šoli posvetimo dovolj pozornosti.

Na spletu lahko najdemo informacije ('The Global Amphibian Assessment' (<http://www.globalamphibians.org/>) in 'AmphibiaWeb' (<http://amphibiaweb.org/>)), da je na svetu znanih okoli 6000 vrst dvoživk. Več kot 1/3 vrst številčno močno upada ali ji grozi izumrtje. Bolj natančni podatki kažejo, da je na najmanj 1.856 vrstam dvoživk grozi izumrtje, kar predstavlja 32% vseh vrst dvoživk. Za primerjavo: 12% vrst ptic in 23% vrst sesalcev ima enak status ogroženosti. Od leta 1980 je izumrlo najmanj 9 vrst, 113 vrst pa v zadnjem času ni bilo najdenih v naravi. Za te vrste se predvideva da so izumrle. 43% vrst se sooča z upadanjem števila populacij in le pri 1% vrst dvoživk so populacije številčno v porastu. Razlogi za upadanje števila vrst so različni: uničevanje in pretirano izrabljanje njihovih habitatov, klimatske spremembe, povečano UV sevanje, onesnaževanje okolja, bolezni in naseljevanje tujerodnih živalskih vrst. V slovenskem prostoru je potrebno izpostaviti dejavnike, ki ogrožajo populacije dvoživk (Gregori, 1996) in ki veljajo tudi za druga področja na svetu ter jih opisuje tudi tuja literatura. To so uničevanje habitatov - izsuševanje in črna odlagališča; onesnaževanje podzemeljskih voda; nekontrolirano naseljevanje rib v vse večje stoječe vode; kmetijstvo - košnja, pesticidi in gnojenje; lov za prehrano. Kot pomemben dejavnik je Gregori izpostavil tudi ravnodušnost večine ljudi do dvoživk in do vprašanj njihove ogroženosti, za kar predlaga, da je potrebno dati več poudarka ozaveščanju ljudi in propagandnemu delu.

V Sloveniji živi 19 vrst dvoživk. Od teh je 17 vrst ogroženih (Gregori, 1996). V prilogi A Uredbe o zavarovanih in prosto živečih živalskih in rastlinskih vrstah (Ur. l. RS, št. 46/04)

so vse vrste dvoživk Slovenije navedene kot zavarovane. Pred tem se le navadnega močerada (*Salamandra salamandra*) ni obravnavalo v sklopu zavarovanih vrst dvoživk, kar je bilo opredeljeno v Uredbi o zavarovanju ogroženih živalskih vrst (Ur. l. RS, št. 57/93).

V Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Ur. l. RS, št. 82/2002) so dvoživke v sledečih kategorijah (tabela 5):

Tabela 10: Rdeči seznam (RS) dvoživk.

Št. vrst	znanstveno ime	Slovensko ime	Kategorija ogroženosti	Prepoveda ne vrste	Predvidene za pouk
1	<i>Bombina bombina</i>	nižinski urh	E	X	
2	<i>Bombina variegata</i>	hribski urh	V		X
3	<i>Bufo bufo</i>	navadna krastača	V		X
4	<i>Bufo viridis</i>	zelena krastača	V		
5	<i>Hyla arborea</i>	zelena rega	V		X
6	<i>Pelobates fuscus</i>	navadna česnovka	E	X	
7	<i>Proteus anguinus anguinus</i>	človeška ribica	V	X	
	<i>Proteus anguinus parkelj</i>	črni močeril	R	X	
8	<i>Rana arvalis</i>	barska žaba	V		
9	<i>Rana dalmatina</i>	rosnica ali sivka	V		
10	<i>Rana kl. esculenta</i>	zelena žaba	V		X
11	<i>Rana latastei</i>	laška žaba	E	X	
12	<i>Rana lessonae</i>	pisana žaba	V		X
13	<i>Rana ridibunda</i>	debeloglavka	V		X
14	<i>Rana temporaria</i>	sekulja	V		
15	<i>Salamandra atra</i>	planinski močerad	O1		X
16	<i>Salamandra salamandra</i>	navadni močerad	O1		X
17	<i>Triturus alpestris alpestris</i>	planinski pupek	V		X
	<i>Triturus alpestris lacusnigri</i>	triglavski planinski pupek	Ex	X	
18	<i>Triturus carnifex</i>	veliki pupek	V		X
19	<i>Triturus vulgaris</i>	navadni pupek	V		

Opomba: kategorije ogroženosti: **Ex**, izumrla vrsta; **Ex?**, domnevno izumrla vrsta; **E**, prizadeta vrsta; **V**, ranljiva vrsta; **R**, redka vrsta; **O**, vrsta zunaj nevarnosti; **I**, neopredeljena vrsta; **K**, premalo znana vrsta; kategorija O1 je podkategorija kategorije O.

Kljub temu da so dvoživke uvrščene na RS, imajo učitelji zakonsko podlago za njihovo uporabo pri pouku. Uredba o zavarovanih in prosto živečih živalskih in rastlinskih vrstah (Ur. l. RS, št. 46/04) sicer v petem členu prepoveduje zavestno poškodovanje, zastrupljanje, usmrnitev, odvzem iz narave, lov, rokovanje ali vznemirjanje živali iz poglavja A priloge 1 te uredbe (kjer so tudi vse vrste dvoživk) pa šesti člen daje učiteljem možnost, da lahko v naravi ujamejo in pri pouku uporabijo nekatere vrste dvoživk. Besedilo druge točke tretjega odstavka tega člena je sledeče:

'Raziskovalec ali raziskovalna organizacija za namene raziskovanja in izobraževalna organizacija za namene izobraževanja ujame in odvzame živali iz narave:

- *hkrati največ deset živali, razen sesalcev in ptic, vrst drugih taksonomskih skupin, ki so s predpisom o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam razvrščene v kategorije z oznakami Ex, Ex? in E in človeške ribice, z namenom uporabiti žival v raziskovalne oziroma izobraževalne namene in*
- *za obdobje, ki je krajše od četrtnine razmnoževalnega cikla živali, v nobenem primeru pa ni daljše od treh mesecev.'*

Potrebno pa je upoštevati zahteve, ki jih določa Zakon o zaščiti živali (ZZZiv-UPB1; Ur. l. RS, št. 20/04), in sicer: *'odgovornost ljudi za zaščito živali, to je zaščito njihovega življenja, zdravja in dobrega počutja; pravila za dobro ravnanje z živalmi; določa, kaj se šteje za mučenje živali in katera ravnanja oziroma posegi na živalih so prepovedani; pogoje, ki jih je treba za zaščito živali zagotoviti pri reji živali, prevozu, izvajanju določenih posegov in poskusov na živalih, zakolu in usmrnitvi živali; postopek, pravice in obveznosti v primerih, ko gre za zapuščene živali; pogoje za društva, ki na področju zaščite živali delujejo v javnem interesu; nagrade in priznanja na področju zaščite živali; nadzorstvo nad izvajanjem tega zakona ter kazenske sankcije za kršitelje določb tega zakona.*

Ta zakon velja za vse živali, ki imajo razvita čutila za sprejem zunanjih dražljajev in razvit živčni sistem, da boleče zunanje vplive čutijo. Ta zakon se dosledno izvaja pri vretenčarjih, pri drugih živalih pa glede na stopnjo njihove občutljivosti v skladu z ustaljenimi izkušnjami ter znanstvenimi spoznanji.'

Pri rokovanju z živalmi je potrebno poskrbeti tako za živali kot za tiste, ki z njimi rokujejo. Ko učenci delajo z organizmi, je učitelj tisti, ki je odgovoren za učence in živali.

DELO Z DVOŽIVKAMI

Nabiranje in oskrba dvoživk (za uporabo v razredu):

- Pri nabiranju živali moramo biti pozorni, da ne poškodujemo njihovih domovanj. Pri prestavljanju na primer podrtih debel dreves ali kamnov moramo biti pozorni tudi na druge živali, ki tam živijo, in zato prestavljene stvari vrnemo v enak položaj.
- Dvoživke imajo nežno kožo, ki se hitro izsuši (izjema je na primer krastača, ki lahko tudi dalj časa zdrži na bolj suhi lokaciji), zato pri transportu živali uporabimo, npr. šotni mah, ki dalj časa zadržuje vlago. V primeru, da imamo živali, ki za preživetje potrebujejo vodo (dihajo s škrgami, ličinke dvoživk), poskrbimo, da so v dovolj veliki posodi z vodo. Če zadržujemo odrasle živali (žabe) v vodi, jim je potrebno zagotoviti oporo (v posodo postaviti manjšo vejo), ki se je žival lahko prime. V nasprotnem primeru bi lahko žival tudi utonila.
- Pri rokovanju z dvoživkami si je potrebno sprati (umiti) roke vsakič, ko zamenjamo drugo vrsto živali. Da preprečimo fizične poškodbe kože živali, moramo imeti roke vedno vlažne.
- Pri transportu moramo biti pozorni, da se posoda, kjer so živali, ne izsuši ali pregreje (posode ne pustimo dalj časa na soncu).
- Po uporabi je potrebno živali vrniti v naravo, na lokacijo, kjer smo jih izlovili (Schneider in sod., 2001).

VSEBINA, KI SE JO OBRAVNAVA V SKLOPU UČNE ENOTE DVOŽIVKE

(po dogovoru z učitelji, jo ti predelajo na 2 šolski uri, povzeto po Tomažič, 2009).

VSEBINSKA PRIPRAVA DVOŽIVKE (Kla, Exp1 in Exp2)

ČAS	ŽIVAL	MATERIALI	POJMI	VSEBINA

0-5 min	PREDSTAVITEV IN NAVODILA	Kla: fotografija žabe Exp 1, 2: uvod z zeleno rego.	
5-10 min	ZELENA REGA	Kla: prosojnica 4: razlika med spoloma, blazinice, varovalna barva živali. Exp 1, 2: Odrasla žival in mladič.	Oglašanje Prstne blazinice Mimikrija Zelena rega je manjša od žabe. Samci imajo en zvočni mehur, ki se nahaja na spodnjem delu vratu. Funkcija je enaka kot pri zeleni žabi. Rege so dobri plezalci. Na prstnih konicah imajo blazinice, ki jim omogočajo hitro plezanje tudi po gladki podlagi (steklu). Lahko so različno obarvane. To je način prikrivanja ali MIMIKRIJA. Uvrščamo jo med rege.
10-15 min	ZELENA ŽABA	Kla: prosojnica 1: Oglašanje živali, žival - anatomija. Kla: prosojnica 2: parjenje, mrestišče, mrest, paglavci, mlada in odrasla žival. Exp 1, 2: odrasla žival, paglavci.	Zvočni mehurji pri samcu, koža, oči, noge, plavalna kožica. ----- Mrestišče, mrest, paglavci, mlada in odrasla žival, preobrazba. Samci zelene žabe privabljajo samice z oglašanjem. V pomoč so jim zvočni mehurji. Z oglašanjem branijo tudi svoj teritorij. Kožo imajo gladko in sluzasto. Velike oči zaznavajo plen, ki se premika. Z dolgimi in močnimi zadnjimi nogami lahko daleč skočijo. V vodi hitro plavajo in med prsti imajo plavalno kožico. Mrestišče je prostor, kamor pridejo žabe odložiti mrest. Mrest žab je v obliki grozdov. Iz njih se razvijejo paglavci. To so ličinke, ki dihaajo s škrgami in preko telesne površine. Najprej se jim razvijejo zadnje noge, nato sprednje noge, kasneje zakrni rep in škrge. Takrat te živali preidejo na kopno in dihaajo s pljuči in preko telesne površine. Temu pravimo, da se preobrazijo. Razvijejo se mladiči, ki v nekaj letih zrastejo in spolno dozori.

tabela se nadaljuje na naslednji strani

VSEBINSKA PRIPRAVA DVOŽIVKE (Kla, Exp1 in Exp2) - NADALJEVANJE 1

ČAS	ŽIVAL	MATERIALI	POJMI	VSEBINA

15-20 min	NAVADNA KRASTAČA	Kla: prosojnica 3: parjenje, mrestišče, mrest, krastača. Exp 1, 2: odrasla krastača in mokarji za hrano.	Strupne žleze in strup. Vlažna koža, oglašanje, premikanje, hranjenje. Mrestišče, mrest.	Žival, ki jo lahko pogosto najdemo na vrtu, ima na koži izbokline. Velika je okoli 10 cm. Na vrtu išče polže, deževnike in različne žuželke. Po stiku si moramo obrisati prste zaradi strupnih žlez v koži. Strup draži ranjeno kožo in sluznice. Lahko draži tudi sluznico drugih živali, s katerimi pridejo živali v stik. Koža je vlažna, saj služi za izmenjavo plinov. Samec med parjenjem prime samico za sprednjimi nogami. Po tleh se večinoma premika počasi, lahko pa tudi skoči. Krastača svoj plen zgrabi z jezikom. Pri požiranju plena si pomaga z očmi. Vidi le plen, ki se premika. Mrestišče je prostor, kamor pridejo krastače odložiti mrest. Mrest krastač je v obliki trakov. V njih so jajčeca.
20-25 min	NAVADNI MOČERAD	Kla: prosojnica 5: ličinka in odrasla žival. Exp 1, 2: odrasla žival in ličinka	Svarilna barva, rep, živorodnost, Ličinka – škrge.	Vsak močerad ima različen vzorec rumene in črne barve. Strupne žleze so dobro vidne na rumeni podlagi. Živi v gozdu. Jeseni pride odložiti ličinke v vodo. Temu pravimo živorodnost. Ličinka diha s škrgami. Odrasel močerad preživi večino časa v vlažnih predelih gozda.
25-30 min	PUPEK	Kla: prosojnica 6: odrasla žival, primerjava pupek / paglavec. Exp 1, 2: odrasla žival.	Svarilna barva, okončine, rep, pupek / paglavec.	V času parjenja dobi pupek greben. Spodnji del telesa je svarilno obarvan. Okončine so približno enako dolge in debele. Življenjski prostor je bližina mlak in drugih vodnih teles. Pupek ohrani rep vse življenje. Iz ličinke se razvije odrasla žival. Paglavec pa je ličinka krastač, reg, urhov in žab, kateremu po preobrazbi odpade rep.

tabela se nadaljuje na naslednji strani

VSEBINSKA PRIPRAVA DVOŽIVKE (Kla, Exp1 in Exp2) - NADALJEVANJE 2

ČAS	ŽIVAL	MATERIALI	POJMI	VSEBINA
30-35 min	MOČERIL	Kla in Exp 1, 2: prosojnica 6: močeril.	Življenjska doba, hrana, neotenija.	Življenjski prostor so jame. Nizka in stalna T, tema, pomanjkanje hrane. Življenjska doba je verjetno do 100 let. Hranijo se pretežno z jamskimi organizmi. Živali se spolni organi razvijajo z normalno hitrostjo, upočasnen pa je

				razvoj drugih telesnih delov. Tako spolno zrele živali še ohranijo lastnosti ličinke. To je neotenija.
35-40 min	IZPELJAVA POJMA DVOŽIVKE in PONOVIJEV	PROSOJNICA 9: vse dvoživke.	Nestalna telesna temperatura, preobrazba.	Imajo nestalno telesno temperaturo. Kot ličinke živijo v vodi in dihaajo s škrgami in preko kože, kot odrasli pa večino časa preživijo v vlažnih predelih na kopnem in dihaajo s pljuči in preko kože. Odrasli imajo dva para okončin. Z zasipavanjem in izsuševanjem mokrišč živalim odvzemamo možnost razmnoževanja. Neurejena mokrišča se hitro zaraščajo. Zaradi neurejenih podhodov in brez zaščitnih ograj avtomobili vsako leto povozijo mnogo živali na njihovih selitvenih poteh. Ličinke dvoživk so vir hrane za mnoge ribe in z naselitvijo rib v take mlake število dvoživk močno upade. Umetna gnojila trosimo v obliki zrn. Če ta pridejo v stik s kožo dvoživke, se ji poveča hitrost srčnega utripa in dihanje. Žival lahko celo pogine. Zato je potrebno trositi gnojila dopoldan, ker se živali selijo zvečer in ponoči. Pesticidi se kopičijo v živalih, ki so vir hrane za dvoživke. S tem pa se v njih prenese tudi strup, ki ga je plen zaužil. Posledice so: na živalih se pojavijo deformacije, živali so nesposobne razmnoževanja, nezmožne loviti plen in stradajo ali celo poginejo. Kljub temu da so vse dvoživke zavarovane, jih ljudje še vedno lovijo za prehrano. Večinoma v času parjenja. Tudi različne bolezni lahko prispevajo k zmanjšanju števila dvoživk.
40-45 min	OGROŽENOST	PROSOJNICA 8: fotografije načinov ogrožanja.	Zasipavanje in izsuševanje, nevzdrževanje, zaraščanje, promet in ceste, vlaganje rib v stoječe vode, kmetijstvo: gnojenje, pesticidi, lov za prehrano, bolezni. prehranjevalne verige	

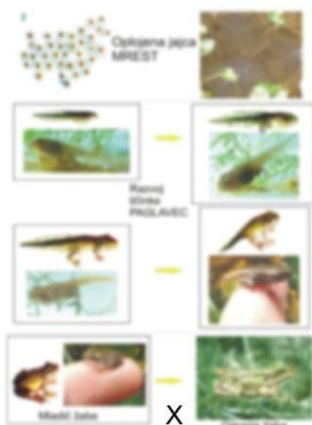
POMANJŠANE PROSOJNICE ZA NAMEN KLASIČNEGA POUKA I.



1a zelena žaba



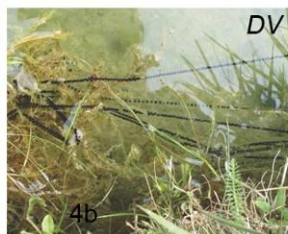
1b mrestišče



2 razvoj žabe



3a,b zelena rega



4a,b krastača in mrest



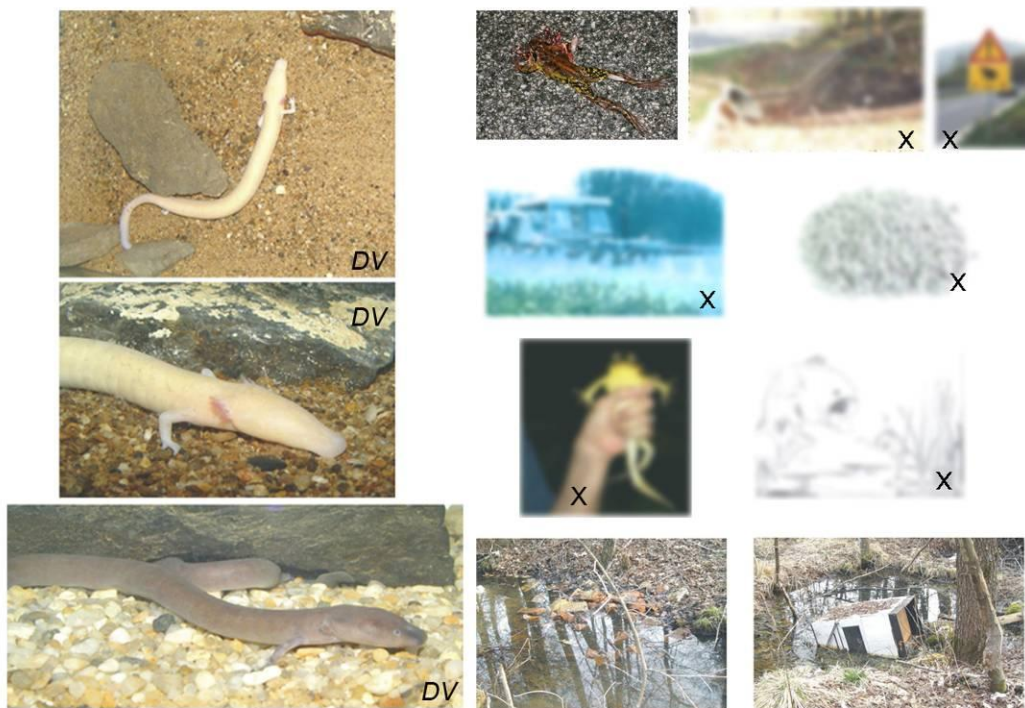
5a,b močerad in ličinka



6a veliki in 6b planinski pupek

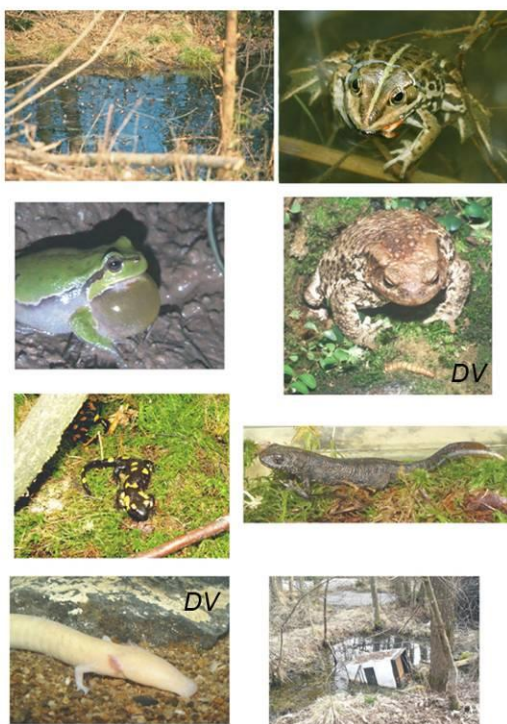
Slike, označene s križcem, so pomotnjene zaradi varovanja avtorskih pravic (vir: medmerežje) Avtor-ja ostalih fotografij: Dušan Vrščaj (DV), Iztok Tomažič (ostale fotografije).

POMANJŠANE PROSOJNICE ZA NAMEN KLASIČNEGA POUKA II.



7 močeril

8 ogroženost dvoživk



9 ponovitev

Slike, označene s križcem, so pomotnjene zaradi varovanja avtorskih pravic (vir: medmrežje) Avtor-ja ostalih fotografij: Dušan Vrščaj (DV), Iztok Tomažič (ostale fotografije).

IZPELJAVA POUKA

Klasičen – transmisijski pouk

Pri tem načinu pouka, ki bo služil kot kontrola drugemu načinu pouka, bo pouk izveden z uporabo frontalne oblike dela in **terciarnih učnih materialov (prosojnice in slikovnega materiala – lahko tudi video posnetkov)** učencem predstavimo dvoživke. V pogovoru o izkušnjah učencev o živalih in s podajanjem informacij o le teh, skušamo spremeniti odnos učencev do omenjenih živali in jim o njih oblikovati pravilne predstave. Pri takem pouku naj izvajalci uporabijo teoretična izhodišča, ki so posredovana v poglavju Transmisijski pouk.

Izkustveno raziskovalen pouk

Zaradi metodološke pravilnosti vpeljevanja (preverjanja) različnih pristopov, bodo navodila učiteljem posredovana naknadno oziroma na ustreznih delavnicah ali pred izvedbo pouka.

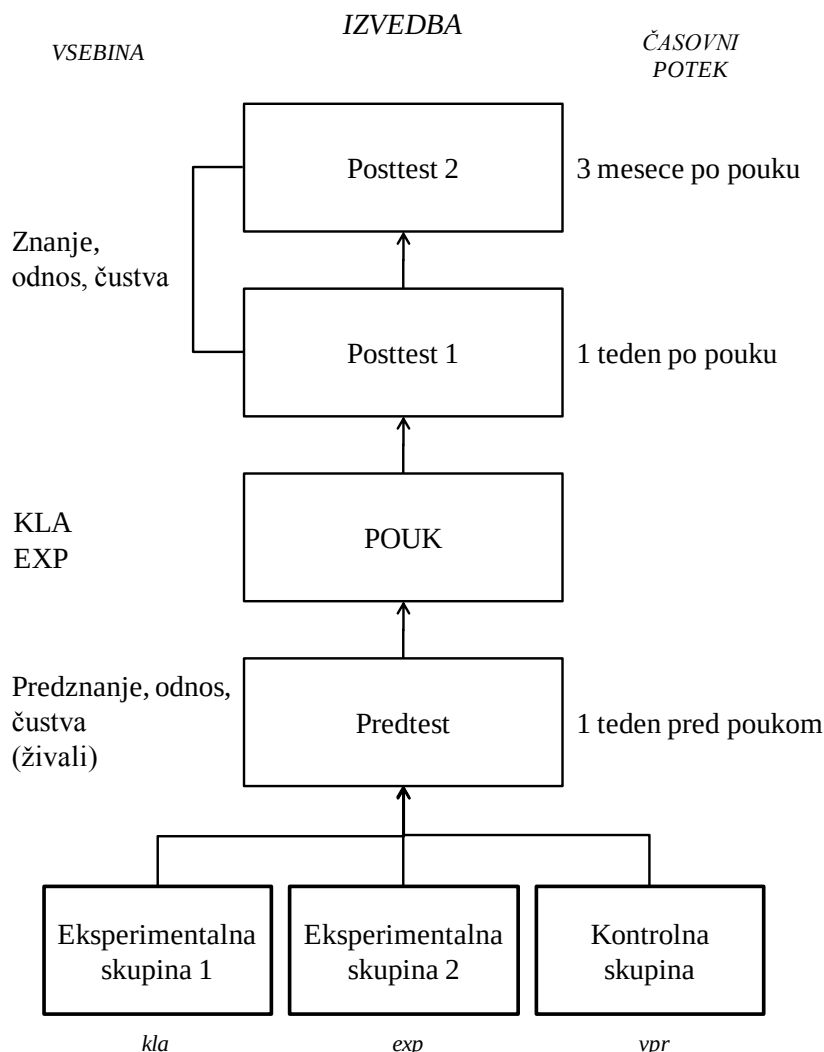
VPRAŠALNIKI

Učenci bodo pred poukom rešili sklop vprašalnikov preko katerih bomo dobili vpogled v predznanje in odnos učencev do dvoživk.

Predznanje o dvoživkah bomo najprej preverili tako, da bodo učenci najprej izdelali pojmovno mapo o dvoživkah. Tej bo sledil vprašalnik (z vprašanji izbirnega tipa in prostimi odgovori).

Za preverjanje odnosa bo uporabljena Kellertova tipologija preverjanja odnosa, prirejena za dvoživke (ali posamezno vrsto živali).

Hkrati bomo znanje o dvoživkah in odnos do dvoživk primerjali z vprašalniki, v katerih učenci ocenjujejo nivo gnusa in strahu do različnih stvari in pojavov. S temi vprašalniki bomo učence lahko razdelili med bolj ali manj boječe ter bolj ali manj občutljive v smislu izražanja gnusa.



Slika 20: Potek izvedbe in preverjanja aktivnosti DVOŽIVKE.

Dodatne možne aktivnosti, poleg opazovanja živali v razredu bodo vključene po dogovoru z učitelji v naslednji fazi projekta.

- Spremljanje preobrazbe v razredu (v nadaljevanju raziskave),
- Spremljanje preobrazbe v naravi,
- Selitvene poti dvoživk in popisni listi,
- Celodnevno delo z dvoživkami v ZOO (4 ure); verjetno primerjalno s plazilci (2 uri);
- Izdelava plakatov/poročil o dvoživkah (na podlagi članov iz revij; npr.: Proteus, National Geographic; medmrežje)

PREVERJANJE KOMPETENC: DVOŽIVKE

Predvidene kompetence pri pouku o dvoživkah; klasičen pouk

DVOŽIVKE – KLASIČEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij	delno dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
Sposobnost analize in organizacija informacij	delno dosežena	delno dosežena	dosežena	dosežena
Sposobnost interpretacije	delno dosežena	delno dosežena	dosežena	dosežena
Sposobnost sinteze zaključkov	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena	dosežena
Sposobnost učenja in reševanja problemov	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena	dosežena
Prenos teorije v prakso	delno dosežena	delno dosežena	dosežena	dosežena
Uporaba matematičnih idej in tehnik	delno dosežena	delno dosežena	dosežena	dosežena
Prilagajanje novim situacijam	ni dosežena	ni dosežena	ni dosežena	ni dosežena
Skrb za kakovost	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena
Sposobnost samostojnega in timskega dela	ni dosežena	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena
Organiziranje in načrtovanje dela	ni dosežena	ni dosežena	ni dosežena	ni dosežena
Verbalna in pisna komunikacija	dosežena	dosežena	dosežena	dosežena

Medosebna interakcija	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena
Varnost	ni dosežena	ni dosežena	ni dosežena	ni dosežena

Dosežena = nad 70% učencev; delno dosežena = 35 – 70% učencev; ni dosežena = do 35 % učencev.

Dosežene kompetence pri pouku o dvoživkah; klasičen pouk

DCOŽIVKE – KLASIČEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacija informacij				
Sposobnost interpretacije				
Sposobnost sinteze zaključkov				
Sposobnost učenja in reševanja problemov				
Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				
Skrb za kakovost				

Sposobnost samostojnega in timskega dela				
Organiziranje in načrtovanje dela				
Verbalna in pisna komunikacija				
Medosebna interakcija				
Varnost				

Predvidene kompetence pri pouku o dvoživkah, izkustven pouk

DVOŽIVKE – RAZISKOVALEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij	delno dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
Sposobnost analize in organizacija informacij	delno dosežena	delno dosežena	dosežena	dosežena
Sposobnost interpretacije	delno dosežena	delno dosežena	dosežena	dosežena
Sposobnost sinteze zaključkov	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena	dosežena
Sposobnost učenja in reševanja problemov	delno dosežena	delno dosežena	delno dosežena	dosežena
Prenos teorije v prakso	delno dosežena	delno dosežena	dosežena	dosežena
Uporaba matematičnih idej in tehnik	delno dosežena	delno dosežena	dosežena	dosežena

Prilagajanje novim situacijam	dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
Skrb za kakovost	dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
Sposobnost samostojnega in timskega dela	delno dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
Organiziranje in načrtovanje dela	delno dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
Verbalna in pisna komunikacija	delno dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
Medosebna interakcija	dosežena	dosežena	dosežena	dosežena
Varnost	dosežena	dosežena	dosežena	dosežena

Dosežene kompetence pri pouku o dvoživkah, izkustven pouk

DVOŽIVKE – RAZISKOVALEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacija informacij				
Sposobnost interpretacije				
Sposobnost sinteze zaključkov				
Sposobnost učenja in reševanja problemov				

Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				
Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela				
Organiziranje in načrtovanje dela				
Verbalna in pisna komunikacija				
Medosebna interakcija				
Varnost				

VPRAŠALNIKI

Vprašalniki so izdelani:

- po predlogah, ki so sestavni del že objavljenih raziskav ali
- glede na potrebe posamezne aktivnosti.

V besedilo so vključeni tako v originalni kot v prevedeni obliki.

Osnovni podatki o učencih pri vprašalnikih:

Spol: M Ž Starost _____ ; Razred: _____,

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____; Ocena naravoslovje/biologija: _____

Izobrazba staršev: _____ Oče _____;

Mati: _____

V naravo hodim:

a) Enkrat dnevno	c) Enkrat na mesec
b) Ekkrat tedensko	d) Le izjemoma

Živim v: mestu, predmestju, na podeželju

Vprašalniki za preverjanje pouka ter čustev in odnosa

Prvi vprašalnik je vezan na razmere pri pouku ali učni uri. Povzet je po članku, ki je ugotavljal, kako učenci sprejemajo pouk fizike (Laukemann in sod., 2003).

Trditve iz izvirne publikacije (samostojno ali vključene v druge vprašalnike):

State interest

cognitive	<i>The lesson was interesting for me.</i>
	<i>I want to hear more about that topic.</i>
value related	<i>I found that topic important.</i>
	<i>The information on that topic yields something to me.</i>

State well-being

joy	<i>The lesson pleased me.</i>
	<i>I enjoyed the lesson.</i>
satisfaction	<i>I was satisfied with the lesson.</i>
	<i>For me it was a good lesson.</i>

State anxiety

emotionality

Several events alarmed me.

I felt insecure during the lesson.

worry

I was stressed in the lesson.

The lesson frightened me.

State boredom

I felt bored.

VPRAŠALNIK O POUKU BIOLOGIJE / NARAVOSLOVJA (UČENEC)

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, ki ne ocenjuje ne tebe in ne učitelja. Želimo le izvedeti, kakšno je tvoje mnenje o pouku biologije in naravoslovja in kako poteka. Podatki o anketirancu so tajni. Rešitve ne vplivajo na oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**=se ne strinjam; **3**=nimam
 posebnega mnenja;
4= se strinjam, **5**=se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Učne ure biologije so zame zanimive.	1	2	3	4	5
Želim, da bi bilo biologije še več.	1	2	3	4	5
Ta predmet se mi zdi pomemben.	1	2	3	4	5
Informacije, ki jih dobim pri tem predmetu mi nekaj pomenijo.	1	2	3	4	5
Pouk biologije mi je v veselje.	1	2	3	4	5
Pri pouku biologije uživam.	1	2	3	4	5
S poukom biologije sem zadovoljen.	1	2	3	4	5
Učne ure biologije so dobre.	1	2	3	4	5
Določene stvari me pri pouku biologije vznemirjajo.	1	2	3	4	5
Med poukom se počutim negotovega.	1	2	3	4	5
Učne ure biologije so stresne.	1	2	3	4	5
Pri učnih urah biologije me je strah.	1	2	3	4	5
Pri učnih urah biologije se dolgočasi.	1	2	3	4	5
Pred obravnavo učne snovi učitelj najprej preveri, kakšno je naše predznanje.	1	2	3	4	5
Učitelj nam mnogokrat postavlja problemska vprašanja.	1	2	3	4	5
Biologija mi ne povzroča težav.	1	2	3	4	5

Pri pouku biologije se velikokrat učim na pamet.	1	2	3	4	5
Menim, da je pri pouku obravnavamo preveč učne snovi.	1	2	3	4	5
Učitelj nam učno snov narekuje.	1	2	3	4	5
Učne ure potekajo v obliki učiteljeve predstavitve učne snovi (predavanja).	1	2	3	4	5
Pri pouku najprej obravnavamo teorijo in nato delamo poskuse.	1	2	3	4	5
Učitelj se z nami pri pouku tudi pogovarja (imamo diskusije) o določeni temi.	1	2	3	4	5
Učitelj nam pri pouku daje vprašanja, na katera med uro samostojno odgovarjamo (npr.: v zvezke).	1	2	3	4	5
Med uro odgovarjamo na morebitna vprašanja, ki so zapisana v učbenikih ali rešujemo delovne zvezke.	1	2	3	4	5
Učitelj sproti preverja ali razumemo učno snov.	1	2	3	4	5
Pri učnih urah delamo plakate.	1	2	3	4	5
Plakate lahko naredimo doma za pridobitev dodatne ocene ali za izboljšanje ocene.	1	2	3	4	5
Učitelj nam daje veliko domačih nalog.	1	2	3	4	5
Domače naloge za biologijo rešujem več kot 30 minut.	1	2	3	4	5
Domače naloge pogosto prepisem, ker so zelo težke.	1	2	3	4	5
Domače naloge prepisem, ker se od njih nič ne naučim.	1	2	3	4	5
Učitelj pogosto uporablja računalnik za prikaz slik, fotografij in video posnetkov, animacij.	1	2	3	4	5
Učitelj nam na začetku ure predstavi problem, ki ga nato skušamo rešiti.	1	2	3	4	5
Pri reševanju problemov lahko sami določimo, kako bomo problem rešili.	1	2	3	4	5
Pri pouku delamo poskuse.	1	2	3	4	5
Poskusi, ki jih delamo so zasnovani tako, da le sledimo določenemu zaporedju in tako pridemo do rešitve.	1	2	3	4	5
Ko delamo poskuse, že v naprej vemo, kaj moramo ugotoviti.	1	2	3	4	5
Rezultate našega dela predstavimo sošolcem.	1	2	3	4	5
Pri izvajanju poskusov (meritev) pogosto uporabljamo računalnik in naprave za meritve.	1	2	3	4	5
Rešitve (protokole) mnogih poskusov je mogoče najti na spletu.	1	2	3	4	5
Pri pouku mnogokrat rešujemo probleme v manjših skupinah.	1	2	3	4	5
Naravoslovni dan imamo vsako leto.	1	2	3	4	5

Na naravoslovnih dnevih delamo biološke poskuse.	1	2	3	4	5
Učitelj nas večkrat pelje na teren v okolici šole.	1	2	3	4	5
Pri pouku o rastlinah, delamo z rastlinskimi materiali (žive, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku o živalih, delamo z živalskimi materiali (žive, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku o glivah, delamo z materiali gliv (živi, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku anatomije v živo spoznavamo razna tkiva (npr. mišice) in organe (npr. ledvica).	1	2	3	4	5
Pri pouku pogosto mikroskopiramo.	1	2	3	4	5
Pri pouku mikrobiologije in biotehnologije pripravljamo bakterijska gojišča.	1	2	3	4	5
Pri pouku ekologije gremo v naravo spoznavati posamezne ekosisteme.	1	2	3	4	5

Ime in priimek: _____

Spol: moški ženski **Starost** _____ ; **Razred:** _____

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____ ; **Ocena naravoslovje/biologija:** _____

Izobrazba staršev: **Oče** _____ ; **Mati:** _____

V naravo hodim:

- a) Enkrat dnevno c) Enkrat na mesec
 b) Enkrat tedensko d) Le izjemoma

Živim v: a) mestu b) v predmestju c) na podeželju

VPRAŠALNIK O POUKU BIOLOGIJE / NARAVOSLOVJA (UČITELJ)

Spoštovani učitelj. Pred vami je vprašalnik, ki vas ne ocenjuje kot dobrega ali slabega učitelja.

Želimo le izvedeti, kakšen je vaš pouk biologije in naravoslovja ter kako poteka.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**=se ne strinjam; **3**=nimam posebnega mnenja; **4**= se strinjam, **5**=se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost
Pred obravnavo učne snovi najprej preverim, kakšno je predznanje učencev.	1 2 3 4 5
Učencem mnogokrat postavljam problemska vprašanja.	1 2 3 4 5
Biologija učencem večinoma ne povzroča težav.	1 2 3 4 5
Pri pouku biologije se morajo učenci učiti tudi na pamet.	1 2 3 4 5
Mislim, da je pri predmetu biologije preveč učne snovi.	1 2 3 4 5
Učno snov učencem večkrat narekujem.	1 2 3 4 5
Učne ure večkrat potekajo v obliki predavanj.	1 2 3 4 5
Pri pouku najprej obravnavamo teorijo in nato delamo poskuse.	1 2 3 4 5
Z učenci imamo diskusije o določeni temi.	1 2 3 4 5
Pri pouku dajem vprašanja, na katera med uro učenci samostojno odgovarjajo.	1 2 3 4 5
Med uro učenci odgovarjajo na morebitna vprašanja, ki so zapisana v učbenikih ali rešujejo delovne zvezke.	1 2 3 4 5
Med urami sproti preverjam ali učenci razumejo učno snov.	1 2 3 4 5
Pri učnih urah delamo plakate.	1 2 3 4 5

Plakate lahko učenci naredijo doma za pridobitev dodatne ocene ali za izboljšanje ocene.	1	2	3	4	5
Učencem pogosto dajem domače naloge.	1	2	3	4	5
Domače naloge za biologijo naj bi učenci reševali tudi 30 minut ali več.	1	2	3	4	5
Domače naloge učenci pogosto prepisujejo, ker so včasih težje.	1	2	3	4	5
Domače naloge prepisujejo, ker so mnenja, da se od njih nič ne naučijo.	1	2	3	4	5
Pogosto uporabljam računalnik za prikaz slik, fotografij in video posnetkov, animacij.	1	2	3	4	5
Na začetku ure običajno predstavim problem, ki ga nato učenci skušajo rešiti.	1	2	3	4	5
Pri reševanju problemov lahko učenci sami določijo, kako bodo problem rešili.	1	2	3	4	5
Pri pouku učenci delajo poskuse.	1	2	3	4	5
Poskusi, ki jih delajo so zasnovani tako, da morajo učenci slediti določenemu zaporedju in tako pridejo do rešitev.	1	2	3	4	5
Ko učenci delajo poskuse, že v naprej vedo, kaj morajo ugotoviti.	1	2	3	4	5
Rezultate dela učenci predstavijo kolegom.	1	2	3	4	5
Pri izvajanju poskusov (meritev) učenci pogosto uporabljajo računalnik in naprave za merjenje.	1	2	3	4	5
Rešitve (protokole) mnogih poskusov lahko učenci najdejo tudi na spletu.	1	2	3	4	5
Pri pouku učenci mnogokrat rešujejo probleme v manjših skupinah.	1	2	3	4	5
Naravoslovni dan imajo učenci vsako leto.	1	2	3	4	5
Na naravoslovnih dnevih izvajajo biološke poskuse.	1	2	3	4	5
Učence večkrat peljem na teren v okolici šole.	1	2	3	4	5
Pri pouku o rastlinah, uporabljam rastlinske materiale (žive, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku o živalih, uporabljam živalske materiale (žive, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku o glivah, uporabljam materiale gliv (živi, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku anatomije v učenci v živo spoznavajo razna tkiva (npr. mišice) in organe (npr. ledvica).	1	2	3	4	5
Pri pouku učenci pogosto mikroskopirajo.	1	2	3	4	5
Pri pouku mikrobiologije in biotehnologije učenci pripravljajo bakterijska gojišča.	1	2	3	4	5
Pri pouku ekologije peljem učence v naravo, kjer spoznavajo posamezne ekosisteme.	1	2	3	4	5

Ime in priimek: _____

Spol: moški ženski ; **Število let poučevanja BIO/NAR:** _____,

Stopnja izobrazbe: _____; **Poklic:** BIO, BI - (vezava) _____, **Drugo:** _____

VPRAŠALNIK O UČNI URI BIO/NAR **Ime in priimek:** _____

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, ki ne ocenjuje ne tebe in ne učitelja. Želimo le izvedeti, kakšno je tvoje mnenje o učni uri. Podatki o anketirancu so tajni. Rešitve ne vplivajo na oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: 1= se nikakor ne strinjam; 2= se ne strinjam; 3= nimam posebnega mnenja; 4= se strinjam, 5= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Učna ura je bila zanimiva.	1	2	3	4	5
O tej temi se želim učiti še več.	1	2	3	4	5
Ta tema se mi zdi pomembna.	1	2	3	4	5
Informacije, ki sem jih dobil pri tej uri mi nekaj pomenijo.	1	2	3	4	5
Učna ura mi je bila v veselje.	1	2	3	4	5
Pri učni uri sem užival.	1	2	3	4	5
Z učno uro sem zadovoljen.	1	2	3	4	5
Učna ura je bila dobra.	1	2	3	4	5
Določene stvari so me vznemirile.	1	2	3	4	5
Med učno uro sem se počutil negotovega.	1	2	3	4	5
Učna ura je bila stresna.	1	2	3	4	5
Pri učni uri me je bilo strah.	1	2	3	4	5
Pri učni uri sem se dolgočasil.	1	2	3	4	5

VPRAŠALNIK O UČNI URI BIO/NAR Ime in priimek: _____

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, ki ne ocenjuje ne tebe in ne učitelja. Želimo le izvedeti, kakšno je tvoje mnenje o učni uri. Podatki o anketirancu so tajni. Rešitve ne vplivajo na oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**= se ne strinjam; **3**= nimam posebnega mnenja; **4**= se strinjam, **5**= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Učna ura je bila zanimiva.	1	2	3	4	5
O tej temi se želim učiti še več.	1	2	3	4	5
Ta tema se mi zdi pomembna.	1	2	3	4	5
Informacije, ki sem jih dobil pri tej uri mi nekaj pomenijo.	1	2	3	4	5
Učna ura mi je bila v veselje.	1	2	3	4	5
Pri učni uri sem užival.	1	2	3	4	5
Z učno uro sem zadovoljen.	1	2	3	4	5
Učna ura je bila dobra.	1	2	3	4	5
Določene stvari so me vznemirile.	1	2	3	4	5
Med učno uro sem se počutil negotovega.	1	2	3	4	5
Učna ura je bila stresna.	1	2	3	4	5
Pri učni uri me je bilo strah.	1	2	3	4	5
Pri učni uri sem se dolgočasil.	1	2	3	4	5

SSŠ/GIM; vprašalnik o GNUSU; (Disgust Scale-Revised); © Olatunji in sod.

Ime in priimek: _____ Starost: _____ Spol: moški ženski SSŠ

(GIM) razred: _____ Smer: _____ Datum: _____

Ocena BIO preteklega leta.: _____; Učni uspeh preteklega leta: ____/____

Izobrazba staršev: Oče _____; Mati: _____

Prosim oceni, v kolikšni meri se strinjaš z vsako od navedenih trditev oziroma, v kolikšni meri trditev velja zate. Pred trditvijo napiši ustrezno vrednost (0-4).

0 = Se sploh ne strinjam (zame sploh ne velja); **1** = Se delno ne strinjam (zame do neke mere ne velja); **2** = Se hkrati niti strinjam, niti ne strinjam; **3** = Se delno strinjam (zame do neke mere velja) **4** = Se popolnoma strinjam (zame popolnoma velja)

- ____ 1. Mogoče bi bil pod določenimi pogoji pripravljen jesti meso opice.
- ____ 2. Motilo bi me, če bi pri pouku biologije v posodi videl shranjeno človeško roko.
- ____ 3. Moti me, če slišim nekoga, da iz grla izkašlja sluz.
- ____ 4. Nikoli ne dovolim, da bi se v javnem stranišču s katerimkoli delom telesa dotaknil straniščne školjke.
- ____ 5. Skrenil bi s poti, če bi me pot vodila preko pokopališča.
- ____ 6. Ne moti me, če vidim ščurka v stanovanju druge osebe.
- ____ 7. Zelo bi me motilo, če bi se moral dotakniti mrtvega telesa.
- ____ 8. Če vidim nekoga bruhati, mi postane zelo slabo.
- ____ 9. Verjetno ne bi šel v mojo priljubljeno restavracijo, če bi izvedel, da ima kuhar prehlad.
- ____ 10. Sploh me ne bi razburilo, če bi gledal osebo s steklenim očesom, ki jemlje oko iz očesne jamice.
- ____ 11. Motilo bi me, če bi videl podgano, ki mi prečka pot v parku.
- ____ 12. Raje bi pojedel kos sadja kot kos papirja.
- ____ 13. Tudi če bi bil lačen, ne bi pojedel krožnik najljubše juhe, če bi jo prej premešali s temeljito umitim muholovcem.
- ____ 14. Motilo bi me spati v lepi hotelski sobi, če bi izvedel, da je noč pred tem v tej sobi zaradi srčnega zastoja umrla oseba.

Kako nagnusne bi ocenil spodnje dogodke? Prosim, da pred trditvijo napišeš število, ki bi ustrezalo tvojemu mnenju (0-4):

0 = Sploh ni nagnusno; **1** = Malo nagnusno; **2** = Srednje nagnusno; **3** = Zelo nagnusno **4** = Ekstremno nagnusno

- ____ 15. Zagledaš ličinke na kosu mesa v smetnjaku.
- ____ 16. Vidiš osebo, ki je jabolko z nožem in vilicami.
- ____ 17. Ko greš skozi tunel pod železniško progo, zavohaš urin.
- ____ 18. Ko piješ vodo iz kozarca, ugotoviš, da je iz njega pred tem pil tvoj znanec.

- ____19. Prijateljeva mačka je poginila in ti moraš pobrati truplo z golimi rokami.
- ____20. Vidiš nekoga, da je dal kečap na vaniljev sladoled in ga pojedel.
- ____21. Vidiš osebo, ki ji po prometni nesreči iz trebušne votline izstopa črevesje.
- ____22. Izveš, da tvoj prijatelj le enkrat tedensko zamenja spodnje perilo.
- ____23. Prijatelj ti ponudi košček čokolade, ki izgleda kot pasji iztrebek.
- ____24. Pomotoma se dotakneš pepela kremirane osebe.
- ____25. Ravno hočeš spiti kozarec mleka, ko ugotoviš, da je mleko pokvarjeno.
- ____26. Pri spolni vzgoji želijo, da z usti napihneš nov kondom brez lubrikanta.
- ____27. Bosonog hodiš po pločniku in stopiš na deževnika.
-

OŠ; vprašalnik o GNUSU; The DS-R (Disgust Scale-Revised); © Olatunji in sod.

Ime in priimek : _____ Starost: _____ Spol: moški ženski OŠ

razred: _____ Smer: _____ Datum: _____

Ocena BIO preteklega leta.: _____; Učni uspeh preteklega leta: ____/____

Izobrazba staršev: Oče _____; Mati: _____

Prosim oceni, v kolikšni meri se strinjaš z vsako od navedenih trditev oziroma, v kolikšni meri trditev velja zate. Pred trditvijo napiši ustrezno vrednost (0-4).

0 = Se sploh ne strinjam (zame sploh ne velja); **1** = Se delno ne strinjam (zame do neke mere ne velja); **2** = Se hkrati niti strinjam, niti ne strinjam; **3** = Se delno strinjam (zame do neke mere velja)

4 = Se popolnoma strinjam (zame popolnoma velja)

- ____ 1. Mogoče bi bil pod določenimi pogoji pripravljen jesti meso opice.
- ____ 2. Motilo bi me, če bi pri pouku biologije v posodi videl shranjeno človeško roko.
- ____ 3. Moti me, če slišim nekoga, da iz grla izkašlja sluz.
- ____ 4. Nikoli ne dovolim, da bi se v javnem stranišču s katerimkoli delom telesa dotaknil straniščne školjke.
- ____ 5. Skrenil bi s poti, če bi me pot vodila preko pokopališča.
- ____ 6. Ne moti me, če vidim ščurka v stanovanju druge osebe.
- ____ 7. Zelo bi me motilo, če bi se moral dotakniti mrtvega telesa.
- ____ 8. Če vidim nekoga bruhati, mi postane zelo slabo.
- ____ 9. Verjetno ne bi šel v mojo priljubljeno restavracijo, če bi izvedel, da ima kuhar prehlad.
- ____ 11. Motilo bi me, če bi videl podgano, ki mi prečka pot v parku.
- ____ 12. Raje bi pojedel kos sadja kot kos papirja.
- ____ 13. Tudi če bi bil lačen, ne bi pojedel krožnik najljubše juhe, če bi jo prej premešali s temeljito umitim muholovcem.

Kako nagnusne bi ocenil spodnje dogodke? Prosim, da pred trditvijo napišeš število, ki bi ustrezalo tvojemu mnenju (0-4):

0 = Sploh ni nagnusno; **1** = Malo nagnusno; **2** = Srednje nagnusno; **3** = Zelo nagnusno

4 = Ekstremno nagnusno

- ____ 15. Zagledaš ličinke na kosu mesa v smetnjaku.
- ____ 16. Vidiš osebo, ki je jabolko z nožem in vilicami.
- ____ 17. Ko greš skozi tunel pod železniško progo, zavohaš urin.
- ____ 18. Ko piješ vodo iz kozarca, ugotoviš, da je iz njega pred tem pil tvoj znanec.

- ___19. Prijateljeva mačka je poginila in ti moraš pobrati truplo z golimi rokami.
- ___20. Vidiš nekoga, da je dal kečap na vaniljev sladoled in ga pojedel.
- ___22. Izveš, da tvoj prijatelj le enkrat tedensko zamenja spodnje perilo.
- ___23. Prijatelj ti ponudi košček čokolade, ki izgleda kot pasji iztrebek.
- ___25. Ravno hočeš spiti kozarec mleka, ko ugotoviš, da je mleko pokvarjeno.
- ___26. Pri spolni vzgoji želiš, da z usti napihneš nov kondom brez lubrikanta.
- ___27. Bosonog hodiš po pločniku in stopiš na deževnika.
-

Izvirni vprašalnik; The DS-R (Disgust Scale-Revised); © Olatunji in sod.

Please indicate how much you agree with each of the following statements, or how true it is about you. Please write a number (0-4) to indicate your answer:

0 = Strongly disagree (very untrue about me)

1 = Mildly disagree (somewhat untrue about me)

2 = Neither agree nor disagree

3 = Mildly agree (somewhat true about me)

4 = Strongly agree (very true about me)

___1. I might be willing to try eating monkey meat, under some circumstances.

___2. It would bother me to be in a science class, and to see a human hand preserved in a jar.

___3. It bothers me to hear someone clear a throat full of mucous.

___4. I never let any part of my body touch the toilet seat in public restrooms.

___5. I would go out of my way to avoid walking through a graveyard.

___6. Seeing a cockroach in someone else's house doesn't bother me.

___7. It would bother me tremendously to touch a dead body.

___8. If I see someone vomit, it makes me sick to my stomach.

___9. I probably would not go to my favorite restaurant if I found out that the cook had a cold.

___10. It would not upset me at all to watch a person with a glass eye take the eye out of the socket.

___11. It would bother me to see a rat run across my path in a park.

___12. I would rather eat a piece of fruit than a piece of paper

___13. Even if I was hungry, I would not drink a bowl of my favorite soup if it had been stirred by a used but thoroughly washed flyswatter.

___14. It would bother me to sleep in a nice hotel room if I knew that a man had died of a heart attack in that room the night before.

How disgusting would you find each of the following experiences? Please write a number (0-4) to indicate your answer:

0 = Not disgusting at all

1 = Slightly disgusting

2 = Moderately disgusting

3 = Very disgusting

4 = Extremely disgusting

___15. You see maggots on a piece of meat in an outdoor garbage pail.

___16. You see a person eating an apple with a knife and fork

- ___17. While you are walking through a tunnel under a railroad track, you smell urine.
- ___18. You take a sip of soda, and then realize that you drank from the glass that an acquaintance of yours had been drinking from.
- ___19. Your friend's pet cat dies, and you have to pick up the dead body with your bare hands.
- ___20. You see someone put ketchup on vanilla ice cream, and eat it.
- ___21. You see a man with his intestines exposed after an accident.
- ___22. You discover that a friend of yours changes underwear only once a week.
- ___23. A friend offers you a piece of chocolate shaped like dog-doo.
- ___24. You accidentally touch the ashes of a person who has been cremated.
- ___25. You are about to drink a glass of milk when you smell that it is spoiled.
- ___26. As part of a sex education class, you are required to inflate a new unlubricated condom, using your mouth.
- ___27. You are walking barefoot on concrete, and you step on an earthworm.
-

The DS-R (Disgust Scale-Revised), Haidt, McCauley, & Rozin, 1994; Modified by Olatunji et al., in press.

To calculate your score: First, put an X through your responses to items 12 and 16 (these items don't count). Then "reverse" your score on items 1, 6, and 10 by subtracting what you wrote from the number 4, and write those numbers in the margin. Finally, add up your responses to all 25 items (using your "reversed" scores on 1, 6, and 10). The total will be a number between 0-100. For more information see: <http://people.virginia.edu/~jdh6n/disgustscale.html>

FSSC-R; © Thomas H. Ollendick

Ime in priimek: _____ Starost: _____ Spol: _____ Letnik/razred: _____

Datum: _____

Ocena BIO preteklega leta: _____; Učni uspeh preteklega leta: ____/____

NAVODILO: Z vprašalnikom želimo ugotoviti, v kolikšni meri se bojite nekaterih stvari in pojavov. Natančno preberite posamezno trditev in se nato z **X** opredelite, katera beseda za trditvijo najboljše opiše vaš strah. Ne glede kako odgovorite, odgovori niso ne napačni ne pravilni.

1	Ustne predstavitve nečesa.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
2	Vožnje z avtomobilom ali avtobusom.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
3	Da bi me kaznovala mama.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
4	Kuščarjev.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
5	Da bi izpadel neumno.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
6	Duhov ali srhljivih stvari.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
7	Ostrih objektov.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
8	Odhoda v bolnico.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
9	Smrti ali mrtvih ljudi.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
10	Da bi se izgubil ali nepoznanih krajev.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
11	Kač.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
12	Pogovarjanja po telefonu.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
13	Vrtljaka ali povorke.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
14	Da bi mi v šoli postalo slabo.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
15	Da bi moral obiskati ravnatelja.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
16	Vožnje z vlakom.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo

17	Ostati doma sam (z varuško).....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
18	Medvedov in volkov.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
19	Spoznati nekoga prvič.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
20	Bombnih napadov - invazije.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
21	Dobiti injekcijo od sestre ali zdravnika.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
22	Odhoda k zobozdravniku.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
23	Visokih prostorov ali gora.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
24	Da me nekdo draži.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
25	Pajkov.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
26	Vlomilca v stanovanju.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
27	Letenja z letalom.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
28	Da bi me poklical (vprašal) učitelj.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
29	Da bi dobil slabo oceno.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
30	Netopirjev in ptic.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
31	Da bi me grajali starši.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
32	Orožja (strelnega).....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
33	Sodelovanja v pretepu.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
34	Ognja - opeklin.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
35	Da bi se porezal oz. poškodoval.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
36	Da bi se znašel v veliki gneči.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
37	Grmenja in neviht.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
38	Da bi moral jesti hrano, ki je ne	☐ nič	☐ malo	☐ zelo

maram.....				
39	Mačk.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
40	Neuspeha na preverjanju.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
41	Da bi me povozil avto ali tovornjak.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
42	Oditi v šolo.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
43	Sodelovati v grobih igrah med odmor.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
44	Da bi se starši prepirali.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
45	Temnih sob in omar.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
46	Da bi moral nekaj zrecitirati.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
47	Mravelj in hroščev.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
48	Da bi me grajali drugi ljudje.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
49	Ljudi, ki izgledajo čudno.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
50	Pogleda na kri.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
51	Odhoda k zdravniku.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
52	Nepoznatih psov ali psov, ki izgledajo čudno.	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
53	Pokopališč.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
54	Poročila o ocenah.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
55	Striženja las.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
56	Globoke vode ali oceana.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
57	Nočnih mor.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
58	Padca iz višine.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
59	Da bi me stresla elektrika.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
60	Oditi v posteljo v	☐ nič	☐ malo	☐ zelo

	temi.....			
61	Slabosti med vožnjo z avtomobilom.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
62	Da bi bil sam.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
63	Da bi bil oblečen čisto drugače od drugih.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
64	Da bi me kaznoval oče.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
65	Da bi moral po pouku ostati v šoli.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
66	Da bi naredil napako.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
67	Kriminalk (filmov).....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
68	Glasnih siren.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
69	Delati nekaj novega.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
70	Bacilov ali resne bolezni.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
71	Zaprlih prostorov.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
72	Potresov.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
73	Teroristov.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
74	Dvigal.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
75	Temnih prostorov.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
76	Da ne bi mogel dihati.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
77	Pika čebele.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
78	Črvov ali polžev.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
79	Podgan in miši.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo
80	Pisanja testa.....	☐ nič	☐ malo	☐ zelo

SELF-RATING QUESTIONNAIRE (FSSC-R); © Thomas H. Ollendick

Name: _____ Age: _____ Date: _____

DIRECTIONS: A number of statements which boys and girls use to describe the fears they have are given

below. Read each carefully and put an X in the box in front of the words that best describe your fear. There are no right or wrong answers. Remember, find the words which best describe how much fear you have.

Statement		Level of fear		
1	Giving an oral report	☐ None	☐ Some	☐ A lot
2	Riding in the car or bus.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
3	Getting punished by mother	☐ None	☐ Some	☐ A lot
4	Lizards.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
5	Looking foolish.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
6	Ghosts or spooky things	☐ None	☐ Some	☐ A lot
7	Sharp objects.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
8	Having to go to the hospital	☐ None	☐ Some	☐ A lot
9	Death or dead people.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
10	Getting lost in a strange place.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
11	Snakes.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
12	Talking on the telephone	☐ None	☐ Some	☐ A lot
13	Roller coaster or carnival rides	☐ None	☐ Some	☐ A lot
14	Getting sick at school.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
15	Being sent to the principal.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
16	Riding on the train	☐ None	☐ Some	☐ A lot
17	Being left at home with a sitter	☐ None	☐ Some	☐ A lot
18	Bears or wolves	☐ None	☐ Some	☐ A lot
19	Meeting someone for the first time.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
20	Bombing attacks—being invaded.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
21	Getting a shot from the nurse or doctor	☐ None	☐ Some	☐ A lot
22	Going to the dentist	☐ None	☐ Some	☐ A lot
23	High places like mountains	☐ None	☐ Some	☐ A lot
24	Being teased.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot

25	Spiders.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
26	A burglar breaking into our house.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
27	Flying in an airplane.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
28	Being called on by the teacher.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
29	Getting poor grades.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
30	Bats or birds.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
31	My parents criticizing me.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
32	Guns	☐ None	☐ Some	☐ A lot
33	Being in a fight.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
34	Fire—getting burned.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
35	Getting a cut or injury.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
36	Being in a big crowd.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
37	Thunderstorms.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
38	Having to eat some food I don't like.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
39	Cats.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
40	Failing a test.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
41	Being hit by a car or truck.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
42	Having to go to school.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
43	Playing rough games during recess.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
44	Having my parents argue.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
45	Dark rooms or closets.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
46	Having to put on a recital.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
47	Ants or beetles.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
48	Being criticized by others.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
49	Strange looking people.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
50	The sight of blood.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot

51	Going to the doctor	☐ None	☐ Some	☐ A lot
52	Strange or mean looking dogs.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
53	Cemeteries.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
54	Getting a report card.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
55	Getting a haircut	☐ None	☐ Some	☐ A lot
56	Deep water or the ocean	☐ None	☐ Some	☐ A lot
57	Nightmares.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
58	Falling from high places	☐ None	☐ Some	☐ A lot
59	Getting a shock from electricity.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
60	Going to bed in the dark	☐ None	☐ Some	☐ A lot
61	Getting car sick.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
62	Being alone.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
63	Having to wear clothes different from others.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
64	Getting punished by my father.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
65	Having to stay after school	☐ None	☐ Some	☐ A lot
66	Making mistakes	☐ None	☐ Some	☐ A lot
67	Mystery movies.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
68	Loud sirens.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
69	Doing something new.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
70	Germs or getting a serious illness.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
71	Closed spaces.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
72	Earthquakes.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
73	Terrorists	☐ None	☐ Some	☐ A lot
74	Elevators.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
75	Dark places.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
76	Not being able to	☐ None	☐ Some	☐ A lot

	breathe.....			
77	Getting a bee sting.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
78	Worms or snails.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
79	Rats or mice.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot
80	Taking a test.....	☐ None	☐ Some	☐ A lot

VPRAŠALNIK O ODNOSU UČENCEV DO DVOŽIVK (DELOVNA VERZIJA)

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, s katerim boš ocenjeval tvoje mnenje do posameznih trditev v vprašalniku. Želimo izvedeti, kakšen je tvoj odnos do dvoživk. Podatki o anketirancu so tajni. Rešitve ne bodo vplivale na tvojo oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**= se ne strinjam; **3**= nimam posebnega mnenja;

4= se strinjam, **5**= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Lov žab za žabje krake je popolnoma upravičen.	1	2	3	4	5
Rad berem različne stvari o dvoživkah.	1	2	3	4	5
Dvoživke niso nič posebnega.	1	2	3	4	5
Edina prava dvoživka je mrtva dvoživka.	1	2	3	4	5
Dvoživk se bojim.	1	2	3	4	5
Dvoživke bi z veseljem proučeval v naravi.	1	2	3	4	5
V rokah bi rad držal različne dvoživke.	1	2	3	4	5
Rad imam dvoživke.	1	2	3	4	5
Žab ne bi rad lovil za prehrano.	1	2	3	4	5
Avtomobili vsako leto povozijo preveč dvoživk.	1	2	3	4	5
Žabe so nagražne (nagnusne).	1	2	3	4	5
Dvoživke so v naravi zelo pomembne.	1	2	3	4	5
Raje imam zeleno žabo kot krastačo.	1	2	3	4	5
Dvoživke bi bilo najbolje kar pobiti.	1	2	3	4	5
Pobiti bi bilo potrebno samo strupene dvoživke.	1	2	3	4	5
Lovljenje žab samo za žabje krake je kruto.	1	2	3	4	5
Ko se sprehajam po gozdu, nimam posebne želje videti kakšne dvoživke.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal model dvoživke kot živo dvoživko.	1	2	3	4	5
Ko strokovnjaki govorijo o dvoživkah, se dolgočasim.	1	2	3	4	5
Zanimivo bi si bilo od daleč ogledati kakšno živo dvoživko.	1	2	3	4	5
Dvoživke so koristne, ker lovijo komarje in ostali mrčes.	1	2	3	4	5
Rad bi spoznaval različne vrste dvoživk.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako se dvoživke prehranjujejo, kako vohajo in slišijo.	1	2	3	4	5
Tudi dvoživke morajo imeti pravice.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal oddajo o dvoživkah, kot pa jih opazoval v	1	2	3	4	5

naravi.					
Dvoživke lahko lovimo, dokler posamezne vrste niso ogrožene.	1	2	3	4	5
Dvoživk ne bi smeli uporabljati v raziskavah, čeprav bi to pomenilo odkritje zdravila za kako bolezen pri človeku.	1	2	3	4	5
Zadrževanje dvoživk v ujetništvu je kruto.	1	2	3	4	5
Raje bi bral o dvoživkah, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
Rad bi se pridružil lovu na žabe.	1	2	3	4	5
Dvoživke bi lahko opazoval dolgo časa.	1	2	3	4	5
Kakšno dvoživko bi rad imel tudi doma.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel več o življenjskih okoljih dvoživk.	1	2	3	4	5
Tropskega deževnega gozda ni potrebno zavarovati, saj se bodo dvoživke preselile drugam.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako so se dvoživke razvile.	1	2	3	4	5
Dvoživke, ki so pisanih barv so mi zelo všeč.	1	2	3	4	5
Dvoživke niso čiste živali in prenašajo veliko bolezni.	1	2	3	4	5
Menim, da so dvoživke grde.	1	2	3	4	5
Možnost izumrtja ene vrste dvoživk naj še ne bi bila razlog za preprečitev gradnje hotela.	1	2	3	4	5
Ne bi se šel kopati v jezero, če bi vedel, da tam živijo dvoživke.	1	2	3	4	5
Dovolil bi lovljenje žab, če bi to pomenilo ustvarjanje novih delovnih mest.	1	2	3	4	5

Ime in priimek _____

Spol: moški ženski **Starost** _____ ; **Razred:** _____,

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____ ; **Ocena naravoslovje/biologija:** _____

Izobrazba staršev: **Oče** _____ ; **Mati:** _____

V naravo hodim:

a) Enkrat dnevno	c) Enkrat na mesec
b) Enkrat tedensko	d) Le izjemoma

Živim v: a) mestu b) v predmestju c) na podeželju

VPRAŠALNIK O ODNOSU UČENCEV DO KRSTAČ (DELOVNA VERZIJA)

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, s katerim boš ocenjeval tvoje mnenje do posameznih trditev v vprašalniku. Želimo izvedeti, kakšen je tvoj odnos do živali. Podatki o anketirancu so tajni. Rešitve ne bodo vplivale na tvojo oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**= se ne strinjam; **3**= nimam posebnega mnenja;

4= se strinjam, **5**= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Krstače niso nič posebnega.	1	2	3	4	5
Edina prava krstača je mrtva krstača.	1	2	3	4	5
Krstač se bojim.	1	2	3	4	5
Krstače bi z veseljem proučeval v naravi.	1	2	3	4	5
Raje bi bral o krstačah, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
V rokah bi rad držal krstačo.	1	2	3	4	5
Rad imam krstače.	1	2	3	4	5
Krstač ne bi rad lovil.	1	2	3	4	5
Avtomobili vsako leto pvozijo preveč krstač.	1	2	3	4	5
Krstače so nagražne (nagnusne).	1	2	3	4	5
Krstače so v naravi zelo pomembne.	1	2	3	4	5
Raje imam zeleno žabo kot krstačo.	1	2	3	4	5
Krstače bi bilo najbolje kar pobiti.	1	2	3	4	5
Lovljenje krstač za zabavo je kruto.	1	2	3	4	5

Ko se sprehajam po gozdu, nimam posebne želje videti kakšne krastače.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal model krastače kot živo krastačo.	1	2	3	4	5
Ko strokovnjaki govorijo o krastačah, se dolgočasim.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal oddajo o krastačah, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
Zanimivo bi si bilo od daleč ogledati kakšno živo krastačo.	1	2	3	4	5
Krastače so koristne, ker lovijo komarje in ostali mrčes.	1	2	3	4	5
Rad berem različne stvari o krastačah.	1	2	3	4	5
Rad bi spoznaval različne vrste krastač.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako se krastače prehranjujejo, kako vohajo in slišijo.	1	2	3	4	5
Tudi krastače morajo imeti pravice.	1	2	3	4	5
Krastače lahko lovimo, dokler posamezne vrste niso ogrožene.	1	2	3	4	5
Krastač ne bi smeli uporabljati v raziskavah, čeprav bi to pomenilo odkritje zdravila za kako bolezen pri človeku.	1	2	3	4	5
Zadrževanje krastač v ujetništvu je kruto.	1	2	3	4	5
Rad bi se pridružil lovu na krastače.	1	2	3	4	5
Krastače bi lahko opazoval dolgo časa.	1	2	3	4	5
Kakšno krastačo bi rad imel tudi doma.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel več o življenjskih okoljih krastač.	1	2	3	4	5
Tropskega deževnega gozda ni potrebno zavarovati, saj se bodo krastače, ki tam živijo, preselile drugam.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako so se krastače razvile.	1	2	3	4	5
Krastače niso čiste živali in prenašajo veliko bolezni.	1	2	3	4	5
Menim, da so krastače grde.	1	2	3	4	5
Možnost izumrtja ene vrste krastač naj še ne bi bila razlog za preprečitev gradnje hotela.	1	2	3	4	5
Ne bi se šel kopati v jezero, če bi vedel, da tam živijo krastače.	1	2	3	4	5

Raje bi si ogledal model močerada kot živega močerada.	1	2	3	4	5
Ko strokovnjaki govorijo o močeradih, se dolgočasim.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal oddajo o močeradih, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
Zanimivo bi si bilo od daleč ogledati kakšnega živega močerada.	1	2	3	4	5
Močeradi so koristni, ker lovijo komarje in ostali mrčes.	1	2	3	4	5
Rad berem različne stvari o močeradih.	1	2	3	4	5
Rad bi spoznaval različne vrste močeradov.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako se močeradi prehranjujejo, kako vohajo in slišijo.	1	2	3	4	5
Tudi močeradi morajo imeti pravice.	1	2	3	4	5
Močerade lahko lovimo, dokler posamezne vrste niso ogrožene.	1	2	3	4	5
Močeradov ne bi smeli uporabljati v raziskavah, čeprav bi to pomenilo odkritje zdravila za kako bolezen pri človeku.	1	2	3	4	5
Zadrževanje močeradov v ujetništvu je kruto.	1	2	3	4	5
Rad bi se pridružil lovu na močerade.	1	2	3	4	5
Močerade bi lahko opazoval dolgo časa.	1	2	3	4	5
Kakšnega močerada bi rad imel tudi doma.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel več o življenjskih okoljih močeradov.	1	2	3	4	5
Tropskega deževnega gozda ni potrebno zavarovati, saj se bodo močeradi, ki tam živijo, preselile drugam.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako so se močeradi razvili.	1	2	3	4	5
Močeradi niso čiste živali in prenašajo veliko bolezni.	1	2	3	4	5
Menim, da so močeradi grdi.	1	2	3	4	5
Možnost izumrtja ene vrste močeradov naj še ne bi bila razlog za preprečitev gradnje hotela.	1	2	3	4	5
Ne bi se šel kopati v jezero, če bi vedel, da ob robu jezera živijo močeradi.	1	2	3	4	5

Ime in priimek _____

Spol: moški ženski **Starost** _____ ; **Razred:** _____,

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____ ; **Ocena naravoslovje/biologija:** _____

Izobrazba staršev: **Oče** _____ ; **Mati:** _____

V naravo hodim:

a) Enkrat dnevno	c) Enkrat na mesec
b) Enkrat tedensko	d) Le izjemoma

Živim v: a) mestu b) v predmestju c) na podežlju

Pojmovna mapa: DVOŽIVKE

Izdelaj pojmovno mapo v kateri boš prikazal tvoje poznavanje DVOŽIVK.

Ime in priimek _____

Pojmovna mapa: KRASTAČA

Izdelaj pojmovno mapo v kateri boš prikazal tvoje poznavanje KRASTAČ.

Ime in priimek _____

Pojmovna mapa: ŽABE

Izdelaj pojmovno mapo v kateri boš prikazal tvoje poznavanje ŽAB.

Ime in priimek _____

Pojmovna mapa: MOČERAD

Izdelaj pojmovno mapo v kateri boš prikazal tvoje poznavanje MOČERADOV.

Ime in priimek _____

PREVERJANJE POZNAVANJA DVOŽIVK – VPRAŠALNIK PRED POUKOM

Ime in priimek: _____; Spol: moški ženski

Starost _____ Razred: _____

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____; Ocena naravoslovje/biologija: _____

Izobrazba staršev: Oče _____; Mati: _____

V naravo hodim:

- e) Enkrat dnevno
- f) Enkrat tedensko
- g) Enkrat na mesec
- h) Le izjemoma

Ali si pri pouku prijel-a katero od dvoživk? Katere?

a) Prijel sem VSE.

b) Prijel NISEM: _____

c) Prijel nisem NOBENE.

Živim v: a) mestu b) v predmestju c) na podeželju

1. Žaba vidi plen le, če

- a) se ta premika.
- b) ga zavoha.
- c) je manjši od nje.
- d) ga sliši.

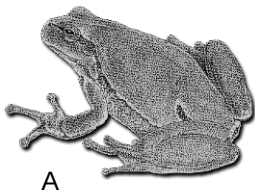
2. Kakšna je razlika med pupki in paglavci?

- a) Razlike ni.
- b) Pupki so mladiči žab, katerim rep po preobrazbi zakrni.
- c) Pupki imajo tudi kot odrasle živali rep, paglavci pa so ličinke brezrepnih dvoživk.
- d) Paglavci so mladiči pupkov, katerim rep po preobrazbi ne zakrni.

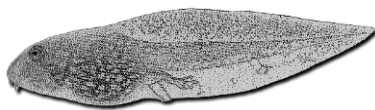
3. Živorodnost pri navadnem močeradu pomeni, da

- a) se ličinke razvijejo že v materinem telesu in jih ta odloži v vodo.
- b) se v materinem telesu razvijejo odrasli močeradi.
- c) samica močerada odloži mrest v vodo, kjer je dosti življenja.
- d) samica močerada odloži paglavce v vodo.

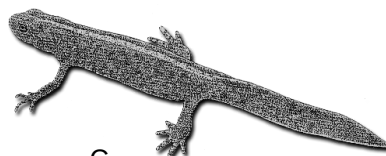
4. Katera od živali na sliki je paglavec (obkroži)?



A



B



C



5. Močeril ali človeška ribica ima kot odrasla žival ohranjene škrge. Kako strokovno imenujemo ta pojav? _____

6. Naštej nekaj razlogov, zaradi katerih število žab v naravi upada.

7. Koža žabe je

- a) pokrita z luskami in sluzasta.
- b) sluzasta in debela.
- c) sluzasta in tanka.
- d) suha in tanka.
- e) suha in debela.

8. Katera od naštetih živali ima rep vse življenje?

- a) Zelena žaba.
- b) Močerad.
- c) Krastača.
- d) Zelena rega.

9. Kako imenujemo območje, kjer se žabe razmnožujejo, in kaj odložijo v mlake?

- a) Drstišče in ikre.
- b) Mrestišče in mrest.
- c) Drstišče in mrest.
- d) Mrestišče in ikre.

10. V bližini vasi, kjer živim, je mlaka. Lastnik se je odločil, da jo bo zasul. Prva naslednja mlaka je oddaljena 10 km. Kako bo njegovo dejanje vplivalo na žabe, ki živijo v okolici mlake?

Žabam bo

- a) preprečil možnost prezimovanja.
- b) omogočil varno pot do druge mlake.
- c) preprečil možnost razmnoževanja.
- d) omogočil prilagajanje na bolj suho okolje.

11. Kako samec zelene žabe privabi samico?

- a) Z oglašanjem.
- b) S prerivanjem.
- c) Jo samo čaka, da priplava mimo.
- d) Je ne privablja.

12. Katera od naštetih živali ima na prstih blazinice in zato lahko pleza tudi po steklu?

- a) Krastača.
- b) Zelena žaba.
- c) Zelena rega.
- d) Pupek.

13. Strup krstače pri človeku

- a) povzroča nastanek bradavic.
- b) draži ranjeno kožo in sluznice.
- c) povzroči smrt.
- d) ne naredi nič.

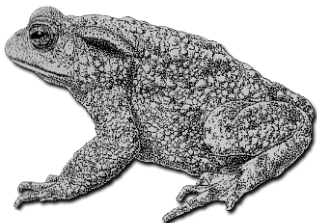
14. V katerem okolju ne bi mogel najti žab?

- a) Gozdu.
- b) Morju.
- c) Mlaki.
- d) Travniku.
- e) Vrtu.

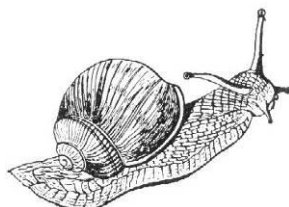
15. Katere od naštetih živali so dvoživke? (možnih je več pravih odgovorov)

- a) Žaba.
- b) Kuščar.
- c) Kobilica.
- d) Močerad.
- e) Želva.
- f) Kača.
- g) Krastača.
- h) Meduza.

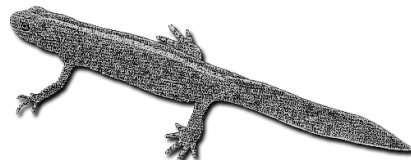
16. Poimenuj živali na slikah.



a:



b:



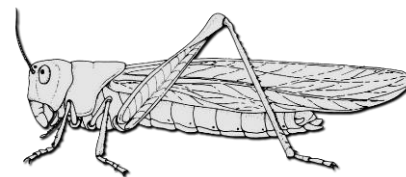
c:



d:



e:



f:

Slike dvoživk; © Veenvliet P.

17. Katera trditev je za žabe najbolj pravilna?

- a) Lahko živijo na kopnem in v vodi.
- b) Paglavci živijo v vodi, odrasli pa večino časa preživijo v vlažnih predelih na kopnem.
- c) Paglavci živijo v vodi in dihajo s škrgami in preko kože, kot odrasli pa večino časa preživijo v vlažnih predelih na kopnem in dihajo s pljuči in preko kože.
- d) Paglavci živijo v vodi in dihajo s pljuči in preko kože, kot odrasli pa večino časa preživijo v vlažnih predelih na kopnem in dihajo s škrgami in preko kože.

e) Lahko živijo v vodi in na kopnem in dihaajo s škrgami in pljuči.

18. Repate dvoživke imajo naslednje značilnosti (obkroži pravilni trditvi).

- a) Kot odrasle imajo rep.
- b) Ličinke nimajo zunanjih škrg.
- c) Notranja oploditev.
- d) Skrbijo za svoje mladiče.

19. Krastače imajo lepljiv jezik, s katerim

- a) čistijo telo.
- b) navlažijo kožo.
- c) lovijo plen.
- d) grozijo plenilcem.

20. Med spomladanskim deževjem gredo žabe ponoči do svojih mrestišč. Kmetje pred dežjem trosijo umetna gnojila. V katerem delu dneva bi bilo najprimerneje trositi umetna gnojila, da žab ne bi ogrozili?

- a) Zjutraj.
- b) Popoldan.
- c) Zvečer.

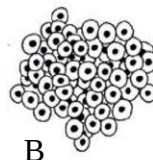
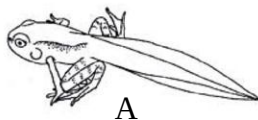
Razloži:

21. V Sloveniji živijo tri vrste pupkov. Po kateri lastnosti jih lahko najhitreje ločite med seboj?

- a) Vzorcih na hrbtu.
- b) Vedenju med razmnoževanjem.
- c) Vzorcih na trebuhu.
- d) Načinu plavanja.

22. Na sliki so prikazane razvojne faze pri žabah. Kateri je pravilni vrstni red razvoja teh živali?

- a) A B C D
- b) B D A C
- c) A C B D
- d) D B C A
- e) D B A C



© Veenvliet P.

23. Navadni močerad je črne barve z rumenimi lisami. Kako pravimo njegovi barvi?



Zakaj ji pravimo tako? _____

24. Marjan se vsako pomlad večkrat ob večerih odpravi loviti žabe. Pravi, da so žabji kraki zelo dobri. De se s tega naje njegova štiričlanska družina, vsakič ujame približno 100 žab. Tokrat jih je prav tako ujel toliko. Med temi žabami je bilo 70 samic. Vsaka je nosila 1000 jajčec. Do odraslih organizmov se razvije le 2% izleženih paglavcev. Izračunaj, koliko odraslih žab bo v tisti okolici manj.

_____.

25. S čim in kako si krastača pomaga pri požiranju plena?

_____.

26. Katera od živali NI dvoživka?

- a) Zelena žaba.
- b) Močerad.
- c) Želva.
- d) Človeška ribica.
- e) Krastača.
- f) Zelena rega.

27. V spodnji tabeli so prikazane nekatere vrste dvoživk (ne vse), ki živijo v Sloveniji. Zapiši slovensko ime za vsaj eno vrsto, ki je v Sloveniji:

- a) ranljiva vrsta: _____
 b) izumrla vrsta: _____
 c) prizadeta vrsta: _____

Rdeči seznam dvoživk (izsek):

Št. vrst	znanstveno ime	Slovensko ime	Kategorija ogroženosti
1	<i>Bombina bombina</i>	nižinski urh	E
2	<i>Bombina variegata</i>	hribski urh	V
3	<i>Bufo bufo</i>	navadna krastača	V
4	<i>Bufo viridis</i>	zelena krastača	V
5	<i>Hyla arborea</i>	zelena rega	V
//	<i>Triturus alpestris lacusnigri</i>	triglavski planinski pupek	Ex
18	<i>Triturus carnifex</i>	veliki pupek	V
19	<i>Triturus vulgaris</i>	navadni pupek	V

Kategorije ogroženosti: **Ex** - izumrla vrsta; **Ex?** - domnevno izumrla vrsta; **E** - prizadeta vrsta; **V** - ranljiva vrsta; **R** - redka vrsta.

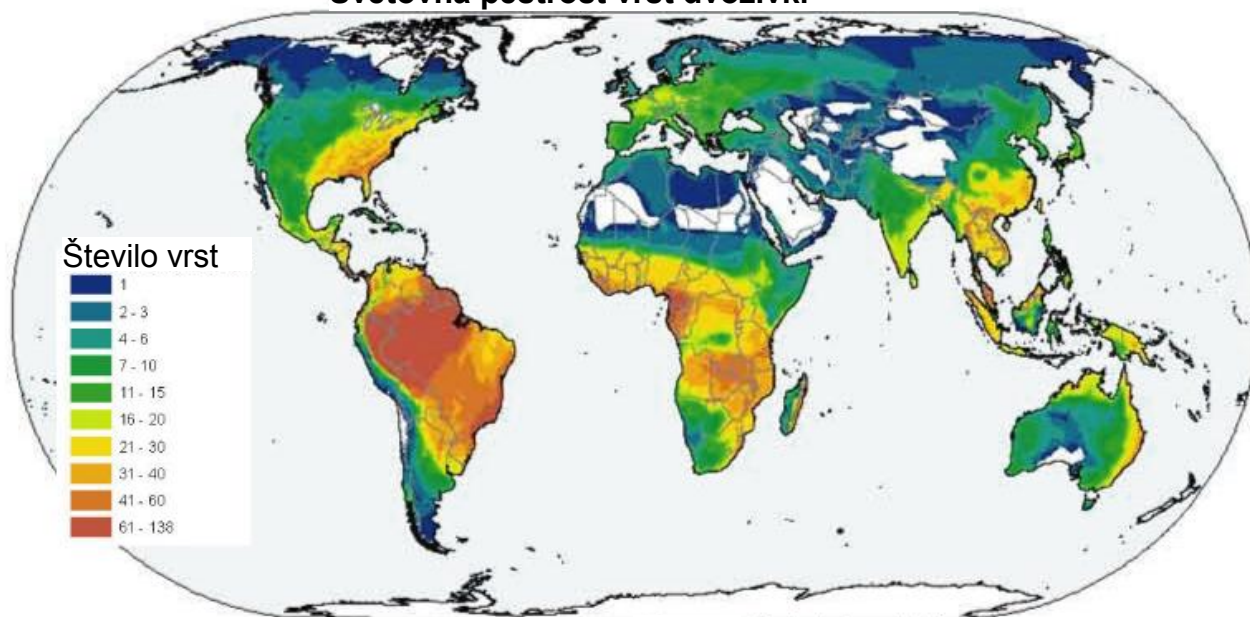
28. Razloži pojem MIMIKRIJA.

29. Iz slike razberi, v katerih predelih sveta je veliko vrst dvoživk? (Pravilni sta dve trditvi.)

- a) Osrednja Afrika.
 b) Južna Evropa.
 c) Južna Amerika.
 d) Zahodna Avstralija.
 e) Severna Kanada.

Zakaj meniš, da je veliko vrst ravno na teh območjih?

Svetovna pestrost vrst dvoživk.



Vir: Global Amphibian Assessment

UČNA TEMA 2 (V PRIPRAVI): POVRŠINSKA NAPETOST VODE IN VODNI DRŠALCI

POVRŠINSKA NAPETOST VODE in VODNI DRŠALCI

NAVODILO ZA UČITELJA

V živem svetu najdemo mnogo primerov, pri katerih organizmi »izkoristijo« fizikalne zakone za svoje preživetje. **Površinska napetost vode** je tema, ki jo je mogoče učinkovito povezati tako z biološkega, kemijskega kot tudi fizikalnega stališča.

Kako na primeru vodnih drsalcev povezati vsebine biologije, kemije in fizike? Učenci z opazovanjem živali podrobno spoznajo njihovo zunanjo zgradbo, jih poskusijo uvrstiti v sistem in opazujejo, kako se premikajo. Ugotavljajo, kako različne koncentracije čistil (detergentov) v vodi vplivajo na življenje in preživetje vodnih drsalcev. V povezavi s tem spoznajo tudi pomen površinske napetosti vode za živali ter kemijsko zgradbo in lastnosti detergentov.

Pri delu z vodnimi drsalci in izpostavljanju le teh stresnim situacijam (rokovanje, izpostavljanje različnim koncentracijam čistil) pa moramo z njimi ravnati kar se da previdno in jih čim krajši čas izpostavljati neugodnim razmeram.

Na naslednjih straneh so navedeni vprašalniki in učni listi, preko katerih boste preverjali (pred)znanje učencev o površinski napetosti vode in o vodnih drsalcih. Pojemne mape bodo učenci izdelali na dva načina. Pri prvem načinu bodo dobili samo pojem, pri drugem načinu pa bo priložena tudi fotografija ali shema, ki razlaga določen pojem.

Sledilo bo preverjanje odnosa učencev do vodnih drsalcev ali komarjev (ličinke komarjev).

Učenci preko opazovanja živali in preproste aktivnosti pridejo do zaključkov, kako pomembno je poznavanje pomena površinske napetosti vode za vodne drsalce in kako lahko z vnosom detergentov v vodne sisteme vplivamo na organizme, ki v teh okoljih živijo.

V naslednji fazi RNK pa bomo lahko te vsebine podrobneje povezali še z vsebinami fizike in kemije.

Ena od tem bi lahko bila »Kako se spreminja površinska napetost vode v odvisnosti od koncentracije detergenta?«.

VPRAŠALNIK O ODNOSU UČENCEV DO KOMARJEV (DELOVNA VERZIJA)

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, s katerim boš ocenjeval tvoje mnenje do posameznih trditev v vprašalniku. Želimo izvedeti, kakšen je tvoj odnos do živali. Podatki o anketirancu so tajni. Rešitve ne bodo vplivale na tvojo oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**= se ne strinjam; **3**= nimam posebnega mnenja;

4= se strinjam, **5**= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Komarji niso nič posebnega.	1	2	3	4	5
Edini pravi komar je mrtev komar.	1	2	3	4	5
Komarjev se bojim.	1	2	3	4	5
Komarje bi z veseljem proučeval v naravi.	1	2	3	4	5
Raje bi bral o komarjih, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
Ne moti me, če okoli mene letajo komarji.	1	2	3	4	5
Rad imam komarje.	1	2	3	4	5
Kadar vidim komarja, ga ubijem.	1	2	3	4	5
Komarji so nagravžni (nagnusni).	1	2	3	4	5
Komarji so v naravi zelo pomembni.	1	2	3	4	5
Raje imam kobilico kot komarja.	1	2	3	4	5
Komarje bi bilo najbolje kar pobiti.	1	2	3	4	5
Ubijanje komarjev za zabavo je kruto.	1	2	3	4	5
Ko se sprehajam po gozdu, vedno pazim, da me ne piči komar.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal model komarja kot živega komarja.	1	2	3	4	5
Ko strokovnjaki govorijo o komarjih, se dolgočasim.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal oddajo o komarjih, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
Želim izvedeti, katere bolezni prenašajo komarji.	1	2	3	4	5
Komarji so koristni, ker so hrana za močerade.	1	2	3	4	5
Rad berem različne stvari o komarjih.	1	2	3	4	5
Rad bi spoznaval različne vrste komarjev.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako komarji vohajo, vidijo in slišijo.	1	2	3	4	5
Tudi komarji imajo pravico živeti.	1	2	3	4	5
Komarje lahko pobijamo, dokler posamezne vrste komarjev niso ogrožene.	1	2	3	4	5
Komarjev ne bi smeli uporabljati v raziskavah, čeprav bi to pomenilo odkritje zdravila za kako bolezen pri človeku.	1	2	3	4	5
Želim izvedeti več, kako se komarji razmnožujejo.	1	2	3	4	5
Komarje bi lahko opazoval dolgo časa.	1	2	3	4	5
Rad bi gojil komarje.	1	2	3	4	5

Rad bi izvedel več o življenjskih okoljih komarjev.	1	2	3	4	5
Nobene škode ne bi bilo, če bi izsušili mlake in tako preprečili razvoj komarjev.	1	2	3	4	5
Komarji so premajhni, da bi bili pomembni.	1	2	3	4	5
Komarji niso čiste živali in prenašajo veliko bolezni.	1	2	3	4	5
Menim, da so komarji grdi.	1	2	3	4	5
Ne bi šel k jezeru, če bi vedel, da je tam veliko komarjev.	1	2	3	4	5
Mrčes, kot so komarji učinkovito uničujem z insekticidi.	1	2	3	4	5

Ime in priimek _____

Spol: moški ženski **Starost** _____ ; **Razred:** _____,

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____ ; **Ocena naravoslovje/biologija:** _____

Izobrazba staršev: **Oče** _____ ; **Mati:** _____

V naravo hodim:

- a) Enkrat dnevno
- b) Enkrat tedensko
- c) Enkrat na mesec
- d) Le izjemoma

Živim v: a) mestu b) v predmestju c) na podeželju

VPRAŠALNIK O ODNOSU UČENCEV DO VODNIH DRŠALCEV (DELOVNA VERZIJA)

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, s katerim boš ocenjeval tvoje mnenje do posameznih trditev v vprašalniku. Želimo izvedeti, kakšen je tvoj odnos do živali. Podatki o anketirancu so tajni. Rešitve ne bodo vplivale na tvojo oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**= se ne strinjam; **3**= nimam posebnega mnenja;

4= se strinjam, **5**= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Vodni drsalci niso nič posebnega.	1	2	3	4	5
Edini pravi vodni drsalec je mrtev vodni drsalec.	1	2	3	4	5
Vodnih drsalcev se bojim.	1	2	3	4	5
Vodne drsalce bi z veseljem proučeval v naravi.	1	2	3	4	5
Raje bi bral o vodnih drsalcih, kot pa jih opazoval v naravi.	1	2	3	4	5
Ne moti me, če okoli mene plavajo vodni drsalci.	1	2	3	4	5
Rad imam vodne drsalce.	1	2	3	4	5
Kadar vidim vodnega drsalca bi ga najraje ubil.	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so nagravžni (nagnusni).	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so v naravi zelo pomembni.	1	2	3	4	5
Raje imam vodne drsalce kot komarje.	1	2	3	4	5
Vodne drsalce bi bilo najbolje kar pobiti.	1	2	3	4	5
Ubijanje vodnih drsalcev za zabavo je kruto.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal model vodnega drsalca kot živega.	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so dolgočasni.	1	2	3	4	5
Raje bi si ogledal oddajo o vodnih drsalcih, kot pa jih opazoval	1	2	3	4	5

v naravi.					
Želim izvedeti, kako živijo vodni drsalci.	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so koristni, ker lovijo mrčes.	1	2	3	4	5
Rad berem različne stvari o vodnih drsalcih.	1	2	3	4	5
Rad bi spoznaval različne vrste vodnih drsalcev.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel, kako vodni drsalci vohajo, vidijo in slišijo.	1	2	3	4	5
Tudi vodni drsalci imajo pravico živeti.	1	2	3	4	5
Vodne drsalce lahko pobijamo, dokler posamezne vrste teh živali niso ogrožene.	1	2	3	4	5
Vodnih drsalcev ne bi smeli uporabljati v raziskavah, čeprav bi to pomenilo odkritje zdravila za kako bolezen pri človeku.	1	2	3	4	5
Želim izvedeti več, kako se vodni drsalci razmnožujejo.	1	2	3	4	5
Vodne drsalce bi lahko opazoval dolgo časa.	1	2	3	4	5
Rad bi gojil vodne drsalce.	1	2	3	4	5
Rad bi izvedel več o življenjskih okoljih vodnih drsalcev.	1	2	3	4	5
Nobene škode ne bi bilo, če bi izsušili mlake in tako preprečili preživetje vodnih drsalcev.	1	2	3	4	5
Vodni drsalci so premajhni, da bi bili pomembni.	1	2	3	4	5
Vodni drsalci niso čiste živali in prenašajo veliko bolezni.	1	2	3	4	5
Menim, da so vodni drsalci grdi.	1	2	3	4	5
Možnost izumrtja vodnih drsalcev naj še ne bi bila razlog za preprečitev gradnje hotela.	1	2	3	4	5
Ne bi se šel kopati v jezero, če bi vedel, da tam živijo vodni drsalci.	1	2	3	4	5
Mrčes, kot so vodni drsalci vi uničeval z insekticidi.	1	2	3	4	5

Ime in priimek _____

Spol: moški ženski Starost _____ ; Razred: _____,

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____ ; Ocena naravoslovje/biologija: _____

Izobrazba staršev: Oče _____ ; Mati: _____

V naravo hodim:

- a) Enkrat dnevno
- b) Enkrat tedensko
- c) Enkrat na mesec
- d) Le izjemoma

Živim v: a) mestu b) v predmestju c) na podeželju

Pojmovna mapa: POVRŠINSKA NAPETOST VODE

Izdelaj pojmovno mapo v kateri boš prikazal tvoje poznavanje POVRŠINSKE NAPETOSTI VODE.

Ime in priimek _____

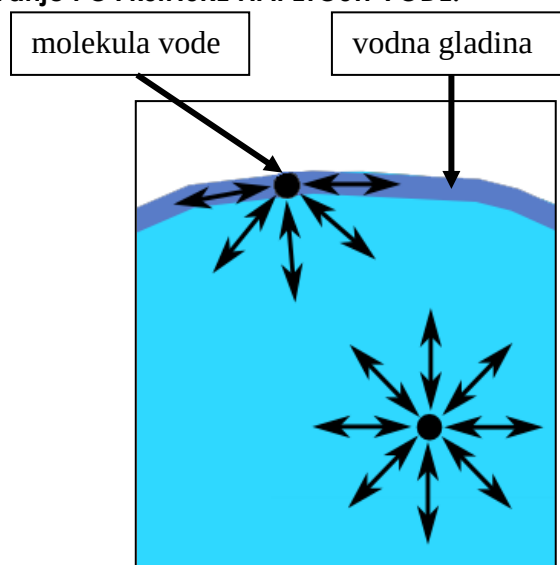
Pojmovna mapa: VODNI DRSLICI

Izdelaj pojmovno mapo v kateri boš prikazal tvoje poznavanje VODNIH DRSLCEV.

Ime in priimek _____

Pojmovna mapa: POVRŠINSKA NAPETOST VODE

Izdelaj pojmovno mapo v kateri boš prikazal tvoje poznavanje POVRŠINSKE NAPETOSTI VODE.



Ime in priimek _____

Pojmovna mapa: VODNI DRŠALCI

Izdelaj pojmovno mapo v kateri boš prikazal tvoje poznavanje VODNIH DRŠALCEV.



Ime in priimek _____

UČNI LIST – površinska napetost in organizmi. (skupina po največ 5 učencev)

1. Oglej si živali v kozarcu in jih nariši. Pomagaš si lahko z lupo.

a _____
c _____

b _____

d _____
f _____

e _____

2. Koliko različnih vrst je v kozarcu? _____
3. Opiši razlike med njimi!

4. Zakaj nekateri organizmi prihajajo na površje?

5. Zakaj lahko nekatere živali »tekajo« po gladini?

V skupini se pogovorite in načrtujte poskus, s katerim boste ugotovili, kaj se dogaja z živalmi, če v vodo dodate detergent.

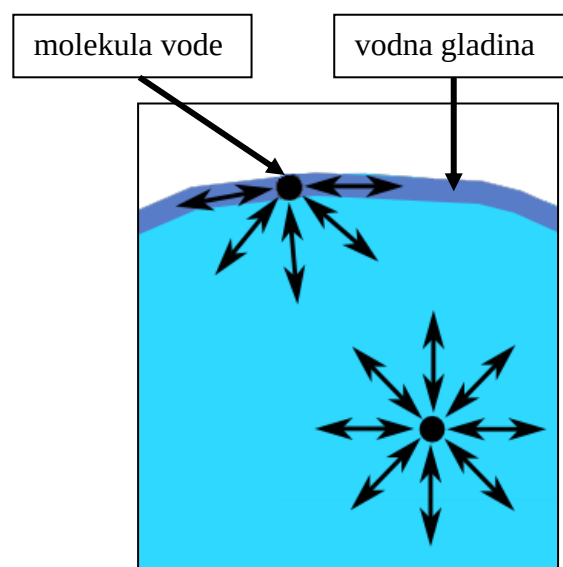
KAJ MORA VSEBOVATI VAŠ POSKUS?

NAČRTOVANJE POSKUSA	SKUPINA _____
Oblikujte raziskovalno vprašanje.	
Oblikujte hipotezo.	
Določite odvisno spremenljivko.	
Določite neodvisne spremenljivke.	
Oblikujte kontrolo.	
Oblikujte ponovljivost.	
Določite konstante.	
Kako ste zagotovili veljavnost in zanesljivost poskusa?	

Člani skupine:

Učitelj naj sedaj izvede poskus, s katerim boste ugotovili, kaj se bo dogajalo z živalmi po dodatku detergenta. Poskus naj izvaja učitelj, saj je potrebno primerno poskrbeti za živali. Učitelj je za tako delo z živalmi usposobljen. Tvoja naloga pa je, da natančno opazuješ, kaj se bo dogajalo z organizmi.

6. Napiši, kako je čistilo za posodo vplivalo na organizme v vodi.
7. V skupini se pogovorite in napišite, zakaj se je to zgodilo. V pomoč vam je lahko slika na tej strani.



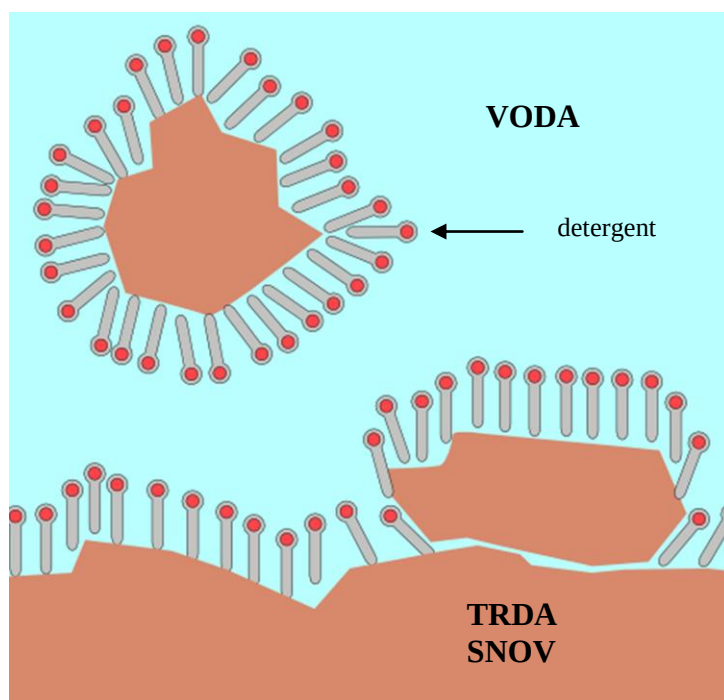
8. Opiši, kako si se počutil ob opazovanju organizmov, ko je učitelj dodal detergent.

Na naslednji strani si lahko prebereš nekaj stavkov o tem pojavu.

NEKATERE ŽIVALI "HODIJO" PO VODNI GLADINI

Ste kdaj ob vodnem viru na vodni gladini opazili roj približno 2 cm velikih živali? To bi lahko bila kakšna izmed vrst žuželk, ki se lahko premikajo (»hodijo«) po vodni gladini. Namreč, nekatere žuželke, pajki in mnogi manjši organizmi izkoriščajo površinsko napetost vode za premikanje. Te živali imajo na nogah ogromno število drobnih, močno hidrofobnih dlačic, ki so nameščene pod določenim kotom. Med te dlačice je ujet zrak. Živali postavljajo noge na vodno gladino pod določenim kotom, kar jim omogoča učinkovito uporabo površinske napetosti vode za premikanje po vodni gladini.

Kaj pomeni hidrofobno? Hidro pomeni voda, fobno pa ne imeti rad. Te dlačice imajo torej tako strukturo, ki prepreči, da bi voda posamezno dlačico popolnoma oblila. Molekule detergenta imajo posebno zgradbo, hidrofilno (filno pomeni imeti rad) glavo in hidrofoben rep. Molekule s hidrofobnimi repi obdajo dlačice. Hidrofilni deli pa so obrnjeni proti molekulam vode. Voda tako obda (omoči) dlačice na nogah živali. Ker se s tem zniža površinska napetost, se živali ne morejo več obdržati na vodni gladini in potonejo. Če ne pridejo pravočasno do zraka, lahko celo utonejo.



Predvidene kompetence pri pouku površinske napetosti

POVRŠINSKA NAPETOST – KLASIČEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost analize in organizacija informacij	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost interpretacije	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost sinteze zaključkov	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost učenja in reševanja problemov	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prenos teorije v prakso	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Uporaba matematičnih idej in tehnik	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prilagajanje novim situacijam	ni dosežena	ni dosežena	/	/
Skrb za kakovost	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost samostojnega in timskega dela	ni dosežena	delno dosežena	/	/
Organiziranje in načrtovanje dela	ni dosežena	ni dosežena	/	/
Verbalna in pisna komunikacija	dosežena	dosežena	/	/
Medosebna interakcija	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Varnost	ni dosežena	ni dosežena	/	/

Tabela 11: Predvidene kompetence pri pouku površinske napetosti

Dosežene kompetence pri pouku površinske napetosti

POVRŠINSKA NAPETOST – KLASIČEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacija informacij				
Sposobnost interpretacije				
Sposobnost sinteze zaključkov				
Sposobnost učenja in reševanja problemov				
Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				
Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela				
Organiziranje in načrtovanje dela				
Verbalna in pisna komunikacija				
Medosebna interakcija				
Varnost				

Tabela 12: Dosežene kompetence pri pouku površinske napetosti

Predvidene kompetence pri pouku površinske napetosti

POVRŠINSKA NAPETOST – RAZISKOVALEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost analize in organizacija informacij	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost interpretacije	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost sinteze zaključkov	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost učenja in reševanja problemov	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prenos teorije v prakso	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Uporaba matematičnih idej in tehnik	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prilagajanje novim situacijam	dosežena	dosežena	/	/
Skrb za kakovost	dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost samostojnega in timskega dela	delno dosežena	dosežena	/	/
Organiziranje in načrtovanje dela	delno dosežena	dosežena	/	/
Verbalna in pisna komunikacija	delno dosežena	dosežena	/	/
Medosebna interakcija	dosežena	dosežena	/	/
Varnost	dosežena	dosežena	/	/

Tabela 13: Predvidene kompetence pri pouku površinske napetosti

Dodatne kompetence: razbiranje podatkov iz grafikonov in preglednic ter interpretacija podatkov ter oblikovanje zaključkov. Oblikovanje primernege odnosa do živali.

Razvijanje konceptualnega razumevanja.

Dosežene kompetence pri pouku površinske napetosti

POVRŠINSKA NAPETOST – RAZISKOVALEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacija informacij				
Sposobnost interpretacije				
Sposobnost sinteze zaključkov				
Sposobnost učenja in reševanja problemov				
Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				
Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela				
Organiziranje in načrtovanje dela				
Verbalna in pisna komunikacija				

Medosebna interakcija				
Varnost				

LITERATURA

1. Adkins J., Lock R. 1994. Using animals in secondary education - a pilot survey. *Journal of Biological Education*, 28, 1: 48-52
2. Arrindell W. A. 2000. Phobic dimensions: IV. The structure of animal fears. *Behaviour Research and Therapy*, 38, 5: 509-530
3. Ausubel D., Novak J., Hanesian H. 1978. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York, Holt, Rinehart & Winston: 733 str.
4. Barney E. C., Mintzes J. J., Yen C-F. 2005. Assessing knowledge, attitudes, and behavior toward charismatic megafauna: The Case of Dolphins. *Journal of Environmental Education*, 36, 2: 41-55
5. Bixler R. D., Floyd M. F. 1999. Hands On or Hands Off? Disgust Sensitivity and Preference for Environmental Education Activities. *Journal of Environmental Education*, 30, 3: 4-11
6. Bizer, G. Y. (2004). Attitudes. *Encyclopedia of Applied Psychology*. Spielberger C. D. in sod. (ur.). San Diego (CA), Academic Press/Elsevier: 245-249
7. Bogner F. X. 1998. The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. *Journal of Environmental Education*, 29, 4: 17-29
8. Bogner F. X. 1999. Empirical evaluation of an educational conservation programme introduced in Swiss secondary schools. *International Journal of Science Education*, 21, 11: 1169-1185
9. Bowler P. A., Kaiser F. G., Hartig T. 1999. A Role for Ecological Restoration Work in University Environmental Education. *Journal of Environmental Education*, 30, 4: 19-26
10. Collison G. E. 1993. Teacher Attitudes toward Hands-on Science Instruction Versus Traditional Teaching Methods. 56 str. Poročilo dostopno na: <http://www.eric.ed.gov/> [12.12.2008]

11. Crawford B. A. 2000. Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 9: 916-937
12. Crawford B. A. 2007. Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 4: 613-642
13. Dana T. M., Campbell L. M., Lunetta V. N. 1997. Theoretical bases for reform of science teacher education. *Elementary School Journal*, 97, 4: 419-432
14. Darwin C. (1872/1998). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. 3. izdaja, definitive edition. London, HarperCollins Publishers: 473 str.
15. Davey G.C.L., 1995. Preparedness and phobias: specific evolved associations or a generalized expectancy bias? *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 2: 289–325
16. Davey G. C. L., Cavanagh K., Lamb A. 2003. Differential aversive outcome expectancies for high- and low-predation fear-relevant animals. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 34, 2: 117-128
17. Davey G. C. L., McDonald A. S., Hirisave U., Prabhu G. G., Iwawaki S., Jim C. I., Merckelbach H., de Jong P. J., Leung P. W. L., Reimann B. C. 1998. A cross-cultural study of animal fears. *Behaviour Research and Therapy*, 36, 7-8: 735-750
18. de Jong P. J., Andrea H., Muris P. 1997. Spider phobia in children: disgust and fear before and after treatment. *Behaviour Research and Therapy*, 35, 6: 559-562
19. Dewey, J. (1938/1997). *Experience and education*. New York, Simon and Schuster: 89 str.
20. Dreyfus A. 1995. Biological knowledge as a prerequisite for the development of values and attitudes. *Journal of Biological Education*, 29, 3: 215-219
21. Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V. 1994. *Making Sense of Secondary Science: Research into Children's Ideas*. New York, Routledge: 210 str.
22. Dumpert K. 1979. An Inquiry into the Use of Living Organisms in Biological Education in West German Schools. *International Journal of Science Education*, 1, 3: 339-346
23. Ekman P. 2003. *Emotions revealed: Recognizing faces and feelings to improve communication and emotional life*. New York, Henry Holt: 267 str.

24. Falk J. H. 1983. Field trips - a look at environmental-effects on learning. *Journal of Biological Education*, 17, 2: 137-142
25. Fazio R. H., Zanna M. P. 1981. Direct experience and attitude-behavior consistency. *Advances in experimental social psychology*. Berkowitz L. (ur.). San Diego: CA, Academic Press: 161-202
26. Fredrikson M., Annas P., Fischer H., Wik, G. 1996. Gender and age differences in the prevalence of specific fears and phobias. *Behaviour Research and Therapy*, 34, 1: 33-39
27. Gregori J. 1996. Ogroženost in varstvo dvoživk (Amphibia). *Narava Slovenije, stanje in perspektive: zbornik prispevkov o naravni dediščini Slovenije*. Gregori, J. (ur.), Martinčič A. (ur.), Tarman K. (ur.), Urbanc-Berčič O. (ur.), Tome D. (ur.), Zupančič M. (ur.). Ljubljana, Društvo ekologov Slovenije: 362-367
28. Gullone E. 2000. The development of normal fear: A century of research. *Clinical Psychology Review*, 20, 4: 429-451
29. Hart C., Mulhall P., Berry A., Loughran J., Gunstone R. 2000. What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 7: 655-675
30. Hughes D. 1990. Participant modeling as a classroom activity. *Teaching of Psychology*, 17, 4: 238-240
31. Kellert S. R. 1985. Attitudes toward animals: age-related development among children. *Journal of Environmental Education*, 16, 3: 29-39
32. Kellert S. R. 1996. *The value of life: biological diversity and human society*. Washington: DC, Island Press: 263 str.
33. Killermann W. 1998. Research into biology teaching methods. *Journal of Biological Education*, 33,1: 4-9
34. Kinchin I. M. 1999. Investigating secondary-school girls' preferences for animals or plants: a simple 'head-to-head' comparison using two unfamiliar organisms. *Journal of Biological Education*, 33, 2: 95-99
35. King N. J., Hamilton D. I., Ollendick T. H. 1994. *Childrens Phobias: A Behavioural Perspective*. Chichester, England, John Wiley & Sons: 260 str.
36. King N. J., Ollendick T. H., Murphy G. C. 1997. Assessment of childhood phobias. *Clinical Psychology Review*, 17, 7: 667-687
37. Kolb D. A. 1984. *Experimental Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall: 255 str.

38. Lock R., Alderman P. 1996. Using animals in secondary school science lessons: Teacher experience and attitude. *Journal of Biological Education*, 30, 2: 112-118
39. Lock R. 1998. Fieldwork in the life sciences. *International Journal of Science Education*, 20, 6: 633-642
40. Lord T., Orkwiszewski T. 2006. Moving from Didactic to Inquiry-Based Instruction in a Science Laboratory. *The American Biology Teacher* 68, 6: 342-345
41. MacKenzie A. H. 2005. Biology lives on through observation. *American Biology Teacher*, 67, 2: 69-70
42. Manzanal-Fernandez R., Barreiro-Rodriguez L. M., Jimenez M. C. 1999. Relationship between ecology fieldwork and student attitudes toward environmental protection. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 4: 431-453
43. Marentič-Požarnik, B. (2000). *Psihologija učenja in pouka*. Ljubljana, DZS: 299 str.
44. Merckelbach H., Muris P. 2001. Specific Phobias. *Anxiety Disorders: An Introduction to Clinical Management and Research*. Griez E. J. L., Faravelli C., Nutt D., Zohar D. (ur.). Chichester: UK, John Wiley & Sons: 105-135
45. Mintzes, J. J., Wandersee J. H., Novak J. D. 1998. *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*. San Diego, Academic Press: 360 str.
46. Morgan J. M. 1992. A theoretical basis for evaluating wildlife-related education-programs. *American Biology Teacher*, 54, 3: 153-157
47. Muris P., Merckelbach H., Meesters C., Van Lier P. 1997a. What do children fear most often? *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 28, 4: 263-267
48. Muris P., Merckelbach H., Collaris R. 1997b. Common childhood fears and their origins. *Behaviour Research and Therapy*, 35, 10: 929-937
49. Muris P., Merckelbach H., de Jong P. J., Ollendick T. H. 2002. The etiology of specific fears and phobias in children: a critique of the non-associative account. *Behaviour Research and Therapy*, 40, 2: 185-195
50. children and adolescents. *Behaviour Research and Therapy*, 37, 9: 863-868
51. National Research Council (NRC), 1996. *National Science Education Standards*. Washington: DC, National Academy Press: 272 str.

52. Ocepek R. 1993. Izkušvena pot pri pridobivanju pojmov o naravi. *Biologija v šoli*, 2: 25-26
53. Ocepek R. 2001. Odnos človek-žival v pedagoškem procesu: magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 200 str.
54. Odom A.L., Barrow L.H. 1995. Development and Application of a Two-Tier Diagnostic Test Measuring College Biology Students' Understanding of Diffusion and Osmosis after a Course of Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1: 45-61.
55. Olson J. M., Maio G. R. 2003. Attitudes and Social Behavior. *Handbook of Psychology*, Vol.5. Weiner I. B. (ur.). New Jersey, John Wiley & Sons: 299-325
56. Randler C., Ilg A., Kern, J. 2005. Cognitive and Emotional Evaluation of an Amphibian Conservation Program for Elementary School Students. *Journal of Environmental Education*, 37, 1: 43-52
57. Rozin P., Fallon A. E. 1987. A Perspective on Disgust. *Psychological Review*, 94, 1: 23-41
58. Rozin P., Haidt J., McCauley C. R. 1999. Disgust: The Body and Soul Emotion. *Handbook of Cognition and Emotion*. Dalglish T. (ur.), Power M. J. (ur.). Sussex: UK, John Wiley & Sons: 429-445
59. Rutar-Ilc Z. 2003. *Pristopi k poučevanju, preverjanju in ocenjevanju*. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 193 str.
60. Schneider R. L., Krasny M. E., Morreale S. J. 2001. *Hands-on Herpetology: Exploring Ecology and Conservation*. Arlington, Virginia, NSTA Press: 146 str.
61. Shepardson D. P. 2002. Bugs, butterflies, and spiders: children's understandings about insects. *International Journal of Science Education*, 24, 6: 627-643
62. Slavin R. E. 2006. *Educational psychology : theory and practice*. Boston, Pearson/Allyn & Bacon: 609 str.
63. Smith W. 1994. Use of animals and animal organs in schools - practice and attitudes of teachers. *Journal of Biological Education*, 28, 2: 111-118
64. Tamir P., Shcurr Y. 1997. Back to living animals: an extracurricular course for fifth-grade pupils. *Journal of Biological Education*, 31, 4: 300-304
65. Tamir P., Stavy R., Ratner N. 1998. Teaching science by inquiry: assessment and learning. *Journal of Biological Education*, 33, 1: 27-32

66. Thompson T. L., Mintzes J. J. 2002. Cognitive structure and the affective domain: on knowing and feeling in biology. *International Journal of Science Education*, 24, 6: 645-660
67. Tilling S. 2004. Fieldwork in UK secondary schools: influences and provision. *Journal of Biological Education*, 38, 2: 54-58
68. Tomažič I., Urbančič M., Glažar S.A. 2007. Dolgotrajni poskusi in učenje z raziskovanjem - energija v olupku banane. Med-predmetno povezovanje v naravoslovju. Bukovec N. (ur.). Ljubljana, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 162-172
69. Tomažič, I. 2008. The influence of direct experience on students' attitudes to, and knowledge about amphibians = Vpliv neposredne izkušnje na odnos in znanje učencev o dvoživkah. *Acta biol. Slov.*, 51, 1: 39-49.
70. Tomažič, I. 2009. Vpliv izkušenskega učenja na trajnost znanja in na spreminjanje odnosa do dvoživk pri učencih devetletne osnovne šole. Doktorsko delo.
71. Tomkins S. 2000. A review of the use of the brine shrimp, *Artemia* spp, for teaching practical biology in schools and colleges. *Journal of Biological Education*, 34, 3: 117-122
72. Tomkins S. P., Tunnicliffe S. D. 2001. Looking for ideas: observation, interpretation and hypothesis-making by 12-year-old pupils undertaking science investigations. *International Journal of Science Education*, 23, 8: 791-813
73. Tunnicliffe, S. D. 1996a. Conversations within primary school parties visiting animal specimens in a museum and zoo. *Journal of Biological Education*, 30, 2: 130-141
74. Tunnicliffe, S. D. 1996b. A comparison of conversations of primary school groups at animated, preserved, and live animal specimens. *Journal of Biological Education*, 30, 3: 195-206
75. Tunnicliffe S. D., Reiss M. J. 1999. Building a model of the environment: how do children see animals? *Journal of Biological Education*, 33, 3: 142-148
76. Tunnicliffe S. D. 2001. Talking about plants - comments of primary school groups looking at plant exhibits in a botanical garden. *Journal of Biological Education*, 36, 1: 27-34

77. van Driel J. H., Beijaard D., Verloop N. 2001. Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 2: 137-158
78. Veenvliet, P. in Veenvliet Kus J. (2003). *Dvoživke Slovenije: priročnik za določanje*. Zavod Symbiosis, Grahovo. 74 str.
79. Verčkovnik T. 1993a. Kompleksni in hipotetični pojmi pri pouku biologije. *Biologija v šoli*, 2: 32-38
80. Verčkovnik T. 1993b. Pedagoška praksa malo drugače – učenje z izkušnjo za učence in bodoče učitelje. *Biologija v šoli*, 2: 27-31
81. Volkmann M. J., Abell S. K. 2003. Rethinking Laboratories. *The Science Teacher*, 70, 6: 38-41
82. Vrščaj D. 1990: *Vivaristika v vzgojno-varstvenih ustanovah: magistrsko delo*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 196 str.
83. Wandersee J. H. 1986. Plants or animals - which do junior-high-school students prefer to study. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 5: 415-426
84. Woody S. R., Teachman B. A. 2000. Intersection of disgust and fear: Normative and pathological views. *Clinical Psychology-Science and Practice*, 7, 3: 291-311
85. Woody S. R., Tolin D. F. 2002. The relationship between disgust sensitivity and avoidant behavior:: Studies of clinical and nonclinical samples. *Journal of Anxiety Disorders*, 16, 5: 543-559
86. Yore L. B., Boyer S. 1997. College students' attitudes towards living organisms: The influence of experience & knowledge. *American Biology Teacher*, 59, 9: 558-563
87. Zohar A. 1998. Result or conclusion? Students' differentiation between experimental results and conclusions. *Journal of Biological Education*, 32, 1: 53-59

Primerjava treh načinov- klasične, računalniško podprtega realne in virtualne - izvedbe laboratorijskega dela na primeru vaje: Poraba kisika pri dihanju

Mag. Andreja Špernjak in dr. Andrej Šorgo,

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Aktivno učenje in poučevanje je prepoznan kot najučinkovitejši način šolskega dela. Pri urah biologije so lahko najbolj aktivne laboratorijske vaje, katerim so številni strokovnjaki in znanstveniki pripisali velik, predvsem pa pozitiven pomen (Beatty in Woolnough, 1982, Kirschner in Meester, 1988; Lazarowitz in Tamir, 1994; Redish in sod., 1997; Eschenhagen in sod., 1998; Dori in sod., 2004; Mintzes in sod., 2005). Laboratorijske vaje lahko izvajamo na več načinov, a nam še ni znano ali z vsemi načini dela dosežemo podobno stopnjo znanja. O posameznih načinih dela lahko predvidevamo prednosti in slabosti glede opreme, količini porabljenega časa, organizacije in izvedbe dela, a o učinkovitosti posameznega načina dela na znanje učencev ne vemo prav veliko.

Slednje je razlog za testiranje treh različnih načinov laboratorijskega dela:

- klasičen način izvedbe,
- računalniško podprt laboratorij (RPL) in
- računalniška simulacija,

med katerimi sta klasičen način dela in RPL realni izvedbi, medtem ko je računalniška simulacija nerealna (virtualna) izvedba laboratorijskega dela.

S testiranjem želimo ugotoviti učinkovitosti posameznega načina dela in njihovo primernost glede starostno stopnjo, spol in učni uspeh učencev od šestega do devetega razreda v osnovni šoli.

NAVODILA ZA UČITELJE

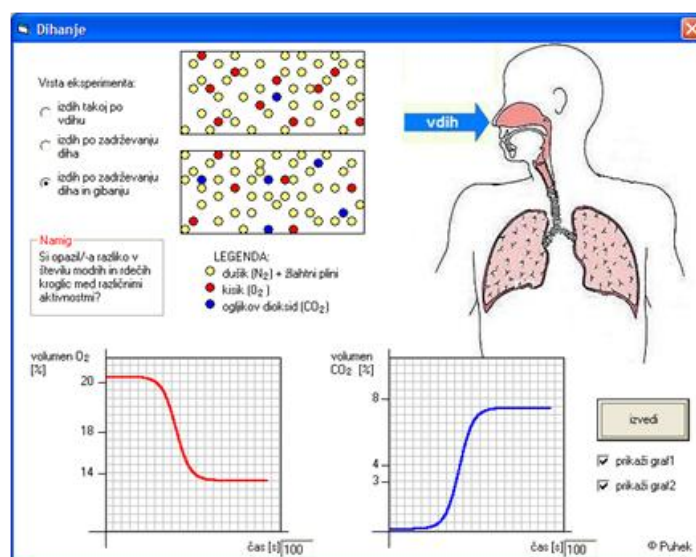
MATERIAL IN METODE DELA

Vsakega od načinov dela naj izvajajo od 2 – 4 učenci.

OPREMA POTREBNA ZA IZVEDBO LABORATORIJSKEGA DELA

Laboratorijske vaja *Pljučno dihanje*

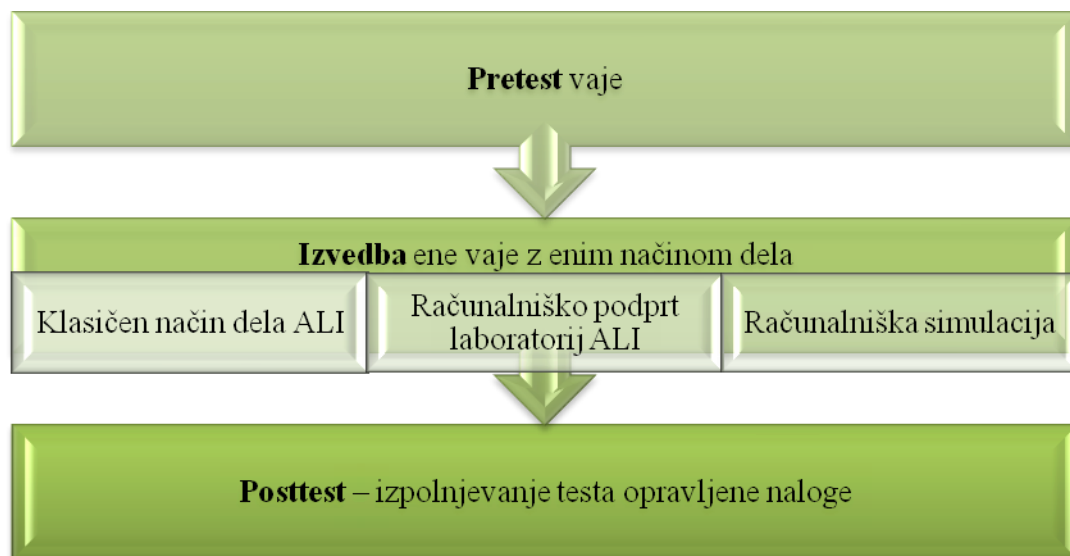
- a) Za klasičen način izvedbe laboratorijskega vaje smo potrebovali naslednji laboratorijski material:
 - tri 100 mL čaše, elektronski pH meter, voda iz pipe, slamice in štoparica.
- b) Za računalniško podprt laboratorij (RPL) smo potrebovali naslednjo opremo:
 - računalniško podprt laboratorij (RPL), ki sestoji iz: računalnika, ustrezne programske opreme – Logger Pro®, vmesnik in merilnik količine kisika znamke Vernier® (O₂ Gas Sensor O₂ – DIN).
 - 4 L plastična vrečka za zamrzovanje živil in slamica.
- c) Za izvedbo računalniške simulacije smo potrebovali:
 - računalnik in računalniško simulacijo (slika) (Puhek®).



Slika 21: Stran simulacijskega programa laboratorijske vaje Pljučno dihanje

Koraki v pridobivanju raziskovalnih podatkov

Delo naj poteka po načrtovanih korakih (spodnja slika).



Slika 22: Potek dela

Pretest

Pred izvedbo laboratorijske vaje naj učenci SAMOSTOJNO rešijo pretest. Vsak učenec naj se podpiše, da boste lažje našli kateri posttest spada k pretesu. Zaradi realnosti rezultatov se po reševanju pretesta o pravih rešitvah ne pogovarjajte z učenci.

Posttest

Po izvedbi laboratorijske vaje naj učenci rešijo posttest, ki je identičen pretestu. Na vrhu posttesta označite s katerim načinom dela je učenec izvedel vajo (Re – klasičen način dela; Rač – računalniško podprt laboratorij; Sim – simulacija).

PRETEST - POSTTEST: VDIH – IZDIH – VDIH - ...

Re Rač Sim

Pred pričetkom izvedbe **SAMOSTOJNO** odgovori na naslednja vprašanja.

- Kolikokrat v minuti običajno vdihne zrak zdrav človek? *Odgovor zapiši na črto.*
a) _____ b) ne vem.
- Ko vdihnemo, je zrak sestavljen predvsem iz dušika (N_2) in kisika (O_2), v manjših količinah pa so prisotni še drugi plini in vodna para (slika desno). Predvidevaj kakšna bo sestava izdihanega zraka. Pri trditvi za katero meniš da velja obkrožiš da, in ne, pri trditvi, ki po tvojem mnenju ne velja. V kolikor odgovora ne poznaš, obkrožiš ne vem.

Legenda:



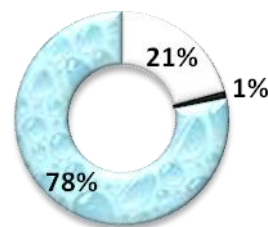
dušik (N_2) 78 %



kisik (O_2) 21 %



drugi plini + vodna para 1 %

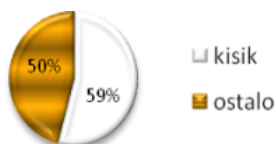


	Trditev	Obkroži		
1	V izdihanem zraku ni več kisika.	Da	Ne	Ne vem
2	V izdihanem zraku je ogljikov dioksid.	Da	Ne	Ne vem
3	V izdihanem zraku je vodik.	Da	Ne	Ne vem
4	Količina dušika je med vdihom in izdihom približno enaka.	Da	Ne	Ne vem
5	V izdihanem zraku je vodna para.	Da	Ne	Ne vem

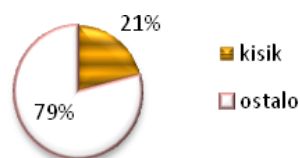
- Pri potapljanju zadržujemo sapo. Ali bi bila deleža kisika v izdihanem zraku enaka, če bi nam ga izmerili po polminutnem in kasneje še enkrat po enominutnem potapljanju? *Obkroži pravilno trditev.*
a) da, b) ne, c) ne vem.
- Pri napornih telesnih aktivnostih (šport) vdihujemo skozi usta in ne skozi nos. Predvidevaj zakaj. *Odgovor zapiši na črto.*
a) _____ b) ne vem.
- Andrej in Gorazd zadržujeta sapo. Andrej sedi in opazuje Gorazda, ki skače s kolesnico. Po 30 sekundah izmerijo količino kisika v izdihanem zraku pri enem in drugem. *Obkroži pravilno trditev.*
a) Oba bosta imela enako količino kisika v izdihanem zraku.
b) Gorazd bo imel več kisika v izdihanem zraku kot Andrej.
c) Andrej bo imel več kisika v izdihanem zraku kot Gorazd.
d) Ne vem.

6. Zrak je sestavljen iz mešanice večih plinov. Kolik delež v tej mešanici predstavlja kisik (O_2), ki ga potrebujemo za življenje? *Obkroži pravilen odgovor.*

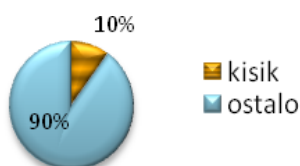
a) več kot polovica



c) približno petina

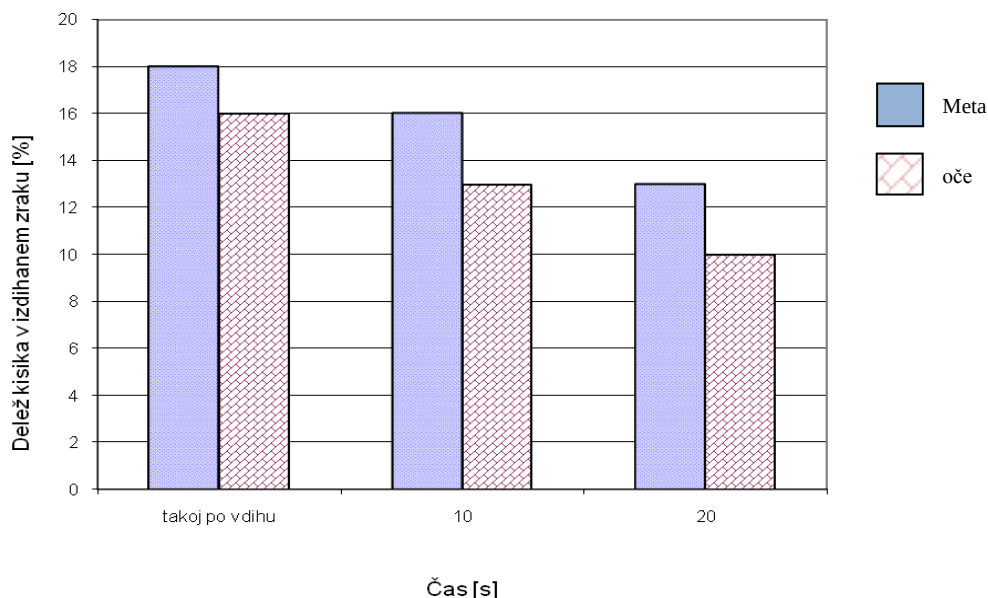


b) desetina vsega



d) ne vem.

7. Meta je stara 5 let, njen oče pa 30 let. Spodnja slika prikazuje količino izdihanega zraka po določenem času pri Meti in njenem očetu. Odgovore na naslednja vprašanja boš razbral-a iz spodnjega grafikona. *Odgovore vpiši na črte.*



- 7.1) Kolik delež kisika je izdihala Meta takoj po vdihu?

a) _____

b) ne vem.

- 7.2) Meta in oče sta se potapljala, kolik delež kisika je izdihnil oče, ko je po 20 sekundah prišel nad gladino vode?

b) a) _____

b) ne vem.

VDIH – IZDIH – VDIH ... - NAVODILA ZA KLASIČEN NAČIN

Uvod:

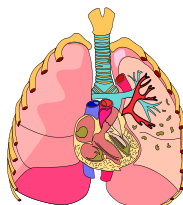
Naše telo za življenje potrebuje kisik (O_2), ki ga vdihavamo skupaj z drugimi plini v zraku, le-ta pa sestoji iz okoli 78 % dušika (N_2), 21 % kisika (O_2) in 1 % ostalih plinov ter vodne pare. Zdrav človek vdihne 16 – 20 krat v eni minuti. Pri dihanju ne porabimo celotnega kisika, ki ga vdihnemo, ampak ga nekaj izdihnemo nazaj v zrak. Kisik, ki ga telo porabi se spremeni v ogljikov dioksid, ki ga prav tako izdihujemo.

NALOGA:

S pomočjo pH metra izmerite količino izdihanega kisika (O_2) pri različnih telesnih obremenitvah.

MATERIAL:

- tri 100 mL čaše,
- pH meter,
- slamica,
- voda,
- štoparica,



NAVODILA:

1. V čašo nalijete, za en centimeter visoko, vodo.
 - 1.1 Vzamete pH meter,
 - 1.2 priklopite stikalo na ON,
 - 1.3 odstranite zamašek,
 - 1.4 pomočite v vodo in počakate 20 s, da se na zaslonu izpiše in ustali pH vrednost (s pomočjo te številke lahko ugotovimo ali je raztopina kislota (od 0-6,9, nevtralna (7) ali bazična (od 7,1-14)).
 - 1.5 Številko zapišete na delovni list.
 - 1.6 Pod tekočo vodo izperete konico pH metra.

2. Vzamete čisto slamico. Eden iz skupine normalno zajame sapo. **Z enim POČASNIM izdihom** s slamico piha v vodo.
 - 2.1 S pH metrom ponovno izmerimo pH vrednost vode (počakamo do 20 s).
 - 2.2 Številko zapišete na delovni list.
 - 2.3 Pod tekočo vodo izperete konico pH metra
3. V drugo čašo nalijete, en centimeter visoko, vodo.
4. Isti učenec iz skupine, ki je opravljal točko 2, vdihe in zadrži sapo 15 s. Drugi iz skupine meri čas 15 s, ostali pazite, da testiranec res ne diha. Po 15 s testiranec počasi s slamico piha v svežo vodo.
 - S pH metrom po izmerimo pH vrednost vode (počakamo do 20 s).
 - Številko meritve zapišite na list.
 - Pod tekočo vodo izperete konico pH metra.
5. V tretjo čašo nalijete, en centimeter visoko, vodo. Poskus iz točke 4 še enkrat ponovite, le da sedaj testiranec zadržuje sapo 15 s in hkrati naredi 7 počepov.
 - Ponovno preverite pH vodo in številko zapišite na list.
6. Počistite steklovino in pospravite delovno mesto.
7. Izpolnite delovni list.

VDIH – IZDIH – KLASIČEN (DELOVNI LIST)

REZULTATI:

Izmerjen pH vode: _____

pH vode po pihanju vanjo: _____

pH vode po 15 s zadrževanju sape: _____

pH vode po zadrževanju sape in 7 počepih: _____

??? Kako iz pH ugotovimo količino izdihanega kisika???

Manj kot je kisika (O_2), več izdihamo ogljikovega dioksida (CO_2), in nižji je pH (saj pri več ogljikovega dioksida nastane več kisline).

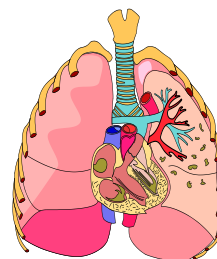
VPRAŠANJA:

1. Ali je količina izdihanega kisika v mirovanju in pri aktivnosti enaka? Obkrožite pravilen odgovor.
 - a) Ne, ker telo (mišice) pri telesni aktivnostih porabi več kisika.
 - b) Ne, ker pri telesni aktivnosti telo zaradi napora ne more tako hitro porabljati kisik.
 - c) Da, ker telo porabi vedno enako količino kisika, saj je telo enako veliko.
 - d) Da, ker telesna aktivnost ne vpliva na količino porabljenega kisika.

2. Razložite zakaj odrasli ljudje porabijo več kisika kot otroci?

3. Katere pline poleg neporabljenega kisika še izdihujemo? Obkrožite pravilen odgovor.
 - a) ogljikov dioksid, dušik in vodno paro,
 - b) ogljikov monoksid, dušik in vodno paro,
 - c) ogljikov trioksid, dušik in vodno paro.

4. Predvidevaj koliko kisika bo izdihal človek pri hoji, ki če ga v času spanja izdiha 18 %, pri teku pa 14 %. Odgovor zapišite na črto.



VDIH – IZDIH – VDIH ... - NAVODILA ZA RAČ. PODPRT LABORATORIJ

Uvod:

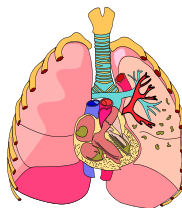
Naše telo za življenje potrebuje kisik (O_2), ki ga vdihavamo skupaj z drugimi plini v zraku, le-ta pa sestoji iz okoli 78 % dušika (N_2), 21 % kisika (O_2) in 1 % ostalih plinov ter vodne pare. Zdrav človek vdihne 16 – 20 krat v eni minuti. Pri dihanju ne porabimo celotnega kisika, ki ga vdihnemo, ampak ga nekaj izdihnemo nazaj v zrak. Kisik, ki ga telo porabi se spremeni v ogljikov dioksid, ki ga prav tako izdihujemo.

NALOGA:

S pomočjo računalnika izmerite količino izdihanega kisika (O_2) pri različnih telesnih obremenitvah.

MATERIAL:

- računalnik,
- merilnik količine kisika (O_2),
- plastična vrečka,
- slamica,



NAVODILA:

1. Merilnik za merjenje količine kisika je povezan z računalnikom.

POZOR! Merilnik količine kisika MORA vedno stati v pokončnem položaju v škatli ali pa mora viseti v vaših rokah. NIKOLI ga ne postavljajte s spodnjim delom na podlago.

- merilnik s spodnjim delom vtaknete v plastično vrečko. Oboje držite v rokah, pri čemer se merilnik naj ne dotikati vrečke in v vrečko ne sme uhajati zrak.

- v meniju ikon pritisnete gumb za meritev – **Collect**  in na list zapišite količino kisika v vrečki, ki je enaka količini kisika v zraku.

2. **Izmerite količino izdihanega kisika.** Merilnik imate že pripravljen v vrečki. Vtaknete še slamico in vse skupaj držite, tako da preprečite vdor zraka

izven vrečke. Eden iz skupine skozi slamico enakomerno v vrečko vpihuje zrak iz pljuč. Sledite krivulji na grafu in na list zapišite količino kisika v izdihanem zraku.

3. **Pritisnite ikono Stop** .

4. Vzamete slamico in senzor iz vrečke, vrečko z mahanjem prezračite in po 30 sekundnem zračenju postavite senzor nazaj v vrečko, dodate slamico in pritisnete gumb za meritev – **Collect** . V nadaljnjem koraku izberete Append to Latest (pripni k prejšnjemu). Na list zapišite količino kisika v vrečki. V vrečko pripravite še slamico.

5. Isti učenec iz točke 2 zajame zrak in sapo drži 15 sekund, na kar počasi izpihne zrak skozi slamico v vrečko. Zasledujte krivuljo in na list zapišite koliko kisika je bilo v izdihanem zraku po 15 s zadrževanju sape.

6. Postopek poskusa iz točke 3 in 4 ponovite, le da testiranec pred pihanjem zadrži zrak 15 sekund in zraven naredi 7 počepov. Po 15 sekundah začne z izpihovanjem sape skozi slamico v vrečko. Na list zapišite koliko kisika je bilo v izdihanem zraku.

7. Program zaustavite s klikom na **Stop** .

8. Slamico in vrečko vrzite v koš, merilnik postavite v pokončen položaj.

9. Izpolnite priložen delovni list.

VDIH – IZDIH – RPL (DELOVNI LIST)

REZULTATI:

Količina (%) kisika (O_2) v vrečki po prvem merjenju: _____

Količina (%) kisika (O_2) v vrečki po merjenju izdihanega zraka: _____

Količina (%) kisika (O_2) v vrečki po drugem merjenju (po prezračevanju vrečke):

Količina (%) kisika (O_2) v vrečki po 15 s zadrževanju zraka: _____

Količina (%) kisika (O_2) v vrečki po tretjem merjenju (po prezračevanju vrečke):

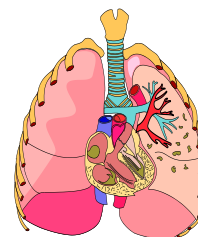
Količina (%) kisika (O_2) v vrečki po 15 s zadrževanju zraka in 7 počepih:

VPRAŠANJA:

1. Ali je količina izdihanega kisika v mirovanju in pri aktivnosti enaka? Obkrožite pravi odgovor.
 - a) Ne, ker telo (mišice) pri telesni aktivnostih porabi več kisika.
 - b) Ne, ker pri telesni aktivnosti telo zaradi napora ne more tako hitro porabljati kisika.
 - c) Da, ker telo porabi vedno enako količino kisika, saj je telo enako veliko.
 - d) Da, ker telesna aktivnost ne vpliva na količino porabljenega kisika.

2. Razložite zakaj odrasli ljudje porabijo več kisika kot otroci?

3. Katere pline poleg neporabljenega kisika še izdihujemo? Obkrožite pravi odgovor.
 - a) ogljikov dioksid, dušik in vodno paro,
 - b) ogljikov monoksid, dušik in vodno paro,
 - c) ogljikov trioksid, dušik in vodno paro.



4. Predvidevaj koliko kisika bo izdihal človek pri hoji, ki če ga v času spanja izdiha 18 %, pri teku pa 14 %. Odgovor zapišite na črto.

VDIH – IZDIH – VDIH ... - NAVODILA ZA SIMULACIJO

Uvod:

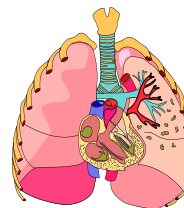
Naše telo za življenje potrebuje kisik (O_2), ki ga vdihavamo skupaj z drugimi plini v zraku, le-ta pa sestoji iz okoli 78 % dušika (N_2), 21 % kisika (O_2) in 1 % ostalih plinov ter vodne pare. Zdrav človek vdihne 16 – 20 krat v eni minuti. Pri dihanju ne porabimo celotnega kisika, ki ga vdihnemo, ampak ga nekaj izdihnemo nazaj v zrak. Kisik, ki ga telo porabi se spremeni v ogljikov dioksid, ki ga prav tako izdihujemo.

NALOGA:

S pomočjo računalniške simulacije boste ugotavljali količino izdihanega kisika pri človeku po različnih aktivnostih.

MATERIAL:

- računalnik z računalniško simulacijo



NAVODILA:

1. S klikom na miško izberete eno od naštetih aktivnosti človeka.
 - a) izdih takoj po vdihu,
 - b) izdih po zadrževanju diha,
 - c) izdih po zadrževanju diha in gibanju.
2. Za vsako aktivnost posebej ugotovite količino izdihanega kisika (pomagajte si s pomočjo različno obarvanih kroglic in z legendo, ki opisuje pomen obarvanih kroglic ter grafom, ki se vam sproti izrisuje na ekranu).
3. Za izris grafa, ki prikazuje količino izdihanega kisika, s pritiskom na miško označite okvirček pred "prikaži graf 1" in pritisnite "izvedi".
4. Za izris grafa, ki prikazuje količino izdihanega ogljikovega dioksida, s pritiskom na miško označite okvirček pred "prikaži graf 2" in pritisnite "izvedi".

5. Na list zapišite količino izdihanega kisika in ogljikovega dioksida za vsako aktivnost posebej.
6. Izpolnite delovni list.

VDIH – IZDIH – SIMULACIJA (DELOVNI LIST)

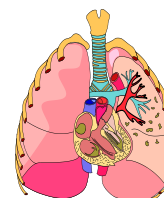
REZULTATI:

Količina (%) kisika (O_2) takoj po izdihu: _____
Količina (%) ogljikovega dioksida (CO_2) takoj po izdihu: _____
Količina (%) kisika (O_2) po zadrževanju diha: _____
Količina (%) ogljikovega dioksida (CO_2) po zadrževanju diha: _____
Količina (%) kisika (O_2) po zadrževanju diha in gibanju: _____
Količina (%) ogljikovega dioksida po zadrževanju diha in gibanju: _____

VPRAŠANJA:

- Ali je količina izdihanega kisika v mirovanju in pri aktivnosti enaka? Obkrožite pravilen odgovor.
 - Ne, ker telo (mišice) pri telesni aktivnostih porabi več kisika.
 - Ne, ker pri telesni aktivnosti telo zaradi napora ne more tako hitro porabljati kisik.
 - Da, ker telo porabi vedno enako količino kisika, saj je telo enako veliko.
 - Da, ker telesna aktivnost ne vpliva na količino porabljenega kisika.
- Razložite zakaj odrasli ljudje porabijo več kisika kot otroci?

- Katere pline poleg neporabljenega kisika še izdihujemo? Obkrožite pravilen odgovor.
 - ogljikov dioksid, dušik, žlahtne pline in vodno paro,
 - ogljikov monoksid, dušik, žlahtne pline in vodno paro,
 - ogljikov trioksid, dušik, žlahtne pline in vodno paro.
- Predvidevaj koliko kisika bo izdihal človek pri hoji, ki če ga v času spanja izdiha 18 %, pri teku pa 14 %. Odgovor zapišite na črto.



REŠITVE

Laboratorijska vaja:

Vdih – izdih – vdih - ...

Re Rač Sim

Pred pričetkom izvedbe **SAMOSTOJNO** odgovori na naslednja vprašanja.

10. Kolikokrat v minuti običajno vdihne zrak zdrav človek? *Odgovor zapiši na črto.*
b) _____ **16 -20 krat** _____ b) ne vem.

11. Ko vdihnemo, je zrak sestavljen predvsem iz dušika (N_2) in kisika (O_2), v manjših količinah pa so prisotni še drugi plini in vodna para (slika desno). Predvidevaj kakšna bo sestava izdihanega zraka. Pri trditvi za katero meniš da velja obkrožiš da, in ne, pri trditvi, ki po tvojem mnenju ne velja. V kolikor odgovora ne poznaš, obkrožiš ne vem.

Legenda:



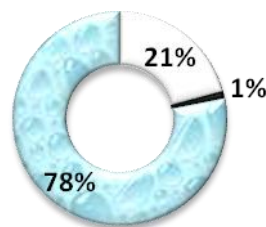
dušik (N_2) 78 %



kisik (O_2) 21 %



drugi plini + vodna para 1 %



	Trditev	Obkroži		
1	V izdihanem zraku ni več kisika.	Da	Ne	Ne vem
2	V izdihanem zraku je ogljikov dioksid.	Da	Ne	Ne vem
3	V izdihanem zraku je vodik.	Da	Ne	Ne vem
4	Količina dušika je med vdihom in izdihom približno enaka.	Da	Ne	Ne vem
5	V izdihanem zraku je vodna para.	Da	Ne	Ne vem

12. Pri potapljanju zadržujemo sapo. Ali bi bila deleža kisika v izdihanem zraku enaka, če bi nam ga izmerili po polminutnem in kasneje še enkrat po enominutnem potapljanju? *Obkroži pravilno trditev.*

a) da,

b) ne,

c) ne vem.

13. Pri napornih telesnih aktivnostih (šport) vdihujemo skozi usta in ne skozi nos. Predvidevaj zakaj. *Odgovor zapiši na črto.*

a) **Da zajamemo več zraka in s tem kisika.**

b) ne vem.

14. Andrej in Gorazd zadržujeta sapo. Andrej sedi in opazuje Gorazda, ki skače s kolebnico. Po 30 sekundah izmerijo količino kisika v izdihanem zraku pri enem in drugem. *Obkroži pravilno trditev.*

- a) Oba bosta imela enako količino kisika v izdihanem zraku.
b) Gorazd bo imel več kisika v izdihanem zraku kot Andrej.
c) Andrej bo imel več kisika v izdihanem zraku kot Gorazd.
d) Ne vem.

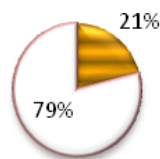
15. Zrak je sestavljen iz mešanice večih plinov. Kolik delež v tej mešanici predstavlja kisik (O_2), ki ga potrebujemo za življenje? *Obkroži pravilen odgovor.*

a) **več kot polovica**



kisik

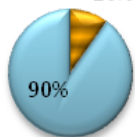
c) približno petina



kisik

ostalo

b) **desetina vsega**

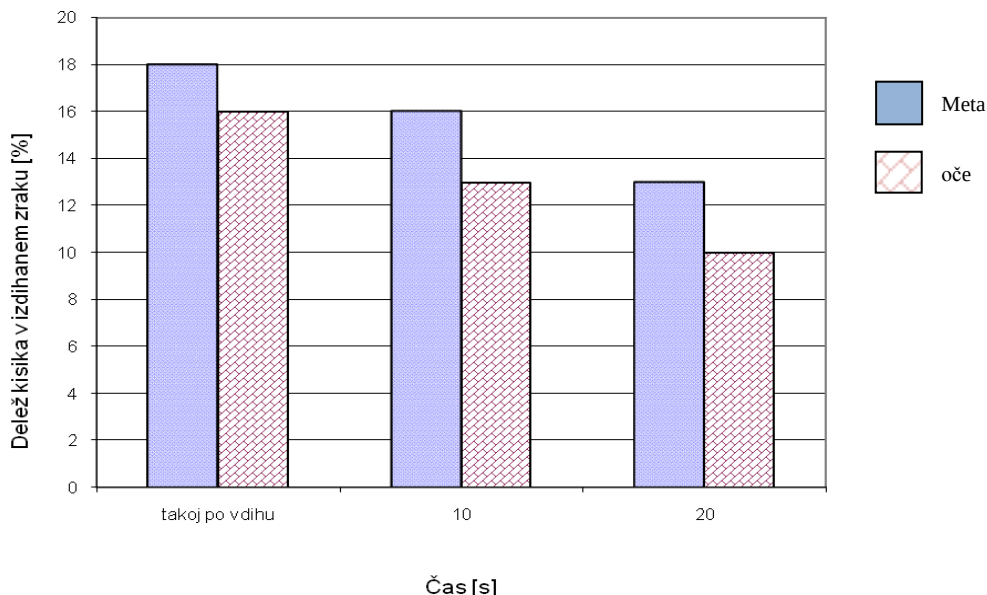


kisik

ostalo

d) **ne vem.**

16. Meta je stara 5 let, njen oče pa 30 let. Spodnja slika prikazuje količino izdihanega zraka po določenem času pri Meti in njenem očetu. Odgovore na naslednja vprašanja boš razbral-a iz spodnjega grafikona. *Odgovore vpiši na črte.*



7.1) Kolik delež kisika je izdihala Meta takoj po vdihu?

a) **18 %**

b) ne vem.

7.2) Meta in oče sta se potapljala, kolik delež kisika je izdihnil oče, ko je po 20 sekundah prišel nad gladino vode?

a) **10 %**

b) ne vem.

7.3) Kateri je po 10 sekundah zadrževanja sape porabil več kisika?
a) Meta **b) oče** c) ne vem.

7.4) Predvidevaj zakaj oče porabi več kisika kot Meta. Odgovor zapiši.
a) **___Ker je njegovo telo večje – več celic in potrebuje več kisika.___**
b) ne vem.

17. S helikopterjem nas peljejo na Kredarico. Ob izstopu bomo začeli hitreje dihati. Obkroži pravilen odgovor, zakaj se bo to zgodilo. Obkroži pravilen odgovor.

- a) Ker je na Kredarici v ozračju več kisika kot v dolini.
- b) Ker je na Kredarici manj kisika kot v dolini.**
- c) Ker je na Kredarici enaka sestava zraka kot v dolini.
- d) Ker je propeler helikopterja odpihnil kisik in ga zato telesu primanjkuje.
- e) Ne vem.

18. Hemoglobin je barvilo v rdečih krvničkah, ki prenaša po telesu kisik. Če bi se odločili preživeti teden dni visoko v hribih, bi se v krvi zgodila naslednja sprememba. Obkroži pravilen odgovor.

- a) Rdeče krvničke bi se povečale.**
- b) Povečalo bi se število rdečih krvničk.
- c) Zmanjšalo bi se število rdečih krvničk.
- d) Po krvi bi začel krožiti hemoglobin.
- e) Ne vem.

Vdih, izdih - realen

REZULTATI:

Izmerjen pH vode: **___7,00___**
pH vode po pihanju vanjo: **___6,75___**
pH vode po 15 s zadrževanju sape: **___6,60___**
pH vode po zadrževanju sape in 7 počepih: **___6,35___**
??? Kako iz pH ugotovimo količino izdihanega kisika???

Manj kot je kisika (O₂), več izdihamo ogljikovega dioksida (CO₂), in nižji je pH (saj pri več ogljikovega dioksida nastane več kisline).

VPRAŠANJA:

1. Ali je količina izdihanega kisika v mirovanju in pri aktivnosti enaka?
Obkrožite pravilen odgovor.

- ☒ a) Ne, ker telo (mišice) pri telesni aktivnostih porabi več kisika.
☐ b) Ne, ker pri telesni aktivnosti telo zaradi napora ne more tako hitro porabljati kisika.
☐ c) Da, ker telo porabi vedno enako količino kisika, saj je telo enako veliko.
☐ d) Da, ker telesna aktivnost ne vpliva na količino porabljenega kisika.

2. Razložite zakaj odrasli ljudje porabijo več kisika kot otroci?

Ker je njihovo telo večje – zgrajeni so iz večih celic, zato potrebujejo več kisika.

3. Katere pline poleg neporabljenega kisika še izdihujemo? Obkrožite pravilen odgovor.

- ☒ a) ogljikov dioksid, dušik in vodno paro,
☐ b) ogljikov monoksid, dušik in vodno paro,
☐ c) ogljikov trioksid, dušik in vodno paro.



4. Predvidevaj koliko kisika bo izdihal človek pri hoji, ki če ga v času spanja izdiha 18 %, pri teku pa 14 %. Odgovor zapišite na črto.

Predvidevam, da 16 %.

Delovni list - RPL

REZULTATI:

Količina (%) kisika (O ₂) v vrečki po I. merjenju:	20,8 %
Količina (%) kisika (O ₂) v vrečki po merjenju izdihanega zraka:	18 %
Količina (%) kisika (O ₂) v vrečki po II. merjenju (po prezračevanju vrečke):	20,8 %
Količina (%) kisika (O ₂) v vrečki po 15 s zadrževanju zraka:	16 %
Količina (%) kisika (O ₂) v vrečki po III. merjenju (po prezračevanju vrečke):	20,8 %
Količina (%) kisika (O ₂) v vrečki po 15 s zadrževanju zraka in 7 počepih:	14 %

VPRAŠANJA:

1. Ali je količina izdihanega kisika v mirovanju in pri aktivnosti enaka?
Obkrožite pravilen odgovor.

- ☒ a) Ne, ker telo (mišice) pri telesni aktivnostih porabi več kisika.

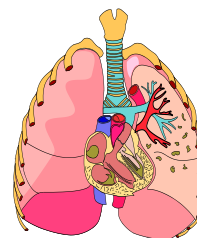
- b) Ne, ker pri telesni aktivnosti telo zaradi napora ne more tako hitro porabljati kisik.
c) Da, ker telo porabi vedno enako količino kisika, saj je telo enako veliko.
d) Da, ker telesna aktivnost ne vpliva na količino porabljenega kisika.

2. Razložite zakaj odrasli ljudje porabijo več kisika kot otroci?

Ker je njihovo telo večje – zgrajeni so iz večih celic, zato potrebujejo več kisika.

3. Katere pline poleg neporabljenega kisika še izdihujemo? Obkrožite pravilen odgovor.

- a) ogljikov dioksid, dušik in vodno paro,
☒ b) ogljikov monoksid, dušik in vodno paro,
c) ogljikov trioksid, dušik in vodno paro.



4. Predvidevaj koliko kisika bo izdihal človek pri hoji, ki če ga v času spanja izdiha 18 %, pri teku pa 14 %. Odgovor zapišite na črto.

Predvidevam, da 16 %.

Vdih – izdih - simulacija

REZULTATI:

Količina (%) kisika (O_2) takoj po izdihu:	18 %
Količina (%) ogljikovega dioksida (CO_2) takoj po izdihu:	2,5 %
Količina (%) kisika (O_2) po zadrževanju diha:	17 %
Količina (%) ogljikovega dioksida (CO_2) po zadrževanju diha:	3,2 %
Količina (%) kisika (O_2) po zadrževanju diha in gibanju:	13,9 %
Količina (%) ogljikovega dioksida (CO_2) po zadrževanju diha in gibanju:	4,2 %

VPRAŠANJA:

1. Ali je količina izdihanega kisika v mirovanju in pri aktivnosti enaka? Obkrožite pravilen odgovor.

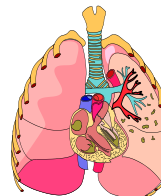
- ☒ a) Ne, ker telo (mišice) pri telesni aktivnostih porabi več kisika.
b) Ne, ker pri telesni aktivnosti telo zaradi napora ne more tako hitro porabljati kisik.
c) Da, ker telo porabi vedno enako količino kisika, saj je telo enako veliko.
d) Da, ker telesna aktivnost ne vpliva na količino porabljenega kisika.

2. Razložite zakaj odrasli ljudje porabijo več kisika kot otroci?

Ker je njihovo telo večje – zgrajeni so iz večih celic, zato potrebujejo več kisika.

3. Katere pline poleg neporabljenega kisika še izdihujemo? Obkrožite pravi odgovor.

- a) ogljikov dioksid, dušik, žlahtne pline in vodno paro,
- b) ogljikov monoksid, dušik, žlahtne pline in vodno paro,
- c) ogljikov trioksid, dušik, žlahtne pline in vodno paro.



4. Predvidevaj koliko kisika bo izdihal človek pri hoji, ki če ga v času spanja izdiha 18 %, pri teku pa 14 %. Odgovor zapišite na črto.

Predvidevam, da 16 %.

Ali in koliko pripomore srednja šola k poznavanju biotehnologije oziroma kaj je dodana vrednost srednje šole na področju biotehnologije?

Dr. Jana Ambrožič-Dolinšek,

Pedagoška fakulteta in Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Terezija Ciringar,

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Količina znanj narašča zato je v današnjem času poučevanje naravoslovnih predmetov vse prej kakor enostavno (ZUPANČIČ 2005). Lep primer je področje biotehnologije. Klasična biotehnologija se uporablja že tisočletja (proizvodnja vina, piva, kisa, fermentiranih mlečnih izdelkov, metoda odbire oziroma žlahtnenje rastlin ...) in danes sega na vsa področja človekovega življenja in bivanja. V zadnjih letih pa so širši javnosti postale znane tudi nove biotehnološke prakse, ki jih pogosto imenujemo sodobna oziroma moderna biotehnologija, med katerimi so najbolj razvpiti genski inženiring, gensko spremenjeni organizmi (GSO), hrana iz GSO, terapevtsko in reproduktivno kloniranje, nadomestno materinstvo, potencialno kloniranje človeka, projekt človeški genom, gensko zdravljenje, v najširši javnosti pa pogosto zasledimo številne pomislekepovezane z vplivom GSO na zdravje ljudi, živali, druge organizme in okolje, ipd.. Sočasno si nekatera od naravoslovnih spoznanj, ki jih označujemo kot moderna biotehnologija, utirajo poti na področja, ki klasično veljajo za družboslovna ali humanistična. Njihova uporaba v kmetijstvu, industriji ali medicini zato ni omejena le s tehnološkimi omejitvami, temveč pogosto še z etiko, moralo, vero, ekonomijo, okoljsko odgovornostjo, tveganji, političnimi odločitvami, ipd. (LAZAROWITZ & BLOCH 2005, PARDO S SOD. 2002, CHRISTOPH S SOD. 2008, FLORES & TOBIN 2002, STEWARD & MCLEAN, 2005, YUNTA S SOD. 2005).

V naši raziskavi želimo izvedeti kako se osnovnošolsko in srednješolsko izobraževanje spopada s poplavo novih spoznanj, informacij, tehnologij, praks

vezanih na klasično in moderno biotehnologijo, kako so v izobraževanje vključujejo, če sploh se, družboslovne in humanistične omejitve? Ali je izobraževanje kos novim izzivom in omogoča izoblikovanje lastnega pogleda na svet in globlje razumevanje naravnih in družbenih pojavov v njihovi kompleksni povezanosti, ali so srednješolci sposobni zavzemati kritične odnose in ustvarjalno presegati dane informacije (Maretič Požarnik, 1999)? Kaj pridobijo in kakšen je napredek dijakov tekom srednješolskega izobraževanja v primerjavi z osnovnošolskim izobraževanjem. Prav tako nas zanima kakšne so značilnosti obravnave učne snovi s področja biotehnologije oziroma način izvedbe pouka tekom srednješolskega izobraževanja. Hkrati nas zanimajo razlike v znanju, stališčih, vrednotah in spretnostih reševanja problemov med osnovno in srednjo šolo, pri tem pa nas zanima tudi ali obstajajo razlike glede na spol in glede na osnovno šolo, ki so jo obiskovali (podeželska, primestna, mestna) in srednjo šolo ki jo obiskujejo.

Sledila bo učna ura, ki bo obravnavala posamezne prakse moderne biotehnologije ali posamezna področja genske tehnologije, cilj katere pa ne bo več pridobivanje novega znanja, pač pa urjenje v kritičnem mišljenju, analizi argumentov, in formiranje svojega pogleda na svet svojega mnenja. Učenci naj bi bili pri tem kritični in sigurni. Glavni cilj te ure naj ne bo osvajanje nove učne snovi, pač pa urjenje v učenju kakšna vprašanja naj si zastavljajo in kako naj interpretirajo informacije, učenje tega, da se latno mnenje ustvarja na osnovi specifičnih argumentov in ne na osnovi strahov in nepreverjenih resnic.

METODE

Vzorec:

Raziskavo in učno uro bomo izvedli na vzorcu dveh populacij dijakov v prvem in četrtem letniku takoj na začetku šolskega leta. Vpogled v to napredek osnovnošolcev s področja biotehnologije tekom osnovnošolskega izobraževanja nam bo dala raziskava izvedena na začetku prvega letnika,

vpogled v napredek srednješolcev pa nam bo omogočila raziskava izvedena na začetku četrtega letnika. Med demografskimi podatki bomo zbiralo podatke o starosti, uspehu v osnovni šoli, ki so jo obiskovali, spolu, vrsti srednje šole. Zanimalo nas bo tudi mnenje o lastnem znanju biotehnologije in o priljubljenosti in aktualnosti predmetov, pri katerih naj bi se ta tema obravnavala. Anketa vključena v raziskavo bo tudi osnova za izvedbo 2-3 učne ure na temo biotehnologija. Ista anketa se bi izvedla po koncu učne ure da se ugotovi napredek dijakov.

Vprašalnik:

Da bi izvedeli kakšno je znanje osnovnošolcev in srednješolcev do klasične in moderne biotehnologije smo pripravili vprašalnik, sestavljen iz petih delov: Preverjali bomo (1) demografske podatke; (2) znanje; (3) stališča; (3) sprejemljivost gensko spremenjenih organizmov (GSO); (5) spretnost reševanja problemov.

Demografski podatki bodo vključevali: spol, osnovna šola, ki so jo obiskovali (podeželska, primestna, mestna), letnik srednje šole in srednja šola, ki jo obiskujejo.

Da bi izvedeli kakšno je znanje o genetiki, biotehnologiji, GSO, smo pripravili vprašalnik, sestavljen iz 30 trditvev. Dijaki se bodo v morali odločiti med tremi trditvami: da; ne vem; ne. Vprašanja se bodo nanašala na klasično in moderno biotehnologijo ter genetiko.

Da bi izvedeli kakšna so stališča in mnenje osnovnošolcev in srednješolcev do genskega inženiringa in gensko spremenjenih organizmov, smo pripravili vprašalnik, sestavljen iz 28 trditvev. Trditve so predstavljale več sklopov, in sicer bomo preverjali, stališča osnovnošolcev in srednješolcev do prehranjevanja z GSO, uporabe GSO v medicinske namene, gojenja GSO, izobraževanja o GSO, uporabe GSO v svojih domovih, raziskav o GSO, vplivov GSO na okolje ter o njihovih strahov in skrbih povezanih z GSO. Stališča do GSO bomo preverjali s pomočjo zaprtega vprašalnika, s petstopenjsko Likertovo ocenjevalno lestvico (1 - se zelo ne strinjam; 2 - se ne strinjam; 3 - nevtrarno; mi

je vseeno; 4 - se strinjam; 5 - se zelo strinjam), pri kateri so študentje pokazali svoje soglasje oziroma nesoglasje z 28 trditvami. Trditve bodo razvrščene v dvojne skupin: v prvi so bile trditve s katerimi so anketiranci izražali jezo, strahove, in skrbi povezane z GSO, v drugem pa pripravljenost za akcijo. Da bi preprečili avtomatizem odgovarjanja bomo uporabili mešan način, tako da je včasih nestrinjanje s trditvijo predstavljalo pozitivno stališče do trditve. Nasprotno postavljene trditve bomo označili z zvezdico (*). Notranja zanesljivost vprašalnika bo podana s Cronbachovim koeficientom alpha, ki mora biti sprejemljiv.

Da bi izvedeli, kako so posamezni gensko spremenjeni organizmi sprejemljivi za osnovnošolce in dijake, smo pripravili vprašalnik, sestavljen iz 17 trditev. Izbirali bodo lahko med tremi trditvami: 1 - nesprejemljivo; 2 - nimam svojega mnenja; 3 - sprejemljivo. Nivo sprejemljivosti bo izražen s številom različnih GSO, ki bodo sprejemljivi za učence in dijake.

Da bi izvedeli, kakšna je naravoslovna pismenost učencev in dijakov, ki vključuje pojmovanje naravoslovja, to je poznavanje pravil, metod, izrazov pojmovanj in razumevanje vpliva naravoslovja in tehnologije na družbo, pri čemer bo potrebno pokazati tudi kritično mišljenje, analizirati argumente in zavzeti svoje stališče, bomo osnovnošolcem in srednješolcem zastavili nalogo v kateri bodo morali rešiti problem povezan z moderno biotehnologijo. V nalogi bodo pokazali, kako interpretirajo informacije, kako so sposobni izoblikovati svoje mnenje na osnovi argumentov in ne na slepem strahu pred neznanim.

Izvedba učne ure na temo biotehnologija:

Učitelje, ki sodelujejo v RNK bodo pozvali da izvedejo 2 do 3 učne ure na temo biotehnologija.

Faza 1: Preverjanje znanja - čas trajanja 1 šolska ura:

V prvi fazi, ki bo trajala 1 šolsko uro bodo učitelji ugotavljali koliko dijaki že vedo o moderni biotehnologiji in GSO. V prvih 20 minutah bo vsak posamezni

dijak izvedel anketo po priloženem vprašalniku. S pomočjo ankete bodo učitelji dobili vpogled v to kaj dijaki vedo o biotehnologiji in GSO in ugotovili, koliko informacij, pomoči in vodenja še potrebujejo presojo aktivno sodelovanje v razpravi o biotehnologiji in GSO.

Anketi naj sledi analiza tistih trditev, ki jih dijaki niso razumeli. V tej fazi naj se dijaki razvrstijo v dvojice ali v večje skupine in analizirajo najmanj jasne trditve. V koncu ure ali v naslednji uri naj se nejasnosti pojasnijo in razčistijo. V tej fazi naj se izbere ena ali dve temi, ki sta najbolj sporni in najbolj potrebni diskusije. Ti dve temi bodo dijaki obravnavali v fazi 2.

Faza 2: Raziskovanje, diskusija kritično mišljenje, zavzemanje stališč

Izsledki Faze 1 bodo nato osnov izvedbi Faze 2, v kateri pa ne bo več v ospredju osvajanje novih znanj pač pa bo učna ura namenjena urjenju kritičnega mišljenja, analizi argumentov in zavzemanju svojih stališč. Dijakom si bodo ali jim bomo (glej 1.) zastavili nalogo v kateri bodo morali rešiti problem, najspornejši in najzanimivejši iz Faze 1) povezan z moderno biotehnologijo. V nalogi bodo pokazali, kako interpretirajo informacije, kako so sposobni izoblikovati svoje mnenje na osnovi argumentov in ne na slepem strahu pred neznanim.

Učitelji bodo to fazo izvedli na dva načina:

1. S pomočjo obstoječega delovnega gradiva, ki ga najdejo v obstoječih učbenikih (Recimo: Greenwood T., Shepard L., Allan R., Butler D. (2008) *Biologija za gimnazije*, delovni zvezek, Modrijan, Ljubljana).
2. V procesu raziskovanja: Predlagamo naslednji pristop k raziskovanju, ki vključuje generične kompetence (GK):
 1. Sposobnost zbiranja informacij
 2. Sposobnost analize literature in organizacija informacij
 3. Sposobnost interpretacije
 4. Sposobnost sinteze zaključkov
 5. Sposobnost učenja in reševanja problemov

6. Prenos teorije v prakso
7. Uporaba matematičnih idej in tehnik
8. Prilagajanje novim situacijam
9. Skrb za kakovost
10. Sposobnost samostojnega in timskega dela
11. Organiziranje in načrtovanje dela
12. Verbalna in pisna komunikacija
13. Medosebna interakcija
14. Varnost

Izvedba ure z raziskovanjem:

1. Srednješolci že v Fazi 1 vsak zase, v dvojicah ali v skupinah poskušajo najti neko temo ali znanstven problem s področj biotehnologije, ki bi ga želeli raziskati in ga predstavi drugim. (GK1, 2, 3, 12, 13).
2. Sledi soočenje tem (GK4) in izbira dveh izmed njimi.
3. Učitelj skupaj z dijaki izbere fisto temo, problem pojav, ki ga bodo nato skupaj raziskali v razredu (GK2). Tema naj bo čim bolj življenjska in čim bliže življenjskim situacijam, ki so jim izpostavljeni. Moderna biotehnologija je zelo primerna tema za tako raziskovanje.
4. *Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo.*
5. *Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.*
6. *Dijaki se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih. (GK 3,4, 10, 11, 12, 13, 14)*
7. Srednješolci na podlagi svojih poizvedovanje oblikujejo svoja vprašanja. Vsak naj pripravi vsaj dva vprašanja za diskusijo (GK 1, 2, 3, 4, 5, 12, 13)

Ugibajo zakaj se je nekaj zgodilo na določen način in ne drugače.

Se vprašajo zakaj se je nekaj zgodilo na določen način in ne drugače.

Dijaki na podlagi svojih opazovanj nekega pojava oblikujejo svoja vprašanja.

Nato naredijo načrt s katerim bodo poskušali najti odgovor na to vprašanje.

Nato se odločijo po kakšni poti bodo rešili problem in formulirajo hipotezo. Pri tem lahko probleme razdelijo na več manjših in zanje poiščejo rešitve. In odgovore. Odgovore nato preverijo in znanstveno ovrednotijo.

Dijake torej povabimo da najdejo takšen problem, ki bo sprožal nova vprašanja! Pri tem lahko probleme razdelijo na več manjših in zanje poiščejo rešitve. In odgovore. Odgovore nato preverijo in znanstveno ovrednotijo.

Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo.

Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.

Dijaki se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih. (GK 3,4, 10, 11, 12, 13, 14)

8. Oblikujejo majhne skupine, zberejo podatke, jih uredijo, o njih razpravljajo, ugotovijo kaj so odkrili in o vsem poročajo drug drugemu. (GK 10, 12, 13)

Na podlagi svojih zamisli in izkušenj poskušajo odgovoriti na ta vprašanja – vse skrbno dokumentirajo. (GK 5, 7, 8, 9)

Vprašajo se zakaj se je nekaj zgodilo na določen način in ne drugače.

Predstavijo svoje izkušnje, stališča, jih izmenjajo in se soočijo med sabo.

Izmenjajo stališča in izboljšajo svoje znanje.

Dijaki se naučijo poslušati drug drugega in spoštovati ter upoštevati mnenja in nasvete drugih. (GK 3,4, 10, 11, 12, 13, 14).

Cel proces dokumentirajo na papirju in ga zaključijo s poročilom in drugimi produkti. (GK 12, 13)

9. Ves proces se nato ovrednoti. (GK 13).

Fazi 2 naj sledi ponovno anketiranje. Napredek v znanju bi nato izmerili s predtestom in testom. Pri preverjanju znanja se ne bomo omejili samo na preverjanje dejstev in vsebin, ampak bo naše preverjanje vključevalo

preverjanje postopkov in spretnosti za reševanje problemov povezanih z biotehnologijo.

Obdelava podatkov:

Zbrane podatke bomo računalniško obdelali s statističnim programom SPSS® 17.0. Iz nabora deskriptivne statistike bomo izračunali aritmetično sredino ter standardni odklon odgovorov. Za preverjanje razlik med odgovori študentov različnih fakultete bomo uporabili enosmerno analizo variance ter test Kruskal Wallis. Statistične razlike med obema testoma so bile le minimalne, zato v zapisu predstavljamo le vrednosti analize variance. Latentne faktorje smo pridobili z enofaktorsko analizo podatkov z varimaks rotacijo. Primernost matrike za faktorsko analizo smo preverili s testoma KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) (vrednost = 0,877) ter Barlettovim testom ($p < 001$). V faktorski analizi smo upoštevali celotno populacijo študentov.

LITERATURA

1. CHRISTOPH I. B., M. BRUHN & J. ROOSEN 2008: Knowledge, Attitudes Towards and Acceptability of Genetic Modification in Germany. *Appetite* **51**(1): 58-68.
2. Strategies
3. CAVANAGH H., HOOD & J. WILKINSON 2005: Riverina high school students' views of biotechnology. *El. J. Biotech.* **8**(2): 121-127. [cited 19. 3. 2009]. Dostopno na: . ISSN: 0717-3458
4. DUNHAM T., WELLS J. & K. WHITE 2002: Biotechnology education: A multiple Instructional Strategies Approach. *J. Tech. Edu.* **14**(1): 65-78.
5. FLORES V. S. & A. J. TOBIN 2002: Frankenfoods: Values About Genetics Embedded in a Metaphor. *Am. Biol. Teach.* **64**(8): 581 -586.
6. LAZAROWITZ R. & I. BLOCH 2005: Awareness of Societal Issues Among High School Biology Teachers Teaching Genetics. *J. Sci. Educat. Technol.* **14**(5-6): 437-457.

7. Maretič Požarnik B. (1999) KAKOVOST (gimnazijskega) znanja s konstruktivistične perspective. Vzgoja in izobraževanje, 30(6), 8-12.
8. PARDO R., MIDDEN C. & J. D. MILLER 2002: Attitudes Toward Biotechnology in the European Union. J. Biotech. **98**(1): 9-24.
9. RONTAP A., VAN TRIJP, J.C.M., RENES, R. J. & L. J. FREWER, 2007: Consumer acceptance of technology-based food innovations: Lessons for the future of nutrigenomics. Appetite **49**(1): 1-7.
10. STEWART P. A. & W.P. MCLEAN 2005: Public Opinion Toward the First, Second, and Third Generations of Plant Biotechnology. In vitro Cell. Develop. Biol. Plant. **41**(6) 718-724.
11. YUNTA E. R., HERRERA C. V., MISSESONI A., MILLA L. F., OOUTOMURO D., LEMUS I. S., LUES M. F. & F.L. STEPKE 2005: Attitudes towards Genomic Research in Four Latin American Countries. Electron. J. Biotech. 8(3): 238 – 248 [cited 24. 9. 2008]. Dostopno na: <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol8/issue3/full/9/BIP/>. ISSN: 0717-3458.
12. ZUPANČIČ G. 2005: Pomen znanja biologije v sodobnem svetu. Proteus **68**(2): 94.

ANKETA

Spoštovana učenka/ spoštovani učenec

Klasična in moderna biotehnologija, gensko inženirstvo in gensko spreminjanje živih organizmov (GSO) ni več fantastika ampak dejstvo, ki se mu ni več mogoče izogniti. Šola je institucija, v kateri bodo mnogi učenci in dijaki dobili zadnje strokovno neoporečne informacije, pa tudi (so)oblikovali svoj odnos in stališča do GSO, zato vas prosimo, da nam pomagate ugotoviti, kakšno je vedenje, sprejemanje, zanimanje in odnos učencev in dijakov srednjih šol do moderne biotehnologije in GSO.

Anketa je anonimna in sodelovanje prostovoljno. Vsi podatki bodo uporabljeni zgolj za namene raziskave v okviru projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc, Fakultete za naravoslovje in Matematiko, Univerze v Mariboru. Iz obdelanih podatkov ne bo mogoče razbrati individualnega profila posameznega dijaka.

Zahvaljujemo se vam za vloženi trud in vaš dragoceni čas.

Avtorji ankete!

I. Zanima nas nekaj osnovnih podatkov o vas

Srednja šola (zapišite)						
Letnik šolanja (obkrožite)	1	2	3	4	5	abs.
Končana osnovna šola (zapišite)						
Uspeh (obkrožite)	Odličen	Prav dober	Dober	Zadosten	Nezadosten	
			NMS			

II. Če bi morali oceniti lastno znanje o biotehnologiji in gensko spremenjenih organizmih, bi se ocenili z oceno:

(obkrožite črko pred odgovorom)

a) odlično (5); b) prav dobro (4); c) dobro (3); d) zadostno (2); e) nezadostno (1)

III. Vaš najpomembnejši vir informacij o biotehnologiji in gensko spremenjenih organizmih je bil:

(obkrožite črko pred odgovorom)

- a) dnevno časopisje
- b) oddaje na TV
- c) oddaje na radiu
- d) splošne in poljudne revije
- e) strokovne knjige in revije
- f) predavanja na fakulteti

- g) internet
 h) seminarji in strokovna predavanja
 i) drugo(zapišite) _____

IV. Zapišite, v kolikšni meri so bile po vašem mnenju zastopane informacije o biotehnologiji in GSO, ki ste jih pridobili v času šolanja.

(obkrožite črko pred odgovorom)

- a) informacij je preveč
 b) informacij je ravno prav
 c) informacij je premalo
 d) takšnih informacij v študiju ni bilo

IV. Razvrstite predmete po priljubljenosti (v tabelo za imenom predmeta zapišite zaporedne številke od 1 do 11):

Matematika	
Fizika	
Kemija	
Biologija	
Geografija	
Zgodovina	
Športna vzgoja	
Slovenščina	
Tuj jezik	
Glasba	
Likovna umetnost	

V. Zapisali smo nekaj trditve povezanih z GSO.

(Odgovarjate tako, da obkrožite ustrezno številko, s katero izrazite svoje stališče do zapisane trditve.)

1 – se zelo ne strinjam		2 – se ne strinjam		3 – nevtravno; mi je vseeno		4 – se strinjam		5 – se zelo strinjam				
Trditve								1	2	3	4	5
1.	Bojim se, da se bo zaradi uporabe GSO povečalo število alergij.							1	2	3	4	5
2.	Če bi ugotovil(a), da podarjena čokolada vsebuje maščobe iz gensko spremenjene soje, bi jo vrgel/vrgla stran.							1	2	3	4	5
3.	Če bi zbolel(a) zaradi bolezni povezane z gensko spremembo, bi izbral(a) zdravljenje z gensko terapijo.							1	2	3	4	5
4.	Dobro bi bilo, da bi kmetje sadili gensko spremenjene organizme, saj bi s tem uporabljali manj škropiv.							1	2	3	4	5
5.	Gensko spreminjanje rastlinskih celic je bolj sprejemljivo kot spreminjanje živalskih celic.							1	2	3	4	5
6.	Izobraževanje o GSO bi moralo biti organizirano za vse učitelje na šoli, ne glede na predmet, ki ga poučujejo.							1	2	3	4	5

7.	Jabolka, ki so genetsko spremenjena z vnosom genov iz drugih sort jablan, zame niso sprejemljiva za prehrano.	1	2	3	4	5
8.	Meso goveda, ki se je hranilo s krmo pridelano s pesticidi, je zame bolj sprejemljivo kot meso goveda, ki se je prehranjevalo z gensko spremenjeno krmo.	1	2	3	4	5
9.	Na lastnem vrtu bi zasadil(a) tudi gensko spremenjene rastline.	1	2	3	4	5
10.	Od GSO bi morali imeli korist vsi, ne le njihovi proizvajalci.	1	2	3	4	5
11.	Pod nobenim pogojem ne bi kupoval(a) živil, ki vsebujejo GSO.	1	2	3	4	5
12.	Poučevanje o GSO bi moralo poleg poznavanja dejstev vsebovati še vrednostno, moralno in etično komponento.	1	2	3	4	5
13.	Raje bi pojedel(la) živila iz gensko spremenjenih organizmov, če bi ta bila bolj zdrava od živil pridobljenih na standardni način.	1	2	3	4	5
14.	Raje bi umrl(a), kakor da bi vame presadili organ iz gensko spremenjene živali.	1	2	3	4	5
15.	Raziskovanje GSO bi morali še dodatno vzpodbujati.	1	2	3	4	5
16.	Raziskovanje GSO bi morali zamrzniti, dokler ne bi bilo nedvoumno dokazano, da so povsem neškodljivi.	1	2	3	4	5
17.	Razvijalci GSO nam skrivajo podatke o njihovi škodljivosti.	1	2	3	4	5
18.	Skrbelo bi me za zdravje otrok, če bi v šolski kuhinji pripravljali hrano iz GSO.	1	2	3	4	5
19.	Skrbi me, da bi se GSO v okolju križali s sorodnimi vrstami.	1	2	3	4	5
20.	Skrbi me, da se bodo učinki uživanja GSO pokazali šele čez daljši čas.	1	2	3	4	5
21.	Strah bi me bilo posledic za naravo, če bi zvedel(a) da na kmetijah gojijo GSO.	1	2	3	4	5
22.	Strah me je, da bi se zaradi GSO povečala odpornost bakterij proti antibiotikom.	1	2	3	4	5
23.	Učenci si niso sposobni ustvariti lastnega vrednostnega sistema o GSO, zato jih morajo pri tem usmerjati učitelji.	1	2	3	4	5
24.	Ujezilo bi me, če na policah trgovin, živila iz GSO ne bi bila označena.	1	2	3	4	5
25.	Ustvarjanje GSO je v nasprotju z zakoni narave, zato bi ga bilo treba prepovedati.	1	2	3	4	5
26.	Veselilo bi me, če bi z genskim inženiringom uspeli vzgojiti živali, dajalce organov.	1	2	3	4	5
27.	Z GSO naj se ukvarjajo pri biologiji in gospodinjstvu, v drugih predmetih pa jim ni mesta.	1	2	3	4	5
28.	Že zaradi radovednosti bi si kupil(a) gensko spremenjeno lončnico.	1	2	3	4	5

VI. Zanima nas, kateri gensko spremenjeni organizmi (GSO) bi bili po vašem mnenju sprejemljivi.

(Odgovarjate tako, da obkrožite številko, ki najbolje odraža vaše mnenje o sprejemljivosti nekega gensko spremenjenega organizma.)

1 = sprejemljivo		2 = nimam mnenja, ne vem	3 = nesprejemljivo		
Gensko spremenjeni organizem			1	2	3
1	Domače živali z novimi lastnostmi (npr. mačke, ki ne bi izgubljale dlake in ki bi imele nealergeno dlako)		1	2	3
2	Gensko spremenjeni virusi namenjeni prenosu genov med organizmi		1	2	3
3	Kulturne rastline, ki bolje prenašajo neugodne življenjske pogoje (npr. suša, zasoljenost tal,...)		1	2	3
4	Mikroorganizmi, ki so sposobni razgrajevati do sedaj biološko nerazgradljive strupene ali škodljive substance		1	2	3
5	Mikroorganizmi, ki so sposobni sintetizirati zdravilne substance (npr. insulin)		1	2	3
6	Mikroorganizmi, ki so sposobni sintetizirati uporabne organske substance (npr. različne organske kisline)		1	2	3
7	Mikroorganizmi, ki bi jih uporabljali za organske sinteze v živilski industriji (npr. bioetanol)		1	2	3
8	Okrasne sobne rastline z novimi lastnostmi (npr. lončnice, katerih cvetovi bi se ponoči svetili)		1	2	3
9	Okrasne vrtnne rastline z novimi lastnostmi (npr. modri nageljčki)		1	2	3
10	Rastline, ki bi se uporabljale za proizvodnjo biogoriv		1	2	3
11	Rastline, namenjene prehrani ljudi, katerih plodovi pridobijo nove lastnosti (npr. daljša obstojnost v hladilniku, bolj intenzivna barva,...)		1	2	3
12	Rastline, namenjene prehrani ljudi, odporne proti »škodljivcem«		1	2	3
13	Rastline, namenjene prehrani živali, odporne proti »škodljivcem«		1	2	3
14	Rastline, sposobne sintetizirati zdravilne substance		1	2	3
15	Živali (npr. koze), ki dajejo mleko, v katerih so zdravilne substance (npr. faktor strjevanja krvi)		1	2	3
16	Živali, ki bi jih vzgajali za »dajalce« organov namenjenih presaditvam.		1	2	3
17	Živali, namenjene prehrani ljudi, katerih meso pridobi nove lastnosti (npr. meso z manj maščobami, bolj intenzivna barva,...)		1	2	3

VII. Zapisali smo nekaj trdite povezanih z genetiko, mikrobiologijo in biotehnologijo. (Odgovarjate tako, da obkrožite besedo **da**, če menite, da je trditev veljavna; **ne**, če menite, da je trditev neveljavna; ali možnost **ne vem**.)

	Trditev	Da	Ne	Ne vem
1	Bakterije lahko med sabo izmenjujejo gene.	Da	Ne	Ne vem
2	Cepivo proti hepatitisu B, s katerim cepimo celotno populacijo šolskih otrok, je proizvedeno s pomočjo gensko spremenjenih kvasovk.	Da	Ne	Ne vem
3	Deoksiribonukleinska kislina (DNA) je prisotna le v gensko spremenjenih organizmih.	Da	Ne	Ne vem
4	Geni iz bakterij, ki jih použijemo z jogurtom, se lahko vgradijo v celice človeškega organizma.	Da	Ne	Ne vem

5	Geni so odseki na kromosomih.	Da	Ne	Ne vem
6	Geni se v naravi praviloma ne prenašajo z vrste na vrsto.	Da	Ne	Ne vem
7	GSO poljščine rastejo tudi v Sloveniji.	Da	Ne	Ne vem
8	Inzulini za zdravljenje človeškega diabetesa pridobivamo iz gensko spremenjenih trebušnih slinavk prašičev in goveda.	Da	Ne	Ne vem
9	Izdelki iz GS organizmov morajo obvezno vsebovati informacijo, da vsebujejo gensko spremenjenih sestavine.	Da	Ne	Ne vem
10	Maček lahko oplodi zajkljo, mladiči pa imajo nato manjša ušesa.	Da	Ne	Ne vem
11	Mutacije nastanejo s kloniranjem.	Da	Ne	Ne vem
12	Mutacije se vselej dedujejo.	Da	Ne	Ne vem
13	Na deoksiribonukleinski kislini (DNA) so informacije za zgradbo beljakovin.	Da	Ne	Ne vem
14	Pred uporabo gensko spremenjenih rastlin (GSR) je obvezna presoja tveganja možnih škodljivih vplivov GSR na zdravje ljudi, živali in okolje.	Da	Ne	Ne vem
15	Pri reproduktivnem kloniranju nastane iz celic, odvzetih osebi, zarodek iz katerega se razvije tej osebi zelo genetsko identičen otrok.	Da	Ne	Ne vem
16	Pri terapevtskem kloniranju nastane iz celic, odvzetih odrasli osebi, zarodek, ki je vir zarodnih matičnih celic, ki se lahko razvijejo v katerekoli telesne celice, uporabne za zdravljenje nekaterih bolezni ali poškodovanih tkiv te iste osebe.	Da	Ne	Ne vem
17	Pri terapevtskem kloniranju nastanejo iz matičnih celic, odvzetih odrasli osebi, celice, ki se lahko razvijejo v več vrst celic, uporabnih za zdravljenje nekaterih bolezni ali poškodovanih tkiv te iste osebe.	Da	Ne	Ne vem
18	Razmnoževanje rastlin s potaknjenci je kloniranje.	Da	Ne	Ne vem
19	Recesivni geni se nikoli ne izražajo.	Da	Ne	Ne vem
20	Ribonukleinska kislina (RNA) je gensko spremenjena oblika deoksiribonukleinske kisline (DNA).	Da	Ne	Ne vem
21	Slovenija ima sprejet zakon o ravnanju z GSO.	Da	Ne	Ne vem
22	Spol otroka je odvisen od moških spolnih celic.	Da	Ne	Ne vem
23	V reaktorjih za bioplin (bioplinarne) metan proizvajajo bakterije.	Da	Ne	Ne vem
24	V Sloveniji pridelujemo samo gensko spremenjeno koruzo z oznako MON 810.	Da	Ne	Ne vem
25	Vse mutacije so škodljive.	Da	Ne	Ne vem
26	Vzhajanje kruha je biotehnološki proces.	Da	Ne	Ne vem

27	Za kloniranjem genov in kloniranje organizmov se uporabljajo enake metode dela.	Da	Ne	Ne vem
28	Zarodne celice so prisotne tudi v odraslem človeku.	Da	Ne	Ne vem
29	Že sedaj je mogoče klonirati človeške zarodke.	Da	Ne	Ne vem
30	Živalske gene je mogoče prenesti v rastline.	Da	Ne	Ne vem

VIII. Prosimo, da preberete tekst in se ob vprašanih izrazite – zapišite svoje mnenje:

Nekateri geni omogočajo odpornost rastlin na herbicide. Tak primer je gen za odpornost na herbicid, ki so ga vstavili v sladkorno pesa. Kmetje zato pridelajo več sladkorne repe na enaki površini zemlje in pri tem uporabijo manj herbicidov.

Kaj misliš ali je to že narejeno?	
Zakaj misliš tako?	
Kakšne so prednosti takega posega v sladkorno peso?	
Ali misliš da ni vse tako enostavno in da tako ravnanje sproža nove probleme?	
Če je tako, zakaj?	
Misliš, da se bo to zgodilo?	
Zakaj tako misliš?	
Misliš, da bi bilo kaj drugače, če bi ta gen uporabili v kakšni drugi kulturni rastlini?	
Zakaj?	

Kompetence, ki jih razvijamo znotraj pouka biologije evolucije

Dr. Barbara Bajd,

Pedagoška fakulteta, Univerze v Ljubljani

1-3 razred

Cilji in kompetence:

Učenci:

- razvijajo sposobnosti za lastno raziskovalno delo in usvajanje naravoslovnih postopkov
- razvijajo sposobnosti za pridobivanje, obdelavo in uporabo podatkov in informacij s pomočjo informacijske tehnologije
- spoznavajo, da sta živa in neživa narava povezani in soodvisni med seboj
- spoznajo, da živa bitja živijo različno dolgo in da vsa umrejo (poginejo), kar je tudi ena od lastnosti žive narave
- spoznavajo, da so mladiči podobni staršem, podobni so si med seboj, vendar ne popolnoma
- spoznavajo razlike med sošolci v barvi las, oči, telesne velikosti, velikosti dlani, stopal, ...
- spoznavajo razlike med organizmi različnih vrst in organizmi iste vrste
- spoznavajo, da iz semen iste vrste (ob enakih pogojih) ne zrastejo rastline istočasno in enako velike
- opazujejo organizme v različnih okoljih in povezujejo raznolikost z njihovim okoljem
- spoznavajo, da so nekatere živali in rastline med seboj podobne, druge pa se zelo razlikujejo
- spoznavajo, da v drugačnih okoljih žive drugačna bitja
- opazujejo, da se organizmi med razvojem spreminjajo
- spoznavajo, da se življenje spreminja in da se živa bitja spreminjajo

- spoznavajo, da so v preteklosti živeli drugačni organizmi, in da so nekateri izumrli
- znajo rezultate kritično presojati
- razvijajo strpen odnos do različnosti
- ločijo skupne značilnosti in posebne znake po katerih se razlikujejo skupine in posamezniki
- ugotavljajo večjo sposobnost med sorodniki
- razvijajo strpen odnos do različnosti

NAVODILA ZA UČITELJA

Učitelj pri vse dejavnostih učence spodbuja in usmerja, da so pozorni na raznolikost organizmov, ne samo organizmov različnih vrst, ampak tudi organizmov iste vrste. Raznolikost organizmov različnih vrst lahko opazujejo tudi s pomočjo preprostih bioloških ključev, ki jih usmerjajo v opazovanje razlik, zaradi katerih razvrščamo organizme v različne skupine. Poleg tega učencem pomaga, da spoznavajo da sta živa in neživa narava povezani in soodvisni med seboj. Že Darwin je ugotovil, da so organizmi na različnih otokih galapaškega arhipelaga različni in so prilagojeni na različne vrste prehranjevanja. Tako imajo želve na različnih otokih različno oblikovan oklep, glede na to ali se prehranjujejo s travo ali listi z grmovja. Darwin je tudi bil prepričan, da je raznolikost organizmov posledica evolucije in da so različne vrste nastale iz predhodnih oblik. Prav raznolikost, kot posledica spolnega razmnoževanja je predpogoj za nastanek novih vrst, kot posledica naravne selekcije. Te ugotovitve lahko poudarimo pri mnogih dejavnostih za učence in jih počasi uvajamo v osnove evolucije.

Organizmi so bolj ali manj prilagojeni oziroma se prilagajajo na okolje v katerem živijo. Če niso dovolj prilagojene na določeno okolje, v njem ne morejo uspevati. Rastline se prilagajajo na okolje različne načine. Različni deli rastlin omogočajo rastlini, da se prilagaja na okolje. Nekatere rastline imajo dolge korenine, da lahko z njimi dosežejo vodo v nižjih plasteh zemlje. Rastline lahko v korenini (gomolj, koren) ali v podzemni del stebela (korenika, čebulica,

gomolj) shranjujejo rezervno hrano, ki jim omogoča, da spomladi hitro vzcvetijo. Rastline na travniku so se prilagodile na razmere, ki vladajo na travniku.

Travnik je ekosistem, ki ga vzdržuje človek s tem, da ga stalno kosi. Tako se ne morejo razviti lesnate rastline in tudi enoletnic praktično ni. Kosa vse rastline pokosi v isti višini. Ena od prilagoditev na košnjo je ta, da imajo določene rastline (regrat, marjetica, plazeči skrečnik, črnoglavka) prilistno rožico, ki raste tik ob tleh in je kosa ne prizadene. Nekatere rastline imajo plazeča stebila (detelja) in nekatere rastline na travniku imajo veliko sposobnost obnavljanja (trave). Rastline na travniku (npr.: trave) so prilagojene na opraševanje z vetrom, nekatere pa na opraševanje z žuželkami. Cvetovi, ki jih oprašujejo žuželke so barvasti, imajo močan vonj, izločajo medičino, ki privablja žuželke in pelodna zrna so lepljiva. Cvetovi, ki jih oprašuje veter so neopazni, nimajo živih barv, ne dišijo in imajo veliko pelodnega zrna, ki je suh. Tudi plodovi in semena se lahko raznašajo na različne načine, s pomočjo živali, vetra, vode ali človeka.

Tudi živali so se prilagodile na okolje v katerem živijo. Žuželke, ki oprašujejo cvetove imajo sesala, primerna da pridejo do medičine in pri tem prenesejo pelodna zrna iz cveta na cvet. Živali, ki živijo v prsti, so prilagojene na vlažno okolje in brez ali malo svetlobe. Zato imajo čutila, ki jim pomagajo, da se orientirajo v temnem prostoru (imajo čutila za tip, voh). Živali so glede na zgradbo telesa in različno okolje razvila različne načine gibanja. Npr.: bramor ima sprednje okončine oblikovane tako, da učinkovito koplje zemljo, ko si dela rove v zemlji, striga ima tipalnice, ki ji omogočajo dobro orientacijo v prostoru, številne noge, na vsakem členku po par nog, omogoča dobro in hitro hojo, prvi par nog pa je oblikovan v močne kleščaste občeljustne nožice, ki imajo v notranjosti kanalček, povezan s strupno žlezo.

Rastline, ki rastejo na različnih prostorih in imajo širok obseg rastišč imenujemo pleveli. Te imajo kratek življenjski krog in tvorijo veliko semen.

Poudariti je treba, da je proces prilagajanja navadno dolg in počasen proces (več tisoč let).

Ljudje hodimo po zadnjih okončinah (nogah), sprednje okončine (roke) pa uporabljamo za prijemanje in fino manipulacijo (ostale žival uporabljajo sprednje okončine tudi za gibanje). Na koncu prstov imamo čutne blazinice, s katerimi lahko dobro zaznavamo različne predmete, tipamo, in s pomočjo čutnic v koži lahko prepoznamo različne snovi (les, plastiko, kovino, blago), njihovo strukturo in temperaturo. Na čutnih blazinicah je koža različno oblikovana, tako da dva organizma nimata enakega vzorca.

DEJAVNOSTI

Otroci opazujejo rastline v naravnem okolju v ožji in širši okolici in primerjajo različne dele rastlin. Posamezne značilnosti skušajo povezati z okoljem v katerem živijo različne rastline. Po en primerek (zvonček, trobentica, marjetica,...) naj prinesejo v razred in opazujejo z ročno lupo. Pozorni naj bodo na dele rastlin (korenina, steblo, cvet, listi) in se pogovarjajo, kako se razlikujejo enaki deli različnih rastlin. Pozorni naj bodo na korenine in si pogledajo celo rastlino regrata in trave. Kakšne korenine imata ti dve rastlini, v čem se razlikujeta. Regrat ima dolge korenine v katerih je shranjena rezervna hrana. Korenine so dolge in z njimi lahko doseže vodo v globljih plasteh. Trave imajo kratke, šopaste korenine. Trave ne morejo črpati vode iz globljih predelov zemlje, zato je za trave bolje da večkrat dežuje po malem in tako prestrežejo več vode. Pozorni naj bodo na liste. Regrat ima liste v listni rožici (prilagoditev na košnjo). Semena regrata so številna padalca, ki jih raznaša veter. Tudi semena trave raznaša veter, zato so ta majhna in lahka.

DELOVNI LIST

Opazuj nabrane rastline (na primer zvonček, trobentica, marjetica) in jih nariši. Označi dele rastlin (korenina, steblo, list, cvet) in jih poimenuj. V čem se razlikujejo posamezne rastline? V čem so si podobne? Povohaj cvetove? Ali ti dišijo ali smrdijo? Kaj misliš, zakaj imajo cvetovi različne vonje?

Otroci naberejo živali v okolici (živali prsti in živali na travniku). Opazujejo živali in jih primerjajo med seboj. Živali po opazovanju vrnemo tja, kjer smo jih nabrali!! Lahko jih določijo s preprostim ključem za določanje živali v prsti. Otroci naj skušajo ugotoviti, katere so značilnosti živali, ki jim omogočajo, da živijo v takem okolju (oblika telesa, velikost, barva,...). Kje se najpogosteje zadržujejo? Nekatere so najpogosteje na cvetovih, ene na steblih in ene na ali v zemlji. Zakaj otroci mislijo, da so najraje v takem okolju? Otroci naj razmislijo, zakaj so kobilice zelene in rjavkaste, murni pa črni. Otroci opazujejo in raziskujejo s čim se živali, ki so jih nabrali, prehranjujejo.

Otroci naberejo prazne hišice kopenskih polžev ali pa hišice in lupine morskih polžev in školjk. Natančno opazujejo hišice iste vrste in ugotavljajo, ali se organizmi iste vrste med seboj razlikujejo. Če naberejo hišice malega vrtnega polža naj opazujejo koliko črt imajo, kako so debele in kakšne barve so. Prav tako lahko opazujejo lupine srčanke in ugotavljajo razlike v velikosti, debelini prog, barvi in podobno.

DELOVNI LIST

Naberi prazne hišice polžev in jih opazuj. Ali se hišice polžev iste vrste razlikujejo? V čem? Napiši in nariši.

DELOVNI LIST

Naberi prazne hišice polžev in jih opazuj. Ali se hišice polžev iste vrste razlikujejo? V čem? Napiši in nariši.

DEJAVNOSTI

Organizmi, kot tudi mi se razlikujemo v mnogih značilnostih. Otroci v razredu se razlikujejo po velikosti, teži, barvi oči, las,...Tudi bratje in sestre istih staršev se razlikujejo med seboj, čeprav so si tudi podobni. Že Darwin je ugotovil, da se organizmi iste vrste razlikujejo med seboj. Ta raznolikost je lahko v danem okolju za nekatere organizme prednost pred ostalimi in jim omogoča preživetje in tako tudi možnost, da bodo imeli potomce s podobnimi lastnostmi, ki jim bodo omogočile lažje preživetje.

Otroci narišejo na list papirja obris stopala in dlani in jih izrežejo in označijo ali napišejo svoje ime. Primerjajo velikost stopala in dlani s sošolci. Kaj so ugotovili? Stopala uredimo od največjega do najmanjšega in pritrdimo na steno. Ali imajo tisti z največjim stopalom tudi največjo dlan? Ali je višina telesa povezana z velikostjo dlani ali stopala?

Otroci naredijo prstni odtis kazalca in primerjajo vzorce med seboj. Niti dva otroka nimata enakega vzorca.

Otroci na travniku označijo del prostora z vrvico ali plastičnim krogom ali štirikotnikom s stranicami 75 x 75 cm. Otroci štejejo koliko različnih vrst rastlin je v tem predelu. Lahko si pomagajo, da za vsako novo rastlino, ki so jo opazili zapičijo ob rastlini majhno barvasto zastavico ali paličico.

Enako ponovijo na drugem prostoru. Če je bil prvi prostor osvetljen, sedaj opazujejo rastline v senci (pod krošnjo dreves). Primerjajo rezultate obeh opazovanj. Kje je več različnih vrst? Kako si to lahko razložimo?

NAVODILO ZA UČITELJA

Živali in rastline, ki živijo v podobnih življenjskih okoljih so si bolj med seboj podobne, kot živali in rastline, ki živijo v zelo različnih življenjskih okoljih. Rastline, ki rastejo v vodi se razlikujejo od tistih, ki rastejo na kopnem po tem, da nimajo močnih opornih tkiv. Rastline, ki rastejo pod vodo ne potrebujejo opornih tkiv, ker jih drži pokonci voda. Če rastlino vzamemo iz vode, pa se nam bo povесila. Nekatere rastline rastejo na vodni gladini-plavajo (vodna leča). Rastline, ki rastejo ob vodi, so prilagojene na veliko količino vode, ki jo lahko stalno črpajo iz vlažne zemlje in voda v steblu drži steblo pokonci. Če tako rastlino (npr.: kalužnico) odtrgamo, in je ne damo takoj v kozarec z vodo, se bo kmalu povесila, ker bo voda preko listov izhlapela, v rastlino pa ne prišla nova voda.

Živali so se prilagodile na življenje v vodi z obliko in zgradbo telesa. Najbolj očitno pa se vidi prilagoditev v načinu gibanja. Živali v vodi plavajo, lahko pednajo (pijavka), drsijo po vodni površini (vodni drsalci), lahko pa tudi lezejo po vodnem dnu ali med rastlinami, se zvijajo, veslajo, trzajo. Pri različnih načinih gibanja uporabljajo različne dele telesa (noge, plavuti, celo telo, rep, antene). Nekatere živali na kopnem pa so razvile letanje, nekatere skačejo, lezejo in se plazijo. Nekatere so raje v temnih in vlažnih predelih, nekatere na bolj suhih in svetlih, oziroma ne morejo živeti v drugačnem okolju kot v tistem, na katerega so se prilagodile. Da so živali res vezane na določeno okolje se najlepše vidi, če se to okolje spremeni. Ob dežju prilezejo iz zemlje deževniki, ker jim voda zalije rove in ne morejo dihati. Ob dežju vidimo lahko tudi močerade in polže, ki se sicer zadržujejo v vlažnem prostoru.

Živali pa se morajo prilagajati tudi spremembam, ki nastajajo preko leta (letni časi).

DEJAVNOST:

Otroci opazujejo živali in rastline v različnih življenjskih okoljih in jih primerjajo med seboj (travnik, gozd, stoječa voda, morje). Ugotavljajo podobnosti med živalmi in rastlinami, ki živijo npr.: v vodi in med organizmi, ki živijo na travniku.

Opazujejo živali kako se gibljejo, kako so se prilagodile na okolje v katerem živijo. Vodne živali v posodicah z vodo opazujejo kako in s čim plavajo (plavuti, noge, antene, rep..). Nekatere živali na travniku letijo, živali v vodi pa ne. Primerjajo rastline na travniku z rastlinami v mlaki (ali morju). Zakaj so rastline v vodi pokonci, ko pa jih potegnemo z vode se povesejo? Otroci naj primerjajo rastline, ki rastejo ob vodi in na travniku. Kakšne liste in stebila imajo vodne rastline in kakšne travniške. Otroci, ki bodo primerjali morske alge s travniškimi rastlinami naj bodo pozorni kako so rastline pritrjene na podlago. Alge namreč nimajo korenin. Otroci naj razvrstijo rastline po lastnem kriteriju. Rastline, ki rastejo ob celinski vodi potrebujejo stalno veliko vlage (npr.: kalužnica). Odtrgana rastlina hitro oveni. Ali lahko živijo iste rastline v različnih okoljih? Rastline, ki rastejo ob morski obali pa so se prilagodile na slano podlago, ker morje z valovi občasno poprši obalo. Otroci naj primerjajo te rastline s travniškimi in z morskimi.

Otroci opazujejo deževnike ob dežju. Zakaj so prilezli deževniki iz svojih glistin? Opozorimo jih, da v dežju lahko opazimo živali (polži, deževnik), ki so sicer skrite (v zemlji ali pod listjem) ali prilezejo le ponoči, ker je bolj vlažno.

Otroci naj naredijo zbirko semen in jih razvrstijo po lastnem kriteriju. Razvrstijo naj semena tudi po tem, kdo jih raznaša (veter, živali, voda človek). Kakšna so semena, ki jih raznaša veter? Pogovarjajo se kaj je v semenu in kaj potrebuje seme za uspešno kalitev. Pogovarjamo se zakaj so semena različnih rastlin različna? Kaj vsebuje seme? Otroci odprejo fižol ali bob in si pogledajo, kaj je v notranjosti.

Otroci podtaknejo po deset semen iste rastline v prst (na primer fižola) in opazujejo kdaj se bo iz njih razvila nova rastlina. Vsak lahko vzame semena druge sorte, tako da bodo učenci primerjali rezultate med seboj ali se sorta fižola razlikuje v hitrosti rasti.

Ali vsa semena iste in različne rastline vzkalijo enako hitro? Ali vzkalijo vsa semena? Ali iz največjega semena zraste tudi najvišja rastlina? Otroci opazujejo dele rastlin in njihov razvoj. Zasledujejo hitrost rasti in s papirnatim trakom merijo višino. Trakove prilepijo v delovni zvezek.

DELOVNI LIST

V vlažno prst posadi deset semen fižola in daj na svetel prostor. Skrbi, da bo prst stalno vlažna.

Ali so vsa semena vzkalila istočasno?

Ali so vzkalila vsa semena?

Ali vse rastline v enem dnevu zrastejo enako visoko?

Ali je kakšna razlika med fižolom, ki je prvi vzkalil in fižolom, ki je vzkalil zadnji?

Spremljaj hitrost rasti enega fižola in višino izmeri s papirnatim trakom in ga prilepi na ravno črto.

Svoje rezultate primerjaj z rezultati sošolca?

Ali ima oba enake rezultate? Kako lahko to razložiš?

Otroci naredijo odtis lubja. Z voščenko podrgnejo po listu papirja, ki so ga prislonili na lubje drevesa. Izberejo naj si različna drevesa. Pozorni naj bodo ali imajo vsa drevesa enako strukturo lubja?

Otroci opazujejo podlesne vetrnice. Koliko imajo venčnih listov? Ali imajo vse enako število?

Otroci naberejo liste različnih dreves, ki so že odpadla in jih razvrstijo po lastnem kriteriju (barva, velikost, dolžina peclja, razporeditev žil, oblika listnega roba,...). Otroci naredijo odtise listov različnih vrst dreves. Naberejo več listov istega drevesa in primerjajo liste ali se med seboj razlikujejo.

Otroci opazujejo vejice smreke, jelke, bora in tise. Vsi so iglavci. Po čem se razlikujejo? Zakaj imajo ta drevesa liste v obliki iglic? Da preverimo, kako dobro so si otroci pogledali vejice iglavcev damo v štiri različne posodic iglice

različnih iglavcev (smreka, jelka, bor, tisa). Otroci samo po iglicah prepoznajajo iglavce.

Z lopatko otroci zajamejo malo zemlje ali listnega opada in opazujejo katere živali živijo v prsti ali listnem opadu. Opazujejo kako so se prilagodile na življenje v prsti (oblika telesa, barva telesa, število nog). Ali raje živijo na svetlem ali temnem prostoru, na suhem ali vlažnem?

Otroci naberejo nekaj listov bodike in jih opazujemo. Otroke opozorimo, da je bodika zaščiteno drevo v naravi, sadimo pa jo tudi po parkih. Mogoče jo ima kdo od njihovih staršev zasajeno na vrt in lahko odstopi nekaj listov. Otroci primerjajo list bodike z listom listnatega drevesa, ki mu jeseni odpadejo listi. Po čem se razlikujeta? Otroci naj bodo pri opazovanju pozorni, ali imajo vsi listi na listnem robu enako število trnatih zobcev?

NAVODILO ZA UČITELJA

Živali in rastline se razmnožujejo in se tako vrsta nadaljuje. Razmnoževanje je ena od lastnosti žive narave. Tako se vzdržuje vrsta. Pri spolnem razmnoževanju pa pride z vsako oploditvijo do različnih kombinacij genov pri novem potomcu.

Živali imajo mladiče. Nekatere živali imajo po enega mladiča (konj), nekatere pa po več naenkrat (mačka, zajec).

Človek ima navadno enega, redko dva otroka na enkrat. To so dvojčki Bratje in sestre istih staršev so si podobni med seboj, vendar niso popolnoma enaki. Nekateri dvojčki (enojajčni) so si tako podobni med seboj, da jih težko ločimo. Živali različno skrbijo za svoje mladiče. Nekatere odložijo oplojena jajca in zanje ne skrbijo več (žabe), nekatere valijo jajca in skrbijo za mladiče (ptiči), ali pa razvijajoč plod nosijo v svojem telesu in ko ga skotijo hranijo mladiče z mlekom (sesalci) in skrbijo zanje dokler niso sposobni samostojnega življenja. Nekateri mladiči so takoj ko se izležejo podobni svojim staršem (polži,

paličnjaki, srna), lahko pa so sprva precej drugačni (paglavci pri žabah, gosenice pri metuljih).

DEJAVNOSTI

Otroci naj primerjajo dva brata ali sestre med seboj. V čem sta si podobna in po čem se razlikujeta. Naredijo razpredelnico v čem sta si podobna in čem se razlikujeta.

Pogovarjamo se, kakšna so jajca, ki jih odlagajo žabe in kuščarji ali ptiči. Zakaj žabe odlagajo jajca v vodo?

Otroci opazujejo mladiče mačke. Zakaj imajo mladiči iste matere različno barvo dlake in različne vzorce?

4-6 razred

Učenci:

- ugotavljajo, kaj so lastnosti živih bitij in v čem se loči živa narava od nežive
- odkrivajo in opazujejo, zakaj imajo organizmi različno oblikovano telo glede na to, kje živijo, s čim se prehranjujejo (oblika ptičjih kljunov)
- spoznavajo podobnosti in razlike med osebki iste in različne vrste in jih razvrščajo po lastnem kriteriju
- ločijo med verodostojnimi in neverodostojnimi informacijami
- vedo, kaj je pošten poskus
- znajo sestaviti preprost ključ za določanje organizmov
- zbirajo podatke o nekem procesu (na primer s čim se hranijo ptice, kako se gibljejo, kje se gibljejo) in povezovanje z okoljem
- primerjajo skelete različnih vrst živali in jih povezujejo z različnim načinom gibanja
- primerjajo sebe in druge živali in prepoznavajo podobnosti in razlike



- primerjajo barvo kože med seboj in se pogovarjajo zakaj imamo ljudi na Zemlji različno barvo kože (od temno pigmentirane do svetlo)
- povežejo barvo kože z okoljem, kjer so živeli predniki ljudi in vsebino povežejo z geografijo
- vedo, da barva kože na vpliva na inteligenco ali večjo ali manjšo umsko sposobnost
- doživljajo naravo v različnih letnih časih in prilagoditve organizmov na različne letne čase
- spoznavajo organizme v ekosistemih, ki jih pri nas ni in prilagoditve organizmov na te ekosisteme (puščava, tropski deževni gozd, polarni svet,...)
- zbirajo podatke o živih bitjih in življenjskih okoljih s pomočjo različnih virov
- primerjajo lastnosti živih bitij v različnih okoljih
- primerjajo življenjske potrebe živali in rastlin v različnih okoljih
- spoznavajo, da so se psi razlikujejo med seboj (različne pasme) in so posledica posega človeka v njihovo razmnoževanje in s tem razumejo, da se lahko organizmi spreminjajo, kot posledica spolnega razmnoževanja
- spoznavajo različne pasme živali in sorte rastlin (mačke, pse, golobe, krave,...), da so pasme, ki jih poznamo danes človek vzgojil iz udomačenega volka
- spoznavajo kaj je umetna selekcija in da podobno deluje naravna selekcija
- spoznavajo, da se življenje spreminja, in da so v preteklosti živeli drugačni organizmi, kar nam pričajo fosili (na primer dinozavri)
- primerjajo lastnosti človeka z drugimi živalmi
- iščejo podobnosti in razlike med človekom in drugimi vrstami živali
- iščejo podatkov in primerjajo življenjsko dobo človeka in drugih živih bitij
- znajo narisati časovni trak

NAVODILA ZA UČITELJA

Učenci lahko prepoznajo razlike med različnimi vrstami živali. Veliko težje pa najdejo podobnosti med njimi. Prav tako večina misli, da so črnci bolj ali manj enaki med seboj. Učenci niso tako pozorni, da se tudi črnci ali Kitajci razlikujejo med seboj tako kot belci. Učenci iz izkušnje vedo, da so si sorodniki med seboj bolj podobni kot ljudje, ki si niso v sorodu, težje pa jim je razložiti, da je to zaradi dedovanja genov, ki se prenašajo iz roda v rod s spolnim razmnoževanjem. Bratje in sestre so si bolj ali manj podobni medtem ko so si enojajčni dvojčki tako podobni med seboj, da jih težko ločimo. Ljudje smo se razvijali in nismo od nekdaj taki kot danes.

Živali in rastline živijo v določenem okolju. V tem okolju si lahko poiščejo hrano, zavetje in imajo mladiče. Živali in rastline so se v dolgi zgodovini prilagajale na določeno okolje. Tako živijo organizmi le na določenem območju na katerega so se prilagodili oziroma se še prilagajajo. Tako živijo na primer žirafe samo v afriški savani, prav tako levi, pingvini samo na južnem tečaju in kamele v puščavi.

Ljudje smo edina bitja, ki lahko živimo v vseh predelih Zemlje od severnega večnega ledu in snega pa do tropskega deževnega gozda, savane ali puščave. Znamo si prilagoditi okolje, da lahko preživimo tudi v neugodnih vremenskih razmerah. Kultura je človeku omogočila, da si okolje prilagaja. Tako danes osvaja vesolje in raziskuje globine oceanov s tehnologijo, ki jo je razvil.

Ljudje se razlikujemo med seboj. Razlikujemo se po barvi las, oči, po velikosti in mnogih drugih značilnostih kot tudi po tem kaj radi delamo, katero glasbo radi poslušamo, kaj nas veseli in kaj radi jemo. Ljudje, ki smo si v sorodu smo si tudi navadno bolj podobni med seboj kot tisti, ki niso v sorodu. Potomci podedujejo vedno polovico genov od očeta in polovico od matere. Ker pa pride pri vsaki oploditvi do drugačne kombinacije genov, so bratje in sestre kljub podobnosti, tudi različni. Nekatere lastnosti podedujemo, nekatere pa pridobimo tekom življenja. Barvo las ali oči na primer podedujemo ne pa

igranja klavirja. Tega se lahko naučimo s pridnostjo in vztrajnostjo, čeprav nismo vsi enako talentirani.

Kljub razlikam v barvi kože, jeziku, religiji in kulturi pa smo si ljudje podobni med seboj, ker imamo vsi skupnega prednika. Ta je živel v Afriki pred več milijoni let in je bolj podoben človeku podobni opici, kot pa nam. Vendar je hodil po dveh nogah, tako da je imel roke proste za nabiranje hrane in kasneje izdelovanje orodja in orožja. Pred 190. 000 leti se je v Afriki pojavil moderen človek in se naselil po celem svetu. Zavedati se moramo, da imamo vsi istega skupnega prednika in je zato rasno razlikovanje popolnoma neutemeljeno.

Ker se nekatere lastnosti prenašajo z dominantnim dedovanjem se te značilnosti vidijo v vsaki generaciji, pri recesivnem dedovanju pa se lastnost pokaže v vsaki drugi generaciji.

Človek je z umetno selekcijo vzgojil različne pasme živali (pse, konje, krave, kokoši..) in različne sorte rastlin (jabolka, hruške, krompir, ..). To niso različne vrste, saj je krava še vedno krava, le da imajo različne pasme različne značilnosti. Tako nekatere pasme krav gojimo zaradi mesa, druge zaradi mleka, različne sorte jabolk na primer imajo različne okuse in so različno primerne za rast v različnih predelih in so različno primerne za skladiščenje.

DEJAVNOSTI

Z otroki se pogovarjamo, kje živijo različne živali in rastline in zakaj. Zakaj ne živi pri nas slon, žirafa ali pingvin? Zakaj rastejo nekatere rastline v gozdu in druge na travniku? Zakaj lahko edino ljudje živimo v puščavi in tropskem deževnem gozdu? Pogovarjamo se, da smo ljudje od vseh živali in rastlin najbolj prilagodljivi, ker imamo kulturo, ki nam omogoča, da si okolje prilagodimo za naše življenje. Pozimi, ko je hladno, se bolje oblečemo, stanovanje pa si ogrevamo.

Pogovarjamo se, da imamo ljudje istega prednika. Ta je živel v Afriki in je bil bolj podoben človeku podobni opici, kot današnjemu človeku. Bil je nižje

rasti, imel je močne čeljusti in zobe, roke so bile zelo dolge, in je dobro plezal po drevesih. Vendar je na tleh hodil po dveh nogah, tako da je imel roke proste za nabiranje hrane in kasneje izdelovanje orodja in orožja.

Kljub podobnosti, pa se ljudje tudi razlikujemo med seboj (barva las, oči, kože, telesna višina, teža,...). Razlikujemo se tudi po spolu. Te razlike se začnejo še bolje odražati, v puberteti, ko se razvijejo sekundarni spolni znaki. Telo postane poraščeno na določenih delih (pod pazduho, okrog spolovil, moškim začne rasti brada), ženskam zrastejo prsi, moški dobijo nižji glas.

Pogovarjamo se, da kljub podobnostim se ljudje tudi razlikujemo med seboj. Nekatere lastnosti smo podedovali, nekatere pa smo pridobili v življenju. Ne razlikujemo se samo po zunanjem videzu (barva las, barva oči, oblika brade, velikost,..) ampak tudi po interesih, ki jih imamo. Nekateri imajo radi glasbo, drugi se raje ukvarjajo s športom, eni radi jedo meso, drugi bolj zelenjavo ali slaščice. Učence lahko vprašamo, kaj jih veseli, kaj jih dolgočasi, kaj radi jedo itd. in naredimo diagram v razredu. Pogovarjamo, česa se človek lahko priuči tekom življenja in kaj podeduje.

DELOVNI LIST

Na kartonček nariši in pobarvaj svoje oči. Lahko si pomagaš z ogledalom. Včasih se je težko odločiti ali imamo zelene ali rjave oči. Prosi učitelja, da ti pomaga pri odločitvi. Odloči se med modro, zeleno, rjavo in sivo. Kartončke iste barve postavi nad kartonček, kjer piše barva oči. Kartončke bodo tudi sošolci polagali drug na drugega in nastal bo stolpčni diagram. Podobno lahko narediš za barvo las, telesno maso, telesno višino.

DEJAVNOSTI

Človek je iz živali razvil različne pasme (na primer pse) in iz rastlin sorte (na primer jabolka, hruške). Čeprav gre za isto vrsto živali (na primer psov) ali sorte rastlin (na primer jabolka) pa se med seboj lahko zelo razlikujejo. Otroci opazujejo različne sorte jabolk. Prinesemo različne sorte jabolk. Učenci jih opazujejo z različnimi čutili in izpolnijo tabelo.

DELOVNI LIST

Izpolni tabelo

Ime sorte	Barva lupine	Hrapavost lupine	Barva mesa	Okus (sladek, kisel,...)	Vonj (diši po..)

V literaturi poišči različne pasme psov in skušaj ugotoviti za katero opravilo jih je človek vzgojil. (haski- vlečenje sani; jazbečar- sledenje, kraški ovčar-pastir drobnice). V literaturi lahko poiščeš koliko različnih pasem goveda ali kokoši imamo in kje in zakaj jih gojimo.

Ptiči imajo različno oblikovane kljune, ker se hranijo z različno hrano, imajo različno oblikovane noge, ki so prilagojene na različno okolje (za plavanje, plezanje, tekanje,...). V literaturi poišči nekaj primerov različnih nog in jih poveži z značilnim okoljem, v katerem ptiči živijo.

7-9 razred

Učenci:

- spoznavajo pomen različnih barv in vzorcev pri različnih vrstah organizmov
- spoznavajo pomen raznolikosti med osebki iste vrste in različnih spolov
- spoznavajo raznolikost organizmov v različnih okoljih in njihovo prilagoditev na različna okolja
- spoznavajo prilagoditve organizmov kot posledico raznolikosti in naravne selekcije
- spoznavajo podobnosti delovanja naravne in umetne selekcije
- primerjajo prirejena in naravna okolja (podobnosti in razlike)
- iščejo podobnosti in razlike med homolognimi in analognimi organi in razumejo njihov pomen
- razumejo povezanost oblike cveta in njihovih opraševalcev

- znajo smiselno poiskati, urediti in predstaviti informacije
- znajo smiselno urediti podatke
- znajo uporabiti znanje v novih situacijah
- išče podobnosti in razlike v skeletu primata (šimpanza) in človeka
- spoznava zgodovino naravoslovja in naravoslovce, ki so pomembni za evolucijo (Line, Lamarck, Darwin,...)
- spoznavajo, v čem se človek razlikuje od ostalih živali in primatov in ga uvrsti v sistem
- vedo, da ima človek svoje prednike, iz katerih se je razvila današnja oblika človeka
- spoznavajo človekove prednike, kdaj in kje so živeli
- spoznavajo anatomske podobnosti in razlike človečnjakov in modernega človeka
- poznajo prilagoditve primatov na drevesni način življenja
- iščejo anatomske in morfološke razlike, ki so posledica pokončne drže
- spoznavajo razvoj kulture človečnjakov in ga poveže z razvojem možganov
- poznajo osnovno kameno orodje človečnjakov in umetnost zgodnjega modernega človeka
- poznajo glavne predstavniki človečnjakov, kje so živeli in njihove anatomske značilnosti

Za nastanek nove vrste so potrebni trije dejavniki: raznolikost (variabilnost), naravna selekcija in izolacija. Že Charles Darwin (1809-1882) je dognal in dokumentiral, da je en najpomembnejših evolucijskih dejavnikov NARAVNA SELEKCIJA. Ime Darwin je eno najbolj tesno povezanih imen z evolucijsko teorijo, toda sama ideja ni bila originalno njegova. Prisotna je bila v znanstvenih razpravah že pol stoletja preden je Darwin objavil knjigo NASTANEK VRST – (čeprav to ni popoln naslov dela) (The Origin of Species - 1859). V knjigi Nastanek vrst je Darwin pojasnil raznolikost organizmov in njihovo evolucijo zaradi selekcije. Vendar je bil Darwin zelo previden in je

svoje dokaze, s katerimi je podprl svojo teorijo, omejil le na rastline in nekatere živali, ni pa obravnaval človeka. V celi knjigi je samo enkrat omenil človeka in v zaključku napisal : »Luč bo posijala na razvoj človeka in njegovo zgodovino« Darwinova naslednjika Thomas Huxley in Ernest Haeckel sta javno trdila, da se je tudi človek, tako kot ostali organizmi, razvijal.

Med zgodnje evolucioniste štejemo tudi francoskega naravoslovca Lamarcka in starega očeta Charlesa Darwina, Erasmusa Darwina.

Največji prispevek Charlesa Darwina je ta, da je dokončno oblikoval ideje o evoluciji in še posebno, da je dognal (identificiral) prepričljiv mehanizem evolucije, ki ga je izpeljal. Nabral je ogromno dokazov, ki jih je dokumentiral, tako da so bili koncepti evolucije in naravne selekcije hitro vpeljani v biologijo, v nekaj letih po izidu njegove knjige

Kot rezultat njegovih potovanj (najbolj znano je bilo potovanje z ladjo HMS Beagle v letih okrog 1830), opazovanj in korespondence z drugimi naravoslovci, je Darwin nabral ogromno podatkov o raznolikosti živali in rastlin iz različnih življenjskih prostorov. Iz te velike množice informacij je Darwin dognal več splošnih spoznanj, iz katerih je naredil dva glavna zaključka, ki jim je dodal še veliko podatkov, ki so podprli njegove dokaze. Darwin je opazil:

1. Osebki ene vrste se med seboj razlikujejo. Nekatere izmed teh razlik se prenašajo s staršev na potomce
2. Vsaka generacija ima več potomcev, kot jih lahko v danem okolju preživi, zato ti tekmujejo za različne dobrine
3. različne vrste v različnih predelih sveta, ki živijo v podobnih življenjskih okoljih, so si po obliki med seboj podobne (na primer kit, riba).
4. Sicer sorodne vrste, ki naseljujejo različne življenjske prostore, se lahko razlikujejo po nekaterih značilnostih (na primer Darwinovi ščinkavci na otokih Galapagos).

Iz vsega tega je Darwin zaključil:

1. Večina vrst je prilagojena svojemu življenjskemu prostoru (okolju)
2. Ker se osebkı borijo za prostor, hrano, partnerja, itd., -okolje izbere ali **selekcioniira** tiste, ki so najbolj sposobni za kompeticijo v tem okolju, to je tiste, ki so najbolj **prilagojeni** -"najbolj zmožni". To je proces **naravne selekcije**.

Tu je našel Darwin dokaz, da lahko tudi človek spreminja rastline in živali oziroma njihove morfološke in fiziološke lastnosti. Ob koncu 18 stoletja in v začetku 19 stoletja so angleški živinorejci in agronomi dosegli izredne uspehe s selekcijo. Princip naravne selekcije je videl Darwin pri rejcih živali, ki so jih križali in izbirali tiste živali, ki so imele določene znake za katere so menili, da se bodo poudarili pri potomcih. Z umetno selekcijo ali izborom so vzgojili mnoge pasme živali in sorte rastlin. Raznolikost lahko opazimo pri gojenih golobih in še bolj pri psih. Znanje, ki so ga poznali pri gojiteljih živali je Darwin razširil na naravno selekcijo, saj je imel dokaz, da lahko tudi človek spreminja rastline in živali. Darwin in njegovi pristaši so poudarjali "boj za obstanek". Vendar osnovno merilo **evolucijske** zmogljivosti ni preživetje posameznika, temveč **uspešnost razmnoževanja oz. število potomcev, ki jih posameznik zapusti naslednji generaciji**. Moč, hitrost, inteligenca, itd., v tem pogledu le prispevajo k večjemu številu potomcev.

Pomembno je, da se zavedamo, da evolucija in naravna selekcija nista ena in ista stvar- naravna selekcija je proces, katere posledica se kaže v evoluciji. Selekcija deluje na posamezne osebkı, medtem ko se evolucija nanaša samo na skupine osebkov, to je populacije.

Raznolikost, ki obstaja med osebki omogoča delovanje selekcije. Take **fenotipične variacije (razlike)**- (to so opazne razlike, ki so lahko morfološke, fiziološke, biokemične ali razlike v obnašanju, itd.) so rezultat kombinacije genetsko zapisanih lastnosti in vplivov okolja. Nekatere od teh so genetsko pogojene- veliki starši imajo velike potomce, majhni starši pa majhne, vendar na velikost vpliva tudi okolje, kot je hrana, ki je na razpolago med rastjo. Tako

otroci velikih staršev ne bodo dosegli višine, ki bi jo lahko, če se bodo v mladosti slabo prehranjevali.

Fenotipska variacija (raznolikost) je rezultat genske raznolikosti (variacije) in raznolikosti (variacije) okolja.

Razliko med Darwinovo teorijo in teorijo zgodnjih zagovornikov evolucije, kot je bil Lamarck (1744-1829), lahko razložimo z znanim primerom žirafe. Žirafe imajo dolge vratove, s katerimi dosežejo liste visoko v drevesnih krošnjah. Oba, Darwin in Lamarck, sta bila prepričana, da so žirafe nastale iz prednikov s kratkimi vratovi. Lamarck je mislil, da so kratkovrate oblike žiraf stegovalle svoje vratove, da so lahko dosegle liste na visokih vejah. To raztegovanje so prenesle na svoje potomce, ki so tudi stegovali svoje malo daljše vratove in so tako lahko dosegli malo višje veje. Ti so zopet prenesli dodatno raztegnitev na svoje potomce in tako naprej. Tako naj bi nastal dolg vrat današnjih žiraf. Lamarckova teorija temelji na **dedovanju pridobljenih lastnosti**, to je značilnosti, ki jih pridobijo organizmi med svojo življenjsko dobo (v tem primeru dolg vrat) in jih prenesejo na potomce.

Lamarck je postavil dve pomembni trditvi:

- **zakon o rabi in ne rabi.** Trdil je, da se vsak organ, ki se bolj uporablja tudi bolj razvija in krepi. Organi, ki jih ne uporabljamo, počasi krnijo ali celo izginejo.
- **zakon o dedovanju pridobljenih lastnosti.** Trdil je, da vsako živo bitje prenese na svoje potomce lastnosti, ki jih je v svojem življenju pridobilo. Tako lahko potomci podedujejo lastnosti, ki so se povečale z rabo ali pa so zakrnele zaradi nerabe.

Vendar nimamo nobenih trdnih dokazov, da bi lahko verjeli tej teoriji. Iz Lamarcka se dostikrat norčujejo prav ob primeru vratov žiraf. Vendar to nikakor ni na mestu. Pravzaprav Lamackove trditve držijo in je Darwinova teorija le nekoliko dopolnjena varianta Lamarckovih zamisli. Zavedati se moramo, da se dedujejo mutacije, ne pa modifikacije.

Prav tako lahko vidimo, kako neverjetna je njegova trditev o vratovih žiraf, če zamenjamo žirafe s človekom in body buildingom ali povečanjem prsi. Očetje, ki so body bilderji ne prenesejo širokega prsnega koša in povečanih bicepsov na svoje sinove in matere, ki so si z operacijo povečale prsi ali spremenile obraz, nimajo hčerk z velikimi prsmi ali izgledajo mlajše kot druge ženske iste starosti.

Raznolikost, ki obstaja med osebki omogoča delovanje selekcije. Take **fenotipične variacije (razlike)**- (to so opazne razlike, ki so lahko morfološke, fiziološke, biokemične ali razlike v obnašanju, itd.) so rezultat kombinacije genetsko zapisanih lastnosti in vplivov okolja. Nekatere od teh so genetsko pogojene- veliki starši imajo velike potomce, majhni starši pa majhne, vendar na velikost vpliva tudi okolje, kot je hrana, ki je na razpolago med rastjo. Tako otroci velikih staršev ne bodo dosegli višine, ki bi jo lahko, če se bodo v mladosti slabo prehranjevali.

Sprva so bile polemike ali je Zemlja dovolj stara za evolucijske procese, ki bi omogočili današnjo raznolikost organizmov. Ta polemika se je plegla, ko so ugotovili, da je Zemlja dejansko mnogo starejša, kot so sprva mislili, torej je bilo dovolj časa, da je evolucija lahko potekala.

Drug, bolj pomemben ugovor proti Darwinovi teoriji pa je bil naslednji. Darwin je smatral, da se značilnosti, ki so sprva redke v vrsti, razširijo, zato ker dajejo prednost tistim osebkom, ki jih imajo, kar pomeni, da so bili izbrani, da se čez čas značilnost razširi, dokler je nimajo vsi. Toda Darwinovi nasprotniki so ugovarjali, češ da če je lastnost redka, ne bo imela vpliva na vrste in se ne bo nikoli razširila. Nasprotno, lastnost bo zvedenela, tako kot kapljica črnila v jezeru. Darwin si je prizadeval mnogo let, da bi našel prepričljiv protiargument za ta ugovor, vendar ga ni. Na koncu je bil prisiljen, da je dokazoval svojo trditev z besedami: "Ne vem, kako se pojavi (nastane), vendar je očitno, da je v vsaki generaciji prisotna variacija, in to je ta variacija, ki je predmet selekcije".

Darwin in tudi njegovi kritiki so imeli napačno predstavo, oboji so imeli napačen pogled na dednost, ki so si jo predstavljali, kot fenomen (pojav) mešanja- podobno črnilu in jezeru.

Odgovor na to vprašanje je bil že na razpolago, čeprav se ga niso niti Darwin niti njegovi kritiki zavedali. V Brnu je živel menih Gregor Mendel (1822-1884), ki je delal poskuse s križanjem graha in ugotavljal, da se nekatere lastnosti prenašajo iz generacije v generacijo. Ugotovil, da dedovanje ni mešanje, ampak da gre za diskretne enote - osebkci obdržijo svoje lastnosti iz generacije v generacijo- in enote dednosti se ne razgubijo tudi če so skrite ali recesivne. Seveda Mendel ni vedel, kaj je vzrok temu, saj geni in kromosomi kot tudi delitev celice takrat še niso bili poznani. Mendel je leta 1865 prvič predstavil svoje rezultate, v katerih je dokazoval, da dednost ni posledica naključja ali čudeža ampak zakonitosti. Mendlovo delo je dolgo ostalo neopaženo, oziroma ga niso smatrali kot pomembno, dokler ga niso na koncu 19. stoletja, ponovno odkrili, v času ko se je pojavila nova veja v znanosti-**genetika**. Ta je imela glaven vpliv na evolucijsko teorijo. Šele z genetiko smo lahko dobili prepričljivo razlago skrivnosti, kako se značilnosti prenašajo od staršev na potomce. Tako je sedaj je evolucijska teorija končno dobila svojo osnovo.

Darwinovo potovanje z ladjo Beagle je trajalo skoraj pet let. Na tem potovanju je obiskal obalo južne Amerike, kjer je opazil mnogo različnih živali in rastlin, ki jih do takrat ni poznal ali pa so bile te živali podobne živalim, ki živijo na drugih kontinentih (na primer noj v Afriki in ptič nandu v južni Ameriki). Našel je tudi mnogo fosilov živali, ki danes ne živijo več, so pa podobni danes živečim živalim. Tako je menil, da so se danes živeče živali razvile iz živali, ki so že izumrle in jih poznamo samo kot fosile.

Ko je leta 1835 Darwin obiskal Galapaške otoke je bil vedno bolj prepričan v evolucijo organizmov in da so se vrste razvile iz skupnih prednikov.

Galapaški arhipelag leži v Tihem oceanu zahodno od južne Amerike, skoraj 1000 km daleč od južnoameriške države Equador. Otočje sestavlja 13 večjih in 100 manjših otočkov. Otoki so nastali pred nekaj milijoni let zaradi podvodnih vulkanskih izbruhov. Deset otokov je še danes delujočih vulkanov. Tako ti otoki

niso bili nikoli sestavni del južno ameriške celine. Otoki so bili sprva brez življenja, postopoma pa so se nanje naselile rastline in živali iz obeh Amerik. Danes so nekateri otoki poraščeni z bujno vegetacijo, nekatere pa sestavlja črna vulkanska kamenina, stara približno sto let. Čez čas se bo tudi tu naselilo življenje.

Ko je prišel Darwin leta 1835 na otoke, je opazil različne vrste živali in rastlin, saj mnoge teh vrst ne živijo nikjer drugje po svetu.

Darwin je bil predvsem presenečen nad raznolikostjo ščinkavcev. Opazil je, da se ščinkavci galapaških otokov razlikujejo med seboj po barvi perja, po velikosti, po oglašanju in še posebej po velikosti in obliki kljuna. Prav oblike kljuna kažejo na razlike v načinu prehranjevanja. Eni se hranijo s semeni, drugi z žuželkami, tretji z brstiči ali listi, nekateri s plodovi. Tisti, ki imajo močne kljune, lahko trejo lupine plodov. Poznamo tudi ščinkavce, ki s kljunom primejo kaktusovo bodico in z njo bezajo ličinke žuželk iz rastlin.

Eni živijo na drevju in se hranijo z žuželkami, eni si iščejo hrano po tleh in med nizkim grmičevjem. Kako naj si razložimo tako raznolikost?

Darwin je pravilno sklepal, da so se ti ščinkavci razvili iz skupne predniške oblike.

Galapaški ščinkavci po vsej verjetnosti izvirajo z južnoameriške celine. V določenem trenutku je majhna skupina ščinkavcev priletela na otok ali pa jih je zanesel vihar. Otok poraščen z rastlinstvom je nudil hrano ptičjim priseljencem. Prvi priseljenci so se hranili s semeni in so imeli bolj močne in kratke kljune. Obilje hrane je omogočilo, da so se ptiči močno razmnožili. K temu je pripomoglo tudi to, da na otoku ni bilo plenilcev. Ko so se ščinkavci močno namnožili, je bilo hrane, s katero so se hranili vsi ščinkavci, vedno manj. Tako so se nekateri z malo drugačnimi kljuni (na primer z malo daljšimi kljuni) lahko začeli hraniti z drugačno hrano (na primer z žuželkami). Ker otoki niso bili naseljeni z drugimi vrstami ptičev, so se ščinkavci lahko naselili v različnih nišah. Eni so se zadrževali pretežno v drevesnih krošnjah, drugi bolj na tleh in si tam iskali hrano, drugi pa so odleteli na sosednji otok.

Raznolikost v obliki kljuna je ščinkavcem omogočila hranjenje z različno vrsto hrane. Vsi potomci istih staršev niso popolnoma enaki. Tudi naši bratje in sestre niso popolnoma enaki. Razlikujejo se po velikosti, teži, barvi las, barvi oči, obliki nosu, brade....Prav tako potomci ščinkavcev istih staršev niso bili popolnoma enaki, ampak so se malo razlikovali med seboj. Razlike so bile v telesni velikosti, obliki kljuna, barvi perja,...Prav razlika v obliki kljuna je bila en od vzrokov, da so se nekateri ščinkavci lahko začeli prehranjevati z malo drugačno hrano ter imeli s tem več možnosti, če je bilo prvotne hrane malo, da preživijo in imajo mladiče. Tudi njihovi mladiči niso imeli popolnoma enakih kljunov. Spet so imeli večjo možnost, da preživijo tisti, ki jim je oblika kljuna omogočala boljše prehranjevanje, tisti, ki so težje prišli do hrane pa so poginili, kot posledica naravnega izbora. Tako je bila oblika kljuna, ki je omogočala boljše prehranjevanje, iz roda v rod bolj izrazita in po mnogih generacijah so bili ti ščinkavci tako drugačni od prvotne oblike njihovih »pra pra dedov«, da so postali nova vrsta. Za tiste, ki preživijo in imajo potomce pravimo, da so bolj prilagojeni kot tisti, ki ne preživijo. Populacije ščinkavcev so bile na različnih otokih izpostavljene delovanju različnih dejavnikov naravnega izbora, kar je pripeljalo k evolucijski raznolikosti. Danes poznamo štirinajst vrst ščinkavcev, ki živijo na Galapaških otokih.

Kljub temu, da je Darwin pravilno sklepal, da je vzrok nastanka nove vrste naravni izbor, pa ni vedel da je za to poleg raznolikosti potrebna tudi geografska in s tem povezana reproduktivna izolacija.

Nastanek nove vrste je dolgotrajen proces in naše življenje je prekratko, da bi se to zgodilo v času našega življenja. Vendar je predpogoj za nastanek nove vrste raznolikost organizmov.

DEJAVNOSTI

DELOVNI LIST

Preberi besedilo o Lamarkovih ugotovitvah, ki jih je oblikoval na opazovanju vratov žiraf. Navedi primer, ki lahko ovrže njegove ugotovitve.

Kako si danes razlagamo nastanek dolgih vratov pri žirafah? Posledica česa so?

DELOVNI LIST

Poglej si slike galapaških ščinkavcev. Napiši čim več razlik, po katerih se razlikujejo. Ugotovi s čim se hranijo in poveži njihove telesne značilnosti (oblika, velikost kljuna) z načinom prehranjevanja.

Ime ščinkavca	Oblika kljuna	Velikost kljuna	S čim se hrani	Barva perja

Zakaj nimajo vsi enake barve perja?

Poglej si slike galapaških želv. V čem se razlikujejo?



DEJAVNOSTI

Učenci ugotavljajo prilagoditve organizmov na okolje. Nekateri organizmi so razvili varovane barve, drugi svarilne. Varovalne barve so tiste, ki se skladajo z okolico tako da je žival čim manj opazna in jo plenilec težko opazi. Svarilne (opozorilne) barve pa so zelo vpadljive (izrazite) in že na daleč opozarjajo, da je organizem strupen in da naj se je plenilec izogiba. Tako se je v evoluciji strupenost razvijala vzporedno s svarilnimi barvami. Nekateri organizmi pa ne samo z barvo ali vzorcem oponašajo okolico, ampak tudi z obliko- mimikrija (na primer paličnjak živi list, ki je bolj podoben rastlini kot živali. Tudi rastline z obliko in barvo cveta oponašajo žuželke, ki jih oprahujejo). Nekateri organizmi pa posnemajo strupene in sami niso nevarni. Nekatere živali pa z glasom oponašajo druge živali.



DELOVNI LIST

Opazuj slike desetih različnih vrst sesalcev (na primer kit, mačka, netopir, opica, konj...) in ugotovi kakšne imajo okončine in kako se razlikujejo glede na to v kakšnem okolju živijo.

Poišči nekaj primerov za trditev, da so si različne vrste v različnih predelih sveta, ki živijo v podobnih življenjskih okoljih, po obliki med seboj podobne (na primer kit, riba).

DELOVNI LIST

Poišči primere, da se sicer sorodne vrste, ki naseljujejo različne življenjske prostore, lahko razlikujejo po nekaterih značilnostih. Poglej si na primer našo lisico in jo primerjajo s polarno lisico in fenekom. Kje živijo te vrste lisice in kakšne so prilagoditve glede na okolje v katerem živijo?

- barva dlake
- velikost uhljev
- velikost smrčka
- dolžina okončin
- stopala

DELOVNI LIST

.Natančno preberi besedilo o evoluciji človeka in naredi razpredelnico oziroma časovni trak.

- Kdaj so živeli človečnjaki?
- kateri je prvi znan človečnjak?
- ali je v istem obdobju živel več človečnjakov?
- Pri vsakem človečnjaku napiši velikost možganov.
- Kaj lahko ugotoviš, kaj se je dogajalo z velikostjo možganov v evoluciji?

DELOVNI LIST

Na sliki je skelet šimpanza in modernega človeka.
Primerjaj njuni okostji in svoje ugotovitve napiši v razpredelnico.

	Dolžina sprednjih okončin	Dolžina spodnjih okončin	Višina meden ice	Oblika prstov na roki	Oblika prstov na nogi	Odmaknj enost palca na nogi	Krivina na hrbtenici	Velikost možga nov
Moderni človek								
Šimpanz								

Ali lahko razbereš iz tabele, katere so prilagoditve na drevesni način življenja

DELOVNI LIST

Na sliki sta skelet modernega človeka in neandertalca. Svoje ugotovitve vpiši v tabelo

	Oblika glave	Velikost možganov	Oblika obraza	velikost	Dolžina ključnice	Celotni izgled telesa
neandertalec						
Moderni čl.						

Srednja šola

Učenci:

- vedo, da se je Zemlja v svoji preteklosti spreminjala in da so včasih živeli drugačni organizmi, ki so izumrli, nastajali so novi, drugačni o čemer pričajo številni fosili
- razumejo osnovne dejavnike, ki so potrebni za nastanek nove vrste
- poznajo pomen genov kot osnovo dednosti in spremembe dednega materiala
- poznajo začetne eksperimente, ki jih je izvedel Mendel in njihov pomen za razvoj genetike



- spoznavajo zgodovino naravoslovja in naravoslovce, ki so pomembni za evolucijo (Line, Lamarck, Darwin,...)
- poznajo pomen Darwinovega dela za evolucijo
- znajo smiselno poiskati, urediti in predstaviti informacije
- znajo smiselno urediti podatke
- znajo uporabiti znanje v novih situacijah
- poznajo prilagoditve primatov na drevesni način življenja
- iščejo anatomske podobnosti in razlike med primati (človeku podobnimi opicami) in človekom
- spoznavajo, v čem se človek razlikuje od ostalih živali in primatov in ga uvrsti v sistem
- vedo, da ima človek svoje prednike, iz katerih se je razvila današnja oblika človeka
- povežejo spremembe v klimi in vegetacije s spremembami v anatomiji človečnjakov in jih kronološko opredeli
- spoznavajo človekove prednike, kdaj in kje so živeli in jih poveže z geografijo
- pozna najznačilnejše človečnjake, ki so predniki ali sorodniki današnjega človeka
- spoznavajo anatomske podobnosti in razlike človečnjakov in modernega človeka in jih kronološko opredeli
- vedo, da evolucija človeka ni potekala premo ampak radialno in da so mnoge vrste izumrle
- iščejo anatomske in morfološke razlike, ki so posledica pokončne drže
- spoznavajo razvoj kulture človečnjakov in ga poveže z razvojem možganov
- poznajo osnovno kameno orodje človečnjakov in umetnost zgodnjega modernega človeka
- znajo kritično ločiti med verodostojnimi in neverodostojnimi informacijami

- razumejo, da še vedno odkrivajo nove fosile človečnjakov, ki sliko o naši preteklosti še dopolnjujejo in včasih tudi spremenijo
- znajo smiselno povezati razvoj človeka z razvojem možganov
- ločijo med verodostojnimi in neverodostojnimi informacijami

EVOLUCIJA ČLOVEKA

Bajd, B. (2000): Evolucija človeka, Naravoslovna solnica, 4, št. 3, st. 4-10

Človeka je od nekdaj zanimalo ali smo ljudje od nekdaj taki kot smo danes ali smo se razvili iz nekih prednikov in kakšni so bili ti predniki. Od kar je splošno priznan nauk o evoluciji, da se vsa živa bitja razvijajo, in številne najdbe paleoantropologov, ki jih odkrivajo tako rekoč vsak dan, potrjujejo, da je bila naša evolucija zelo zanimiva in da še zdaleč ne vemo vsega, kar se je dogajalo v naši zgodovini.

Danes poznamo veliko zgodnjih človeku podobnih oblik, ki pa so izumrle. Vse te oblike imenujemo hominidi. Najzgodnejše oblike so bile zelo podobne danes živečim človeku podobnim opicam mlajše oblike, pa so bolj podobne sodobnemu človeku. Poznamo veliko različnih vrst zgodnjih hominidov. Če bi želeli z diagramom ponazoriti evolucijo človeka, bi bil ta podoben grmu z veliko na vse strani raztezajočimi vejami in vejicami in vsaka vejica bi pomenila ločeno hominidno vrsto. Vendar se bomo pri tokratnem pregledu osredotočili samo na nekaj bolj pomembnih in bolj poznanih vrst- glavnih vej v grmu človeške evolucije. Če bi si želeli ustvariti celotno sliko, bi morali obravnavati vsako vejico kar bi bilo bolj zapleteno in obsežno.

Različni dokazi potrjujejo, da so naši najbližji živeči sorodniki afriške človeku podobne opice- gorila in zlasti šimpanz. To **ne** pomeni, da smo se ljudje razvili iz afriških človeku podobnih opic, ampak pomeni da si delimo z njimi skupnega prednika- torej so naši bratranci in ne pa naši pra-, pra- stari starši. Opice pa so naši bolj oddaljeni sorodniki. Čeprav nimamo neposrednih dokazov, mislimo, da so se najzgodnejši hominidi ločili od prednikov afriških človeku podobnih opic 6 in 8 milijoni let. Zakaj in kako se je to zgodilo ne vemo, verjetno pa so hominidi živeli v bolj suhih, bolj odprtih predelih, medtem ko so človeku podobne opice ostale v gozdovih in gozdnati pokrajini, v podobnih kot jih najdemo danes.

Najzgodnejše fosile so našli v tektonskem jarku (Rift Valley) v vzhodni Afriki, kjer je bila relativno suha in odprta pokrajina- predvsem travniki z redkimi drevesi in gostejši pasovi gozdnate pokrajine na obrežju jezer in vzdolž bregov rek in potokov. Tu so lahko dobili hrano, (kot so plodovi, popki in jagode), zavetje pred sončno pripeko, prostor, kjer so spali in bili varni pred plenilci (levi in leopardi), v potokih pa so dobili pitno vodo. Tako ni presenetljivo, da so večino hominidnih fosilov našli v najdiščih, ki so bili na obrežju rek ali jezer. Ti fosili kažejo, da so imeli hominidi široka ramena, dolge z močnimi mišicami roke in dlani z močnimi prsti, kar jim je omogočalo dobro plezanje po drevesih. Značilno okolčje in noge so jim omogočale gibanje po dveh nogah, brez uporabe rok, kadar so bili na tleh. Hominidi so edini sesalci, ki se gibajo samo po dveh nogah-*bipedalno*, medtem ko se drugi sesalci, tudi človeku podobne opice, hodijo po vseh štirih. Torej je bipedalizem pomembna značilnost, po kateri prepoznamo hominide. Verjetno se je bipedalna hoja razvila kot način za premikanje na kratke razdalje med enim in drugim drevesom v travnati pokrajini in jim je tako omogočala, da so se hranili z rastlinami, ki rastejo na tleh (trava in žitarice, grmi, zelnate rastline), kot tudi s hrano, ki jo nudijo drevesa.

Sachelantropus tchadensis

Najdba je stara 6-7 milijonov let. Našli so skoraj popolno lobanjo (velikost možganov 380cm³) in nekaj zob. Nekateri menijo, da gre za najstarejšega človečnjaka, ki je do sedaj poznan, nekateri pa so bolj previdni in se s tem ne strinjajo. Če se bo potrdilo, da ga lahko pripisujemo človečnjakom, potem to ni le trenutno najstarejša najdba, ampak tudi najstarejša najdba izven tektonskega jarka.

Orrorin tugenensis

Najdba je stara 6 milijonov let. Nekateri strokovnjaki so skeptični, ne toliko zaradi datacije (pogorje Tugen je eno najboljše datiranih območij v Keniji) ampak menijo, da fosili pripadajo več različnim rodovom. Našli so nekaj

stegnenic, ki pričajo, da naj bi bil *O. tugenensis* 50% večji od *A. afarensisa* (Lucy). Vprašanje je, ali so bili ti osebki (tako moški kot ženski) res v povprečju večji od osebkov iz rodu *Australopithecus* ali pa gre le za izrazit spolni dimorfizem, kot ga srečamo tudi pri australopitekih. Umestitev *O. tuggenensisa* v rodoslovno drevo človečnjakov za enkrat ostaja še odprta.

Ardipithecus

Človečnjak, ki je živel pred 4.4 milijona leti. Odkrili so ga pred nekaj leti v Etiopiji. Po obrazu in čeljusti je bil podoben šimpanzu. Našli so tudi veliko delov skeleta, vendar še ni opisan, tako da vemo zelo malo o njegovi anatomiji razen tega, da je bil dobro prilagojen za plezanje po drevesih.

Australopithecus

Večina zgodnjih hominidov se imenuje australopitek, kar pomeni »južna človeku podobna opica«, ker so našli prve fosile v Južni Afriki, precej južneje, kot danes živijo šimpanz in gorila. Danes poznamo veliko oblik australopitekov. Najbolj poznani in najpomembnejši so:

Australopithecus afarensis

To vrsto poznamo po najdbah v Tanzaniji in v predelu Afar v Etiopiji, zato se tudi tako imenuje. Živel je pred 3.8-3.0 milijoni let. Najbolj slaven zgodnji hominid je delni skelet majhne ženske, ki so jo poimenovali Lucy. *A. afarensis* je bil še vedno zelo podoben šimpanzu, vendar pa je stal bolj pokončno kot šimpanz, na tleh je hodil bipedalno in imel je manjše sprednje zobe in razmeroma večje lične zobe kot danes živeče človeku podobne opice. Znane so 3,6 milijona let stare stopinje, ki so se ohranile in strdile v vulkanskem pepelu v Laetoli, Tanzanija. Domnevajo, da jih je naredil *A. afarensis*.

Australopithecus africanus

Ta vrsto poznamo iz južne Afrike. Zelo je podobna *A. afarensisu*, vendar je bolj prilagojena za plezanje, ima močan obraz in čeljusti, manjše sprednje in večje

lične zobe kot vzhodno afriške oblike. Večina primerkov te vrste je starih 2.6-3.0 milijona let. Pred kratkim so našli popoln skelet (ki ga pripisujemo tej vrsti, morda pa gre celo za drugo vrsto), ki je star 3.3 milijona let. Potrebni bi nekaj let, da bodo skelet natančno proučili in opisali. Mnogi znanstveniki mislijo, da je *A. africanus* prednik zgodnjega človeka (rod *Homo*) in tako tudi naš prednik.

Podnebje se spreminja

Pred 2.5 milijona leti pa so se začele vremenske razmere spreminjati in mnogi predeli Afrike so postali bolj suhi in bolj odprti. Gozdovi so se skrčili in travnata pokrajina pa razširila. Podnebje je postalo bolj sezonsko, s sušnim obdobjem, ki je predstavljalo posebno težko obdobje, ker je bilo v tistem času na voljo zelo malo hrane. To je bil velik izziv za hominide, ki so se morali prilagoditi na spremenjene razmere, da so lahko preživel. Začeli so se prehranjevati z rastlinami manjše kakovosti, na primer s travami in drugimi rastlinami, ki rastejo pri tleh in s plodovi, z debelo lupino in orehi, ki se niso posušili na soncu. Za tovrstno prehranjevanje so potrebovali velike čeljusti z močnimi žvečilnimi mišicami in močnejšimi, mnogo bolj velikimi ličnimi zobmi, s katerimi so hrano lahko učinkovito zdrobili in zmleli. Ker so imeli velike, močne obraze in čeljusti so poznani kot »robustni« hominidi. Vključujemo jih v rod *Australopithecus* ali včasih tudi med *Paranthropus* (»poleg človeka«). Poznani sta dve obliki:

Australopithecus (ali Paranthropus) robustus

To vrsto poznamo iz južne Afrike iz obdobja med 1.5 in 2.2 milijona let. V primerjavi z zgodnejšimi hominidi je imel večji obraz, čeljusti in zobe, ob enem pa je bil manj prilagojen na plezanje po drevju. Verjetno je izdeloval in uporabljal orodje za izkopavanje čebulic, gomoljev in korenin s katerimi se je hranil.

Australopithecus (ali Paranthropus) boisei

Ta vrsta je živel v vzhodni Afriki v obdobju med 1.2 do 2 milijona let. *A. boisei* je bil celo močnejše zgrajen kot *A. robustus*, obraz in čeljust je imel bolj masiven in izredno velike lične zobe za drobljenje in mletje trde hrane. Veliko fosilnih najdb kaže na to, da so bili v tem obdobju zelo uspešna vrsta. Po 1.2 milijona let je začelo njihovo število upadati in obe robustni vrsti sta izginili.

Zgodnji človek-*Homo*

Nas spreminjajoče vremenske razmere po 2.5 milijona let so se nekateri hominidi bolj prilagodili kot »robustne« oblike. To so najzgodnejši fosili, ki jih vključujemo v rod *Homo* (»človek«)- to je v skupino hominidov z večjimi možgani v katero spada tudi sodobni človek. Možgani najzgodnejšega človeka so bili malo večji od australopitekovih, imel je manjše lične zobe, šibkejši čeljusti in nežneje zgrajen obraz. Vse to kaže na to, da se je zgodnji človek hranil z drugačno hrano kot »robustnik« australopitek. Verjetno je jedel več sadja in živalskega mesa. To hrano mu ni bilo treba tako žvečiti kot trdo rastlinje. Zato je moral biti zgodnji človek pametnejši in hitrejši, da si je zapomnil, kje najde hrano. Potreboval je orodje, da je žival lahko ujel, jo razkosal in pojedel.

Najzgodnejši fosil, ki ga pripisujemo rodu *Homo* je zgornja čeljust, ki so jo našli skupaj z nekaj orodja v Hadarju, Etiopiji. Stara je 2.4 milijona let. Ta čeljust je kratka in široka, z majhnimi zobmi, ki so v postopno zaviti vrsti- vse to so značilnosti, ki kažejo da pripada ta čeljust rodu *Homo* in ne *Australopithecus*. Kameno orodje so ostri koščki odbiti od prodnjakov, ki so jih lahko uporabljali tudi kot čoperje ali tolkače. To orodje včasih imenujemo »pebble tool« ali »olduvaiska« industrija, ki se imenuje po soteski Olduvai v Tanzaniji, kjer so ga najprej našli.

Veliko več dokazov orodja in fosilov zgodnjega človeka je poznanih iz obdobja pred približno malo manj kot 2 milijona. V tem obdobju so živele tri različne oblike zgodnjega človeka.

Homo habilis

To vrsto dobro poznamo iz več najdišč v vzhodni Afriki, predvsem iz Olduvajske soteske v Tanzaniji in jezera Turkana v Keniji, verjetno pa tudi iz južne Afrike. Stara je malo manj kot 2 milijona let. *Homo habilis* je imel nežno zgrajen obraz in čeljusti, možgane je imel 25-40% odstotkov večje od australopitekov. Še vedno je imel dolge, močno mišičaste roke, široka ramena in kratke noge, tako da mnogi strokovnjaki menijo, da je preživel večino časa na drevesih ter da je živel v galerijskem gozdu vzdolž rečnih bregov in ob obali jezer. Ime pomeni »spreten človek«, kajti so ob prvem odkritju v Olduvajski soteski našli mnogo kamenih orodij, za katere menijo, da jih je naredil sam. Vendar pa o tem ne moremo biti popolnoma prepričani. *H. habilis* je izumrl pred 1.4 milijona leti.

Homo rudolfensis

Ta vrsta je mnogo manj poznana kot *H. habilis*. Njene fosile so našli samo blizu jezera Turkana (ki so ga včasih imenovali jezero Rudolf, po avstrijskem nadvojvodi in prestolonasledniku Rudolfu). Ena od najdb je verjetno iz Malawija. *H. rudolfensis* je imel večje možgane kot *H. habilis*, njegov obraz je bil širši in globlji ter lični zobje širši (čeprav ne tako veliki kot pri australopiteku). Če sodimo po njegovi lobanji je imel verjetno večje telo kot *habilis*, toda žal nimamo nobenih fosilov rok ali nog, tako da ne vemo, ali je hodil popolnoma vzravnan po dveh nogah ali je še vedno plezal po drevesih. *H. rudolfensis* je živel v obdobju od 1.9 do 1.7 milijona let.

Homo erectus

To je tretja in najbolj poznana ter tudi najuspešnejša vrsta zgodnjega človeka. Njegovih fosilov imamo mnogo več kot fosilov *H. habilisa* ali *H. rudolfensisa*. Najstarejši primerek *H. erectusa* je star 1.9 milijona let in je ga poznamo iz najdišč okrog jezera Turkana. Mnogo najdb poznamo tudi iz drugih predelov vzhodne Afrike, vključno z Olduvajsko sotesko, in iz najdišč v južni in severni Afriki, do obdobja okrog 0.5 milijona let ali celo manj. *H. erectus* je prvi hominid, ki so ga našli izven Afrike: poznani so fosili iz Izraela (1.4 milijona let),

Kitajske (1.2-0.3 milijona let) in Jave (1.2-0.2 milijona let). Pred nekaj leti pa so našli v Gruziji v bližini Dmanisija poleg kamenega orodja tudi več lobanj *H. erectusa* stare 1,7 milijona let. To so najstarejše najdbe izven Afrike, ki pričajo, da se je pokončni človek selil iz Afrike kmalu za tem, ko se je pojavil.

V nasprotju z drugimi zgodnjimi vrstami iz rodu *Homo*, je bil *H. erectus* razširjen na najširšem območju in tudi najdalj živel. Njegovo ime (»erectus«-vzravnano) pomeni, da je stal popolnoma vzravnano in je hodil in tekal bipedalno. Imamo mnogo fosilov okončin, ki to potrjujejo. Najpopolnejši in prepričljivi dokaz je skoraj popoln skelet 11-12 letnega dečka, ki so ga našli na zahodni strani jezera Turkana in je star 1.6 milijona. Deček je bil visok (1,6 m ko je umrl in verjetno bi dosegel velikost 1.8 m) - vitek, vendar z močnimi mišicami. To so značilnosti, ki so mu omogočale, da se je hitro in lagodno premikal v vroči, suhi afriški savani. Menimo, da je živel samo na tleh in v nasprotju s *H. habilisom*, ni preživel veliko časa na drevesih, razen mogoče takrat, ko je obiral plodove ali kadar je zbežal pred plenilci, kot so levi in leopardi.

H. erectus je imel večje možgane kot *H. habilis* in *H. rudolfensis*, z možgansko prostornino 1000 cm³. Največji možgani *H. erectusa*, se ujemajo s prostornino z najmanjšimi možgani modernega človeka. V nasprotju z modernim človekom, je imel *erectus* debelejšje lobanjske kosti in močne nadočesne oboke. Obraz in čeljusti so bili relativno nežno zgrajeni in zobje relativno majhni. *H. erectus* je uporabljal orodja, da se je lahko prehranjeval z rastlinami in živalmi. V mnogih najdiščih v Afriki in zahodni Aziji so našli veliko kamenih orodij-pestnjakov, ki imajo obliko hruške ali mandlja, ki so običajno zelo fino izdelani. Pravilne oblike orodja in spretnost, ki je bila potrebna za izdelavo kažejo na to, da je bil *H. erectus* verjetno bolj inteligenen kot druge oblike zgodnjega človeka ter prav gotovo bolj inteligenen kot robustni avstralopiteki, ki so živeli istočasno z zgodnjim *erectusom*.

Druge skupine *erectusa* v vzhodni Aziji izgleda, da niso imele pestnjakov, verjetno zato, ker ni bilo na razpolago primerne materiala. Zato so verjetno uporabljali orodje iz lesa in bambusa, kamnite odbitke in čoperje - zgodnje afriške prodnjake.

Nekatere poznejše skupine *H. erectusa* so živele v severnejših predelih, daleč od tropov, kjer so se spreminjali letni časi in pozimi kratki dnevi in malo hrane. Eno tako najdišče je na Kitajskem blizu Pekinga, Zhoukoudian, v katerem so našli veliko fosilov *H. erectusa* skupaj z živalskimi kostmi, semeni drevesa koprivovca in orodjem. Dolgo časa so arheologi mislili, da je *H. erectus* uporabljal ogenj, s tem, da se je grel in si svetil, vendar pa danes o tem niso več tako trdno prepričani.

Homo heidelbergensis

To vrsto poznamo iz Afrike in Evrope iz obdobja 0.8- 0.2 milijona let. *Homo heidelbergensis* je bil po višini in telesni zgradbi ter po obrazu in čeljusti zelo podoben *H. erectusu*, vendar je imel malo večje možgane in lobanjo; in čeprav je bila ta močno zgrajena, je bila bolj zaokrožena. Pomembna najdišča so na različnih krajih v južni Afriki, Zambiji, Tanzaniji in Keniji. V Evropi so poznamo najzgodnejše primerke stare 0.8 milijona let iz Atapuercke (severna Španija), medtem ko so drugi pomembnejši fosili stari od 0.2-0.5 milijona let. Med njimi so spodnja čeljustnica iz Heidelberga (Nemčija), lobanja iz Petralone (Grčija) in manj popolno ohranjene najdbe iz Arago (južna Francija), Swanscombe (Anglija), Steinheim (Nemčija) in Verteszollosa (Madžarska). Zlasti pomembna je zbirka (ki se še veča) primerkov, starih okrog 0,4 milijona let, ki so jih našli v »Breznu kosti«- drugo najdišče v Atapuerci.

Evropo so verjetno najprej naselili zgodnji ljudje v obdobju malo po 1 milijonu let. Prve naselitve so bile omejene na južni del kontineta, blizu Sredozemlja in Iberije, in sicer samo v obdobju med medledenimi dobami, ko je bilo podnebje mnogo toplejše, kakor je danes. Verjetno pa Evropa med mrzlimi glaciali (ledenimi dobami) ni bila naseljena. Po obdobju okrog 0.5 milijona let najdemo primerke tudi v severnih predelih (Angliji, Nemčiji) med toplimi obdobji. Za okrog 0.2 milijona let imamo dokaze, da so ljudje lahko neprekinjeno živeli v vseh predelih Evrope razen v severni Evropi med hladnimi kot tudi toplimi obdobji. Nekatere pozne populacije *H. heidelbergensis* so

bile verjetno predniki naslednje zgodnje človeške oblike- neandertalca, ki se je razvil v hladnem obdobju med 0.15 in 0.2 milijona let.

Homo neanderthalensis- neandertalec

To vrsto poznamo najdlje, zato je tudi najbolj znana vrsta zgodnjega človeka, ki je izumrla. Obenem je tudi najmlajša vrsta (poleg naše); najstarejši primerki so stari okrog 150.000 let in najmlajši pa približno 27.000 let. Znana je zbirka starih ostankov iz Krapine (Hrvaška), stara 130.000 let, medtem ko je večina najdb starih manj kot 40.000 let. Najbolj znane so jih iz jugozahodne Francije in južne Španije. Ti primerki se imenujejo po dolini Neander blizu Disseldorfa v Nemčiji. Mnoge poznamo iz najdišč v zahodni, osrednji in vzhodni Evropi, vzhodno do Rusije in južno do Bližnjega vzhoda. Neandertalci so imeli zelo značilno podobo: bili so nizke rasti in čokati, prsni koš so imeli v obliki soda, kratke roke in noge, in močne mišice- skratka obliko telesa, ki jim je omogočala, preživetje v hladnem podnebju, v katerem so živeli. Imeli so velike možgane in dolgo lobanjo in obrazni del je segal precej naprej, imeli so velik nos, ki je štrlel naprej, in navzdol segajoče lične kosti. Nekateri strokovnjaki mislijo, da neandertalci niso mogli govoriti tako dobro kot mi, drugi pa mislijo, da se glede tega niso razlikovali od nas. Neandertalski skeleti, ki jih danes poznamo, so relativno popolni, ker so neandertalci pokopavali pokojne. Tako vemo, kakšna je bila njihova zunanost in kako so se obnašali.

Neandertalci so imeli težko življenje. Čeprav so bili neandertalci močni, so strokovnjaki na večini njihovih skeletov odkrili poškodbe. Nekatere od njih so bile hude, na njih se vidijo zgodnje obrabe in raztrganine sklepov in okončin. Mnogo jih je umrlo v zgodnji mladosti ali otroštvu in celo odrasli so redko živeli dlje kot trideset let. Za bolne in poškodovane so skrbeli drugi v skupini. Skelet iz Shanidara (Irak) ima velike poškodbe po eni strani telesa, je brez enega očesa, ima rane na obrazu, poškodovano ramo in zgornji del podlahti, ki je bila amputirana v višini komolca in kaže, da je oseba šepala na eno nogo. Kljub vsem tem poškodbam si je opomogla in je živela še nekaj let, verjetno

ob oskrbi drugih v skupini. Mnogo poškodb je pri neandertalcih nastalo zaradi tega, ker so lovili in se spopadali z živalmi od blizu, na primer z jamskimi medvedi in dlakavimi nosorogi. Ker menimo, da so pri lovu uporabljali kratke koničaste sulice (ki jih niso metali), so se morali zelo približati živali.

Znani so tudi ostanki živali, ki so jih uporabljali pri prehrani- jelenov, konjev, kozorogov, zajcev in lisic, v predelih ob morski obali pa tudi školjk. Arheologi menijo, da so neandertalci živeli v osrednjem taboru, od koder so hodili na lov in nabiranje hrane v bližnjo okolico. Večina njihovega orodja je narejena iz kremena, les za držaj sulice se ni ohranil. Zelo malo pa je orodja iz kosti, slonovine ali rogov, kar je presenetljivo, saj so se kosti ohranile v najdiščih neandertalcev med ostanki hrane. Pomembna izjema je verjetno piščal iz najdišča Divje babe v Sloveniji. Če bodo študije potrdile, da je najdba res piščal in iz obdobja neandertalca, bo najdba najstarejši glasbeni inštrument na svetu. Nekatera najdišča kažejo, da so neandertalci uporabljali okraske (obdelane živalske zobe, označene-udolbljene prodnjake). V nekaterih najdiščih znotraj kontinenta pa so našli veliko školjčnih lupin, kar kaže na to, da so neandertalci prehodili velike razdalje.

Neandertalci so svoje pokojne pokopavali, pogosto v počepu ali skrčeni legi, tako da so bila kolena potegnjena nad telesom. Arheologi so včasih mislili, da so neandertalci oskrbeli pokojne z orodjem in hrano in da so neandertalci verjeli v posmrtno življenje. Toda sedaj znanstveniki ugotavljajo, da nimamo dovolj dokazov za tako mišljenje: orodje in kosti so verjetno ostale na območju, ker so neandertalci živeli, tam pa so telo tudi pokopali. Tako lahko rečemo, da so bili neandertalci, čeprav niso bili tako »moderni«, kot smo včasih mislili, še vedno mnogo bolj človeški po obnašanju kot katera koli zgodnja oblika vrste *Homo*.

Homo sapiens

Tako ime imajo ljudje kot smo mi- visoki, vitki in nežno zgrajeni osebk, ki imajo ploščate obraze, šibke čeljusti in izrazito brado. Možganski del lobanje je visok in zaokrožen, nadočesni oboki pa niso močno razviti. Najzgodnejši ostanki so znani iz južne in vzhodne Afrike in so stari med 80.000-120.000 let, kar kaže na to, da so se verjetno moreni ljudje razvili iz poznih afriških populacij *H. heidelbergensis*-a, ali njemu podobnih oblik zgodnjega človeka. Malo mlajši ostanki so znani iz Izraela iz obdobja med 80.000-100.000 let in iz Avstralije 60.000 let in verjetno celo do 100.000 let. Na drugi strani pa so najdbe iz Evrope mnogo mlajše (45.000 let ali celo manj) in prav tako nekaj najdb iz vzhodne Azije.

Najzgodnejši *Homo sapiens* na Bližnjem vzhodu se časovni prekrivajo z neandertalcem, vendar se močno razlikujeta po videzu. *H. sapiens* je bil visok, vitek, torej prilagojen na toplo podnebje, medtem, ko je bil neandertalec nižje rasti, bolj čokat, torej prilagojen na hladno podnebje. Nekateri strokovnjaki menijo, da sta se neandertalec in *H. sapiens* selila na bližnji vzhod in nazaj, glede na spremembe podnebja. Neandertalec se je v obdobju mrzlega vremena selili južno od Evrope in Rusije, se v toplem obdobju pa se je vrnil nazaj. *H. sapiens* pa je selil severno od Afrike. Čeprav sta živela v istih predelih in sta uporabljala enako orodje, odkritja nakazujejo, da sta se glede bivanja precej razlikovala. Neandertalec je živel v glavnem taboru in iz njega hodili na lov in po hrano, zgodnji *H. sapiens* pa je bil verjetno bolj mobilen, in se selil iz enega predela na drugega in hodil po večjem področju.

Zgodnji moderni ljudje so prišli v Evropo verjetno pred 45.000 leti prek Balkana. Selili so se proti zahodu vzdolž sredozemske obale in navzgor po reki Donavi. Pred 35.000 leti so naseljevali osrednjo Evropo in malo po 30.000 leti tudi jugozahodno Francijo. S seboj so prinesli novo orodje, kot so svedri, dleta, strgala, šila narejena iz kremenovih rezil (ne odbitkov) in orodje iz kosti, rogovja in slonovine, na primer harpune in celo konice in igle. Mnoge od teh so gravirane ali izrezljane: zgodnji človek je očitno rad okraševal. Imamo

veliko primerov upodabljaajoče umetnosti s človeškimi in živalskimi figurami, koraldami in obeski (včasih po sto ali celo tisoč), ki so jih imeli na oblekah in čudovite slikarije na stenah jam in v skalnih previsih v Franciji in Španiji. Barvo so delali z okro, ogljem in rastlinskimi barvili, pomešanimi z živalsko maščobo. Verjetno so jo nanašali s prsti ali s paličico ali »gobo«, ki so jo naredili iz mahu. Čeprav na nekaterih slikarijah izgleda, da so upodobljeni ljudje, so večinoma risali živali- mamute, dlakave nosoroge, jelene, konje in bizone. Ti so bili pomemben vir hrane in mnogi arheologi menijo, da so slikarije uporabljali v čarovniških ritualih, da bi lovcem pomagal ujeti plen.

Ko so se skupine *H. sapiensa* preselile v Evropo so se srečale z neandertalci, ki so že živeli na tem območju. Strokovnjaki imajo različne poglede o tem, kaj se je dogajalo. Nekateri menijo, da so zgodnji moderni ljudje potisnili neandertalce iz njihovih predelov in ti so začeli izginjati in verjetno so izumrli. Drugi pa menijo da sta obe skupini živeli druga ob drugi in se mogoče celo med seboj plodili in križali. V zadnjem času nekateri trdijo, da skelet otroka, ki so ga našli na Portugalskem, kaže mešanico neandertalca in zgodnjega modernega človeka ter je dokaz, da so se križali med seboj. Na nekaterih mestih v jugozahodni Franciji in delih Italije so našli orodje, ki kaže, da so se neandertalci učili od zgodnjega *H. sapiensa*. Kopirali so nova kamena orodja in jih priredili na poseben način, delali so izdelke iz kosti in slonovine in začeli okraševati izdelke. Vendar pa na večini mest po obdobju prekrivanja 3-5.000 let neandertalci izginili. Najpoznejši neandertalec je bil v južni Španiji, in to pred 27.000 leti.

Ko je neandertalec izginil, so se skupine *H.sapiensa* razmnožile in razširile po ozemlju. Poznamo najdbe po vsej Evropi, v Rusiji in Daljnem vzhodu, kot je Kitajska in Sibirija. Pred približno 18.000 leti je bilo precej hladno, ledeniki so se razširili, gladina morja se je znižala in precej zemlje okrog kontinentov je bilo odkrite. Verjetno so ravno v tem času ljudje potovali iz Sibirije v Severno Ameriko, vendar so bili več sto let priklenjeni na Aljasko. Ko so se ledene ploskve stalile, so se odprle nove poti, in predniki današnjih ameriških

indijancev so se razširili prek Severne in Južne Amerike pred približno 12.000 leti.

Po približno 14.000 leti je podnebje postalo toplejše in ledene ploskve so se stalile, kar je prineslo nove spremembe. Brezovi in borovi gozdovi so prerasli večje predele odprte stepe; živali, ki so živele v odprtih pokrajinah kot so mamut in dlakavi nosorog so izumrle, severne jelene pa so zamenjali navadni jeleni.

Vse to je pogojevalo, da so ljudje morali najti nove načine lovljenja in novo hrano. Namesto lova čred na odprti travnati pokrajini so začeli loviti posamezne živali v gozdu, bolj so se hranili s ptiči bili odvisni od ribolova. Pri prehodu na nov način prehranjevanja so si pomagali z novim orodjem, kot so konice za kopja in harpune za ribolov ter loki in puščice za lovljenje. Rastlinska hrana je postala pomembnejša in mnoge skupine so se začele nabirati semena različnih rastlin, predvsem žitaric. V obdobju pred 10.000 -11.000 leti so na Srednjem vzhodu posamezne skupine ljudi začele saditi in gojiti lastne žitarice, okopavati zemljo in pobirati pridelek. Druge skupine ljudi so ujele živali, jih hranile in nato pojedle (na primer severne jelene v severni Evropi ter ovce in koze na Bližnjem vzhodu). Tako so lahko preživeli tudi v času pomanjkanja. Nekatere živali so sčasoma udomačili. Tistim, ki so gojili žitarice in udomačili koze in ovce (Na Bližnjem vzhodu), se ni bilo potrebno seliti tako pogosto kot lovcem in nabiralcem. Začeli so graditi bolj stalne hiše iz blatnih opek, ki so jih zaščitili z zidom okrog skupin hiš in zemljišč, kjer gojili živino. Pojavile so se prve vasi in revolucija kmetovanja se je začela.

Homo floresensis

Pred nekaj leti so odkrili novo vrsto, ki so jo poimenovali po otoku Flores (Indonezija). Najdba naj bi bila stara 18.000 let, torej se časovno se prekriva z modernim človekom. Razvil se verjetno iz *H. erectusa*. Omejeni viri hrane na otoku Flores so verjetno povzročili, da se je *H. erectus*, ki je bil sicer podobne velikosti kot mi, v rasti postopno manjšal. To je oblika specializacije kot jo

poznamo pri pritlikavem slonu (ki je potomec indijskega slona) kot tudi pri organizmih na drugih otokih.

Skelet in glava, ki je dobro ohranjena, je pripadala ženski stari 30 let, ki je bila visoka 1 m *Homo floresensis* je najnižji in najmanjši predstavnik do sedaj poznanih hominidov

Imeli so majhno lobanjo (380 cm^3) kar je v najnižjem rangi šimpanzov ali najstarejših australopitekov.

Odkritje *H. floresensis* je izredno pomembno. Razlikuje se od ostalih osebkov roda *Homo*, ki kaže na veliko variabilnost v okviru *Homo* in potrjuje, da razvoj ni šel samo linearno. Najdba dokazuje, da je rod *Homo* morfološko bolj raznolik in fleksibilen kot odgovor na prilagoditev okolja, kot smo mislili do sedaj.

Izbrane teme iz genetike v osnovni in srednji šoli

Jelka Stregar,

Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

TEORETIČNA IZHODIŠČA

Genetika je dokaj široko, zapleteno in hitro razvijajoče se področje biologije, ki, kot vemo iz šolske prakse, tudi učencem predstavlja veliko težav. Učitelji se srečujemo s problemom, kako tako vsebino predstaviti na čim bolj razumljiv način in kako posredovati tisto, kar morajo učenci odnesti od pouka, ker bodo to potrebovali v nadaljnjem življenju, da bodo lahko razumeli svoje zdravje sedaj in v prihodnosti, in hkrati kot trdno osnovo za morebitno nadaljnje izobraževanje. Učiteljem poučevanje genetike ne sme vzeti poguma, pravijo Venville in sodelavci (Castro, 2009), to je pomembno, ker učenci morajo biti sposobni razumeti temelje genetike, kot del naravoslovne pismenosti v sodobnem svetu.

Predznanje učencev in napačne predstave o genetiki

Genetika se smatra za enega najtežjih področij v biologiji. Mehanizmi v genetiki so težko razumljivi, ker je teme, kot je ugotovil Mbajjorgu s sodelavci (Castro, 2009), težko predstaviti brez posebnih instrumentov. Lewis and Kattmann (Castro, 2009) ugotavljata, da je pri pojasnjevanju, kako se lastnosti prenašajo iz ene generacije v naslednjo, uporaba besed geni, DNA in kromosomi med seboj pogosto pomešana. Učenci razumejo, na kakšen način geni sodelujejo pri prenašanju lastnosti, vendar njihovo razumevanje ni v skladu z biološko teorijo; menijo, na primer, da se geni prenašajo s staršev kot celota in identično določajo lastnosti. Čeprav se to morda pravilno, če izhajamo iz opazovanj, pa so mikroskopsko mehanizmi genov in variacij bolj kompleksni.

Venville in sodelavci (Castro, 2009) pravijo, da znanje o dedovanju in DNA izhaja iz nečesa, kar raziskovalci imenujejo »nižji kulturni viri«. Ti viri so filmi, stripi, televizija in računalniške igrice, ki obravnavajo znanstveno fantastične vsebine. Današnji mediji ne razlikujejo med geni in DNA, temveč besedi med seboj zamenjujejo v različnih situacijah in z mehanizmi njihovega delovanja se v zgodbi praviloma ne ukvarjajo.

Predstave učencev izhajajo tudi iz vsakodnevnega življenja ("everyday conceptual framework"), kot poročata Lewis in Kattman (Castro, 2009). Te predstave otroci oblikujejo ob opazovanju svojih družin. Otroci opazijo, da so si ljudje z enakim priimkom podobni, da so sami podobni svojim sorojencem ali staršem, iz česar sklepajo, da je to način, kako deluje dedovanje. Dedovanje je mogoče opazovati tudi na primerih, kot je dediščina. Otroški koncepti o genetiki temeljijo torej na sorodnosti njihovih družin in odnosih znotraj le-teh, kot ugotavljajo Mbajjorgu in sodelavci (Castro, 2009). Na predstave otrok o genetiki vplivajo tudi predstave ljudi med katerimi živijo, le-te pa so pogosto tudi napačne.

Primeri napačnih predstav na področju genetike so (Driver, Squires, Rushworth in Wood-Robinson, 1994; Lewis, Leach in Wood-Robinson, 2000):

- vse variacije med organizmi iste vrste so samo posledica okoljskih dejavnikov,
- genetske informacije ne vsebujejo vsa živa bitja,
- gen ni realna stvar,
- geni, ki nosijo genetski material, so samo v krvi ali samo v možganih ali pa samo v razmnoževalnih organih,
- živo bitje ima samo tiste gene, ki se izrazijo v lastnostih, na primer zvijanje jezika, ne pa tudi za lastnosti, ki se ne izrazijo, kot je na primer rdeča barva las,
- pridobljene lastnosti, na primer močne mišice, se lahko prenesejo na potomce,

- deduje se povprečje genov obeh staršev, tako da na primer črna koža in bela koža staršev dasta skupaj rjavo kožo potomcev, kar pomeni, da je vsaka otrokova lastnost približno na sredini med lastnostima staršev.

Wood-Robinson (1994) navaja številne napačne predstave, ki so jih imeli učenci različnih starosti na različnih delih sveta o temah, ki so povezane z genetiko in razmnoževanjem. Tako so učenci zelo pogosto menili, da se rastline ne razmnožujejo spolno. Tudi sicer si imeli o genetiki rastlin presenetljive predstave; medtem ko so vedeli, da se pasme krav razlikujejo zato, ker imajo različne starše, pa so razlike med sortami rastlin pripisovali vplivu okolja. O razmnoževanju bakterij so vedeli zelo malo, večina učencev je menila, da se razmnožujejo nespolno, ali pa sploh niso vedeli, kako. Učenci niti pri živalih niso imeli prave predstave o tem, kakšni so mehanizmi prenašanja lastnosti na potomce. Tako so menili, da pri psih iste pasme na različno barvo mladičev pomembneje vpliva samica kot samec, da torej starši neenakovredno vplivajo na lastnosti potomcev. Pogosto so odgovarjali, da se lastnosti prenašajo na potomce istega spola (npr. velikost pri človeku). Prav tako učenci zelo pogosto niso ločili med somatskimi spremembami na osebni nivoju in spremembami v spolnih celicah. Veliko je bilo nejasnosti med konceptom dednih sprememb v populaciji, ki se dogajajo v dolгих časovnih obdobjih oziroma generacijah in konceptom nedednih sprememb pri posameznih organizmih, ki se zgodijo v času življenja tega organizma. Mnogi učenci so bili prepričani, da če mišim odrežemo rep, bodo tudi njihovi potomci brez repa, še posebej to velja, če bi rezanje ponavljali prek več generacij miši. Podobno so številni učenci odgovarjali, da so otroci atletov tudi sami boljši atleti. Nasprotno pa so vedeli, da če vrtnar dobi žulje, ali če drevesu odluščimo skorjo, to niso lastnosti, ki bi se prenesle na potomstvo. Učenci so vedeli, da obstajajo variacije znotraj vrste, vendar niti tisti, ki so vedeli tudi, da so variacije povezane s starši (da se med generacijami prenašajo geni), pogosto niso razumeli, na kakšen način. Učenci so načeloma vedeli, kaj je genetski inženiring, niso pa znali navesti zgleda zanj.

Napačne predstave so globoko zasidrane in jih ljudje težko zavržejo, četudi so soočeni s prepričljivimi dokazi, da je njihovo razmišljanje napačno. Zaradi tega napačne predstave pomenijo veliko oviro pri učenju. Če želimo biti pri učenju učinkoviti, moramo te napačne pri učencih prepoznati. Pravih napačnih predstav je verjetno manj kot naivnih predstav, vendar je tudi te treba poznati. Odgovora „gen je lastnost“ ali „gen kodira lastnost“ nista nujno napačna, sta le zelo preprosta. Dijak, ki da tak odgovor, ima nekaj znanja o vlogi genov, nima pa dovolj kakovostnega znanja, da bi znal oblikovati kompleksnejši odgovor. Dijak, ki odgovori „en gen kodira eno transkripcijsko enoto, ki se lahko na različne načine poveže v različne mRNA“, pokaže višji nivo znanja (Elrod, 2007).

Termin, ki se ga v zvezi z napačnimi predstavami tudi uporablja, je alternativna predstava. Fisher (1985) za napačne predstave oziroma alternativne predstave navaja naslednje značilnosti:

1. Napačne predstave se razlikujejo od predstav, ki jih imajo strokovnjaki z danega področja.
2. Iste napačne predstave so razširjene med velikim številom ljudi.
3. Številne napačne predstave je zelo težko odpraviti ali spremeniti, kar velja vsaj za tradicionalne metode poučevanja.
4. Napačne predstave včasih vključujejo alternativne sistema prepričanj, ki so zgrajeni iz logično povezanih sklopov trditev, ki jih učenci sistematično uporabljajo.
5. Nekatere napačne predstave imajo zgodovinsko ozadje, kar pomeni, da nekatere napačne predstave, ki jih danes uporabljajo učenci, odražajo znanje, ki so ga podpirali nekdani strokovnjaki na danem področju.
6. Napačne predstave se lahko pojavijo kot posledica:
 - nevroloških vzrokov ali genetskega programiranja (kot v primeru struktur za avtomatično obdelavo jezika, ki se lahko priključijo, kadar „preberemo“ enačbo);

- določenih izkušenj, ki jih ima običajno veliko ljudi (na primer s premikajočimi se predmeti) ali
- poučevanja v šoli ali v drugačnih okoliščinah.

Napačne predstave tistemu, ki jih ima, dokaj dobro služijo. Tako na primer posamezniku pomagajo zmanjšati obremenitev pri obdelavi informacij. Prav tako ni nujno, da ovirajo izvedbo različnih praktičnih nalog. Oseba ima, na primer, lahko napačno predstavo o tem, kako se gibljejo predmeti, vendar je kljub temu spretna pri lovu žoge. V določenih primerih pa je posledica napačnih predstav lahko napaka. Tako bo oseba iz zgornjega primera na testu iz mehanike verjetno napačno odgovarjala na vprašanja o gibanju predmetov (Fisher 1985).

Težava pri teh vrstah napačnih predstav je, uskladiti jih z novjšimi in pravilnimi predstavami, ugotavljata Lewis in Kattmann (Castro, 2009). Tudi če učenci uporabljajo strokovnobiološki besednjak, izrazov ne uporabljajo pravilno. Učenci se v strokovni terminologiji izgubijo in izrazov ne povežejo med seboj. Učenci ne doumejo popolnoma mehanizmov dedovanja. Gene si predstavljajo kot majhne molekule, ki nosijo lastnosti in se preprosto prenašajo s staršev na potomce, niso pa sposobni ugotoviti, kako so geni povezani z DNA. Učenci se zanašajo na to, da jih bodo mehanizme naučili, vendar se izgubijo v njihovi lastni zmedi.

Z napačnimi predstavami pa niso obremenjeni samo učenci, temveč tudi učitelji. Tako sta na primer Martin in Ogsborn (1997) opisala, kakšne so predstave osnovnošolskih učiteljev, ki poučujejo nižje razrede, o genih. Po njihovi osnovni predstavi so geni delci, ki se nespremenjeni prenašajo s staršev na potomce. Po tem modelu je gen povezan z eno lastnostjo in prisotnost lastnosti pomeni prisotnost gena.

Pomembno je, da vemo, kakšne so napačne predstave učencev, njihove domneve in predhodno znanje v zvezi z genetiko. Učitelji imajo težave pri spreminjanju in poučevanju genetike, učenci pa imajo težave z razumevanjem in povezovanjem tega znanja, ker se genetiko poučuje na makro, mikro in simboličnem nivoju, ugotavljajo Mbajjorgu in sodelavci (Castro, 2009). Učitelji se morajo tega zavedati, saj jim to omogoča vpogled v opažanja, ki so jih učenci že opravili. To je mogoče uporabiti kot izhodišče, ko učitelj poskuša popraviti predstave učencev.

Učenci svoje obstoječe predstave spremenijo samo pod določenimi pogoji. Teorija pravi, da je pri učencih treba zmanjšati pomen obstoječih predstav in povečati pomen strokovno pravih predstav, da bo poteklo učenje. Pri spreminjanju predstav učencev je pomembnih veliko dejavnikov. Eden izmed njih je učenčeva kognicija, poleg tega pa je treba upoštevati tudi vplive okolja, razreda, okoliščin in čustvene dejavnike, kot so njegovi cilji, osebni interes, pričakovanja in potrebe, prav tako pa je pomemben tudi odnos med učenci in učiteljem.

Vse povedano dokazuje, da učenci genetike ne razumejo celostno. Učitelji lahko pomagajo, da učenci bolje povežejo znanje, ki ga le-ti že imajo o genih, DNA in dedovanju s širšo predstavo na mikro, makro in simboličnem nivoju. Če se učitelji ne zavedajo teh napačnih predstav, nastane pregrada, ki vodi do zmede in neurejenosti, sta ugotovila Lewis in Kattmann (Castro, 2009). Napačnih predstav bi se morali zavedati ne samo učitelji temveč tudi učenci. Ko učenci uvidijo te predstave, jih je lažje spreminjati ali poudarjati. Učenci bodo morda sposobni sami narediti povezave. Če se o predstavah lahko pogovorijo, jim to lahko pomaga razčleniti, kaj je pri njihovih predstavah narobe in kaj prav. S pomočjo pogovora lahko učenci dejavno konstruirajo in rekonstruirajo svoje znanje, navajajo Mbajjorgu in sodelavci (Castro, 2009). Učitelji morajo sprejeti, da napačne predstave pri učencih obstajajo in naj jih

poskusijo izkoristiti v pozitivnem smislu; predhodno znanje učencev daje osnovo, treba pa ga je razčistiti.

Raziskave so tudi pokazale, da imajo lahko učenci istočasno dve različni predstavi o isti temi, katero bodo uporabili pa je odvisno od situacije, v kateri se nahajajo (Venville in Treagust, 1998).

Učitelji morajo poznati napačne predstave, ki so med učenci splošno razširjene, ne samo zaradi procesa poučevanja temveč tudi zaradi preverjanja znanja, saj so napačne predstave izhodišče za oblikovanje distraktorjev pri pripravi testov znanja (Roseman, Caldwell, Gogos in Kurth (2006).

Konceptualno in proceduralno znanje o genetiki

Za razumevanje molekularne osnove dednosti je treba dobro razumeti dve osnovni funkciji DNA, in sicer da DNA določa lastnosti organizmov in da DNA prenaša informacije z generacije na generacijo (Roseman, Caldwell, Gogos in Kurth, 2006). Pričakuje se, da učenci poznajo prenos genetske informacije in da so to znanje sposobni povezovati in ga uporabljati na različnih nivojih biološke organizacije in v različnem času. Poučevanje, ki je usmerjeno tako, da vodi do dobrega razumevanja teh dveh funkcij DNA predstavlja potencialno uporabno nasprotje tipičnemu načinu obdelave te tematike v učbenikih, kjer so Mendlovi zakoni dedovanja obravnavani pred DNA, DNA pa ni povezana naprej z delovanjem beljakovin.

Poučevanje genetike, vključno z uporabo Punnetovih kvadratov je pomemben del tipičnega učnega načrta za splošnoizobraževalne srednje šole. Vendar pa je Cavallo (1996) v svoji študiji prišla do spoznanj, ki bi morala sprožiti večjo skrb in zanimanje med učitelji biologije. Ugotovila je, da se mnogi učenci pri pouku učijo naravoslovje kot izolirane podatke in ne uvidijo medsebojnih odnosov, ki veljajo v naravi in svetu okoli njih. Zaradi učenja na

pamet lahko postane nadaljnje učenje naravoslovja vse bolj naporno in lahko mnoge odvrne od naravoslovja v celoti. Učitelji si morajo prizadevati, da bi bolje razumeli, kako lahko učenci bolje razumejo naravoslovne koncepte in razvijajo boljše sposobnosti sklepanja, kar jih bo vodilo do tega, da bo njihovo znanje bolj kakovostno.

Cavallo (1996) je v svoji raziskavi ugotavljala kakšen je odnos med povezanim genetskim znanjem učencev in sposobnostjo učencev, da rešijo in razložijo probleme z uporabo Punnettovih kvadratov. Izhodiščna usmerjenost učencev k smiselnemu učenju je najbolj vplivala na sposobnost učencev za razumevanje medsebojnih povezav med obravnavanimi temami. Sposobnost razmišljanja pa je najbolj vplivala na sposobnost učencev za reševanje genetskih problemov. Zanimivo je, da je izhodiščna usmerjenost učencev k smiselnemu učenju najbolje napovedala dosežke učencev na vsa testna vprašanja razen na vprašanja odprtega tipa. Raziskava miselnih modelov pri razlagi mejoze, Punnettovih kvadratov in odnosa med mejozo in uporabo Punnettovih kvadratov je pokazala edinstvene vzorce razumevanja teh tem pri učencih. Ta raziskava je prispevala podatke za učitelje o tem, kako učenci pridobivajo smiselno znanje genetike.

Učenci drugega letnika srednje šole so v intervjuju in vprašalniku odprtega tipa pojasnjevali, kako je biološki proces mejoze povezan z uporabo Punnettovih kvadratov genetiki. Očitno je, da imajo nekateri učenci težave pri oblikovanju konceptualnih odnosov ali povezav med mejozo in uporabo Punnettovih kvadratov, ki so značilno predstavljeni v bioloških učnih načrtih za srednje šole. Še več, učenci imajo težave pri razumevanju pomena simbolov in postopkov, ki so uporabljeni pri Punnettovih kvadratih. Težava pri učenju takih tem ločeno ene od druge je, da nove teme (npr. Punnettovi kvadrati, dedovanje, genetika), ki običajno temeljijo na predhodnih učnih temah (npr. mejozi), učencem niso razumljive. Zato se učenci pogosto naučijo teh tem predvsem na pamet in imajo težave pri razumevanju tem, ki sledijo. Poleg

tega tak faktografski način pridobivanja znanja učence lahko frustrira in jih zato odvrne od naravoslovja v šoli in kasneje pri izbiri poklica, so ugotovili Novak ter Ridley in Novak (Cavallo, 1996).

Mnogi učenci torej ne izoblikujejo povezav med koncepti, informacijami in naravoslovnimi idejami ter so nagnjeni k temu, da se dejstva učijo na pamet in ločeno enega od drugega, ugotavljajo Cavallo in Schafer ter Novak (Cavallo, 1996). Če se učimo na pamet, to ovira učenje novega naravoslovnega znanja, meni Novak (Cavallo, 1996), in negativno vpliva na oblikovanje pravilnega in zanesljivega naravoslovnega razumevanja pri učencih. Še več, BouJaoude pravi (Cavallo, 1996), da če se učenci dosledno učijo na pamet, lahko izoblikujejo napačne predstave o naravoslovnih konceptih.

Cavallo (1996) navaja številne avtorje (Browning; Cho, Kahle in Nordland; Stewart; Stewart in Dale), ki menijo da se učenci mejozo in genetiko pogosto učijo na pamet in da je zato smiselnemu učenju teh tem treba posvetiti posebno pozornost. Kot že navedeno, se učenci pogosto učijo mejozo in genetiko kot ločeni, nepovezani temi in zato verjetno ne oblikujejo povezave med njima. Številni učenci lahko uspešno uporabljajo Punnettove kvadrate, ne da bi razumeli koncepte, ki jih njihova uporaba predstavlja, in ne da bi oblikovali konceptualno povezavo med procesi mejoze in razporeditvijo genetskih lastnosti pri oploditvi, poročajo Browning, Cho in sodelavci, Kinnear ter Stewart (Cavallo, 1996).

Rezultati so pokazali, da sta izhodiščna usmerjenost učencev k smiselnemu učenju in predhodno znanje o mejozi pomembno pozitivno povezana s smiselnim razumevanjem genetskih tem, posebno uporabe Punnettovih kvadratov. Usmerjenost k smiselnemu učenju je bila pomembna za razumevanje odnosov med mejozo in uporabo Punnettovih kvadratov za reševanje genetskih problemov (npr. črke, uporabljene okoli zunanosti

kvadrata predstavljajo gene za določene lastnosti v gametah ali spolnih celicah moškega ali ženskega organizma; izpolnjevanje polj v kvadratu pa predstavlja oploditev (Cavallo, 1991; Cavallo in Schafer, 1994).

Lawson in Thompson (Cavallo, 1996) sta opozorila na pomen stopnje kognitivnih operacij, na kateri so učenci (predformalna ali formalno-logična) v povezavi z njihovim razumevanjem genetike. Gipson, Abraham in Renner (Cavallo, 1996) pa so opozorili na pomen stopnje kognitivnih operacij, na kateri so učenci, v zvezi reševanjem genetskih problemov. Lawson in Thompson (Cavallo, 1996) sta ugotovila, da so bile miselne sposobnosti učencev (reasoning ability) statistično pomembno povezane s številom napačnih predstav v genetiki, ki so jih ti učenci imeli.

Gipson s sodelavci ter Lawson in Renner (Cavallo, 1996) so trdili, da reševanje in razlaganje genetskih problemov vključuje operacije formalno-logičnega nivoja, kot so kombinatorično, proporcionalno in verjetnostno mišljenje, kar je v skladu s Piagetovo razvojno teorijo. Po drugi strani pa sta Smith in Sims (Cavallo, 1996) trdila, da na splošno za reševanje tipičnih genetskih problemov ni potrebna formalno-logična stopnja kombinatoričnega, proporcionalnega in verjetnostnega mišljenja. Razen tega so Gibson in sodelavci, Hafner in Stewart, Lawson ter Smith in Sims (Cavallo, 1996) v literaturi razpravljali o tem, ali naj bi genetiko izločili iz gimnazijskih učnih načrtov, zaradi tega, ker od učencev zahteva formalno-logične operacije. Tako sta Smith and Sims zapisala, da čeprav so številni koncepti v genetiki predvsem formalno-logični, posedujejo učenci, ki so na stopnji konkretnih operacij, mnoge kognitivne spretnosti, ki so potrebne za reševanje večine tipičnih problemov v klasični genetiki. Poleg tega so po njihovem mnenju na voljo tehnike poučevanja, ki pripomorejo k večjemu razumevanju genetskih konceptov pri vseh gimnazijcih. Med tehnikami poučevanja, ki jih sta jih predlagala, in ki so jih svetovali tudi Lawson in Lawson ter Lawson in Renner, Lawson, Abraham in Renner ter Renner in Marek, je učni cikel (learning

cycle). Poleg tega se je monografija, ki sta jo napisala Smith in Simmons (Cavallo, 1996) osredotočila na izvajanje takega pouka genetike, ki bi učencem pomagala doseči smiselno razumevanje genetskih konceptov, razviti spretnosti reševanja problemov in bolje razumeti naravo znanosti. Tudi v monografiji so avtorji za dosego teh ciljev priporočali uporabo učnega cikla.

Raziskave učenja na področju genetike še niso dale odgovora o tem, kakšen je odnos med smiselnim učenjem, miselnimi sposobnostmi ter mogočimi povezavami med tema spremenljivka in razumevanjem genetskih tem pri učencih. Odprto vprašanje je tudi, kakšen je vpliv, če sploh, smiselnega učenja in miselnih sposobnosti na učenčevo razumevanje različnih vidikov genetike, kot je na primer smiselno razumevanje odnosov v genetiki in reševanje genetskih problemov.

Cavallo (1991) je poskušala z uporabo miselnih modelov identificirati vzorce konceptualnega in proceduralnega znanja mejoze pri učencih, uporabe Punnettovih kvadratov ter odnosov med mejozo in Punnettovimi kvadrati v genetiki. Vzorci, ki jih je našla, so kazali, da imajo učenci težave pri razumevanju procesov (proceduralno znanje), ki so vključeni v mejozo, da pa so bili uspešnejši pri konceptualizaciji (konceptualno znanje), kaj ta proces pomeni in zakaj se pojavi. Pri Punnettovih kvadratih so učenci paviloma razumeli proces uporabe tega orodja za reševanje problemov, vendar so imeli malo konceptualnega razumevanja o tem, kaj pomenijo simboli, uporabljeni v kvadratu. Večina učencev je slabo razumela ali pa sploh ni razumela, kako je mejoza povezana z uporabo Punnettovih kvadratov v genetiki. Sposobnost učencev, da povežejo konceptualno in proceduralno znanje o tej temi in njihova sposobnost, da povežejo mejozo in uporabo Punnettovih kvadratov, kaže kompleksnejše, med seboj povezano in smiselno razumevanje teh tem (Cavallo, 1991, 1994; Cavallo in Schafer, 1994). Te ugotovitve so temeljile na raziskavah, opravljenih z učenci, ki so se te teme učili s pisnimi učnimi paketi. Nadaljnje raziskave so bile potrebne za

preverjanje vzorcev v strukturi znanja pri učencih, ki so se genetiko učili z drugačnimi poučevalnimi strategijami, ki so zajemale laboratorijske raziskave in konkretne izkušnje (npr. učni cikel). Taka raziskava je bila pomembna, ker je tradicionalni poudarek učnega cikla na razvoju naravoslovnih procesnih spretnosti pri učencih (logično mišljenje). V nadaljevanju je bil namen raziskave, ki jo je opravila Cavallo (1996), ugotoviti, do katere stopnje učenci dosežejo smiselno razumevanje genetskih tem pri pouku, ki uporablja učni cikel kot primarno učno metodo.

Cavallo (1996) je v svoji študiji znanje, ki ga je preverjala, poimenovala kot genetski pomen in reševanje genetskih problemov. To je skladno s kategorijama deklarativnega in proceduralnega znanja, kot sta ju obravnavala Anderson in Lawson. Njeni rezultati podpirajo tezo, da obstajajo različni vidiki znanja, ki je potrebno za razumevanje genetike. Pokazalo se je namreč, da med učenjem z razumevanjem in miselnimi sposobnostmi ter dosežki na preverjanju razumevanja genetike in reševanja genetskih problemov ni bilo nikakršne korelacije. Poleg tega je bil vpliv učenja z razumevanjem in miselnih sposobnosti na dosežke na preverjanju razumevanja genetike in reševanja genetskih problemov nasproten. Njeni rezultati so tudi poudarili pomen učenja z razumevanjem pri doseganju kakovostnejšega znanja genetske vsebine.

Pri preverjanju znanja z miselnimi modeli je Cavallo (1996) ugotovila, da so pri mejozi številni učenci (23 %) dosegli razmeroma dobro konceptualno znanja, kar pomeni, da je uporabljena metoda pouka (v njenem primeru je bil to učni cikel) pri učencih spodbujala konceptualno razumevanje. Nasprotno pa je zelo malo učencev (9 %) usvojilo poznavanje faz procesa mejoze. Učenci v njeni študiji so torej imeli boljše konceptualno znanje o mejozi kot pa so bili sposobni opisati faze mejoze (proceduralno znanje). Na podlagi tega podatka bi morali tisti, ki se ukvarjajo z načrtovanjem in izvajanjem pouka razmisliti, ali je večja količina znanja o fazah mejoze potrebna za boljše

razumevanje mejoze. Tudi rezultati drugih raziskav kažejo na to, da imajo učenci težave pri učenju faz bioloških procesov. Kot učitelji moramo torej razmisliti, kako poučevati mejozo in kako pomagati učencem, da bodo bolje razumeli posamezne faze mejoze in logiko teh faz. Cavallo (1996) je predlagala, da bi bilo treba preveriti, ali podrobna navodila o fazah procesa mejoze morda ne predstavljajo ovire oziroma motijo učencev pri oblikovanju konceptov o mejozi. V svoji raziskavi je Cavallo (1996) tudi ugotovila, da je zelo malo študentov bilo sposobnih povezati konceptualno znanje o mejozi s proceduralnim znanjem, torej fazami procesa mejoze.

Cavallo (1996) pravi, da je razumevanje mejoze zagotovo predpogoj za boljše razumevanje uporabe Punnettovih kvadratov. V njeni raziskavi so rezultati preverjanja znanja s pojmovnimi mapami o Punnettovih kvadratih korelirali tako s proceduralnim kot tudi konceptualnim znanjem. V nasprotju s tem pa rezultati preverjanja znanja z miselnimi modeli o mejozi niso korelirali s proceduralnim in konceptualnim znanjem. Ker učenci niso dobro razumeli mejoze, niso imeli ustreznega temeljnega znanja, ki je potrebno, da bi lahko smiselno povezali mejozo in Punnettove kvadrate. Zanimivo je, da so bili rezultati povsem nasprotni, kot pri Punnettovih kvadratih. Učenci so imeli proceduralno znanje v zvezi s Punnettovimi kvadrati, težave pa jim je predstavljalo konceptualno znanje s tega področja. Očitno niso ustrezno konceptualizirali pomena in odnosov med simboli, ki jih uporabljamo v Punnettovih kvadratih po eni strani in živimi organizmi na drugi strani. To podpira ugotovitve drugih raziskav, ki pravijo, da učenci lahko uspešno uporabljajo Punnettove kvadrate kljub skromnemu znanju o odnosu med Punnettovimi kvadrati ter segregacijo in rekombinacijo alelov pri oploditvi. To pomeni, da je, kadar pri poučevanju biologije uporabljamo orodja kot je Punnettov kvadrat, treba paziti, da učencem pomagamo oblikovati smiselno konceptualno znanje o simbolih in dejavnostih, povezanih s tem. Zdi se, da se v nasprotnem primeru učenci sicer naučijo uporabljati korake za uporabo

kvadrata, vendar njegove uporabe ne povežejo z dejanskimi biološkimi strukturami (geni in kromosomi) in procesi (mejoza in oploditev).

Klasični pouk genetike

Mnoge raziskave ugotavljajo, da klasične strategije poučevanja zelo malo prispevajo k temu, da bi imeli učenci pri elementarnih genetskih vsebinah osmišljeno znanje. Večinoma se učitelji držijo predvidenega zaporedja učnih vsebin in uporabljajo podobne učne strategije. Banet in Ayuso (2000) sta identificirala naslednja dejstva:

1. Metode poučevanja se opirajo na učiteljevo razlago, učbenike in reševanje algoritmičnih problemov, ne da bi upoštevali predznanje, ki ga imajo učenci.
2. Morda je to razlog, da se genetiko najpogosteje začne poučevati z Mendlovimi zakoni dedovanja, ki so sestavina vseh učnih programov povezanih z genetiko. Čeprav so že mnogi raziskovalci pisali o prednostih in slabostih takega pristopa, pa rezultati raziskovanje predstav, ki jih imajo učenci o dedni informaciji, navajajo da to morda ni najboljše izhodišče. Za to obstajata vsaj dva razloga, in sicer mnogi učenci ne vedo, da so tudi rastline zgrajene iz celic, vsebujejo kromosome in gene ter se razmnožujejo spolno (učenci lahko kljub tej napačni predstavi uspešno rešujejo genetske probleme s pomočjo Punnettovih kvadratov). Drugi razlog pa je, da učenci ne kažejo velikega zanimanja za naloge, ki obravnavajo Mendlove eksperimente z graham.
3. Čeprav nekateri učitelji in učbeniki najprej definirajo elementarne koncepte v genetiki, so te definicije predstavljene nejasno in so lahko včasih s strokovno biološkega stališča celo neustrezne. Posledica tega je, da se učenci učijo na pamet.
4. Učitelji in učenci redko vključujejo mejozo v uvodne stopnje poučevanja genetike, kot da bi bila mejoza in genetika nepovezani. Vendar pa je očitno, da učenci ne bodo mogli razumeti številnih problemov, ki jih morajo rešiti, ker niso sposobni povezati mejoze in segregacije genov oziroma alelov.
5. Razen tega se dedovanje pri človeku pogosto obravnava na koncu serije učnih enot o genetiki. Nekateri strokovnjaki menijo, da bi moralo biti dedovanje pri človeku osrednja tema vsakega začetnega pouka genetike.

Na ta način bi dosegli, da bi bila vsebina bližje izkušnjam in znanju učencev, povečali bi zanimanje učencev za genetiko, in vplivali na to, da bi se učencem ta tematika zdela koristnejša in uporabnejša. Vse to so razlogi, ki pomembno vplivajo na proces učenja. Poleg tega obstajajo tudi tehtni socialni in zdravstveni razlogi, ki opravičujejo večji poudarek teme o dedovanju pri človeku v genetskih učnih programih.

SODOBNI POUK GENETIKE

Pri klasičnem poučevanju genetike se učitelji opirajo na razlago, učbenike in dejavnosti za reševanje problemov, pri katerih se probleme rešuje z uporabo že znanih algoritmov. Mi smo, nasprotno, izbrali različne metode dela, ki miselno aktivirajo učence, so povezane z vsakdanjim življenjem in razvijajo pri učiteljih in učencih biološke predmetne kompetence in na biološki vsebini tudi pomembne generične kompetence.

Pri izbiri tem smo izhajali iz tega, kar kot družba želimo, da učenci znajo o genetiki, in kar naj bi se odražalo tudi v učnih načrtih. V učnem načrtu za biologijo, ki velja od zadnje prenove osnovne šole, genetike ni več v rednem programu, temveč je ta vsebina vključena v poseben predmet, ki pa je izbirni in zato to znanje, žal, dobi le manjšina osnovnošolcev. Pri pripravi tem za osnovnošolsko stopnjo smo se zato deloma zgledovali po gimnazijskem načrtu, deloma pa po starem učnem načrtu (Program življenja in dela osnovne šole, 1984). Slednji je predpisoval genetiko v osmem razredu pod naslovom Vzroki in pota razvoja in ji je bilo namenjenih 14 ur. Učenci so se učili naslednje teme:

- Kromosomi in geni
- Dednost: pravila prenašanja lastnosti od staršev na potomce
- Dednost pri človeku. Dednost in okolje.
- Mutacije in vzroki mutacij

Učbenik za 8. razred osemletne osnovne šole z naslovom Razvojni nauk, v katerem je bila ta vsebina, je avtor (Lučovnik J., 1974, 1982, 1993, Ljubljana, Državna založba Slovenije.) skozi leta spreminjal. Za naše potrebe je zelo zanimivo slediti, kako se je v teh treh izdajah spreminjalo zaporedje tem pri obravnavi genetike (preglednica 1). Opazimo lahko dve značilnosti:

1. Očitno je zmanjšanje količine snovi.

Dve temi, ki sta bili v prvi izdaji napisani v drobnem tisku (Deček ali deklica, Hibridna koruza), se v drugi izdaji pojavita šele v dodatku na koncu knjige, v tretji pa ene sploh ni več (Deček ali deklica). Tretje teme, ki je prvi izdaji prav tako v drobnem tisku (Enostavni primeri križanj in hibridizacije), pa v nadaljnjih izdajah ni več. Še pomembneje je, da v zadnji izdaji ni več niti dveh drugih tem, in sicer Kako so zapisane dedne lastnosti ter Kaj povzroča mutacije v naravi. Tedaj veljavni učni načrt sicer ni izrecno predpisoval, da morajo učenci poznati DNA in njeno osnovno zgradbo, vendar je bilo to, v tistem času relativno novo znanje, kljub temu vključeno v učbenike. Zanimivo bi bilo poznati razloge, zaradi katerih se učenci od tedaj niso več učili o DNA.

2. Spremenil se je vrstni red nekaterih tem.

V prvih izdajah začnejo s temo Pravila prenašanja lastnosti od staršev na potomce, v zadnji izdaji pa je ta tema precej na koncu. Delitev celice in redukcijsko delitev v prvih izdajah obravnavajo skoraj na začetku, pred kromosomi in geni, medtem ko je v zadnji izdaji ta tema potem, ko že obravnavajo kromosome in gene ter gene in okolje.

1974	1982		1993		
Dednost	Dednost	Dodatki	Osební razvoj živih bitij	Dednost	Umetni izbor in njegov pomen za človeka
Pravila prenašanja	Pravila prenašanja			Pravila prenašanja	

lastnosti od staršev na potomce	lastnosti od staršev na potomce			lastnosti od staršev na potomce	
Delitev celice, redukcijska delitev	Delitev celice, redukcijska delitev				
Kromosomi in geni	Kromosomi in geni		Kromosomi in geni		
Deček ali deklica		Deček ali deklica			
Enostavni primeri križanj in hibridizacije					
Hibridna koruza		Hibridna koruza			Hibridna koruza
Dedovanje pri človeku	Dedovanje pri človeku			Dedovanje pri človeku	
Dednost in okolje	Dednost in okolje		Geni in okolje		
			Razmnoževan je celic s celično delitvijo (mitozo)		
Kako so zapisane dedne lastnosti	Kako so zapisane dedne lastnosti				

Mutacije	Mutacije		Mutacije		
Kaj povzroča mutacije v naravi	Kaj povzroča mutacije v naravi				

Preglednica 1: Teme o genetiki v treh izdajah učbenika Razvojni nauk avtorja Jurija Lučovnika za 8. razred osnovne šole

Genetiko je vsekakor treba ponovno vključiti v osnovnošolsko izobraževanje za celotno populacijo učencev, vendar je pomembno, da razmislimo, v kakšnem obsegu in na kakšnem nivoju zahtevnosti. Kaj je tisto, kar morajo dobiti vsi učenci, ker je to del splošne izobrazbe oziroma jim bo prišlo prav v vsakdanjem življenju? Kaj morajo dobiti učenci zato, da jim bo dalo trdno izhodišče za nadaljnje izobraževanje v srednji šoli? S katerimi oblikami in metodami dela lahko dosežemo najboljše rezultate? Kako naj usposabljam učitelje, da bodo sposobni za tako delo? Od zgodnjih devetdesetih let so se v biologiji, predvsem v genetiki, zgodili zelo pomembni premiki. Človek s tem, ko posega v genome, vse bolj spreminja življenje in močno vpliva na evolucijske procese. Družba na te spremembe še ni pripravljena. Vsem dilemam, ki se ob tem odpirajo, bi se morali resno posvetiti in se jim ne izogibati. Večina ljudi ne razume principov bioloških sprememb. Prihodnost življenja na Zemlji je odvisna tudi od (Coker, 2009) vzorcev razmišljanja, ki jih nosijo nove generacije, na leto pa lahko bistveno vpliva biološko izobraževanje. V učne načrte za biološko izobraževanje za 21. stoletje bi bilo treba vključiti najnovejšo vsebino in prihodnje generacije usposobiti za civilni angažma. Rezultati poskusnega pouka take biologije na univerzitetnem nivoju kažejo, da bolje kot so študentje razumeli področja, kot so na primer raziskovanje zarodnih celic in genetski inženiring, bolje so jih na splošno sprejemali. Hkrati se je pokazalo zanimivo navidezno protislovje, in sicer bolj kot so bila študentom nova znanstvena področja domača, manj sprejemljive so se jim zdele nekatere obstoječe prakse (na primer splav in kemoterapija), kar je bilo morda posledica dejstva, da so študentje videli v prihodnosti ustreznejše alternativne

metode. Najpomembnejša ugotovitev pa je bila, da so študentje, ki so se ukvarjali s sodobnimi znanstvenimi vprašanji, postali veliko bolj izkušeni in strokovni. Ob koncu programa so se ti študentje manj opirali na črno-bele posplošitve, začeli pa so tudi razlikovati med različnimi znanstvenimi, etičnimi in socialnimi konteksti. Zelo pomemben stranski učinek tega programa je bil tudi povečanje zanimanja za naravoslovje med študenti, kar je le še ena potrditev, da je s primerno vsebino in metodami mogoče vzbuditi zanimanje učencev.

Ker večina osnovnošolcev pri nas nima genetskega predznanja, smo za izhodišče pri izbiri tem torej upoštevali stare učne načrte in sedaj veljavni učni načrt za splošno gimnazijo (Vilhar in sod., 2008). V tem učnem načrtu smo se osredotočili na tri vsebinske sklope, ki se smiselno nadgrajujejo, in sicer smo začeli s sklopom Zgradba in delovanje celice, kjer smo postavili temelje z učno enoto, ki pokriva mitozo. Nadaljevali smo s sklopom geni in dedovanje, pri katerem smo predvideli več učnih enot, ki pokrivajo osnovno genetiko, na primer Punnettovi kvadrati in zgradba DNA. Zaključni sklop pa je Evolucija, pri katerem smo za učence predvideli učne enote, ki posegajo na področje definicije vrste in prilagoditve organizmov na okolje.

Vsebina treh sklopov iz učnega načrta za biologijo v splošni gimnaziji (Vilhar in sod., 2008), na katere se navezujejo pripravljene učne enote:

C Zgradba in delovanje celice

(40 ur)

Didaktično navodilo: Celico naj učiteljica/učitelj predstavi kot dinamičen sistem. Razumevanje celic in procesov v njih naj izhaja tudi iz osnovnega razumevanja delcev (kemija) in energije (fizika).

C1 Osnovna gradbena in funkcionalna enota vseh organizmov je celica. Delovanje celice je povezano z njeno notranjo zgradbo. Celica je obdana z izbirno prepustno biotsko membrano, ki regulira njeno interakcijo z okoljem. V celici množica različnih vrst molekul sestavlja posebne strukture, ki opravljajo celične funkcije, kot so pretvorba energije, transport molekul, razgradnja in sinteza novih molekul, odstranjevanje odpadnih snovi ter shranjevanje in izražanje genetske informacije.

Dijakinje/dijaki:

- C1-1 spoznajo nekatere metode preučevanja celic
- C1-2 mikroskopirajo in skicirajo celice ter označijo njihovo zgradbo na skicah
- C1-3 razumejo, da so celice osnovne funkcionalne in gradbene enote organizmov; razumejo povezavo med zgradbo in delovanjem celice
- C1-4 poznajo velikost celic in razumejo, da je njihova velikost omejena predvsem s hitrostjo difuzije
- C1-5 poznajo vlogo in pomen vode, anorganskih in organskih snovi za celice
- C1-6 poznajo osnovne skupine organskih molekul (mono-, di- in polisaharidi, maščobe in fosfolipidi, aminokisline in beljakovine)
- C1-7 razumejo, da se makromolekule, ki gradijo celice in organizme, sintetizirajo iz majhnega nabora preprostih osnovnih enot
- C1-8 razumejo zgradbo biotske membrane in njeno vlogo kot mejo med različnimi razdelki (kompartimenti)
- C1-9 razumejo izbirno prepustnost biotske membrane in osnovne načine prehajanja snovi skozi jo
- C1-10 poznajo osnovne razlike med prokariotsko in evkariotsko celico (rastlinsko, živalsko, glivno)
- C1-11 razumejo, da je evkariotska celica zgrajena iz različnih, med seboj soodvisnih organelov
- C1-12 spoznajo organele in razumejo njihove osnovne funkcije ter njihov evolucijski izvor
- C1-13 razumejo razlike v zgradbi celic in virusov

C2 Celica je odprt dinamičen sistem. Večina celičnih funkcij temelji na biokemijskih reakcijah. Snovi, ki jih celica sprejme iz okolja, se lahko uporabijo za sintezo celični lastnih snovi. Potek reakcij razgradnje in sinteze omogočajo beljakovinski katalizatorji – encimi. V celicah obstajajo molekule, ki so univerzalni posredniki energije med biokemijskimi procesi sinteze in razgradnje organskih snovi.

Dijakinje/dijaki:

- C2-1 razumejo, da so presnovni procesi v celici skupek kemijskih reakcij, v katerih se pretvarjajo energija in snovi
- C2-2 razumejo osnovni koncept poteka encimsko katalizirane reakcije (model »ključ in ključavnica«) in vplive nanjo
- C2-3 razumejo, da se oblika aktivnega mesta encima lahko spremeni s segrevanjem nad določeno temperaturo ali s spremembo pH, zaradi česar se molekule encima in reaktantov ne ujemajo več (ključ in ključavnica) in zato reakcija ne more poteci
- C2-4 razumejo, da mnoge beljakovine, ki jih celice izdelujejo, podobno delujejo (npr. encimi, receptorji, črpalke)
- C2-5 spoznajo, da so lastnosti organizma odraz delovanja njegovih beljakovin
- C2-6 razumejo, da celice običajno energijo, ki se sprošča v presnovnih procesih, začasno shranjujejo v fosfatnih vezeh majhne energetske bogate molekule – ATP
- C2-7 spoznajo, da je ATP v vseh živih bitjih neposredni vir energije za poganjanje bioloških procesov in razumejo, da celice obnavljajo ATP ob razgradnji organskih molekul (glikoliza, celično dihanje, alkoholno in mlečnokislinsko vrenje)
- C2-8 razumejo, da med celičnim dihanjem glukoza v citoplazmi razpade med procesom glikolize v manjše organske molekule, pri tem se obnovi majhna količina ATP; pri celičnih vrenjih anaerobno iz piruvata nastaneta mlečna kislina ali etanol
- C2-9 razumejo, da med aerobnim celičnim dihanjem piruvat v mitohondrijih razpade v ogljikov dioksid in vodik, ki se končno veže s kisikom v vodo; pri tem se na membrani mitohondrija obnovi večja količina ATP
- C2-10 razumejo, da v avtotrofnih organizmih druge oblike energije (svetloba) omogočajo obnavljanje ATP za sintezo organskih snovi
- C2-11 fotosintezo razložijo kot niz reakcij, v katerih najprej fotosintezna barvila sprejmejo svetlobno energijo, ki se nato pretvori v kemijsko energijo energijsko bogatih molekul, te pa omogočijo vezavo ogljikovega dioksida v organske molekule; pri tem se kot stranski produkt iz vode sprošča kisik
- C2-12 na primerih notranjih membran mitohondrijev in kloroplastov spoznajo, da membrana omogoča strukturno organizacijo encimskih kompleksov,

koncentriranje reaktantov in ločevanje produktov in reaktantov, in razumejo, da struktura omogoča večjo učinkovitost delovanja celice

C2-13 na podlagi primerov povežejo energijske in snovne spremembe v presnovi celic z zgradbo in delovanjem organizma

C3 *Celice neprestano uravnavajo svoje delovanje. Uravnavanje procesov temelji na spremembah v delovanju beljakovin in na selektivnem izražanju posameznih genov. To celicam omogoča, da se stalno odzivajo na spremembe v svojem okolju in da kontrolirajo in koordinirajo celično rast in delitev.*

Dijakinje/dijaki:

C3-1 spoznajo, da obstaja več mehanizmov sporočanja in uravnavanja procesov v celicah ter njihov pomen za odziv celic na spremembe (npr. kalcijevi ioni, fosforiliranje beljakovin, genska regulacija)

C3-2 poznajo zgradbo nukleinskih kislin

C3-3 razumejo, da so zgradba in kemijske lastnosti DNA temelj za kodiranje informacij v genih (kot zaporedje molekulskih »črk« – nukleotidov) in za podvojevanje DNA (princip »matrice«)

C3-4 vedo, da je vsak kromosom v evkariontski celici zgrajen iz ene molekule DNA in beljakovin

C3-5 razumejo, da je gen del molekule DNA, da vsak kromosom vsebuje veliko genov in da se posamezni geni nahajajo na določenem mestu na kromosomu (lokusu)

C3-6 razumejo zgradbo in vlogo genetskega koda pri prepisovanju in prevajanju informacije od DNA prek RNA do beljakovin

C3-7 razumejo osnovne mehanizme sinteze beljakovin

C3-8 razumejo osnovni mehanizem za uravnavanje izražanja genov in vlogo DNA pri uravnavanju celičnih procesov

C4 *Predniki vseh celic so celice. Celice rastejo in se delijo in s tem proizvajajo nove celice. Celična delitev omogoča rast in razmnoževanje organizmov in s tem nadaljevanje življenja skozi generacije.*

Dijakinje/dijaki:

C4-1 razumejo podobnosti in razlike v delitvi prokariontske in evkariontske celice

C4-2 razumejo spremembe v strukturi kromosoma v celičnem ciklu



- C4-3 spoznajo potek mitoze
- C4-4 razumejo, da z mitozo, če poteka brez napak, nastajajo genetsko enake celice, kar omogoča rast in obnavljanje mnogoceličnih organizmov in razmnoževanje enoceličnih organizmov
- C4-5 vedo, da se nekatere celice nehalo deliti; te celice rastejo, se diferencirajo, starajo in umrejo
- C4-6 primerjajo delitev zdravih in rakavih celic



D Geni in dedovanje

(26 ur)

D1 Pri vseh znanih organizmih so molekule DNA nosilec dednih informacij, ki določajo značilnosti organizma. Beljakovine, ki nastajajo z izražanjem genske informacije, so nosilci lastnosti organizma. Mutacije so spremembe DNA. Mnoge mutacije ne vplivajo na zgradbo in delovanje beljakovin in s tem organizma, nekatere pa povzročijo spremembe beljakovin, celic in organizmov.

Dijakinje/dijaki:

- D1-1 razumejo, da dedno lastnost lahko določa en gen ali več genov in da v povezavi z okoljem en gen lahko vpliva na več kot eno lastnost organizma (beljakovine kot nosilci celičnih funkcij, ki se odražajo v lastnostih organizma)
- D1-2 razumejo, da rastlinske in živalske celice vsebujejo več tisoč različnih genov, da imajo običajno po dve kopiji vsakega gena (dva alela) in da sta lahko alela enaka ali nekoliko različna (homozigotnost in heterozigotnost)
- D1-3 razumejo, da različni aleli nastajajo z mutacijami – spremembami v zaporedju nukleotidov v molekuli DNA
- D1-4 razumejo, da so mutageni dejavniki sestavni del okolja in poznajo pogoste mutagene dejavnike (npr. UV in radioaktivna sevanja, mutagene snovi)
- D1-5 spoznajo vrste mutacij (genske, kromosomske in genomske), in da obstajajo popravljalni mehanizmi
- D1-6 razumejo, da so dedne lastnosti osebkov odvisne od tega, katere alele osebki podedujejo od staršev in kako ti aleli delujejo skupaj
- D1-7 razumejo, da tudi okolje vpliva na izražanje v genih zapisanih lastnosti organizmov (zato se lahko isti genotip v različnih okoliščinah izrazi kot različen fenotip)

D2 Pri spolnem razmnoževanju nastajajo nove genske kombinacije s kombiniranjem genov staršev. Spolno razmnoževanje povečuje raznolikost med organizmi znotraj vrste in s tem poveča verjetnost, da bodo vsaj nekateri osebki te vrste preživel v spremenjenih okoljskih razmerah. Samo mutacije v spolnih celicah imajo za posledico spremembe, ki jih lahko dedujejo potomci.

Dijakinje/dijaki:

- D2-1 spoznajo, da sta osnova za ustvarjanje novih genskih kombinacij mejoza in oploditev ter s tem povezano prehajanje med diploidnostjo in haploidnostjo

- D2-2 spoznajo potek mejoze
- D2-3 na podlagi primerjave poteka mitoze in mejoze razumejo, da pri mitози nastajajo genetsko enake hčerinske celice, pri mejozi pa genetsko različne celice, in vedo, da se samo nekatere celice v večceličnem organizmu delijo z mejozo
- D2-4 razumejo, da je mejoza del procesa spolnega razmnoževanja, pri katerem se pari homolognih kromosomov ločijo in naključno porazdelijo med novo nastale spolne celice, ki vsebujejo po en kromosom iz vsakega homolognega para (prehod iz diploidnega stanja celice v haploidno)
- D2-5 razumejo, da je verjetnost, da se določen alel nahaja v gameti (naključne kombinacije nehomolognih kromosomov v gameti), povezana z naključno porazdelitvijo kromosomov med mejozo (ločitev homolognih kromosomov)
- D2-6 spoznajo, da na začetku mejoze običajno pride do izmenjave delov homolognih kromosomov (prekrižanje ali crossing-over) in razumejo, da pri tem lahko nastajajo nove kombinacije alelov na kromosomu
- D2-7 razumejo, da je prehod celic v haploidno stanje med mejozo povezan s ponovno vzpostavitevijo diploidnega stanja med združitvijo dveh spolnih celic – oploditvijo (ohranjanje količine DNA iz generacije v generacijo) in razumejo razširjenost in pomen diploidnosti
- D2-8 razumejo pomen spolnega razmnoževanja za raznolikost organizmov in prednosti ter slabosti spolnega in nespolnega razmnoževanja
- D2-9 razumejo osnovne principe kloniranja
- D3 *Celice vsebujejo gene, ki se lahko različno dedujejo in izražajo. Človek z biotehnologijo (z umetnim izborom in genskim inženirstvom) spreminja genome organizmov za zadovoljevanje svojih potreb.*

Dijakinje/dijaki:

- D3-1 razumejo osnovne vrste dedovanja in jih razložijo na primerih (pričakovani deleži genotipov in fenotipov potomcev)
- D3-2 iz genotipov organizmov predvidijo njihove fenotipe in nasprotno ter poznajo možne vplive okolja na fenotip
- D3-3 razumejo in na preprostih modelih razložijo možne načine umetnega spreminjanja in prenosa genov

- D3-4 analizirajo osnovne razlike med križanjem in umetnim spreminjanjem genotipa z genskim inženirstvom ter ovrednotijo možne prednosti in slabosti uporabe gensko spremenjenih organizmov
- D3-5 na podlagi poznavanja genske tehnologije razumejo pomen biološkega znanja za aktivno državljanstvo

E Evolucija

(25 ur)

E1 *Sonce, Zemlja in drugi deli Sončevega sistema so nastali pred 4,6 milijardami let, življenje na Zemlji pa pred več kot 3,5 milijardami let. Velika raznolikost organizmov je rezultat evolucije, ki je zapolnila vse razpoložljive ekološke niše z različnimi oblikami življenja. Posledica interakcij med geosfero in biosfero (organizmi) je razvoj Zemlje kot sistema, katerega razvoj se še danes nadaljuje.*

Dijakinje/dijaki:

- E1-1 spoznajo, da se živi sistemi razvijajo in spreminjajo (celica, organizem, ekosistem, biosfera), ter razumejo, da je evolucija z naravnim izborom ena od temeljnih značilnosti življenja
- E1-2 spoznajo različne hipoteze o nastanku življenja na Zemlji ter jih primerjajo (razumejo možne procese v kemo- in bioevoluciji ter jih povežejo s spreminjajočimi razmerami na Zemlji ter sklepajo na možnost obstoja oblik življenja v vesolju)
- E1-3 enotnost živega v zgradbi in delovanju (celična membrana, citoplazma, nukleinske kisline, ATP, podobni kemijski procesi, razvoj) povežejo s skupnim evolucijskim izvorom
- E1-4 razumejo, da so bili prvi organizmi heterotrofni, in razumejo pomen razvoja procesa fotosinteze, vpliv avtotrofov na sestavo ozračja ter njihovo vlogo v današnji biosferi
- E1-5 razumejo endosimbiontsko teorijo in spoznajo hipoteze o nastanku in razvoju mnogoceličnih organizmov
- E1-6 razumejo dejavnike, ki so omogočili prehod živih bitij na kopno

E2 *Evolucija je posledica (1) potenciala vrste za povečanje številčnosti osebkov, (2) genske variabilnosti potomcev zaradi mutacij in rekombinacij genov, (3) končne razpoložljivosti naravnih virov, potrebnih za preživetje, (4) selekcijskih mehanizmov okolja, ki omogočajo preživetje in uspešno razmnoževanje organizmov, ki so v trenutnih razmerah v prednosti.*

Dijakinje/dijaki:

- E2-1 razumejo, da v evolucijskih procesih prilagajanja na okolje vrste lahko spreminjajo svojo zgradbo, fiziologijo ali vedenje, kar lahko povečuje njihovo uspešnost preživetja in razmnoževanja v danem okolju

- E2-2 spoznajo, da zaradi mutacij nekateri osebk priobijo lastnosti, ki njim in njihovim potomcem dajejo prednost pri preživetju in razmnoževanju v določenem okolju, ter da na tej podlagi z naravnim izborom nastanejo populacije, ki so bolje prilagojene na določeno okolje
- E2-3 razumejo, da naravni izbor deluje na fenotip in ne na genotip organizma
- E2-4 razumejo, da mutacije niso usmerjene, naravni izbor pa je usmerjen glede na trenutne razmere v okolju
- E2-5 genotip povežejo z genskim skladom populacije in spoznajo, da nove mutacije nenehno spreminjajo genski sklad
- E2-6 razumejo, da se aleli, ki so letalni za homozigotni osebek, lahko prenašajo v heterozigotu in se tako ohranjajo v genskem skladu
- E2-7 razumejo, da mutacije, migracije, izbirno parjenje in selekcijski pritisk vplivajo na spreminjanje genskega sklada populacije
- E2-8 spoznajo definicijo vrste in probleme z definicijo vrste
- E2-9 razumejo proces nastajanja vrst (speciacijo) in pomen reproduktivne izolacije zanj
- E2-10 razumejo, da so populacije z majhno genetsko variabilnostjo bolj izpostavljene izumrtju in da vrsta izumre, kadar se okolje spremeni in prilagoditvene značilnosti vrste ne omogočajo preživetja v novem okolju
- E2-11 razumejo evolucijo adaptacij in vlogo naravnega izbora pri tem; kompleksne strukture in procesi se razvijajo postopoma s spreminjanjem zgradbe in delovanja obstoječih elementov; z evolucijo z naravnim izborom ne nastajajo popolni organizmi, temveč organizmi, ki so dobro prilagojeni na trenutno okolje
- E2-12 na podlagi primerov razlikujejo med konvergenco in divergenco oziroma med analogijo in homologijo ter to povežejo z okolji, v katerih se organizmi razvijajo
- E2-13 na primerih spoznajo anatomske, embriološke, biogeografske, molekulske biološke in biokemijske dokaze evolucije
- E2-14 razumejo pomen fosilov kot dokazov za evlucijski razvoj živih sistemov (organizmov, ekosistemov) skozi dolga časovna obdobja
- E2-15 razumejo, da so se vsi danes živeči organizmi razvili iz skupnega prednika in da imajo zato enako dolgo evlucijsko zgodovino
- E2-16 spoznajo podobnosti in razlike med naravnim in umetnim izborom
- E2-17 spoznajo razvoj rezistence kot primer hitre evlucije (npr. bakterije, žuželke)

E2-18 spoznajo mejnike v evoluciji človeške vrste (*Australopithecus afarensis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens*, razširjanja iz Afrike)

E3 Biološko razvrščanje organizmov v sistem temelji na sorodnosti med organizmi. Organizme razvrščamo v hierarhično urejene skupine in podskupine na podlagi podobnosti, ki odražajo njihovo evolucijsko zgodovino.

Dijakinje/dijaki:

- E3-1 razumejo, da skupine organizmov uvrstimo v sistem s hierarhično zgradbo, ki odraža sorodnost
- E3-2 spoznajo, da je pri razvrščanju organizmov v sistem osnovna enota vrsta
- E3-3 razumejo, da vrste zaradi lažjega opisovanja in preučevanja biotske pestrosti znanstveno poimenujemo (dvodelno poimenovanje)
- E3-4 razumejo pomen in vlogo sistematike ter razlikujejo osnovne sistematske kategorije
- E3-5 spoznajo, da lahko na podlagi primerjalne anatomije in embriologije ter primerjave zaporedij v DNA in beljakovinah ugotavljamo sorodnost med skupinami organizmov
- E3-6 spoznajo in uporabijo nekatere metode in kriterije za razvrščanje organizmov v sisteme in določevanje vrst organizmov
- E3-7 spoznajo širše sistematske skupine organizmov in sorodnost med njimi (arheje, evbakterije in evkarionti)
- E3-8 med širšimi skupinami evkariontov prepoznajo naslednje skupine: enoceličarje; glive; alge; rastline: mahove, praprotnice, semenke (golosemenke, kritosemenke); živali: spužve, ožigalkarje, ploske črve, valjaste črve, mehkužce, kolobarnike, členonožce (rake, pajkovce, žuželke, stonoge), iglokožce in skupine vretenčarjev
- E3-9 razumejo razlike med progresivnim in regresivnim razvojem ter izberejo ustrezne primere iz sistema živih bitij
- E3-10 razumejo, da so milijoni različnih vrst danes živečih organizmov medsebojno sorodni zaradi evolucijskega izvora iz skupnih prednikov ter povežejo evolucijsko zgodovino izbranih primerov vrst s sistematiko
- E3-11 spoznajo, da v sistem lahko uvrščamo danes živeče in izumrle vrste

Naša želja ni, da se učenci teme, ki so v učnih načrtih, naučijo na pamet, temveč je to nabor konceptov in idej v biologiji, ki naj bi jih vsi učenci razumeli. Teme, predvidene v tem besedilu, obravnavajo principe in koncepte povezane z genetiko. Nekatero teme izboljšujejo razumevanje dednosti in DNA hkrati pa obravnavajo tudi zgodovino in naravo naravoslovja. Druge dejavnosti želijo učencem pomagati razumeti dednost nad preprostim Mendlovim nivojem s tem, da jih soočijo s povezavami med geni ter med geni in okoljem. Prva dejavnost obravnava mitozo in posega na področje celice, vključili pa smo jo kot izhodišče za bolj zapleten proces mejoze.

Učenci pri obravnavi učnih tem, ki smo jih predvideli, pridobivajo novo znanje s pomočjo dejavnosti. Te so zasnovane tako, da učence vključijo fizično in predvsem miselno, poudarek je na tem, da učenci poskušajo sami načrtovati delo, zato je, kjer je le mogoče, navodilo tako, da ne daje predpisanih zaporednih korakov, po katerih naj delo poteka, temveč je prepuščeno učencem samim, da se o tem odločajo. Dejavnosti izhajajo iz predznanja, ki ga imajo učenci o genetiki, torej upoštevajo tudi morebitne naivne, napačne in alternativne predstave, ter jih smiselno spreminjajo, tako da učenci postopoma konstruirajo strokovno pravilno znanje genetike.

Če hočemo izvajati pouk, kjer nadomestimo tradicionalni pouk z izkustvenim in raziskovalnim, se moramo zavedati, da je slednji časovno zahtevnejši. Zato moramo pri takem delu zagotoviti tudi kompromis „manj je več“, kjer na račun manj vsebine, učence pripeljemo do boljšega razumevanja in boljšega znanja, ki je tudi trajnejše. Učenci naj bi v sklopu raziskovalnega pouka:

- bili vključeni v postavljanje znanstvenih vprašanj;
- pri odgovarjanju na vprašanja dajali prednost dokazom;
- oblikovali razlage, ki temeljijo na dokazih;
- povezali razlage z naravoslovnim znanjem;
- predstavili in zagovarjali svoje razlage.

Kakovostno raziskovanje za razliko od hands-on raziskovanja učencem na začetku ne ponudi imen (opisov) konceptov, ki se jih bodo naučili. Učenci razvijajo razumevanje konceptov na podlagi novih izkušenj in to proti koncu aktivnosti. Nova terminologija je predstavljena proti koncu raziskovanja. Pomembno je tudi to, da učencem na začetku ne predstavimo na dolgo vsebine in postopkov vaje, ki se jih bodo naučili. Učenci so pri takem pouku bolj vključeni v razvijanje raziskovalnega pristopa. Raziskovalni pristop daje na začetku večji poudarek na kratki predstavitvi morebitnih materialov, pomembnih varstvenih ukrepov in po potrebi kratki demonstraciji dela z različnimi orodji.

Pri molekularni biologiji znanja ni mogoče pridobivati z neposrednimi izkušnjami, saj učenci ne morejo vstopiti v kloroplaste ali slediti prehajanju ionov skozi celično membrano, da bi videli, kakšna je struktura in kako delujejo procesi. Učenci lahko vse to razumejo samo s pomočjo besed, simbolov, grafov in drugih ponazoritev. Te pa so nastale kot posledica sklepanja, dedukcije in kreativnega vpogleda na podlagi posrednih eksperimentalnih dokazov. Učencem imajo večinoma premalo predznanja in tudi premalo časa, da bi lahko razumeli kaj več kot najenostavnejše dokaze. Zato se morajo zanašati na simbolne, grafične, slikovne in besedne ponazoritve, ki jim jih pokažejo, da bi stvari razumeli. Četudi je poudarek pri poučevanju na razumevanja procesov (in ne poimenovanju delov in stopenj), morajo učenci najprej usvojiti osnovno, v našem primeru genetsko izrazoslovje, in ga znati uporabljati, da bi lahko razumeli te predstavitve (Fisher, 1985).

Naš namen je, da bi učenci razumeli osnovne pojme in koncepte v genetiki, npr, znali opisati naravo DNA in gena, bili sposobni razlikovati med genom in kromosom, in sicer tako po strukturi kot po vlogi v procesih dedovanja. Postavlja se namreč kopica vprašanj v zvezi s stopnjo razumevanja različnih genetskih pojmov in konceptov pri učencih. Na primer, ali dijaki, ki vedo, da

mRNA nastane s transkripcijo, resnično razumejo transkripcijo? Ali dijaki, ki vedo, da je alel ena izmed oblik gena, res razumejo, kaj različni aleli pomenijo za delovanje organizma in za evolucijo populacije? Elrod (2007) meni, da morda obstajajo različne stopnje znanja, od prve, ki zajema terminologijo pa do vse bolj kompleksnih. Meni, da obstajata pri učenju dva vidika bioloških sistemov, in sicer strukturni in funkcionalni; učenci morajo najprej razumeti terminologijo in strukturo biološkega sistema, da lahko preidejo na učenje o višjih nivojih tega sistema, ki se tičejo delovanja.

V nadaljevanju so navedeni osnovni koncepti v genetiki, ki bi jih morali učenci razumeti ko končajo splošno izobraževanje. Pomembno je, da pri načrtovanju pouka vemo, v kakšnem zaporedju jih je najbolj smiselno vpeljevati in na kateri stopnji izobraževanja oziroma zmožnosti učencev lahko posamezen koncept vpeljemo. Tu so navedeni zaporedno tako, kot so vsebinsko smiselno in logično povezani, nikakor pa zaporedje ne predpostavlja zaporedja, ki bi bilo v celoti primerno tudi za poučevanje.

DNA:

1. DNA je zgrajena iz deoksiribonukleotidov (ACGT)
2. RNA je zgrajena iz ribonukleotidov (ACGU)
3. nukleotidi so zgrajeni iz sladkorja, dušikove baze in fosfatne skupine
4. DNA je molekula v celici, ki nosi primarno informacijo
5. podvojevanje DNA semikonzervativno

Gen:

1. Gen je osnovna enota biološkega dedovanja
2. Gen je zgrajen iz DNA
3. Gen se nahaja na kromosomu
4. Gen ima lahko različne oblike, ki se imenujejo aleli
5. Aleli so zgrajeni iz nekoliko drugačnih zaporedij DNA in kodirajo genske produkte, ki imajo drugačno zaporedje kot je določeno s spremembami v DNA; genski produkti različnih alelov imajo lahko nekoliko drugačno delovanje ali pa bistveno drugačno

Alel:

1. Odnos med aleli je lahko popolna dominantnost ali recesivnost, nepopolna dominantnost, semi-dominantnost ali kodominantnost; dominantnost pomeni, da se lastnost izrazi v fenotipu diploidnega organizma ne glede na homologni alel; recesivnost pomeni, da se lastnost pri diploidnem organizmu ne izrazi, če je homologni alel dominanten
2. Diploidni organizem je za določen gen lahko homozigoten (enaka alela) ali heterozigoten (različna alela)
3. Diploidni organizem ima lahko samo dva različna alela za vsak gen na določenem lokusu

Genska ekspresija:

1. En gen nosi informacijo za genski produkt, ki je lahko beljakovina ali molekula RNA
2. Geni so enote DNA, ki nosijo informacijo za produkte, kot so beljakovine (polipeptidi), ki pomagajo določati lastnosti znotraj celice in organizma; encimi so en primer za eno skupino beljakovin; encimi katalizirajo kemijske reakcije v celici; v kemijskih reakcijah nastajajo molekule, ki se uporabljajo za različne procese v celici (na primer amino kisline se uporabljajo za izdelavo beljakovin); nenormalna genska ekspresija lahko vodi v bolezni (na primer raka); en gen – en genski produkt (ne encim, beljakovina, polipeptid)
3. Osrednja dogma (transkripcija in translacija) opisuje, kako deluje genetska informacija znotraj celic določenega organizma; s transkripcijo nastaja RNA; s translacijo nastajajo beljakovine
4. Genetski kod se nanaša na triplet v zaporedju DNA, ki nosi informacijo za specifično amino kislino med sintezo beljakovin; en kodon določa eno amino kislino v polipeptidni verigi
5. Tekom razvoja celice se v njej izražajo različni geni, v različnih tipih celic in kot odgovor na vplive okolja, in s tem določajo tip, obliko in funkcijo celice.
6. **Fizična struktura** organizma se imenuje fenotip; genetska struktura se imenuje genotip;
7. Večino lastnosti določa delovanje številnih različnih genov, pa tudi medsebojni vpliv genskih produktov z njihovim okoljem; skupno delovanje genov in okolja določa fenotip

Kromosomi:

1. Vse celice imajo kromosome (vsa živi organizmi so zgrajeni iz celic)
2. Informacija biološkega dedovanja se nahaja na kromosomih, ki so zgrajeni iz DNA in beljakovin ter se nahajajo v jedru evkariontske celice
3. Mitohondriji in kloroplasti vsebujejo svojo lastno DNA
4. Somatske celice organizma vsebujejo enako število kromosomov in isto dedno informacijo
5. Vsaka somatska celica vsebuje vse kromosome določenega organizma in torej nosi celotno dedno informacijo tega organizma; vse somatske celice določenega organizma nosijo isto dedno informacijo
6. Obstajata dva tipa kromosomov, avtosomalni in spolni (na primer X in Y); vse živalske celice vsebujejo spolne kromosome; jajčna celica pri sesalcih vsebuje en sam X kromosom, spermalna celica pa vsebuje X ali Y kromosom.
7. Kromosomi pri diploidnem organizmu so združeni v pare, ki jih imenujemo homologni kromosomi; homologni kromosomi vsebujejo pare genov, ki se nahajajo na istem mestu (lokus) na vsakem od homolognih kromosomov
8. Vsak homologni kromosom je podedovan od enega od starševskih diploidnih organizmov; homologni kromosomi se med seboj ločijo med mejozo (princip segregacije); različni kromosomi (in s tem geni in aleli) se bodo med mejozo ločili neodvisno eden od drugega (princip neodvisne razvrstitve), vendar pa so geni (aleli), ki ležijo na kromosomu blizu eden drugega, povezani in se verjetneje dedujejo skupaj, kot geni, ki ležijo na kromosomu dalj eden od drugega; rekombinacije spremenijo = prekinajo vezano dedovanje

Razmnoževanje:

1. Mejoza je proces, s katerim se genetska informacija prenaša z generacije na generacijo pri organizmih, ki se spolno razmnožujejo; pri nekaterih organizmih pa poteka razmnoževanje z mitozo (nespolno razmnoževanje)
2. V spolnih celicah (gametah) je polovica kromosomov in torej polovica dedne informacije; kombinacija alelov (ali dedne informacije) v vsaki spolni celici je edinstvena in drugačna kot pri starših
3. Zigota nastane pri procesu oploditve jajčne celice s spermalno celico tako pri rastlinah kot pri živalih

4. Tudi pri rastlinah nastajajo hčerinske celice z mitozo, spolne celice pa z mejozo; bakterije se razmnožujejo s procesom, ki ga imenujemo cepitev, in se razlikuje tako od mitoze kot od mejoze

Variacije:

1. Mutacije so dedne spremembe v zaporedju DNA; zajemajo lahko en sam bazni par na DNA ali pa nekaj parovali daljše odseke kromosoma; lahko so spontane ali pa jih povzročijo dejavniki okolja (kemikalije, sevanje)
2. Procesi, ki povzročijo, da so predstavniki iste vrste genetsko edinstveni: rekombinacija, neodvisno razvrščanje in mutacija
3. Celice imajo mehanizme za popraviljanje napak na DNA

Evolucija:

1. Geni in okolje skupaj so odgovorni za variacije med vrstami; naravni izbor deluje na genetske variacije znotraj populacije in povzroča spremembe frekvence genov in s tem evolucijo

Ker so podrobne analize rezultatov pokazale, da tradicionalne metode poučevanja zelo malo prispevajo k temu, da bi učenci pridobivali smiselno razumevanje dedovanja (Banet, Ayuso, 2000), se je več avtorjev in ustanov po svetu lotilo prenove učnega načrta genetike, spremembe zaporedja učnih tem in uvedbe drugačne strategije poučevanja genetike, s katerimi bi pri učencih najzanesljiveje spremenili napačne predstave in dosegli kakovostno znanje, torej razumevanje in sposobnost uporabe pridobljenega znanja (en tak primer je bil narejen tudi v ZDA v okviru projekta 2061, ki ga obravnavamo tudi na drugem mestu v tem prispevku). Nekateri predlogi glede strategij poučevanja so postavili kot izhodišče zgodovinski pristop h genetiki, nekateri drugi pa so izhajali iz človeka, kot osrednje teme. Številni raziskovalci so se ukvarjali z reševanjem problemov kot načinom, ki bi zvišal nivo razumevanja genetike pri učencih. Nekateri od teh so uporabili računalniške programe z eksperimentalnimi situacijami, ki so ponazarjale dejanske primere. Študije so ugotovile tudi, mehanizem, ki ga učenci uporabljajo pri reševanju genetskih problemov.

Splošno sprejeto dejstvo je, da če učenec pravilno odgovori na vprašanje, to še ne pomeni, da je problem v ozadju dejansko razumel. Vemo, da lahko učenci uporabljajo svoje osebne algoritme in odgovorijo pravilno, ne da bi pri tem uporabili razum in ne da bi razumeli koncept, ki ga uporabljajo (Banet, Ayuso, 2000). Posledica tega je bil predlog, da naj učitelji namenijo več pozornosti procesu reševanja problemov in ne pridobivanju pravilnih odgovorov.

Banet in Ayuso (2000) sta v svoj raziskavi pouk genetike za srednje šole razdelila v tri stopnje po starosti učencev. Na prvi stopnji so bili učenci, stari 15-16 let, ki so se v preteklih letih naučili osnovne značilnosti živih organizmov in tudi o celici kot na osnovnem nivoju. Na tej skupini sta želela zbrati podatke o tem, kakšne predstave imajo učenci o nekaterih osnovnih vidikih, povezanih z lokacijo dedne informacije, preden bi jih začeli poučevati genetiko. Na podlagi teh rezultatov sta nato pripravila učni program genetike, ki je bil alternativa klasičnemu pouku. V naslednji fazi sta delala z učenci, starimi 16-17 let, ki so že absolvirali osnove genetike, Mendlovo genetiko, nekatere vidike dedovanje pri človeku ter zgradbo, delovanje in delitev celice. Rezultati te faze raziskave, v kateri sta analizirala predstave teh učencev o genetiki, naj bi pokazali, kakšne učinke ima tradicionalno poučevanje elementarnih konceptov, povezanih z genetiko, na učence. Podatke sta zbirala s pomočjo pisnega vprašalnika (vseboval je naloge odprtega tipa in naloge izbirnega tipa) in individualnih intervjujev, ki sta jih tudi zvočno snemala. V tretji fazi sta avtorja na podlagi vseh zbranih rezultatov načrtovala prenovljeni učni program genetike. Program sta nato izvedla s skupino 15 do 16 let starih učencev, torej skupino, ki je z genetiko šele začenjala, in ga kasneje še posodobila v skladu z rezultati prvih evalvacij. Rezultate končne oblike programa sta evalvirala tako, da sta v treh časovnih razmikih primerjala znanje o lokaciji genetske informacije, in sicer pred izvedbo njenega učnega programa (predtest), takoj po pouku (potest) in tri mesece kasneje (test

ohranjanja znanja). Potest in test ohranjanja znanja sta bila povsem enaka, predtest pa se je od njiju razlikoval po načinu, kako so bila zastavljena vprašanja in po primerih, ki so bili uporabljeni. Na ta način sta se poskusila izogniti možnosti, da bi že znana situacija vplivala na odgovore učencev.

Za naš namen so zelo zanimive ugotovitve raziskave, ki sta jo opravila Banet in Ayuso (2000), saj nam dajejo vpogled v dejansko biološko znanje populacije srednješolcev. S stališča logike biološke stroke in kot prvi stik z genetiko, elementarno znanje lokacije genetske informacije pri ljudeh, torej živih organizmih, pri katerih je v življenjskem ciklu dominantno diploidno stanje, pomeni razumevnje naslednjih konceptov in odnosov med njimi:

1. Vsa živa bitja so zgrajena iz celic
2. Vsaka celica ima kromosome.
3. Dedna informacija je locirana na kromosomih. Posledica tega je, da vsaka celica vsebuje dedno informacijo.
4. Kromosomi nosijo gene, ki vsebujejo dedno informacijo.
5. Geni so deli molekule DNA .
6. Kromosomi so združeni v pare (homologna kromosoma), po eden od vsakega izmed staršev.
7. Geni nastopajo v več oblikah (aleli).
8. Aleli so združeni v pare, po eden na vsakem homolognem kromosomu.
9. Dedna informacija se prenaša na hčerinske celice z delitvijo jedra (mejoza ali mitotza).
10. Pri mitotzi nastajajo celice, ki vsebujejo enako dedno informacijo kot celica, iz katere so nastale.
11. Ker živi organizem nastane z mitotzo zigote, ima vsaka celica tega organizma identične kromosome, gene in dedno informacijo.
12. Pri mejozi nastajajo gamete (spolne celice), ki vsebujejo polovico vseh kromosomov, značilnih za vrsto.

Od srednješolcev se pričakuje, da bodo znali identificirati žive organizme in poznali njihovo celično zgradbo vsaj na elementarnem nivoju, preden

začnejo študirati genetiko. Zanimivo je, da se je pri raziskavi (Banet in Ayuso, 2000) pokazalo, da učenci niso poznali celične zgradbe nekaterih živih organizmov (kot so rastline), kar je pomembno za razumevanje genetike. nekateri učenci so imeli še na tej stopnji izobraževanja težave pri uvrščanju nekaterih živih organizmov med živo (na primer vrtnice), kar pomeni, da od njih težko pričakujemo, da bodo resnično razumeli teme povezane z dednimi informacijami. Med 20-25 % srednješolci v njuni raziskavi je menilo, da rastline niso zgrajene iz celic (za glive je bil delež še večji, in sicer 30 %). Logična posledica takih predstav je, da je skoraj polovica učencev, ki v svojem programu še niso imeli genetike, menila, da rastline nimajo kromosomov. Take predstave so bile celo bolj razširjene med učenci višjih letnikov srednje šole. Kar se tiče genov, ki so bolj abstrakten koncept, je bilo pričakovano, da se bodo odgovori učencev precej razlikovali glede na letnik šolanja. Presenetljivo pa je bila razlika zelo majhna, kar pomeni, da se celo na tem nivoju predstave učencev lahko precej razlikujejo od strokovno biološko pravih.

Ugotovimo lahko, da morajo učitelji poskrbeti, da imajo učenci pred začetkom pouka genetike vsaj elementarno razumevanje nekaterih tem, ki se nanašajo na strukturo celice in spolno razmnoževanje živih organizmov. Vedeti morajo tudi, da pri mitotski delitvi nastajajo celice z identično dedno informacijo.

Poleg tega mora učni program vključevati posebne dejavnosti, ki bodo učencem omogočale, da napredujejo od napačnih predstav k bolj strokovno sprejemljivemu znanju, saj sicer učenci s pomočjo napačnih predstav gradijo in interpretirajo novo znanje. Če napačnih predstav ne popravimo, učenci lahko genetiko napačno razumejo in napačne predstave se lahko pri njih ohranjajo celo po več letih šolanja.



Ko se odločamo o tem, kaj se bo poučevalo in v kakšnem zaporedju, veliko avtorjev meni (Banet, Ayuso, 2000), da je genetika težak predmet za razumevanje in zahteva od učencev določen nivo abstraktnega mišljenja. Zato predlagajo, da naj bi ta učni program v uvodnem delu zajemal bolj splošne vidike, ki bi jih, kjer je le mogoče, navezoval na konkretno mišljenje. To pomeni, da naj bi na začetku učenci spoznavali dedovanje in raznovrstnost v povezavi s človeškimi karakteristikami, ki jih je mogoče brez težav opazovati. Zatem bi učitelj lahko vpeljal bolj poglobljene teme, kot na primer lokacijo dedne informacije na kromosomih, ugotavljanje povezave med kromosomi in geni ter na koncu nekatere značilnosti alelov (homozigotnost, heterozigotnost, dominantnost, recesivnost ipd.).

Učenci bi morali biti sposobni prej naveden koncepte, preden obravnavajo prenos dedne informacije na splošno, Mendlove zakone dedovanja (še posebej tiste na grahu), ali rešujejo genetske probleme. Čeprav obravnavanje prenosa dedne informacije lahko služi za razjasnitev in utrditev znanja o lokaciji dedne informacije, Banet in Ayuso (2000) menita, da če učitelj začne obravnavati genetiko z Mendlovimi križanji graha, učenci morda ne bodo mogli ustrezno interpretirati rezultatov poskusa ali problemov, ki jih je mogoče rešiti s pomočjo algoritmov.

Obravnavanje mejoze in mitoze pri pouku bi bilo treba bolj integrirati, saj nekateri biološki programi v svetu vpeljejo ta procesa samo pri delovanju celice, ponekod pa je mejoza uvrščena celo za Mendlovo genetiko. Dobro razumevanje mejoze je vsekakor prepogoj za razumevanje (konceptualno znanje) mehanizmov dedovanja. Učenci imajo namreč težave pri razumevanju problemov v genetiki, če ne poznajo povezave med mejozo in segregacijo genov. Razumevanje mejoze bi torej moralo biti osrednja tema poučevanja genetike, ker daje smisel reševanju problemov. Vendar bi morali učenci na začetku srednješolskega izobraževanja mitozo in mejozo obravnavati tako, da bi se osredotočili na posledice teh dveh procesov

(konstantno število kromosomov pri enem procesu ali tvorba haploidnih spolnih celic s širokim spektrom različnosti pri drugem procesu). Čeprav je razumevanje tega, kar se dogaja s kromosomi med mitotskim in mejotskim celičnim ciklom pomembno, nekateri avtorji menijo, da je ta tematika primernejša šele za učence, ki že imajo elementarno znanje genetike.

Učni cikel, ki ga je v svoji študiji uporabila Cavallo (1996) je temeljil na laboratorijskem delu. Učenci so učno temo začeli z mejozo, tako da so opazovali, rokovali in analizirali potek in faze mejoze s pomočjo modelov in slik. Poučevanju o mejozi je sledil tritedenski program, ki je temeljil na laboratorijskem delu z njihovi kulturami vinske mušice (*Drosophila melanogaster*). Učenci so že več tednov pred začetkom pouka o genetiki dobili kulture vinskih mišic, ki so bile homozigotne za nekatere lastnosti (na primer barvo oči, obliko kril). Mušice z določenimi lastnostmi so med seboj križali, tako da so dobili več generacij potomcev. Med temi pripravljalnimi tedni so učenci opazovali lastnosti staršev in potomcev in podatke zapisovali v tabele in grafe. Potem ko so opazovali več križanj vinskih mušic z različnimi lastnostmi, so jih učitelji vodili tako, da so ugotavljali koncept dedovanja različnih lastnosti. Znanje, ki so ga gradili, je vključevalo tudi pomene kot so dominantna in recesivna lastnost ter izrazi kot so heterozigoten, homozigoten, fenotip, genotip in aleli. Ko so razumeli osrednje koncepte v genetiki in in z njimi povezane izraze, so učenci spoznali uporabo Punnettovih kvadratov. Tekom tega dela, so se učenci ukvarjali z dejavnostmi, ki so jim pomagale razumeti verjetnost. Zatem so vadili reševanjem in interpretiranjem različnih genetskih problemov z uporabo Punnettovih kvadratov, najprej pod učiteljevim vodstvom nato pa samostojno.

Avstralski predlog obravnave genetskih vsebin (Victorian Essential Learning Standards) predpostavlja, da bi morali učenci spoznati, da se genetski material nahaja v vseh živih bitjih in da nosi informacije, ki usmerjajo delovanje organizma. Ko se učijo o razmnoževanju, morajo postopoma biti sposobni

razumeti, da se genetska informacija prenaša z ene generacije na drugo s pomočjo organiziranih kemijskih struktur. Učenci morajo spoznavati primere sprememb genetske informacije, ki se lahko zgodi zaradi mutacije. Ukvarjati se morajo tudi z vplivom, ki ga imajo pridobljene spremembe na organizem in razumeti, da te spremembe niso dedne, ker niso nastale zaradi spremembe genom. Za preživetje organizmov je pomembno, da se informacija, ki je potrebna za preživetje, prenaša skozi generacije. Če je genetski informaciji neke populacije dovolj variacij, je verjetneje, da se bo lahko uspešno odzvala na spremembe v okolju. K temu lahko pripomorejo mutacije, ki povečujejo število variacij. Za doseg tega nivoja znanja, predlagajo različne metode in dejavnosti:

1. Učenci najprej zberejo dokaze o variacijah, na primer tako, da merijo dolžino svojih prstov, ali pa jim damo skupino organizmov, in nalogo, da naj poiščejo variacije, ki so se pri tej vrsti zgodile.
2. To so izhodiščni podatki, ki jim sledi analiza.
3. Temo lahko nadgradimo s primeri križanja, na primer pri skupini kapusnic.
4. Znanje vsega razreda je treba poenotiti.
5. Učenci lahko zatem razpravljajo o tem, kako so variacije zvišale možnost preživetja v različnem okolju in prispevale k povečanju zaloge genov.
6. Učenci lahko izdelajo svoj dokumentarni film po zgledu Davida Attenborougha. Sami naj izberejo organizem, ki ga bodo raziskovali (na primer pse, ptice). Za dokumentarni film lahko izberejo tudi rastline, na primer kapusnice, ali pa rastline, ki so bile gensko modificirane za hrano. Pri pripravi filma se dejansko lahko zgledujejo po idejah Davida Attenborougha.
7. Učitelj naj pri učencih ves čas spodbuja premislek o njihovih obstoječih predstavah in jih pomaga razčiščevati.
8. Učenci naj uporabijo veliko različnega slikovnega gradiva, da zberejo (in opišejo) podatke o spremembah, ki se lahko zgodijo znotraj enega organizma in med organizmi. Raziskovati morajo tako, da uporabljajo knjige, revije in internet ter nato analizirajo zbrane informacije, da dobijo ugotovitve.
9. Učenci se lahko ukvarjajo tudi z vzroki in viri mutacij pa tudi drugimi viri variacij (kot je na primer rekombinacija).

10. Razpravljati in analizirati morajo tudi etične vidike genetike in njenih vplivov na človeštvo. Prav etična vprašanja in dileme povezane z genetiko, lahko vzbudijo v učencih potrebo po znanju in s tem predstavljajo odlično pot za aktivni angažma učencev.

Navedeni predlogi posegajo na različna področja in vključujejo zanimive, za učence privlačne metode dela, ki predvsem razvijajo širok spekter generičnih kompetenc naravoslovnih predmetov, in s katerimi jih lahko pritegnemo k pouku genetike in biologije na splošno.

PREDLOGI UČNIH ENOT IZ GENETIKE

Za uvajanje sodobnega načina pouka genetike in na njej temelječe evolucije, smo pripravili naslednjih 8 poskusnih učnih enot, ki jih bomo preverili na učencih osnovne šole in srednje šole:

1. Mitoza
2. Chargaffovi podatki
3. Izolacija DNA
4. Mendlovi podatki
5. Multifaktorsko dedovanje
6. Javorji – ena vrsta ali več?
7. Izumi rastlino
8. Razširjanje semen

V preglednici so prikazane generične kompetence naravoslovnih predmetov, ki jih je s temi biološkimi učnimi temami, torej na biološkem učnem materialu, mogoče razviti pri učencih.

Mitoza

Vir: Shields, M. (2006). Biology Inquiries. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci z uporabo 15 skic faz mitoze sestavljajo zaporedje poteka mitoze.

Povezave z drugimi učnimi enotami/vsebino: delitev celice, mitoza, celični cikel

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	Obdobje			
	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+
Sposobnost interpretacije			+	+
Sposobnost sinteze zaključkov			+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+

Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				
Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+
Organiziranje in načrtovanje dela			+	+
Verbalna in pisna komunikacija			+	+
Medosebna interakcija			+	+
Varnost				

Uvod:

Pri tej dejavnosti učenci gradijo razumevanje temeljne logike zaporedja dogodkov pri mitozu. To dejavnost je treba izvesti preden se učenci začnejo učiti o celični delitvi, zato da niso obremenjeni s tem, da si poskušajo zapomniti nove izraze. Potem, ko razumejo potek dogodkov pri mitozu, lahko uspešneje vpeljemo imena različnih struktur in stopenj.

Učenci poskušajo najprej samostojno razvrstiti petnajst skic, ne da bi o njih karkoli vedeli. Učenci potem sošolcem v majhnih skupinah predstavijo vsak svojo razvrstitev, jo zagovarjajo in se pogovorijo o njej. Nazadnje ves razred skupaj išče pot do skupne rešitve, pri čemer jih učiteljev usmerja. V tej fazi vsaka skupina razloži svoje zaporedje.

Mitoza je delitev jedra, ki poteka med delitvijo somatskih celic. Mitoza omogoča enakomerno razporeditev dedne informacije med hčerinski celici. Skice pri tej dejavnosti se osredotočajo na gibanje kromosomov.

Material: Delovni list (za vsakega učenca)

Čas: 45 minut

Potek dela:

1. Vsak učenec dobi svoj delovni list.
2. Učenci samostojno razvrščajo 15 skic v zaporedje. K vsaki risbi napišejo število od 1 do 15.

3. Skupinsko delo: V skupinah po štiri primerjajo razvrstitve skic. Sopodbudite jih, da razložijo, zakaj so skice tako razvrstili. Vsaka skupina naj znotraj sebe poskuša uskladiti zaporedje, s katerim se vsi strinjajo.
4. Pogovor vsega razreda: Vsaka skupina naj pove, katero skico je dala na prvo mesto v zaporedju. Eden ali dva učenca naj utemeljita odločitev njune skupine. Če so mnenja različna, potem pomagajte v pogovoru in razred vodite tako, da bodo vsi razumeli pravilno razvrstitev skice.
5. Na enak način obdelajte še vseh drugih 14 skic v zaporedju.
6. Vpeljava koncepta: Pri pouku v razredu, z domačo bralno nalogo ali raziskavo na medmrežju se učenci naučijo terminologijo za opisovanje in razlaganje dogodkov, ki so jih opazovali na skicah na delovnem listu.
7. Učenci napišejo na prazno črto na delovnem listu naslov obravnavane vsebine, torej "Mitoza".

Nadaljevanje:

Medtem ko učenci pridobivajo novo znanje o mitozu (s pomočjo naloge v razredu ali domače naloge), naj vsako skico označijo s prvo črko imen faz celičnega cikla (IPMAT).

V nadaljevanju obravnavanja te vsebine, naj vsak učenec s svojimi besedami razloži zaporedje od prve do zadnje skice.

Napotki za izvedbo:

- Pomembno je, da to dejavnost izvedete, preden učenci začnejo na kakršenkoli način obravnavati celično delitev.
- Učenci bodo spraševali, kaj predstavljajo skice. Najbolje je, da jim tega ne poveste. Morda bodo nekateri ali večina učencev na skicah prepoznali celice s kromosomi.
- Če učenci na glas govorijo, da so to celice, preprosto skomignite z rameni ali se vzdržite odgovora.
- Povejte učencem, da ni pomembno, kaj skice predstavljajo. Njihova naloga je samo ta, da uporabijo logiko in razvrstijo skice samo po tem, kar vidijo na delovnem listu.

- Prepričajte se, da vsak učenec sam razvrsti vse skice, preden spodbudite izmenjavo mnenj. Pomembno je, da se vsak učenec spopade s problemom pri tej dejavnosti, tako da vsak zase lahko gradi razumevanje.
- Svetujte učencem, da na delovne liste pišejo z navadnim svinčnikom, da bodo lahko kasneje popravljali, če bo treba.
- Ko se pogovarjate o skicah, jih imenujte glede na lego na delovnem listu, npr. prva vrstica, levo ali druga vrstica, v sredini.

Pravilni odgovori za učitelje:

- 1 Celica v interfazi. Genetski material je v jedru in ga ne vidimo.
- 2 Jedrna membrana je izginila, zato so kromosomi, ki se še vedno kondenzirajo, razpršeni po vsej citoplazmi.
- 3 Prikazuje profazo, kromosomi so v obliki črke X.
- 4 Prikazuje začetek tvorbe delitvenega vretena.
- 5 Prikazuje niti delitvenega vretena, ki se pričvrščajo na kromosome.
- 6 Prikazuje metafazo. Kromosomi so na celičnem ekvatorju, zato da se bodo lahko razdelili tako, da bo vsaka kromatida na svoji strani (nova celica).
- 7 Prikazuje anafazo, delitveno vreteno loči sestrski kromatidi vsakega kromosoma.
- 8-10 Nadaljevanje anafaze, ko delitveno vreteno vleče kromatidi (zdaj samostojna kromosoma) na nasprotna pola celice.
- 11-13 Predstavljajo telofazo.
- 14 Delitev jedra je končana in kromosomi se preoblikujejo nazaj v nekondenzirano obliko, torej kromatin.
- 15 Citokineza je končana in nastali sta dve hčerinski celici.

DELOVNI LIST: ZA UČITELJE (Z REŠITVAMI)

Skica 15-ih pomešanih faz mitoze

Delovni list: Za učence NIMA naslova, samo prazno črto, na katero učenci kasneje sami napišejo naslov

Skica 15-ih pomešanih faz mitoze

Chargaffovi podatki o DNA

Vir: Shields, M. (2006). Biology Inquiries. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Uvod v zgradbo DNA in proces odkrivanja, ki je prispeval k modelu dvojne vijačnice.

Povezave: DNA, molekularna biologija, zgodovina biologije

	Obdobje			
	1-3	5-6	7-8	SŠ
Generične kompetence naravoslovnih predmetov				
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+
Sposobnost interpretacije			+	+
Sposobnost sinteze zaključkov			+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+
Prenos teorije v prakso			+	+
Uporaba matematičnih idej in tehnik			+	+
Prilagajanje novim situacijam			+	+
Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+
Organiziranje in načrtovanje dela			+	+
Verbalna in pisna komunikacija			+	+
Medosebna interakcija			+	+

Varnost				

Uvod

V štiridesetih letih 20. stoletja je Erwin Chargaff odkril bistvene podatke o DNA, ki so navsezadnje pomagale Watsonu in Cricku oblikovati njun model dvojne vijačnice. Učbeniki pogosto vključijo nekaj Chagraffovih podatkov, s katerimi podprejo razlago zgradbe DNA. Ta učna tema obrača to zaporedje in sooči učence s Chagraffovimi podatki, še preden so se učili o dvojni vijačnici.

Dijaki v gimnaziji imajo zelo skromno znanje biokemije, zato si s podatki s področja molekularne biologije ne morejo veliko pomagati. Po drugi strani pa Chagraffovi rezultati predstavljajo zelo enostavne in zelo pomembne vzorce. Z razmišljanjem in ukvarjanjem s Chagraffovimi podatki celo na najenostavnejši ravni, dijaki začnejo graditi temelje za razumevanje logike modela dvojne vijačnice. Poleg tega dijaki izkusijo nekaj podobnega razmišljanja, kot je bilo prisotno v tistem času, in se tako seznaniijo tudi z zgodovino procesa odkrivanja zgradbe DNA.

Material: Delovni list (za vsakega učenca)

Čas: 45 minut. Posamezne dele učne teme je mogoče opraviti zunaj učne ure.

Potek dela:

1. Dijake vprašajte, kaj vedo o DNA. Najprej jih spodbudite k miselni nevihti in prostim asociacijam. Potem se osredotočite na naslednja osrednja vprašanja:

- Kaj je DNA?
- Kakšna je vloga DNA?
- Kako DNA to dela?

Poskrbite, da bodo dijaki do konca pogovora razumeli splošni koncept, da DNA vsebuje genetski kod/navodila.

2. Dijakom razdelite delovne liste. Vsak učenec naj samostojno prebere uvodno besedilo na delovnem listu.

3. Dijake razvrstite v majhne skupine, v katerih naj se pogovorijo in vprašanih na delovnem listu in nanje odgovorijo. Ob koncu tega dela se frontalno pogovorite z vsem razredom, da se boste prepričali, da so vsi dijaki osredotočeni na osrednji vzorec (A nastopa v neposrednem sorazmerju s T, G pa s C).
4. Dijakom pokažite slike (na prosojnicah ali v knjigah) oblik purina and pirimidina, nato pa naj v majhnih skupinah odgovarjajo na vprašanja.
5. Dijakom na prosojnici pokažite dvojno vijačnico DNA, na kateri se A veže s T, G pa s C. Pri dijakih z višjim nivojem znanja naj bo jasno razvidno, da se dvoobročasti purini vežejo z enoobročastimi pirimidini. Zatem naj dijaki odgovorijo na zadnje vprašanje.
6. Ob koncu učne teme ali v nadaljnjih pogovorih dijakom predstavite „Chagraffova pravila“.

Mogoči odgovori na delovni list:

Analiza

Pri vsakem organizmu je delež A zelo podoben deležu T.

Enako velja za G in C.

Delež $A + G = T + C$

Vsaka vrsta ima drugačno razmerje baz.

1. Razmerje A/T in G/C. Ta bodo pri vseh vrstah zelo blizu 1. Ali pa kvocient A:T in G:C, ki bo zelo blizu 1:1. Dijaki bodo računali tudi drugače, na primer povprečja ali pa $A + T/G + C$. Vendar noben drug izračun ne more dati vzorcev, ki so konstantni pri vrstah v preglednici.
2. Vsi so različni.
3. DNA omogoča variacije med vrstami. Torej bi lahko bila molekula dedovanja.
4. Možnosti je veliko. Sprejmite vse smiselne ideje.

Ozadje:

- Razmerja med purinom in pirimidinom so vsa zelo blizu 1:1.
- Na vsak pirin obstaja en pirimidin.

Povezovanje znanja:

- Dušikove baze so usmerjene proti notranjosti.

A se veže s T.

G se veže s C.

Purini se vežejo s pirimidini.

Dvoobročaste baze se vežejo z enoobročastimi, zaradi česar je premer konstanten.

Sprejmite vse smiselne odgovore.

DELOVNI LIST: CHAGRAFFOVI PODATKI

Uvod

DNA so odkrili leta 1869, vendar smo o tej molekuli vedeli zelo malo vse do dvajsetih let 20. stoletja. Prvi raziskovalci DNA so odkrili, da molekulo sestavljajo ponavljajoče se enote, ki so jih imenovali nukleotidi. Vsak nukleotid vsebuje del, ki se imenuje dušikova baza. V DNA so štiri različne dušikove baze:

adenin (A)

citozin (C)

gvanin (G)

tanin (T)

V dvajsetih letih 20. stoletja so menili, da te dušikove baze nastopajo pri vseh živih bitjih v enakem ponavljajočem se vzorcu, kot je ATGC, ATGC, ATGC. Če bi to bilo res, potem DNA ne bi mogla biti molekula dednosti. Če bi imela DNA pri vseh vrstah enak ponavljajoč se vzorec, ne bi mogla zagotoviti raznovrstnosti, ki jo mora zagotoviti molekula, ki vsebuje genetski kod.

Po drugi svetovni vojni je biokemik Erwin Chagraff odkril nekaj pomembnih novosti o dušikovih bazah v DNA. Njegove raziskave so odkrile delež vsake baze (A, C, T in G), ki se nahaja v DNA živega bitja. Spodnja preglednica prikazuje nekaj Chagraffovih podatkov in še nekaj drugih podatkov, ki so jih odkrili kasneje.

Organizem	A	T	G	C
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	15,1	14,6	34,9	35,4
Kvas	31,3	32,9	18,7	17,1
Pšenica	27,3	27,1	22,7	22,8
Morski ježek	32,8	32,1	17,7	17,3
Morska rakovica	47,3	47,3	2,7	2,7

Želva	29,7	27,9	22	21,3
Podgana	28,6	28,6	21,4	21,5
Človek	30,9	29,4	19,9	19,8

Preglednica 2: Delež dušikovih baz v molekuli DNA pri različnih organizmih (v odstotkih)

Analiza

Kaj lahko opaziš iz podatkov v preglednici? Ali opaziš kakšen vzorec?

Katere matematične izračune bi lahko naredils podatki v preglednici, da bi odkril več informacij o pomembnih vzorcih? Izračunaj jih in rezultate vpiši v preglednico.

Kaj kažejo podatki o zgradbi DNA pri različnih vrstah? Pojasni.

Kaj meniš, da so sklepali raziskovalci o možnosti, da bi bila DNA nosilka genetskega koda, ko so te podatke videli v štiridesetih letih preteklega stoletja? Pojasni.

Katere druge vrste živih bitij bi ti še želel testirati, preden bi sklepal, da je vzorec, ki so ga našli, univerzalen? Pojasni zakaj?

Ozadje

Adenin in gvanin sta podobno zgrajeni bazi, ki jih imenujemo purini. Timin in citozin sta podoben oblike in ju imenujemo pirimidini.

1. Za vsaj štiri vrste v preglednici izračunaj razmerje med purini in pirimidini ter rezultate vnesi v preglednico.

2. Kaj lahko sklepaš o tem, kakšna je zgradba purinov in pirimidinov v DNA?

Povezovanje znanja

Chagraffovi podatki so bili osrednji dokaz, ki sta ga uporabila James Watson in Francis Crick leta 1953, da sta uspešno opisala zgradbo DNA.

Oglej so sliko molekule DNA, na kateri so označene dušikove baze. Take slike zlahka najdeš v bioloških učbenikih in na internetu ali pa vam jih bo pokazal učitelj.

1. Kaj opaziš glede razporeditve dušikovih baz? Zapiši si čim več stvari, ki so jih opazil.

2. Kako so po tvojem mnenju Chagraffovi podatki pomagali Watsonu in Cricku predvideti zgradbo DNA?

Izolacija DNA

Vir: Sepčič, K. in sodelavci. (2002). Biokemijski praktikum. Skripta. Ljubljana. 2002

Učna enota: Učenci usvojijo preprost način izolacije DNK iz tkiv

Povezave: DNA, dedovanje

	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij			+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+
Sposobnost interpretacije			+	+
Sposobnost sinteze zaključkov			+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+
Prenos teorije v prakso			+	+
Uporaba matematičnih idej in tehnik			+	+
Prilagajanje novim situacijam			+	+
Skrb za kakovost			+	+
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+
Organiziranje in načrtovanje dela			+	+
Verbalna in pisna komunikacija			+	+
Medosebna interakcija			+	+
Varnost			+	+

Material: delovni list (za vsakega učenca), čaše, noži, zličke, liji, valji, filter papir, zobotrebeci, objektna in krovna stekelca, mikroskopi, sadje (paradižnik, banana, kivi), merilni valji, sol, detergent, voda, etanol.

Potek dela:

Izolacija DNA:

1. Učenci delajo v majhnih skupinah.

2. V večjo stekleno čašo stresite 3g soli (1 polna kavna žlička).
3. Z merilni valjem odmerite 10 ml detergenta in jih vlijte v čašo. Vsebino čaše dopolnite z vodo do 100ml (1 dcl). Zmešajte, da se sol raztopi.
4. Sadje razrežite na manjše koščke in jih dodajte raztopino soli in detergenta.
5. 10 do 20 minut pustite na sobni temperaturi.
6. Sadje s paličnim mešalnikom na kratko (približno 5 sekund) razbijte na drobne delce.
7. Suspenzijo celic filtrirajte prek filter papirja.
8. Z merilnim valjem odmerite 20 ml ekstrakta n ga nalijte v manjšo čašo.
9. 20 ml hladnega etanola previdno (ob steni čaše) prilijte ekstraktu.
10. Iz raztopine se bo izločila DNK, ki jo poskušajte naviti na zobotrebec in izvleči iz raztopine.

DELOVNI LIST: IZOLACIJA DNA

1. Kako je na biološki material deloval detergent?

2. Čemu smo uporabili sol?

3. Ali lahko pri tem poskusu lahko preveč poškodujemo verige DNK? Pri kateri stopnji je zato potrebna previdnost?

4. Zakaj smo suspenzijo celic filtrirali?

5. Ali je izolirana DNK čista? Katere primesi še lahko pričakujemo?

6. Ali je DNK topna v etanolu?

7. Katere primesi lahko pričakujemo v DNA, ki sm jo izolirali?

Mendlovi podatki

Navedba vira: Shields, M. (2006). Biology Inquiries. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci začnejo z uvodom v dednost z analizo Mendlovih podatkov o poskusih z grahamom.

Povezave z drugimi učnimi enotami/vsebino: dedovanje, Punnettovi kvadrati, verjetnost, zgodovina naravoslovja

	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij			+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+
Sposobnost interpretacije			+	+
Sposobnost sinteze zaključkov			+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+
Prenos teorije v prakso			+	+
Uporaba matematičnih idej in tehnik			+	+
Prilagajanje novim situacijam			+	+
Skrb za kakovost			+	+
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+
Organiziranje in načrtovanje dela			+	+
Verbalna in pisna komunikacija			+	+
Medosebna interakcija			+	+
Varnost				

Uvod:

V tej delni raziskavi učenci začnejo spoznavati dedovanje, tako da skušajo predvideti rezultate Mendlovih križanj. Dejanski rezultati generacije F1 se bodo marsikomu zdeli protislovni. Zatem učenci na podlagi dejanskih rezultatov generacije F2 predlagajo mogoče razlage za vzorce dedovanja. Na tej

stopnji učenca spodbudimo, da se seznani s temelji konceptov, kot je na primer dominantnost, da bodo lahko razložili Mendlove podatke.

Drugi del te učne enote izvedemo potem, ko učenci že poznajo Punnettove kvadrate in njihovo uporabo v genetiki. Učenci naredijo Punnettove kvadrate za Mendlova križanja in nato poskusijo uskladiti rahlo neskladje med predvidenimi razmerji in dejanskimi rezultati. Na ta način se srečajo z zelo razširjeno napačno predstavo, da Punnettovi kvadrati prikazujejo, kaj se bo dejansko zgodilo in ne, kaj se bo verjetno zgodilo. Zato sledi kratka obravnava verjetnostne narave Punnettovih kvadratov. Pri obravnavi verjetnosti bi bila lahko zelo ustrezna dopolnilna dejavnost, ki vključuje kovanice ali kocke.

Material: Delovni list (za vsakega učenca)

Čas: 45 minut

Potek dela:

Začnite z uvodnim pogovorom, v katerem boste preverili predhodno znanje učencev. Spodbudite razmislek o vprašanjih kot na primer:

- Kako se lastnosti dedujejo?
- Kako človek dobi barvo oči, barvo las in podobno?
- Kaj se zgodi, če ima eden od staršev rjave lase, drugi pa svetle? Kakšno barvo las bodo imeli njuni otroci?

Povejte učencem, da se je Gregor Mendel spraševal o teh vprašanjih pred 150 leti. Predstavite jim Mendlovo „zgodbo“ in jih na ta način pripravite na raziskovanje njegovih poskusov.

Učencem razdelite delovne liste.

Učenci naj najprej preberejo uvodno besedilo na delovnem listu. Nato se z vsem razredom pogovorite o vprašanjih za razpravo, ki so na delovnem listu. O vsakem vprašanju se temeljito pogovorite, preden se lotite naslednjega. Pri tem si pomagajte s slikami Mendlovih treh generacij, tako da na primer na prosojnico ali na tablo narišete velike in majhne starše in nato tekom pogovora spodaj dorišete visoko generacijo F1.

Na tej stopnji še ne razkrijte rezultatov generacije F2, torej 3:1.

Analiza: Učenci naj samostojno ali v majhnih skupinah odgovarjajo na vprašanja na delovnem listu.

Ozadje: Učenci se s samostojnim branjem, raziskavo ali delom pri pouku učijo o dominantnosti, recesivnosti, segregaciji alelov, Pnnettovih kvadratih in drugem.

Predvidevanje in verjetnost: Učenci odgovorijo na vprašanja na delovnem listu.

Preverjanje in premislek: V pogovoru z vsem razredom razpravljajte o predstavah, ki so se pri učencih pokazale v pogovoru pred obravnavo te učne enote. Učence na primer vprašajte, kaj zdaj menijo o tem, da nekatere lastnosti „preskočijo generacije“, kar je zelo pogosta napačna predstava.

Navodila za izvedbo:

1. To učno enoto izvedite preden se učenci začno učiti o dedovanju.
2. Zelo primerno je, če pred to učno enoto izvedete z učenci sekcijo cveta, tako da bodo razumeli, kaj pomeni navzkrižna oprašitev in samooprašitev.

Mogoči odgovori na izbrana vprašanja z delovnega lista za učence:

Vprašanja iz točke Razprava:

1. Mnogi bodo predvideli medij.
2. Vse rastline bodo visoke.
3. Kaj se je zgodilo z „nizkostjo“? Učenci bodo morda predlagali različna križanja.
4. Mendel je pustil rastline generacije F1, da so se samooprašile. Učenci bodo zapisali različne napovedi.

Vprašanja iz točke analiza:

1. Sprejmite vsak poskus razlage rezultatov.
2. Odgovori učencev bodo različni. Pri vsakem odgovoru učence vprašajte, kakšna nova informacija o vzorcih dedovanja bi se pri tem pokazala. Učence vodite tako, da bodo uvideli vrednost računanja razmerij za vsako križanje.
- 3.

Visok:nizek	2,84:1
Rdeči cvetovi:beli cvetovi	3,15:1
V zalistju:na vršičku	3,14:1
Rumeno seme:zeleno seme	3,01:1
Gladko seme:nagubano seme	2,96:1
Napihnjeni stroki:sploščeni stroki	2,95:1
Zeleni stroki:rumeni stroki	2,82:1

Napovedovanje in verjetnost:

- Rezultat križanja staršev = 100 % visokih rastlin
- Rezultat križanja generacije F1 = 3:1 visok:nizek
- So si podobni, vendar dejanski rezultat ni natančno 3:1. Sprejmite vse smiselne poskuse učencev, da pojasnijo razlike.
- Čim večkrat vržemo kovanec, tem bliže bodo rezultati napovedi, ki temelji na verjetnosti. Povsem mogoče je, da pade številka trikrat ali celo desetkrat zapovrstjo. Težko pa si je predstavljati, da bi številka padla stokrat ali 10000-krat zapored. Rezultat 10000-ih metov kovanca, bo zelo blizu 50 odstotkom števil in 50 odstotkom mož. Rezultat desetih metov bo morda 50/50, prav mogoče pa je, da bo od tega bolj ali manj odstopal.
- Barva in oblika semen. Semena imajo največji vzorec, zato so rezultati teh križanj bližje napovedim, ki temeljijo na verjetnosti.
- Možnosti je veliko.

DELOVNI LIST: MENDLOVI PODATKI

Uvod

Gregor Mendel je preučeval dedovanje številnih lastnosti pri grahu, na primer barve cvetov, oblike semen in višine rastlin. Za vse te lastnosti je izvedel natančna križanja med rastlinami z različnimi oblikami posamezne lastnosti. Tako je, na primer, med seboj križal rastline z rdečimi cvetovi in rastline z belimi cvetovi, visoke rastline z nizkimi in rastline z gladkimi semeni s takimi z nagubanimi semeni. V vseh teh poskusih je začel z rastlinami, ki so bile „čistokrvne“. Njegove visoke rastline, na primer, so bile potomke staršev, ki so imeli samo visoke potomce.

Vprašanja za pogovor:

1. Mendel je križal visoke rastline graha z nizkimi rastlinami. Napovej, kakšni so bili potomci. Visok X nizek --> ?
2. Pojasni svojo napoved.
3. Učitelj vam bo pokazal, kaj je Mendel v resnici dobil, ko je križal visoke rastline z nizkimi.
4. Kakšna vprašanja imaš zdaj? Če bi bil Mendel, kaj bi storil potem?
5. Učitelj vam bo pokazal, kaj je Mendel storil potem. Temu pravimo križanje F1 (prva filialna generacija). Napovej, kakšni so bili potomci tega križanja.
6. Spodnja preglednica kaže, kakšne rezultate križanja je Mendel dobil v generaciji F2 za več lastnosti.

Lastnost	Lastnost in število rastlin		Lastnost in število rastlin	
Višina	visok	787	nizek	277
Barva cvetov	rdeča	705	bela	224
Lega cvetov	zalistje	651	vršiček	207
Barva semen	rumena	6022	zelena	2001
Oblika semen	gladko	5474	naguban	1850

Oblika stroka	napihnjen	882	tanek	299
Barva stroka	zelena	428	rumena	152

Preglednica 3: Mendlovi rezultati generacije F2

Vprašanja za analizo

- Ali so rezultati generacije F2 taki, kot ste pričakovali? Predlagajte razlago teh rezultatov. Razmislite, kaj bi se lahko v generaciji F1 zgodilo s faktorjem za nizkost. Kako se je ta lasnost lahko pojavila v generaciji F2, če je pri rastlinah generacije F1 nismo opazili?

- S kakšnimi matematičnimi izračuni bi lahko natančneje odkril vzorec dedovanja pri Mendlovih podatkih.

- Potem ko ste premislili zadnje vprašanje in se o njem pogovorili, naj ves razred izbere en, posebej uporaben izračun. Na ta način preračunajte vse Mendlove podatke in rezultate zapišite v preglednico.

Ozadje:

Če želiš razložiti Mendlove rezultate F1 in F2 boš moral pridobiti osnovne informacije o dedovanju. Preden nadaljuješ z raziskovanjem, boš moral razumeti tudi, kako se uporabljajo Punnettovi kvadrati.

Napovedovanje in verjetnost:

1. Zapiši Punnettov kvadrat za Mendlovi križanji (staršev in generacije F1) za višino rastlin.

2. S prostimi besedami pojasni, kako ti Punnettovi kvadrati napovejo, kar je Mendel v resnici dobil v generaciji F1 in F2. Na kakšen način razložijo „izginotje“ nizkosti v generaciji F1?

3. Primerjajte razmerja generacije F2, ki ste jih prej izračunali, s tistimi, ki ste jih napovedali za F2 v prejšnjem Punnettovem kvadratu. Poskusi razložiti, zakaj se razmerja nekoliko razlikujejo.

4. (Vprašanje za premislek) Kakšna je verjetnost, da bo kovanec, ki ga vržemo v zrak, pristal s številko zgoraj? Ali je mogoče, da vsakič dobimo

številko, če kovanec vržemo trikrat zapored? Kaj pa, če ga vržemo desetkrat? Ali pa stokrat? Deset tisočkrat? V katerem od teh poskusov bomo najverjetneje dobili napovedanih 50 odstotkov števil in 50 odstotkov mož?

5. Pri katerem od Mendlovih križanj je bil rezultat v generaciji F2 najbližje razmerju 3:1? Poskusi to razložiti.

6. Katere druga eksperimentalna vprašanja bi bilo še zanimivo raziskati pri dednosti graha?

Multifaktorsko dedovanje

Vir: Shields, M. (2006). Biology Inquiries. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci z merjenjem in grafično predstavitevijo lastnosti ugotovijo, da na fenotip vpliva več kot en gen.

Povezave z drugimi učnimi enotami: dedovanje, poligene lastnosti, humana genetika

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	Obdobje			
	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij			+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+
Sposobnost interpretacije			+	+
Sposobnost sinteze zaključkov			+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+
Prenos teorije v prakso			+	+
Uporaba matematičnih idej in tehnik			+	+
Prilagajanje novim situacijam			+	+
Skrb za kakovost			+	+
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+
Organiziranje in načrtovanje dela			+	+
Verbalna in pisna komunikacija			+	+
Medosebna interakcija			+	+
Varnost				

Uvod

Pri obravnavi genetike se večina učbenikov osredotoči predvsem na lastnosti, ki jih določajo posamični geni, kot so na primer višina rastline pri grahu, cistična fibroza, Huntingtonova bolezen. Preučevanje dedovanja takih fenotipov omogoča razmeroma enostavno reševanje problemov s Punnettovimi kvadrati in napovedovanje. Vključujejo osnovne vzorce, ki so

primerni za najstnike. Vendar pa s pretiranim poudarjanjem Mendlove genetike 19. stoletja delamo učencem slabo uslugo. Moderna genetika je namreč odkrila, da je velika večina fenotipov posledica medsebojnega vpliva več genov. Ugotovili so tudi, da na izražanje večine genov vplivajo tako okoljski dejavniki kot tudi naključje.

Lastnost, ki jo določa kombinacija dveh alelov na enem genskem lokusu, lahko da največ tri fenotipe. Fenotipi so lahko posledica dveh dominantnih alelov, dveh recesivnih alelov ali, kadar gre za nepopolno dominantnost ali kodominantnost, heterozigotov. Večina lastnosti pri človeku ne kaže take cepitve na dva ali tri mogoče fenotipe. Barva kože, velikost, inteligentnost in tudi večina drugih lastnosti kaže širok, zvezni spekter fenotipov. To pomeni, da morajo te lastnosti biti multifaktorske. Nanje vplivajo kompleksni medsebojni vplivi multiplih genov (poligenično) in dejavniki okolja.

V tej učni enoti učenci merijo eno lastnost, kot je na primer dolžina kazalca. Ko podatke vnesejo v graf, je iz približne zvonaste krivulje, ki jo dobijo, očitno, da obstaja širok razpon fenotipov. Učenci nato uporabijo te podatke, da dobijo vpogled v zapletenost dedovanja pri človeku.

Material: Delovni list, ravnilo, milimetrski papir ali računalniški program, ki omogoča risanje grafov

Čas: 45 minut

Potek dela:

1. Učencem razdelite delovni list ali pa delovni list uporabite samo kot svoje vodilo pri izvedbi učne enote.
2. Spodbudite učence, da odgovorijo na uvodna vprašanja na delovnem listu. Na vprašanje 3 naj učenci sicer odgovorijo, vendar se o tej temi še ne pogovarjajte in je ne rešite.
3. Učenci izmerijo svoj kazalec ali drugo lastnost, ki ste jo izbrali. Učenci nato izmenjajo podatke med seboj. Pustite jim, da se sami odločijo, kako bi to najučinkoviteje naredili.

4. Učenci narišejo stolpčne grafe na podlagi podatkov vsega razreda. „Dolžina“ je na osi x, „število učencev“ pa na osi y. Usmerjajte jih, tako da se bodo odločili graf narisati na tak način.
5. Učenci odgovorijo na vprašanja, preden o njih razpravljate z vsem razredom, lahko pa tudi med razpravo vsega razreda.
6. Učencem predstavite koncept poligenškega dedovanja, zvezne variabilnosti in multifaktorskega dedovanja.
7. Učenci napišejo svoje razmišljanje, kar jim omogoči, da svoje novo razumevanje obdelajo, organizirajo in osmislijo.

Napotki za izvedbo:

- Uporabite lahko katerokoli lastnost, ki jo je mogoče meriti, na primer velikost učencev, dolžina nog ali medočesni razmik. Primerne so tudi lastnosti drugih živih bitij. Učinkovito bi bilo, če uporabite fenotipe človeka in drugih živih bitij, tako da učenci uvidijo, da je multifaktorsko dedovanje običajno pri vseh vrstah živih bitij.
- Kazalec merite od kože med sredincem in kazalcem pa do konice kazalca. Učencem pokažite, kako naj merijo, tako da bodo vsi uporabili enako tehniko.
- *Pričakovani rezultati:* Na grafu bi moral biti razviden širok spekter fenotipov, ki se širi od skupine na sredini. Več kot bo podatkov večja bo možnost, da bo krivulja zvonasta. Tisto, kar se mora pokazati, da bodo učenci lahko razumeli učno temo, je razpon fenotipov.

Mogoči odgovori učencev na izbrana vprašanja na delovnem listu:

Uvodna vprašanja

1. Dva – visoka ali nizka za rastline graha. Bolezni človeka ali ima ali pa ne, čeprav so pri mnogih boleznih tudi variacije jakosti, nastopa bolezni in podobno.
2. Trije – na primer rdeč, roza, bel pri posameznih rastlinah.
3. Ne, večina se pojavlja v zvezni variabilnosti.



Vprašanja za analizo

1. Odgovori bodo različni, vendar bi morali biti multipli.
2. Lastnost mora biti določena z več kot enim genskim lokusom z dvema aleloma, sicer ne bi bili mogoči več kot trije fenotipi, graf pa kaže, da jih je veliko več kot trije.
3. Mogočih je veliko odgovorov.
4. Večina lastnosti pri človeka se pojavlja v veliko več kot dveh ali treh mogočih fenotipih.
5. Učenci bodo morda trdili, da se barva las ali oči pojavlja samo v majhnem številu fenotipov, vendar tudi ti kažejo velik razpon variacij v odtenkih barve.
6. Multipli fenotipi rezultirajo v zvezni variabilnosti. Te lastnosti, kot večina, so pod vplivom velikga števila genov in tudi okoljskih vplivov.

DELOVNI LIST: MULTIFAKTORSKO DEDOVANJE

Uvodna vprašanja

1. Koliko različnih fenotipov obstaja za lastnosti, kot so velikost rastline graha, Huntingtonova bolezen ali anemija srpastih eritrocitov? Pojasni.

2. Koliko različnih fenotipov obstaja za lastnost, katere aleli kažejo nepopolno dominantnost ali kodominantnost? Pojasni.

3. Ali ima večina lastnosti pri človeku samo dve ali tri oblike? Razmišljaj o tem vprašanju, ko se boš ukvarjal z naslednjim delom učne enote.

Zbiranje podatkov

1. Z ravnilom izmeri lastnost, ki jo je predlagal vaš učitelj. Podatke si zapišite.

2. Podatke, jih je zbral ves razred, predstavite grafično.

Analiza

1. Iz grafa razberi, koliko fenotipov obstaja v razredu za dano lastnost.

2. Kaj lahko iz teh podatkov sklepaš o številu genov, ki določajo to lastnost? Pojasni.

3. Naštejte deset lastnosti pri človeku razen genetskih motenj.

4. Koliko od teh desetih lastnosti se pojavlja samo v dveh ali treh mogočih fenotipih? Katere so to?

5. Koliko fenotipov je za velikost, inteligentnost ali barvo kože pri človeku?

[illegible]

Javorji – ena vrsta ali več?

Navedba vira: Shields, M. (2006). Biology Inquiries. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

Učna enota: Učenci z uporabo morfoloških podatkov in DNA sekvenc poskušajo uvrstiti tri liste javorjev.

Povezave z drugimi učnimi enotami: DNA, genom, taksonomija, koncept vrste v biologiji

	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij			+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij			+	+
Sposobnost interpretacije			+	+
Sposobnost sinteze zaključkov			+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov			+	+
Prenos teorije v prakso			+	+
Uporaba matematičnih idej in tehnik			+	+
Prilagajanje novim situacijam			+	+
Skrb za kakovost			+	+
Sposobnost samostojnega in timskega dela			+	+
Organiziranje in načrtovanje dela			+	+
Verbalna in pisna komunikacija			+	+
Medosebna interakcija			+	+
Varnost			+	+

Uvod

Kako biologi določijo, ali se dve populaciji organizmov uvrščata v isto vrsto ali ne? Taksonomija je bila dolgo spremenljivo, zanimivo in kontroveržno področje biologije. Vrsta je v biologiji definirana kot skupina organizmov, ki se lahko med seboj plodijo in imajo plodne potomce. Vendar so psi in volkovi, ki se zlahka križajo, po tej definiciji ista vrsta. Kljub temu jih večina virov opisuje

kot različni vrsti - *Canis lupis* in *Canis familiaris*. Vrednost koncepta vrste v biologiji je njegova osredotočenost na to, kako se je vrsta razvila – evolucija izolirane zaloge genov. V resnici za večino vrst velja koncept morfološke vrste, kar pomeni, da se ena vrsta razlikuje od drugih po posebnih lastnostih (morfologiji).

Molekularna biologija je dala taksonomom v roke močno novo orodje. Bolj sorodna kot sta si dva organizma bolj so si podobne njune DNA, RNA in zaporedje aminokislin. Novi molekularni podatki so vnesli velike spremembe v nekatere dolgo veljavne klasifikacije. Vendar tako kot druge metode določanja vrst ima tudi molekularna nekatere omejitve. Na primer, kako podobni si morata biti zaporedji DNA, da dve populaciji uvrščamo v isto vrsto. Kako se o tem odločamo?

S temi vprašanji se bodo spoprijeli učenci pri tej učni enoti. Učenci bodo najprej opazovali in primerjali dvodimenzionalne oblike treh javorjevih listov (učni list št. 1). Nato bodo primerjali in analizirali zaporedja DNA teh treh javorjevih listov (delovni list št. 2). Zatem se bodo na podlagi enih in drugih podatkov poskusili odločiti, koliko vrstam pripadajo trije javorjevi listi. En list (maklen) se po obliki (morfološko) in po zgradbi DNA zelo razlikuje od drugih dveh. Ostrolistni in beli javor pa sta si dovolj podobna, da izzove pri učencih negotovost in sprožita pogovor.

Dodana je še neobvezna vendar priporočljiva razširitev učne enote, pri kateri učenci sami naberejo veliko javorjevih listov in jih analizirajo po obliki (morfološko).

Material:

- Delovni list (za vsakega učenca)
- Učni list 1: slika javorjevih listov (za vsakega učenca)
 - Acer campestre, maklen
 - Acer platanooides, ostrolistni javor
 - Acer pseudoplatanus, beli javor
- Učni list 2: zaporedje DNA (za vsakega učenca)

- Določevalni ključi za določanje evropskih dreves (več izvodov), npr. Rastlinski svet Evrope, Ljubljana, Mladinska knjiga, 1988.
- ravnilo
- žepni računalnik

Čas: 60-90 minut

Potek dela:

Uvodni pogovor

1. Razdelite učni list št.1 s skicami treh listov.
2. Z vprašanjem sprožite pogovor: »Kako bi lahko določil ali dva organizma sodita v isto vrsto ali ne?« Sprejmite vse odgovore in v tem delu ure ne popravljajte napak, ki jih delajo učenci. Vprašajte tudi: »Kaj je vrsta?« Poskrbite se, da bodo na tej stopnji vsi učenci razumeli, da je vrsta skupina organizmov, ki so si na splošno med seboj bolj podobni, kot pa so podobni neki drugi skupini organizmov. Morda lahko vpelžete tudi koncept biološke vrste. Vprašajte učence "Ali sta javor in pes ista vrsta? Pes in maček? Kaj pa pes in volk? Labradorci in zlati prinašalec?" Ponovno sprejmite različne odgovore. Zaključite z retoričnim vprašanjem: »Kako podobna si morata biti dva organizma, da ju uvrstimo v isto vrsto? Kako se biologi odločajo?«
3. Usmerite učence na slike javorjevih listov. V majhnih skupinah naj se pogovorijo o vprašanih v uvodnem delu učnega lista 1.
4. Izberite nekaj skupin, ki naj svoje odgovore na vprašanja na učnem listu 1 predstavijo vsem. Usmerjajte razred, tako da boste dobili štiri ali pet kvantitativnih lastnosti, ki jih je mogoče meriti in primerjati. Na tej stopnji vpeljite nekaj besedišč, da se bodo učenci lažje pogovarjali o listih, in sicer listna ploskev, listni pecelj, listna krpa.

Zbiranje in analiza podatkov

1. Učenci izmerijo različne lastnosti listov na slikah in jih zabeležijo. Dejanski podatki za te tri vrste so prikazani v poglavju Izvedbena strategija. Učenci lahko te podatke uporabijo za dodatno analizo.

2. Učenci dobijo učni list št. 2 z zaporedji DNA. Učencem povejte, da so pri vsakem listu ugotovili zaporedje DNA za isti gen in da je to zaporedje prikazano na učnem listu 2.
3. Vsaka skupina učencev se odloči, na kakšen način bo primerjala vsa tri zaporedja DNA med seboj. Usmerjajte jih tako, da bodo izbrali kvantitativni način in ne ocene "na oko". Vodite jih tako, da se bodo osredotočili na podobnosti glede lege baz. Lahko se osredotočijo na število točk, na katerih se vsak list razlikuje od drugih dveh. Najlažje je primerjati pare: 1 z 2; 1 s 3; 2 s 3. Nato naj izračunajo delež podobnosti med vsakim parom.

Zaključek in premislek

1. Pripravite več ključev za določanje dreves. Spodbudite učence, da določijo imena vrst, ki jim listi pripadajo. Po risbah bodo zlahka prepoznali maklen (majhen), težje pa bodo med seboj ločili preostala dva in prepoznali ostrolistni javor in beli javor v določevalnem ključu. Usmerite učence na obliko listnih krp in občutek lista na otip.
2. Učenci napišejo odgovore na zaključna vprašanja na svojih delovnih listih.

Napotki za izvedbo

- Slabost pri tej dejavnosti je, da za predstavitev vsake vrste uporabimo en sam list. Ko učenci navsezadnje razumejo (s pomočjo določevalnega ključa), da imajo pred seboj tri vrste, se pogovorite z njimi o tem, da je vrsto nemogoče opredeliti samo po enem listu. Pri vsakem drevesu in še bolj znotraj vsake vrste obstaja velika raznolikost v velikosti in obliki listov. To slabost lahko odpravi dodatek, ki je mogoč pri tej dejavnosti, in ga obravnavamo v nadaljevanju.
- Zaporedja DNA na učnem listu 2 predstavljajo identične dele genoma treh vrst. Zaporedje pri eni vrsti je sedem baz daljše kot pri drugih dveh.
- Če daste učencem analizirati spodnjo tabelo, morate zbrisati imena vrst v prvi vrstici.

	List 18 (maklen)	List 2 (ostrolistni javor)	List 3 (beli javor)

velikost vzorca	60	50	184
dolžina lista (cm)	13,71	18,32	18,19
širina lista (cm)	7,13	11,14	11,11
globina krp (cm)	3,25	4,39	4,52
dolžina listne ploskve (cm)	11,79	14,52	13,88
dolžina listnega peclja (cm)	1,84	4,20	4,49
premer listnega peclja (mm)	0,67	0,94	0,66
število listnih krp	6.02	5.14	5.09

Preglednica 4: Morfološki podatki vzorca

- Za boljše učence: Če učenci želijo, lahko izračunajo indeks podobnosti po naslednji formuli: _____

$$\sqrt{\sum(x-y)^2}$$

- To formulo uporabljamo za primerjavo dveh vrst med seboj. Simbola x in y sta povprečni vrednosti določene lastnosti za obe vrsti. Razliko med x in y kvadriramo. Vse kvadrirane razlike (v našem primeru jih je sedem) nato seštejemo in izračunamo kvadratni koren dobljene vsote. Če želimo, na primer, primerjati ostrolistnim in belim javorjem, vzamemo razliko med 18,32 in 18,19, to je 0,13. To kvadriramo in dobimo 0,0169. Enako storimo še z drugimi šestimi lastnostmi v tabeli. Vseh sedem kvadratov seštejemo in dobimo 0,6093, nato pa to število korenimo in dobimo rezultat 0,78 (kar lahko zaokrožimo na 0,8). Manjši kot je ta indeks bolj sta si vrsti podobni med seboj. Opazili bodo, da sta si ostrolistni in beli javor po tej vrednosti zelo podobna, medtem ko se maklen razlikuje tako od ostrolistnega javorja kot tudi od belega javorja.

Maklen 0,8

Ostrolistno javor 7,3

Beli javor 7,1

- *Priporočljiva razširitev:* Če čas in okoliščine to dovoljujejo, naj učenci sami naberejo veliko listov, dveh ali treh vrst dreves (če je mogoče, javorje), ki rastejo v okolici, in nato izvedejo naslednjo dejavnost:
- 1. Za vsako skupino naj naberejo približno deset listov določene vrste.
- 3. Vsaki skupini damo mešan kup listov.
- 4. Učenci poskušajo liste razvrstiti v vrste. V skupinah se pogovarjajo in razpravljajo o tem, koliko različnih vrst imajo.
- 5. Skupine se odločijo, katere lastnosti listov bodo merili, nato zberejo podatke, lahko uporabijo podatke vsega razreda in izračunajo povprečne vrednosti, izdelajo grafe za izbrane lastnosti. S pomočjo teh podatkov se nato odločijo, koliko vrst imajo in vrste tudi določijo.
- 6. Potem nadaljujemo z molekularnim delom podatkov te učne enote.

Mogoči odgovori na vprašanja na delovnih listih:

Analiza molekularnih podatkov

1. Zaporedji DNA pri listu 2 (ostrolistni javor) in listu 3 (beli javor) sta si 98 odstotno podobni. Približno 36 odstotkov baz lista 1 (maklena) je enakih kot pri listih 2 in 3.
2. List 1 je mnogo manj podoben listoma 2 in 3 kot sta si ta dva med sabo. Lista 2 in 3 bi lahko pripadala isti vrsti. Učenci lahko sklenejo, da imajo pred seboj dve ali tri vrste.

Zaključek in premislek

1. Tri vrste: maklen (št. 1), ostrolistni javor (št. 2) in beli javor (št. 3)
2. Odgovori se bodo lahko razlikovali. Molekularni podatki so bili konkretniji in manj podvrženi odločitvi učencev glede tega, kaj bodo opazovali.
3. Veliko več vzorcev, na primer opazovanje celotnih dreves, debel, razvejanja, cvetov, plodov, semen, časa razmnoževanja, možnosti križanja.
4. To je odprta in kontroverzna tema.

UČNI LIST ŠT. 1: LISTI JAVORJEV

LIST št. 1: slika lista

LIST št. 2: slika lista

LIST št. 3: slika lista

UČNI LIST ŠT. 2: ZAPOREDJE DNA PRI TREH LISTIH JAVORJEV

LIST št. 1

1	tcgaaacctg	cccagcagaa	cgacccgcga	attggttaca	accgacgggg	ggcggggggc
61	gttcgtcgcc	ccctcgcccc	ctctcgggg	gggggcctcg	cgtctcctgc	ccgcagaccg
121	aaccccggcg	cggaacgcgc	caaggaaatc	taaccaagag	agccatgtcg	gaggccccgg
181	acacggtgtg	ccccggcgt	cggcgtctta	tgaattatc	aaaacgactc	tcggcaacgg
241	atatctaggc	tctcgcatcg	atgaagaacg	tagcgaaatg	cgatacttgg	tgtgaattgc
301	agaatcccg	gaatcatcga	gttttgaac	gcaagttgcg	cccgaagcca	ttcgcccgag
361	ggcacgtctg	cctgggtgtc	acgcacgtt	gccccccca	aactccggtt	cgggcggggc
421	ggaagttggc	ctcccggtcg	tgcctgcacg	cgcggttagc	ccaaaagcga	gtcctcggeg
481	acgagcgcca	cgacaatcgg	tggtttttt	accctcgttc	ctcgtcgtgc	gtgccccgtc
541	gcccgaacgc	gctcctgcga	ccctcacgcg	tcgcctcggt	ggcgctccca	acgc

LIST št. 2

1	tcgaaacctg	cacagcagaa	cgacccgcga	attggttaca	accgacgggg	ggcggggggc
61	gctcgtcgcc	ccctcgcccc	ccctgcgggc	ggggagacct	gcctgcaaac	cgaacccag
121	cgcggaacgc	gccaaggaaa	tctaaccaag	agagccacgc	tggaggcccc	ggacacggtg
181	tgcccccgac	gtcggcgctt	tacgaattat	tcaaaacgac	tctcggcaac	ggatatctag
241	gctctcgcat	cgatgaagaa	cgtagcgaaa	tgcgatactt	gatgtgaatt	gcagaatccc
301	gcgaatcatc	gagtttttga	acgcaagttg	cgcctgaagc	cattcggccg	agggcacgtc
361	tgcctgggtg	tcacgcacgc	ttgcccccc	aaactccggt	tcgggcgggg	cggaaagttg
421	cctcccggtc	gtgcctgcgc	gcgcggttag	cccaaaagcg	agtctcggc	gacgagcgcc
481	acgacaatcg	gtggttttct	tgcctcgtt	cctcgtcgtg	cgcgccccgt	cggcgaacg
541	cgtcctcgca	ccctcacgcg	tcgtcgctc	ggcggcgctc	ccaacgc	

LIST št. 3

1	tcgaaacctg	cacagcagaa	cgacccgcga	attggttaca	accgacgggg	ggcggggggc
61	gttcgtcgcc	ccctcgcccc	ccctgcgggt	ggggagacct	gcctgcaaac	tgaacccag
121	cgcggaacgc	gccaaggaaa	tctaaccaag	agagccacgc	tggaggcccc	ggacacggtg
181	tgcccccgac	gtcggcgctt	tacgaattat	tcaaaacgac	tctcggcaac	ggatatctag
241	gctctcgcat	cgatgaagaa	cgtagcgaaa	tgcgatactt	gatgtgaatt	gcagaatccc
301	gcgaatcatc	gagtttttga	acgcaagttg	cgcctgaagc	cattcggccg	agggcacgtc
361	tgcctgggtg	tcacgcacgc	ttgcccccc	aaactccggt	tcgggcgggg	cggaaagttg
421	cctcccggtc	gtgctcgcat	gcgcggttag	cccaaaagcg	agtctcggc	gacgagcgcc
481	acgacaatcg	gtggttttct	tgcctcgtt	cctcgtcgtg	cgcgccccgt	cgtcgaacg
541	cgtcctcgca	ccctcacgcg	tcgtcgcatc	gacggcgctc	ccaacgc	

DELOVNI LIST ŠT. 1: RAZVRŠČANJE JAVORJEV S POMOČJO DNA

Uvodni pogovor

1. V skupinah si natančno oglejte tri skice listov. Pogovorite se o spodnjih vprašanjih. Pripravite se, da boste svoje zamisli lahko predstavili sošolcem.

Koliko vrstam pripadajo listi – eni, dvema ali trem?

Utemeljite svoj odgovor.

Katere značilne lastnosti imajo listi?

Kako se te lastnosti razlikujejo pri vsakem od listov?

Katere lastnosti bi lahko *merili*, da bi dokazali razlike/podobnosti med listi?

Zbiranje podatkov

Razred se bo odločil, katere podatke boste zbirali. Nato opravite meritve in podatke zapišite.

Analiza molekularnih podatkov

Molekularna biologija omogoča učinkovite načine preučevanja podobnosti in razlik med živimi bitji. Zaporedja DNA na učnem listu 2 predstavljajo isti gen pri treh različnih listih.

Kako lahko liste primerjate, da boste ugotovili stopnjo podobnosti? V svoji skupini poskusite oblikovati primeren način, kako bi to storili, in nato opravite izračune. Podatke zabeležite.

Kaj lahko sklepate o treh listih s pomočjo izračunov, ki jih je opravila vaša skupina. Upoštevajte tudi podatke drugih skupin. Koliko so si trije listi sorodni? Koliko vrstam pripadajo?

Zaključek in premislek

1. Z določevalnim ključem ali drugim virom določite, koliko vrstam pripadajo trije listi. Katere vrste so to?

2. Primerjajte vašo analizo listov, ki ste jo opravili s pomočjo opazovanja in merjenja listov (morfološko), z analizo zaporedja DNA. V kolikšni meri se ta rezultata skladata? Pojasnite, ali je bila ene analiza morda učinkovitejša od druge.

3. Katere druge informacije o listih bi vam še pomagale pri odločitvi, ali pripadajo različnim vrstam?

4. Koliko si morata biti dve zaporedji DNA podobni, da lahko dve živi bitji uvrstimo v isto vrsto? Kako se o tem odločajo?

Izumi rastlino

Vir: OBIS (1979). Lawrence Hall of Science, University of California, Nashua, Delta education.

	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij		+	+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij		+	+	+
Sposobnost interpretacije		+	+	+
Sposobnost sinteze zaključkov		+	+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov		+	+	+
Prenos teorije v prakso		+	+	+
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam		+	+	+
Skrb za kakovost		+	+	+
Sposobnost samostojnega in timskega dela		+	+	+
Organiziranje in načrtovanje dela		+	+	+
Verbalna in pisna komunikacija		+	+	+
Medosebna interakcija		+	+	+
Varnost		+	+	+

Uvod

Prilagajanje in prilagoditve živih bitij so učna tema, ki jo predpisuje učni načrt. Obdelamo jo lahko na različne načine, eden izmed njih je prikazan v tem učni enoti. Med drugim je pomembna prednost te metode tudi, da sproža v učencih miselne procese višjih nivojev zahtevnosti. Od tega, kako poteka učni proces, je odvisno, kaj lahko pri učencih preverjamo in ocenjujemo. Če želimo preverjati zahtevnejše cilje, mora tudi pouk potekati temu primerno. Pri prikazanem načinu je zahtevnost ciljev prilagojena učenčevim sposobnostim,

zato lahko v istem razredu pri različnih učencih dosežemo učne cilje različne zahtevnosti.

Priprava:

Prostor: Izberite prostor v bližini šole, kjer je čim več raznovrstnih rastlin.

Čas: Za dejavnost je potrebna 1 šolska ura.

Velikost skupine: Učenci delajo v skupinah po 2 do 3.

Material: Za vsako skupino pripravite po 1 delovni list in približno 0,5 m aluminijaste folije. Naloge na delovnih listih so naslednje:

Izumi rastlino, ki lahko živi na jezerski gladini.

Izumi rastlino, ki prenese močan veter.

Izumi rastlino, ki lahko shranjuje vodo.

Izumi rastlino, ki lahko lovi žuželke.

Izumi rastlino, ki je voluhar ne bi pojedel.

Izumi rastlino, ki je kosilnica ne more pokositi.

Potek dela:

- Vsaka skupina učencev dobi delovni list in si izbere eno izmed delovnih nalog na delovnem listu. Če je učencev malo, naj vsaka skupina izbere po dve delovni nalogi. (Na koncu učne ure bomo posploševali, zato potrebujemo dovolj primerov, da bodo učenci posplošitev lahko razumeli.) Če si več skupin izbere isto nalogo, ni to nič narobe, saj bo morda vsaka skupina poiskala drugačno rešitev za isti problem. Katero nalogo si je skupina izbrala, naj sprva ostane njihova skrivnost.
- Učencem razdelimo aluminijasto folijo, iz katere bodo izdelovali domišljajske rastline.
- Učenci imajo približno 10 minut časa, da izdelajo domišljajske rastline.
- Učencem povemo, da bodo svoje izdelke pokazali sošolcem, ki bodo morali po videzu izdelka ugotoviti, katero delovno nalogo si je skupina izbrala. Učenci naj razmislijo, s katerimi ustnimi podatki morajo dopolniti predstavitev svojega izdelka, da bodo sošolci lahko rešili »uganko«.

Povedo naj samo podatke, ki so nujno potrebni, ne smejo pa biti zavajajoči. Če se jim zdi, da je že izdelek sam po sebi dovolj poveden, jim ni treba dodajati ničesar (izdelek samo pokažejo).

- Vsaka skupina pokaže svoj izdelek in, če je potrebno, ga pospremi še z ustnimi podatki. Sošolci poskušajo ugotoviti, katero nalogo si je vsaka skupina izbrala. Ob vsaki od delovnih nalog spodbudimo vse učence, da poiščejo še druge mogoče rešitve zastavljenega problema.
- Učenci v naravi poiščejo konkretne rastline, ki izpolnjujejo zahteve v delovnih nalogah. Alternativa delu na prostem je lahko tudi material (rastline in njihovi deli), ki ga prinesete v razred, pomembno je, da temo zaključimo s konkretnimi primeri.
- Pogovor: Učenci ob svojih izdelkih ugotavljajo, na kakšne načine so rastline prilagojene. Šele sedaj vpeljemo termin »prilagoditev«. V pogovoru z učenci razjasnimo, da je prilagoditev katerakoli lastnost živega bitja, ki mu pomaga preživeti in se razmnoževati.

Didaktične opombe:

Zelo pogosta pripomba je, da je ta dejavnost prezahtevna za učence v 6. in 7. razredu osnovne šole, ker še premalo poznajo rastline. Vendar bistvo te dejavnosti ni poznavanje rastlin, temveč koncept prilagajanja živih bitij. V našem primeru smo ta koncept učencem poskušali približati na primeru rastlin, lahko pa bi ga tudi na primeru živali. Učenci potrebujejo samo osnovno znanje o živih bitjih, znanje, ki ga imajo že predšolski otroci. Tega povezujejo s svojimi izkušnjami in drugimi znanji in tako poiščejo lastne rešitve. Starost torej ni omejujoča, saj ob takem delu vsak učenec doseže tisto stopnjo razumevanja, ki je v danem trenutku sposoben. Edini pogoj je, da so delovne naloge napisane in/ali narisane tako, da jih učenec lahko razume.

Slike pri nekaterih delovnih nalogah v nas nehote priključijo imena znanih rastlin. Izkušnje so pokazale, da na primer ob sodu z vodo pomislimo na

kaktus, ob gladini jezera pa na lokvanj. Tako nehote izdelamo konkretno rastlino, oz. samo posnemamo videz rastline, ki jo poznamo, namesto da bi iskali rešitev naloge, ki nam je zastavljena. Čim več rastlin poznamo, tem bolj stereotipne so praviloma naše rešitve. Izdelki učencev so pogosto izvirnejši od izdelkov učiteljev, ker njihove ustvarjalnosti ne omejuje znanje. Izjema je naloga o mesojedih rastlinah, kjer so tudi izdelki učencev zelo stereotipni (večinoma se ponavaljata dve rešitvi, ker pač učenci poznajo dve najbolj pogosti obliki pasti pri mesojedih, to sta vrčasta in zapiralna past).

Izkazalo se je, da izdelovanje domišljjskih rastlin iz naravnih materialov (npr. suhih vejic, listov, plodov) ni najprimernejše, ker omejujejo ustvarjalnost. Vejica je vedno le vejica in list list, zato učenci ne izdelujejo tistih delov domišljjske rastline, za katere nimajo pravih delov. Plastelin in drugi podobni materiali ter aluminijasta folija so kar se tega tiče nevtralni, poleg tega pa se jih da tudi enostavno in lepo oblikovati brez lepila in škarij, njihova slabost pa je, da jih je treba kupiti. Pri aluminijasti foliji je pomemben tudi okoljevarstveni vidik, ki pa ga lahko izkoristimo za osveščanje glede ločevanja in recikliranja odpadkov.

Dejavnost je didaktično dobro domišljena, saj:

- učitelj organizira dejavnost,
- učenci so dejavni,
- učenci so pri tem zelo motivirani,
- učenci delajo iz svojih izkušenj in znanja (upoštevan je konstruktivizem), torej vsak učenec drugače oz. prilagojeno svojim sposobnostim,
- rezultata oz. rešitve učencu ne ponudimo mi, temveč jo najde sam,
- ker učenec pridobiva znanje na sebi primernem zahtevnostnem nivoju, ni nevarnosti, da vsebine ne bi razumel,
- zato si učenec bistvene vsebine bolje zapomni,
- učenec izdeluje lastnosti živih bitij. Te lastnosti so v resnici prilagoditve, ki jih tako nehote vsebinsko razume, čeprav mu besede ne ponudimo.

V šoli so tradicionalno preveč poudarjeni vsebinski cilji, premalo pa je razvijanja procesnega znanja, razvijanja naravoslovnega načina razmišljanja, naravoslovne pismenosti, učenja, kako se učiti ipd. Predstavljena dejavnost je odlična, ker vključuje prav sodobne cilje pouka.

Priprava delovnih nalog:

Vsak učitelj lahko sam pripravi navodila (delovne naloge) za svoje okolje in potrebe. Pri tem je treba upoštevati nekaj osnovnih pravil, zato navajam zglede in neprimernim nalogam dodajam tudi komentar.

Nekaj dobrih delovnih nalog za temo prilagoditve živali:

- Izumi žival, ki je ne moremo prijeti.
- Izumi žival, ki se lahko brani z glavo.
- Izumi žival, ki lahko živi v vodi in na kopnem.
- Izumi žival, ki ji po tleh ne drsi.
- Izumi žival, ki lahko živi pod zemljo.
- Izumi žival, ki lahko leti brez kril.
- Izumi žival, ki se lahko zavaruje pred mrazom.
- Izumi žival, ki je lahko nevarna človeku.
- Izumi žival, ki lahko plava na vodi.
- Izumi žival, ki se lahko hitro premika.

Štiri neprimerne delovne naloge:

- Izumi žival, ki ne išče svetlobe.
- Izumi žival, ki ima roge.
- Izumi žival, ki ima mehko dlako.
- Izumi žival, ki se razvije iz jajca.

Pojasnilo:

Prva naloga je nesmiselna, ker vsebuje premalo podatkov.

Preostale tri naloge pa so neprimerne, ker so lastnosti živali že podane. Učenci lahko ob takem navodilu izdelajo le konkretno žival s to lastnostjo, kar pomeni, da pokažejo le faktografsko znanje. Pri drugi nalogi, na primer, se morajo spomniti, katere živali imajo roge, in jih izdelati (izdelajo lahko kravo, nosoroga ipd.). Vendar namen te dejavnosti ni ugotavljanje faktografskega znanja, torej znanja najnižje taksonomske stopnje po Bloomu. Če so navodila dobra, lahko s to dejavnostjo dosežemo peto Bloomovo stopnjo, torej sintezo. Dobro navodilo bi torej bilo: Izdelaj žival, ki se lahko brani z glavo. V tem primeru morajo učenci razmišljati o tem, na kakšne načine se je mogoče braniti z glavo, in to prikazati v izdelku (izdelajo lahko žival, ki se brani z rogovi, z zobmi, s strupniki ipd.). Ko je ta faza dosežena, naj učenci razmišljajo še o konkretnih primerih živali, ki imajo predstavljene rešitve.

Razširjanje semen

Vir: OBIS (1979). Lawrence Hall of Science, University of California, Nashua, Delta education.

	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov	1-3	5-6	7-8	SŠ
Sposobnost zbiranja informacij		+	+	+
Sposobnost analize in organizacije informacij		+	+	+
Sposobnost interpretacije		+	+	+
Sposobnost sinteze zaključkov		+	+	+
Sposobnost učenja in reševanja problemov		+	+	+
Prenos teorije v prakso		+	+	+
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam		+	+	+
Skrb za kakovost		+	+	+
Sposobnost samostojnega in timskega dela		+	+	+
Organiziranje in načrtovanje dela		+	+	+
Verbalna in pisna komunikacija		+	+	+
Medosebna interakcija		+	+	+
Varnost		+	+	+

Uvod

Prilagajanje in prilagoditve živih bitij so učna tema, ki jo predpisuje učni načrt. Obdelamo jo lahko na različne načine, eden izmed njih je prikazan v tem učni enoti. Med drugim je pomembna prednost te metode tudi, da sproža v učencih miselne procese višjih nivojev zahtevnosti. Od tega, kako poteka učni proces, je odvisno, kaj lahko pri učencih preverjamo in ocenjujemo. Če želimo preverjati zahtevnejše cilje, mora tudi pouk potekati temu primerno. Pri prikazanem načinu je zahtevnost ciljev prilagojena učenčevim sposobnostim,

zato lahko v istem razredu pri različnih učencih dosežemo učne cilje različne zahtevnosti.

Priprava:

Prostor: Izberite prostor v bližini šole, kjer je čim več raznovrstnih rastlin.

Čas: Za dejavnost je potrebna 1 šolska ura.

Velikost skupine: Učenci delajo v parih.

Material: Za vsako skupino pripravite po 1 delovni list in naslednji material: suho fižolovo ali grahovo seme, raznobarvni papir, lepilo, lepilni trak, vato, lesene paličke, zobotrebce, balone, škarje, sponke za spenjanje papirja, vrvico. Naloge na delovnih listih so naslednje:

Preoblikuj seme, tako da bo 2 minuti plavalo na vodni gladini.

Preoblikuj seme, tako da bo odletelo vsaj 2 m stran od matične rastline.

Preoblikuj seme, tako da bo 2 minuti lebdelo v zraku.

Preoblikuj seme, tako da se bo oprijelo živali.

Preoblikuj seme, tako da bo privabljal ptice ali druge živali.

Potek dela:

- Vsaka skupina učencev dobi delovni list in si izbere eno izmed delovnih nalog na delovnem listu. Če je učencev malo, naj vsaka skupina izbere po dve delovni nalogi. (Na koncu učne ure bomo posploševali, zato potrebujemo dovolj primerov, da bodo učenci posplošitev lahko razumeli.) Če si več skupin izbere isto nalogo, ni to nič narobe, saj bo morda vsaka skupina poiskala drugačno rešitev za isti problem.
- Učenci dobijo material, s katerim bodo preoblikovali seme.
- Učenci imajo približno 10 minut časa, da preoblikujejo seme.
- Vsaka skupina pokaže svoj izdelek in demonstrira njegovo učinkovitost glede na zahteve na delovnem listu. Ob vsaki od delovnih nalog spodbudimo vse učence, da poiščejo še druge mogoče rešitve zastavljenega problema.

- Učenci v naravi poiščejo konkretne rastline, ki izpolnjujejo zahteve v delovnih nalogah. Alternativa delu na prostem je lahko tudi material (rastline in njihovi deli), ki ga prinesete v razred, pomembno je, da temo zaključimo s konkretnimi primeri.
- Pogovor: Učenci ob svojih izdelkih ugotavljajo, na kakšne načine so rastline prilagojene. Šele sedaj vpeljemo termin »prilagoditev«. V pogovoru z učenci razjasnimo, da je prilagoditev katerakoli lastnost živega bitja, ki mu pomaga preživeti in se razmnoževati.

Didaktične opombe:

Tako kot pri dejavnosti, predstavljeni pod točko 1, tudi pri tej ni bistveno poznavanje rastlin, temveč koncept prilagajanja živih bitij. Učenci za delo potrebujejo osnovno znanje o živih bitjih in drugo splošno znanje in izkušnje, ki jih dobivajo v vsakdanjem življenju. Tako vsak učenec doseže tisto stopnjo razumevanja, ki je v danem trenutku sposoben. Edini pogoj je, da so delovne naloge napisane in/ali narisane tako, da jih učenec lahko razume.

POTEK PREIZKUŠANJA PREDLAGANIH TEM

Predpriprava, ki se tiče učencev:

Pripravili smo instrumente, s katerimi bomo izmerili znanje učencev na področju genetike, in sicer smiselno razumevanje genetike pri učencih in sposobnost učencev za reševanje in interpretacijo genetskih problemov z uporabo Punnettovih kvadratov. Za izhodišče bomo uporabili tri oblike preverjanja znanja in predstav učencev, ki smo jih po Cavallo (1991) ter Cavallo in Schafer (1994) priredili za naš namen in naše razmere, in sicer:

- preverjanje poznavanja pomena genetskih pojmov,
- preverjanje sposobnosti reševanja genetskih problemov,
- preverjanje znanja genetike z uporabo miselnih modelov.

Na ta način bomo zbrali podatke o predznanju učencev, ne glede na to, ali so se genetiko v šoli že učili ali ne. V Sloveniji po sedaj veljavnih učnih načrtih osnovnošolci nimajo več genetike v obveznem delu predmetnika, lahko pa si jo izberejo kot izbirni predmet. Pričakujemo, da bodo preverjanja pokazala tudi napačne predstave učencev o genetskih temah.

Učenci bodo obveščeni, da nobeden od testov ne bo vplival na njihovo oceno pri biologiji. Dobro sodelovanje učencev bom poskusili zagotoviti prek učiteljev in tako, da bomo učencem pred testiranjem kratko in jedrnato predstavili namen testiranja in pomen njihovega čim konstruktivnejšega sodelovanja pri tem.

A Preverjanje poznavanja pomena genetskih pojmov:

S tem preverjanjem bomo ugotavljali, kako učenci razumejo Punnettove kvadrate v genetiki, in sicer kaj je predstavljeno na kvadratih, čemu se kvadrati uporabljajo in kako je uporaba kvadratov povezana z mejozo in oploditvijo. Test sestavljajo dvostopenjska vprašanja izbirnega tipa, pri katerih morajo učenci analizirati Punnettov kvadrat in pojasniti pomen njegovih posameznih komponent. To preverjanje bomo uporabili samo na vzorcu učencev, ki so v svojem izobraževanju že absolvirali Punnettove kvadrate. Pri

vsakem vprašanju morajo učenci svoj odgovor tudi utemeljiti. Notranjo konsistentnost testa bomo preverili s testom Cronbach alfa.

Naloge izbirnega tipa in naloge dopolnjevanja za preverjanje razumevanja Punnettovih kvadratov (povzeto po Cavallo, 1996) in preverjanje znanja genetskih pojmov in konceptov (povzeto po Elrod, 2007):

1. Kaj pomenita črki "B" in "b" v celici na sliki?

- a. Kromosome
- b. Gene
- c. Lastnosti
- d. Zigote

Pojasni, zakaj je odgovor, ki si ga izbral, pravilen.

2. Zakaj je na zunanjem robu Punnettovega kvadrata napisan ena črka "b" in ne dve črki? (Poglej puščico, ki je označena z 1.)

- a. Ker je to oplojena jajčna celica s homolognima kromosomoma
- b. Ker je to jajčna celica ali spermalna celica z enim od vsakega para homolognih kromosomov
- c. Ker je to telesna celica matere ali telesna celica očeta pred mejozo
- d. Ker je to genotip potomcev

Pojasni, zakaj je odgovor, ki si ga izbral, pravilen.

3. Kateri proces je moral poteči, tik preden smo lahko napisali črki "B" in "b" na obe strani na zunanjem robu Punnettovega kvadrata? (Poglej puščico, ki je označena z 1.)

- mitoza
- mejoza
- oploditev
- tvorba zigote

Pojasni, zakaj je odgovor, ki si ga izbral, pravilen.

4. Kakšna je kemijska zgradba DNA? (mogočih je več pravih odgovorov)

proteini
nukleotidi
geni
lastnosti
celice
amino kisline
jedro
aleli
kromosomi

5. Kaj pri podvojevanju DNA služi kot vzorec za sintezo nove verige?
ena veriga dvojne vijačnice
obe verigi dvojne vijačnice
naključni odseki obeh verig dvojne vijačnice
6. Po podvojevanju molekule dvojne vijačnice DNA, nastaneta dve novi dvojni vijačnici DNA. Katera od naslednjih trditev najboljše opisuje zgradbo obeh novih dvojnih vijačnic?
Obe verigi v eni od obeh vijačnic sta novi in obe verigi v drugi vijačnici sta stari
V vsaki od obeh vijačnic je ena od obeh verig nova
Naključni odseki vzdolž vsake verige v obeh vijačnicah so novi
7. Kje v živalski celici se nahaja DNA? (mogočih je več pravilnih odgovorov)
v jedru
v ribosomih
v mitohondrijih
v kloroplastih
v endoplazmatskem retikulu
8. Katera od naslednjih celičnih struktur vsebuje lastno DNA?
a. ribosom
b. endoplazmatski retikulum
c. kloroplast
d. vakuola

e. nobena od navedenih

9. Iz česa je zgrajena večina genov?

- iz proteinov
- iz RNA
- iz DNA
- iz kromosomov
- iz alelov
- iz celic
- iz amino kislin
- iz jedra

10. V katerih od naslednjih tipov celic v tvojem telesu se nahajajo geni? (mogočih je več pravih odgovorov)

- v možganskih celicah
- v krvnih celicah
- v očesnih celicah
- v srčnih celicah
- v spolnih celicah
- v vseh navedenih

11. Iz česa so zgrajeni kromosomi? (mogočih je več pravih odgovorov)

- iz DNA
- iz beljakovin
- iz RNA
- iz amino kislin
- iz celic
- iz jedra

12. Kje v ekvivalentni celici se nahajajo kromosomi? (mogočih je več pravih odgovorov)

- a. v kromosomih
- b. v jedru
- c. v jedrcu

- d. v citoplazmi
- e. v mitohondrijih
- f. v kloroplastih

13. Spol (pri človeku in drugih sesalcih) določajo

- geni na avtosomalnih kromosomih
- multipli pari kromosomov
- en par kromosomov

14. Kadar so kromosomi na sliki prikazani v obliki črke X, tedaj vsak črta v črki X predstavlja

- a. homologna kromosoma
- b. identični sestrski kromatidi
- c. nehomologna kromosoma
- d. kromosom X

15. Nek diploidni organizem ima 16 kromosomov. Koliko parov homolognih kromosomov vsebuje?

- 32
- 16
- 8
- 4
- 2

16. Katera od spodnjih trditev velja za homologne kromosome?

- Ponavadi se razlikujejo po velikosti in obliki
- Podedovani so od različnih staršev
- Med mejozo se ne parijo
- Vsebujejo različne nize genov
- Vsebujejo enake odseke DNA

17. Vezani geni

- se razvrščajo naključno
- so alelni

se segregirajo
se segregirajo neodvisno
nič od navedenega

18. Kaj je alel?

- a. del gena (npr. pol gena)
- b. eden od dveh genov v diploidnem organizmu
- c. alternativna oblika gena
- d. mesto na kromosomu, kjer je lociran gen
- e. kromatida ali kromosom

19. V katerem od navedenih procesov nastane zigota?

- v mitoz
- v mejozi
- pri oploditvi
- pri cepljenju
- pri podvojevanju
- pri kloniranju
- pri spojitvi
- pri nobenem od navedenih

20. Ali enak tip celične delitve, s podobnim namenom kot v prejšnjem vprašanju, poteka tudi pri rastlinah?

- da
- ne
- nisem prepričan

21. Pri katerem od navedenih procesov nastajajo nove generacije pri bakterijskih celicah?

- pri mitoz
- pri mejozi
- pri cepitvi
- pri oploditvi
- pri spajanju

pri nobenem od navedenih

22. Kožna celice, ki ima na začetku 24 kromosomov. Kakšno število kromosomov bo imela na koncu celične delitve?
- a. 12
 - b. 24
 - c. 36
 - d. 48
23. Po celični delitvi kožne celice je genetska informacija, ki je prisotna v materinski in hčerinski celici med seboj
- enaka
 - različna
 - odvisno od starosti organizma
24. Če celica človeškega jajčnika vsebuje 24 kromosomov, kakšno bo število kromosomov v jajčni celici, ki bo nastala iz nje?
- _____
25. Po oogenezi je genetska informacija v jajčni celici in celici jajčnika
- enaka
 - različna
 - odvisno od starosti organizma
26. Če je v jajčni celici 6 kromosomov, koliko kromosomov je v spermalni celici za ta organizem?
- manj kot v jajčni celici
 - enako kot v jajčni celici
 - več kot v jajčni celici
27. Če je v jajčni celici 6 kromosomov, koliko kromosomov bo v celici zarodka, ki se bo razvil iz tega jajčeca?
- _____

28. Katera od navedenih celic vsebuje genetsko informacijo za barvo oči pri določenem organizmu? (mogočih je več pravih odgovorov)
- a. možganska
 - b. krvna
 - c. očesna
 - d. srčna
 - e. spolna
29. Genetska rekombinacija se nanaša na
- odnos med geni na istem kromosomu
 - neodvisno razvrščanje alelov med mejozo
 - proces mutiranja
 - kosegregacije genov med mejozo
 - spajanje molekul RNA
 - razvrščanje alelov v nove kombinacije
 - odnos med aleli določenega gena
30. Kaj pomeni "genetski kod"?
- Razlike med DNA, zaradi katerih so osebki enkratni
 - Specifični del DNA, ki nosi informacijo za amino kisline
 - Zaporedje baz v DNA pri posamezniku
 - Zaporedje baz v RNA, ki nosijo informacijo za beljakovino
31. Katere od navedenih struktur nastanejo pri translaciji?
- DNA
 - amino kisline
 - prenašalne RNA
 - beljakovine
 - celice
 - kromosomi
32. Katere od navedenih struktur nastanejo pri transkripciji?
- a. DNA
 - b. amino kisline

- c. prenašalne RNA
- d. beljakovine
- e. celice
- f. kromosomi

33. Kje v evkariontski celici poteka transkripcija?

- a. v ribosomih
- b. v citoplazmi
- c. v jedru
- d. v vakuoli

34. Kateri izraz pomeni fizično konstitucijo organizma?

- a. genotip
- b. dominantna lastnost
- c. značilni tip
- d. fenotip

35. Na sliki je več celic s kromosomi in aleli. Katera slika pravilno prikazuje dva različna alela gena za barvo cvetov pri grahu pri diploidnem organizmu s 4 kromosomi ($2n = 4$)? (mogočih je več pravih odgovorov)

(Slike celic s kromosomi)

B Preverjanje sposobnosti reševanja genetskih problemov:

S tem preverjanjem bomo ugotavljali, kakšno znanje in sposobnosti imajo učenci za uporabo Punnettovih kvadratov za reševanje in interpretacijo genetskih problemov. Preverjanje sestavljajo tipične naloge, običajne v učbenikih in tudi sicer pri pouku genetike, ko se uporabljajo Punnettovi kvadrati. Učenci bi morali take naloge poznati, zato bomo ta del preverjanja uporabili samo na vzorcu učencev, ki so v svojem izobraževanju že obdelali Punnettove kvadrate. Učenci bodo odgovarjali na vprašanja odprtega tipa in nato pri vsakem vprašanju tudi utemeljili svoj odgovor. Notranjo konsistentnost testa bomo preverili s testom Cronbach alfa.

Problem A

Lastnosti pri človeku večinoma določa več genov, vendar zaenkrat vzemimo, kot da barvo las določa en sam gen. Rjava barva je dominantna nad svetlo barvo las. Moški in ženska sta oba heterozigotna za rjave lase. V spodnjem Punnettovem kvadratu je prikazano predvidevanje, kakšna bo barva las potomcev teh staršev.

1. Kolikšen odstotek potomcev bo verjetno podedoval rjave lase?

- a) 25 %
- b) 50 %
- c) 75 %
- d) 0 %

Pojasni, zakaj je odgovor, ki si ga izbral, pravilen.

2. Koliko potomcev bo verjetno heterozigotnih?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

Pojasni, zakaj je odgovor, ki si ga izbral, pravilen.

3. Kakšno je, glede na podatke v Punnettovem kvadratu, razmerje med rjavo in svetlo barvo las pri potomcih?

- a) 1:3
- b) 3:1
- c) 1:1
- d) 4:1

Pojasni, zakaj je odgovor, ki si ga izbral, pravilen.

C Preverjanje znanja genetike z uporabo miselnih modelov:

S tem preverjanjem bomo dali učencem neomejeno možnost, da pokažejo svoje razumevanje mejoze, Punnettovih kvadratov in odnosov med njimi. Miselni modeli predstavljajo preverjanje odprtega tipa, ki odkrije velikost in

naravo (konceptualno in proceduralno znanje) razumevanja določene teme pri učencih. Tako preverjanje pokaže razumevanje odnosov med pojmi in koncepti ter med konceptualnim in proceduralnim znanjem teme, ki lahko sega od stopnje učenja na pamet do stopnje razumevanja.

Pri preverjanju znanja z miselnimi modeli učenci zapišejo svoje razumevanje določene teme. V naši raziskavi bodo odgovarjali na vprašanja, pri katerih bodo morali razložiti vse, kar vedo o DNA, genu, alelu, kromosomu, kromatinu, kromatidi, mitoz, mejozi, uporabi Punnettovih kvadratov, odnosu med mejozo in Punnettovimi kvadrati itd. Vprašalnik, kki ga bomo uporabili, smo povzeli po Elrod (2007).

Učence bo treba vzpodbujati, da napišejo res vse, kar o navedenih temah vedo, in da so v odgovorih temeljiti. Pisne odgovore učencev na vsa vprašanja preverjanja znanja genetike z uporabo miselnih modelov bomo najprej pregledali, da ugotovimo, ali so pravilni. Nepravilnih odgovorov v nadaljevanju ne bomo upoštevali. Pravilne odgovore bomo razvrstili v posamezne trditve, ki bodo predstavljale vsako misel ali pojem. Trditve bomo kategorizirali po eni strani v kategorijo konceptualnega znanja, po drugi strani pa glede na poznavanje procesa ali postopka (mejoza je proces, metoda Punnettovega kvadrata je postopek).

Na primeru mejoze bo konceptualni odgovor lahko zajemal opis objektov (npr. celic, kromosomov), dejavnosti, ki se odvijajo (npr. delitev, podvajanje), mestu, kjer poteka mejoza (npr. v telesu, v gonadah), smeri gibanja (npr. proti središču celice), pogojih in omejitvah (npr. določen proces poteka samo v posebnih celicah) ali o tem, kako določeni dejavniki (npr. vpliv drog) povzročajo določene učinke (npr. poškodbe kromosomov in probleme v gametah in oplojeni jajčni celici).

Prav tako na primeru mejoze bi proceduralno znanje pomenilo opis poteka mejoze. Na višji stopnji proceduralnega znanja, torej pri temeljitejšem razumevanju poteka mejoze, pričakujemo od učencev več pravilno opisanih celičnih aktivnosti, ki potekajo pri mejozi. Pri analizi bomo upoštevali tudi slike in oznake na slikah.

Širši ko je razpon kategorij konceptualnega in proceduralnega znanja v opisih učencev, večja je njihova sposobnost za medsebojno povezovanje pojmov in medsebojno povezovanje teh dveh vidikov (konceptualnega in proceduralnega) znanja pri določeni temi. Učenci, ki bodo v svojih opisih pokazali bolj kompleksno in med seboj povezano konceptualno in proceduralno znanje o določeni temi, to temo bolje razumejo (Cavallo, 1996).

Naloge odprtega tipa za preverjanje znanja genetike z uporabo miselnih modelov:

- a) Kaj je DNA in kakšna je njena vloga?
- b) Kaj je gen in kakšna je njegova vloga?
- c) Kaj je alel? V celico na sliki nariši dva alela za različno barvo cvetov graha.
- d) Kaj je kromosom?
- e) Kaj je kromatin?
- f) Kaj je mitotična delitev in kakšna je njena vloga?
- g) Kaj je mejoza in kakšna je njena vloga?
- h) Kaj predstavlja Punnettov kvadrat na spodnji sliki?
- i) Kakšna je povezava med Punnettovim kvadratom in mejozo?
- j) Kako se genetska informacija prenaša z ene generacije na drugo?
- k) Kako genetska informacija deluje znotraj enega organizma? Kje v celici se nahaja genetska informacija?
- l) Kaj dela posamezne osebe znotraj vrste edinstvene (v njihovem videzu, sposobnostih odziva na različne okoljske pogoje)?
- m) Kakšna je vloga genetske informacije v evoluciji?

n) Nariši pojmovno mrežo, tako da uporabiš naslednjih 20 izrazov. Besede lahko uporabiš več kot enkrat, vendar se temu poskusi izogniti:

alel, DNA, gen, mejoza, mitoz, kromosom, mRNA, amino kislina, protein, encim, lastnost, nukleotid, gameta, haploiden, diploiden, celica, organizem, transkripcija, translacija, podvojevanje

Predpriprava, ki se tiče učiteljev:

Z vsemi učitelji, ki bodo sodelovali v projektu, se bomo pogovorili o temah, ki jih bodo obravnavali z učenci. Učitelji bodo v prvi fazi dobili samo teme, ne pa tudi metode poučevanja. Ker so to teme, ki so jih obravnavali že doslej, jih bomo prosili, da učne ure izvedejo tako, kot so to počeli doslej.

Z vprašalnikom bom zbrali pisne informacije o tem, kako učitelji, ki bodo sodelovali v projektu, poučujejo genetiko.

Testiranje učencev pred izvedbo pouka:

Na vseh učencih od 7. do 9. razreda osnovne šole in dijakih vseh štirih letnikov različnih srednjih šol, ki bodo sodelovali v projektu, bomo izvedli testiranje predznanja in preverili njihove predstave o genetskih temah ter odnos do teh tem v povezavi z uporabljenim gradivom (npr. ali na motivacijo učencev vpliva dejstvo, da je Punnettov kvadrat obravnaval rastlino in ne živali). Vse zbrane podatke bomo analizirali, saj bodo izhodišče za nadaljevanje projekta. Od predznanja učencev bo namreč odvisen potek naslednje faze, torej izvedba pouka, saj se bomo na podlagi predznanja odločili, katere od izbranih genetskih tem in metod pouka bomo uporabili pri posameznih učencih.

Izvedba pouka:

Pouk bo izvajalo več učiteljev, kar predpostavlja več različnih načinov pouka in s tem različne učinke na učence. Zaradi tega bomo pri analizi rezultatov pouka vedno najprej upoštevali učitelja kot dodatno spremenljivko. Tako

bomo zagotovili, da bodo vse morebitne pomembne ugotovitve resnično posledica metode dela in ne vpliva učitelja.

1. faza - klasični pouk:

Učitelji, ki bodo sodelovali v projektu, bodo izvedli učne teme. Učitelji bodo napisali tudi pisne priprave teh učnih ur, čim več teh ur pa bomo skušali spremljati tudi v živo. Vsi ti podatki bodo pomembni za nadaljevanje projekta, ko bomo primerjali rezultate posameznih uporabljenih metod poučevanja genetike in dosežke učencev.

2. faza – alternativni pouk:

V naslednji fazi bomo iste učitelje usposobili za izvedbo istih tem, vendar z drugačno metodo dela. Učitelji bodo nato z učenci drugih razredov izvedli teme na nov način. Tudi čim več teh ur bomo skušali spremljati tudi v živo, da bomo dobili čimbolj zanesljive podatke.

Predlagane učne enote bodo pripravljene v skladu z ugotovitvami, ki jih navaja evalvacija bioloških srednješolskih učbenikov v ZDA, ki je bila narejena v okviru projekta 2061, in je poiskala znanje, ki naj bi ga učenci imeli o posameznih temah. Za temo o molekularni osnovi dednosti se predlagano zaporedje pri učenju, ki naj vodi do dobrega razumevanja dveh osnovnih funkcij DNA (DNA določa lastnosti organizmov in DNA prenaša informacije z generacije na generacijo), razlikuje od obstoječe prakse v dveh pomembnih vidikih, in sicer poudarja beljakovine pred DNA in se osredotoči na DNA pred geni in kromosomi. Avtorji prispevka menijo, da je taka sprememba zaporedja učnih tem logična in psihološko smiselna (Roseman, Caldwell, Gogos in Kurth, 2006).

Za prvo funkcijo DNA, torej da DNA določa lastnosti organizmov, mreža kaže, da je znanje o tem, da beljakovine opravljajo delo celic, predpogoj znanju o DNA in dednih lastnostih. Da učenci lahko razumejo vlogo DNA pri določanju

lastnosti organizma, morajo naprej vedeti, da so lastnosti organizma odraz delovanja njegovih beljakovin, da zaporedje (nukleotidnih) podenot na DNA določa zaporedje aminokislinskih podenot v beljakovinah in da zaporedje aminokislinskih podenot vpliva na tridimenzionalno strukturo beljakovine in s tem tudi na njegovo funkcijo. Vendar če učenci ne vedo tudi tega, da beljakovine izvajajo tudi skoraj vse delo celice (in organov oziroma organskih sistemov), ne bodo mogli razumeti drugih informacij.

Za drugo funkcijo DNA, torej da DNA prenaša informacije z generacije na generacijo, mreža kaže, da je znanje o DNA predpogoj za abstraktnije znanje o genih. Znanje o prenosu genetske informacije (torej informacije, ki določajo dedne lastnosti organizma) z generacije na generacijo je prvič razumljeno v povezavi z DNA molekulami. Po tem (in šele po tem) lahko gene in kromosome definiramo v povezavi z DNA navajajo različni avtorji. Glede na dokumentirane težave, ki jih imajo učenci z Mendlovim dedovanjem, je smiselno odložiti razpravo o genih, kromosomih in vzorcih dedovanja, dokler učenci nimajo trdnega znanja o vlogi DNA pri določanju lastnosti organizmov in prenašanju informacij z ene generacije na drugo.

Roseman, Caldwell, Gogos in Kurth (2006) so za prvo funkcijo DNA, torej da DNA določa lastnosti organizmov, predlagali naslednje zaporedje učnih tem od začetka osnovnošolskega izobraževanja pa do konca srednje šole (Njihov predlog temelji na delu Benchmarks for Science Literacy, ki je pripravljeno za tako imenovane stopnje K-12, kar v Sloveniji ustreza otrokom do 6. pa do 18. leta starosti. Slovenski učni načrt za prvo triado devetletne osnovne šole je pri bioloških vsebinah usklajen s tem dokumentom, kar še dodatno opravičuje uporabo teh predlogov za naš namen): Na prvi stopnji (K-2) se učenci naučijo, da (večina) živih bitij potrebuje hrano, vodo in zrak. Na drugi stopnji (3-5) se znanje o živih bitjih razširi in vključi vednost o tem, da imajo enocelični organizmi enake potrebe kot makroskopski organizmi, da so nekateri organizmi zgrajeni iz skupine podobnih celic, ki imajo od takega sodelovanja

korist, ter da se nekatere celice pri organizmu precej razlikujejo po svoji funkciji in imajo zelo različne vloge v organizmu. Na tretji stopnji (6-8) učenci spoznajo, da celice izvajajo osnovne funkcije organizma. Na četrti stopnji (9-12) pa naučijo, da so molekule v celicah - večinoma beljakovine – ki opravijo to delo.

Roseman, Caldwell, Gogos in Kurth (2006) so za drugo funkcijo DNA, torej da DNA prenaša informacije z generacije na generacijo, predlagali naslednje zaporedje učnih tem od začetka osnovnošolskega izobraževanja pa do konca srednje šole: Na prvi stopnji (K-2) se učenci naučijo, da so potomci podobni svojim staršem (bolj kot drugim organizmom). Na drugi stopnji (3-5) spoznajo, da mora obstajati zanesljiv način prenosa informacij z ene generacije na drugo, če naj bodo potomci podobni svojim staršem. Na četrti stopnji (9-12) so učenci na podlagi predhodnega znanja o celicah in beljakovinskih molekulah pripravljeni, da se naučijo povezati beljakovine in DNA in s tem DNA in lastnosti.

Testiranje učencev po izvedbi pouka:

Na vseh učencih, ki bodo sodelovali pri pouku genetike, bomo po zaključenem pouku ponovno izvedli testiranje znanja in preverili njihove predstave o genetskih temah in odnos do le-teh in genetike na splošno.

Analiza rezultatov:

Z analizo vseh zbranih podatkov bomo ugotovili, kakšne rezultate prinašajo uporabljene metode dela, ali so torej izvedljive in smiselne. Ugotovili bomo tudi, kakšne so zmožnosti učencev na različnih stopnjah izobraževanja, oziroma katere teme je smiselno obravnavati na posameznih stopnjah izobraževanja in s kakšnimi metodami, če želimo pri učencih razvijati kakovostno znanje (učenje z razumevanjem kot nasprotje učenja na pamet).

Iz rezultatov testiranja učencev pred izvedbo pouka bomo dobili podatke o predznanju, sposobnostih, spretnostih in odnosu slovenskih učencev na različnih stopnjah izobraževanja na področju genetike.

Literatura

1. Banet, E., Ayuso, E. (2000). Teaching Genetics at Secondary School: A Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information. *Journal of Research in Science Teaching*, 313-351.
2. Castro, J. Misconceptions in Genetics: Genes nad Inheritance.
3. (http://www.csun.edu/~jcc62330/coursework/690/Assignments/castro_misconception.pdf; dostop 25. 6. 2009)
4. Cavallo, A. M. L. (1996). *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 625-656.
5. Elrod, S. (2007). Genetics Concepts Inventory. (<http://bioliteracy.colorado.edu/Readings/papersSubmittedPDF/Elrod.pdf>; dostop 25. 6. 2009)
6. Fisher, K. M. (1985). A Misconception in Biology: Amino Acids and Translation. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(1), 53-62.
7. Lučovnik, J. (1974). Razvojni nauk. Ljubljana, Državna založba Slovenije.
8. Lučovnik, J. (1982). Razvojni nauk. Ljubljana, Državna založba Slovenije.
9. Lučovnik, J. (1993). Razvojni nauk. Ljubljana, Državna založba Slovenije.
10. OBIS (1979). Lawrence Hall of Science, University of California, Nashua, Delta education.
11. Program življenja in dela osnovne šole (1984). Ljubljana, Zavod SR Slovenije za šolstvo.
12. Roseman, J. E., Caldwell, A., Gogos, A., Kurth, L. (2006). Mapping a Coherent Learning Progression for the Molecular Basis of Heredity. (<http://www.project2061.org/publications/articles/papers/narst2006.htm>; dostop 25. 6. 2009)
13. Shields, M. (2006). *Biology Inquiries*. San Francisco, CA, Yossey-Bass.

14. Venville, G. J., Treagust, D. F. (1998). Exploring Conceptual Change in Genetics Using a Multidimensional Interpretive Framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1031-1055.
15. Victorian Essential Learning Standards. (<http://vels.vcaa.vic.edu.au/>; dostop 25. 6. 2009)
16. Wood-Robinson, C. (1994). Young people's ideas about inheritance and evolution. *Studies in Science Education*, 24, 29-47.

Modeli izkustvenega in proučevalnega učenja biologije

Mag. Dušan Vrščaj,

Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

POUK BIOLOŠKIH VSEBIN

Biološke vsebine so vključene v celotno vertikalno izobraževalnega sistema v Sloveniji. V prvi triadi so biološke vsebine vključene v predmet spoznavanje okolja, v drugi triadi v predmeta naravoslovje in tehnika (četrty in peti razred) ter predmet naravoslovje v šestem razredu. V tretji triadi so v sedmem razredu biološke vsebine vključene v predmet naravoslovje, v osmem in devetem razredu ter srednji šoli pa se obravnavajo pri predmetu biologija.

Pred nekaj desetletji je bilo učenje zasnovano pretežno na knjigah in učiteljevi besedi in je razvijalo predvsem abstraktno in simbolično znanje z nizko zapornitvijo. Kot odgovor na takšen pouk se je izoblikovalo izkustveno učenje, ki tesneje povezuje teorijo in prakso in spremeni vlogo učitelja, ki deluje kot vodja in usmerja učence v posameznih fazah izkustvenega učenja. S prenovo učnih načrtov v prejšnjem desetletju se je intenzivnejše pričelo vključevanje izkustvenih in raziskovalnih pristopov k poučevanju. Pri pouku bioloških vsebin naj bi učitelji učencem omogočali čim več stika z naravo.

Ne samo naši, temveč tudi tuji učni načrti in standardi znanja zagovarjajo uporabo izkustvenega in raziskovalnega pristopa k poučevanju (NRC, 1996; AAAS, 1989). Tako na primer *National science Education Standards (NSES)* (NRC, 1996) predvidevajo, da učenci že na nižji (razredni) stopnji izobraževanja pridobijo čim več neposrednih izkušenj z živimi organizmi, njihovimi življenjskimi cikli in življenjskimi prostori. Preko neposredne izkušnje učenci pridobijo razumevanje o pomenu pestrosti organizmov ter soodvisnosti med organizmi ter organizmi in okoljem. Učenci naj bi se z organizmi srečali v neposrednem okolju, kjer ti živijo, in bi tako preko neposrednih izkušenj z organizmi pridobili znanje, ki zmanjša njihov antropomorfni pogled na svet. V višjih razredih (na predmetni stopnji) pa naj bi učenci spoznavali strukturo in

funkcijo živih sistemov ter te vsebine nadgradili še z vsebinami ekologije in okoljske vzgoje.

Žal so učni načrti še vedno pod močnim vplivom visokošolskih disciplin, ki večinoma pojmujejo znanje kot sistem objektivno ugotovljenih podatkov, pojmov in zakonitosti. To znanje (podatke) se želi v čim večji meri prenesti na nove generacije .

Tradicionalno (transmisijsko) poučevanje

Ta izraz uporabljamo predvsem za pouk, pri katerem učitelj v obliki predavanj ali pogovora učencem podaja informacije (pojme). Od učencev se pričakuje, da bodo te pojme poznali. Učenje pri takem pouku pomeni usvajanje nečesa, kar je zapisano v knjigah, vsebina pa je statična. Kot osnovno učno orodje se pri takem načinu dela uporabljata učbenik in delovni zvezek. V novejšem času pa z uporabo informacijsko komunikacijske tehnologije (IKT) tudi predstavljena orodja, namenjena predvsem prikazu slikovnega materiala .

Tradicionalna oblika pouka pri biologiji je tudi učenje s konkretnim delom, kjer učenci le sledijo navodilom, ki jih je zapisal učitelj (»delo po kuharskem receptu«). Višji miselni procesi so pri takem načinu dela mnogokrat zapostavljeni.

Zgradba učne ure pri transmisijem pouku je sledeča:

- a) Učitelj najprej navede učne cilje in usmeri učence v učno enoto (učencem sporoči, o čem se bodo učili in kaj se bo zahtevalo od njih);
- b) sledi pregled veščin in pojmov, ki jih učenci potrebujejo za razumevanje obravnavane vsebine;
- c) učitelj nato predstavi nove vsebine (pouk poteka s podajanjem informacij, razlago učne snovi s primeri, demonstracijo, z uporabo modelov ter IKT);
- d) učitelj sprotno preverja razumevanje učencev (postavlja vprašanja in odpravlja alternativne - 'napačne' predstave);
- e) učitelj omogoči učencem tudi samostojno delo (učenci imajo možnost preverjanja spretnosti in samostojne uporabe novih informacij);

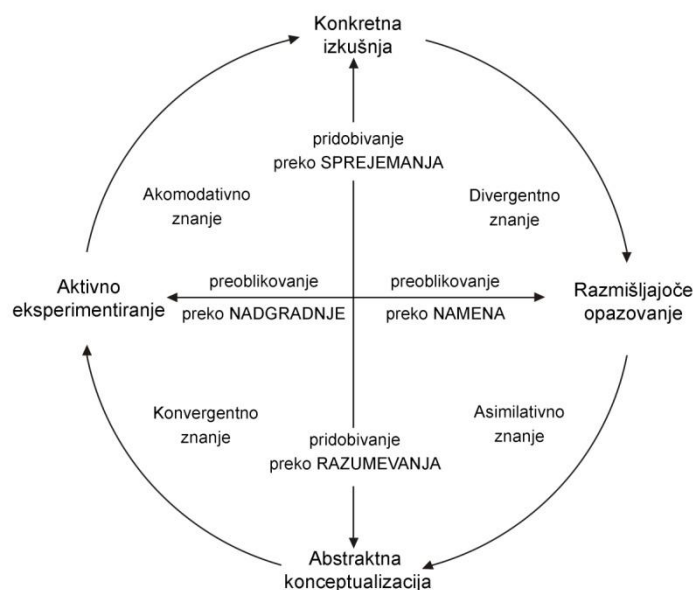
- f) na koncu ure učitelj preveri uspešnost učencev pri samostojni uporabi informacij in jim posreduje povratne informacije (preverjanje samostojnega dela, razumevanja, lahko tudi v obliki kviza, po potrebi ponovno razloži nerazumljive dele vsebine);
- g) sestavni del take ure je tudi domača naloga, ki ponuja možnost, da učenci v daljšem časovnem obdobju utrjujejo pri uri pridobljeno znanje.

Izkustveno poučevanje

Izkustveno učenje je oblika učenja, ki skuša celostno povezati neposredno izkušnjo (doživljanje), opazovanje (percepcijo), spoznavanje (kognicijo) in ravnanje (akcijo) (Marentič-Požarnik, 2000).

Izkušnja primerna, če jo je mogoče nadgraditi z novo izkušnjo oziroma povezati z že obstoječo ter ustvariti "pravilen" pomen. Pogostokrat ni težava v tem, da učenci ne bi imeli izkušenj, ampak v tem, da so njihove izkušnje napačne in popačene s stališča povezovanja z novimi izkušnjami. Zato je še posebej pomembno graditi na kvaliteti izkušenj, to je takih izkušenj, ki predstavljajo izkustveno stalnico in so pedagoško smiselne. Dewey (1938/1997)

Učenje, kot ga opisuje Kolb (1984), je proces, pri katerem je znanje posameznika ustvarjeno preko preoblikovanja izkušnje. Učenje gradi več faz, ki predstavljajo ciklični proces pridobivanja znanja. Krog izkustvenega učenja po Kolbu kot prvo fazo zajema konkretno izkušnjo, ki vzpodbudi razmišljajoče opazovanje. Slednje pripelje do abstraktnega oblikovanja pojmov (konceptualizacije). Temu sledi aktivno eksperimentiranje, ki znova privede do konkretne izkušnje. Vse faze so še nadalje strukturirane oziroma pari njihovih zaporednih povezav predstavljajo štiri različne oblike znanja (slika 21).



Slika 23: Krog izkustvenega učenja po Kolbu (Kolb, 1984).

Na sliki so predstavljene štiri oblike znanja, iz katerih je Kolb določil istoimenske učne stile. Zgornja polovica slike predstavlja znanja, ki so bolj značilna za družboslovna področja učenja, spodnja polovica slike pa za naravoslovna področja učenja in njim ustrezne poklice. Za vsako od štirih znanj je značilno, da ni dovolj le zaznava izkušnje, temveč je potrebno z njo tudi 'nekaj narediti'. Vsako znanje, ki se torej pridobi, se med procesom pridobivanja tudi preoblikuje.

Pouk naravoslovja in biologije v Sloveniji po prenovi programa osnovne šole temelji na izkušnjskem učenju. Učenci pri teh predmetih spoznavajo življenje, njegovo pestrost in raznolikost (Verčkovnik, 1993b). Spoznavati pričnejo posameznosti. Pri tem pa se srečajo s številnimi kompleksnimi in tudi hipotetičnimi pojmi. Zato mora biti učitelj usposobljen za posredovanje teh pojmov na izkustven način. Kako naj bi potekalo izkustveno učenje pri biologiji, je prikazala Verčkovnikova (1993a) na primeru iglavcev. Pouk je razdeljen na pet stopenj: samostojno opazovanje objektov, vodeno opazovanje, oblikovanje kriterijev za razvrščanje, preverjanje ustreznosti postavljenih kriterijev in uvrstitev pridobljenih pojmov v sistem. Tak način

vodenja otrok od konkretnih do abstraktnih pojmov se je pokazal za zelo učinkovitega v smislu trajnosti in uporabnosti znanja (Verčkovnik, 1993a).

Način vodenja učencev od konkretne izkušnje do izpeljave abstraktnih pojmov je prikazal tudi Ocepek (1993) na primeru dvoživk, kjer ugotavlja, da je najvažnejši korak pri spoznavanju narave čim bolj polna izkušnja v naravi sami. Najugodnejšo sled pa na učencih pušča učitelj, ki ima rad naravo in pedagoško delo.

Ocepek (2001) je kasneje uporabil model učenja o živalih z izkušnjo. O modelu je zapisal sledeče: » Bistveni element tega modela učenja je učenčeva neposredna izkušnja. Šele potem ko učenec žival polno doživi, sledijo naslednji koraki. Šele potem ko je učenec primerno čutno in čustveno spodbujen, je pripravljen in sposoben kvalitetnega zavestnega delovanja. Čustva, ki se med doživljanjem prožijo, so potrebna energija, ki poganja "pamet" in "roke"!«

Model izkušnjskega učenja z živalmi gradijo širi faze (Ocepek, 2001):

(1) Uvodna navodila

Navodila, kot jih pojmuje Ocepek, so v obliki nebesedne predstavitve 'ljubke' živali. V ta namen predlaga izbor živali, ki jo ima večina otrok za prijazno in nenevarno (polh, hrček, morski prašiček). Učitelj z lastnim rokovanjem z živaljo učencem prikaže način dela z živaljo in jim jo tudi približa (učenci se živali dotaknejo, vendar le, če sta učenec in žival za to pripravljena).

Samostojno doživljanje živali dovolimo učencem, šele potem ko so ti ustrezno pripravljeni!

(2) Doživljanje živali

Doživljanje živali Ocepek deli na dva dela. V prvem delu omogočimo učencem **samostojno doživljanje živali**, kjer učenci živali spoznavajo po lastnem interesu. Učitelj posreduje le, če sta učenec ali žival v nevarnosti. Takrat tudi ugotavlja, kateri učenci imajo do živali negativen odnos in/ali do živali izražajo negativna čustva.

Sledi **vodeno doživljanje živali**, kjer učitelj učence usmerja v posamezne vedenjske in anatomske značilnosti živali, ki jih učenci pri samostojnem doživljanju niso opazili. V tem delu skuša učitelj pri učencih odpraviti morebitne predsodke (negativna čustvovanja in napačne predstave).

(3) Povzemanje

Povzemanje je faza, kjer je potrebno živali umakniti, saj učenci težko sočasno, še posebej, če so bili čustveno močno vključeni (pozornost pa lahko preusmerja tudi aktivnost živali), delujejo na miselnem in čutno - čustvenem nivoju.

Ocepek pravi tej fazi, da je to čas "*notranje*" in ne "*zunanje*" aktivnosti.

(4) Preverjanje in utrjevanje

V tej fazi učitelj preverja usposobljenost učencev. Ta naj ne bi bila le v obliki pisnega ali ustnega preverjanja, temveč opisuje tudi **vedenjsko preverjanje**. Ocepek trdi, da **se usposobljenost pokaže v življenju** (učenci jo izrazijo s svojim delovanjem). Pri preverjanju znanja je torej potrebno učencem omogočiti ponoven stik z živalmi, kjer učitelj ugotovi znanje učencev in po potrebi pomaga odpraviti pomanjkljivosti. Učitelj učencem omogoči tudi stik s sorodnimi živalmi, kjer učenci svoje znanje utrdijo in poglobijo.

Neposredna izkušnja pomeni, da posameznik oblikuje odnos na podlagi predhodnega vedenja do objekta odnosa. Posredna izkušnja pa pomeni oblikovanje odnosa na osnovi nevedenjske informacije (vir, kot so knjige ali oseba, ki sporoči informacije o določenem objektu). /Fazio in Zanna 1981)

Neposredna izkušnja pri pouku biologije pomeni dejansko interakcijo ali rokovanje (neposreden stik) z objektom, preko katerega učenec pridobiva informacije in čutno-čustveno doživlja objekt. Pri posredni izkušnji pa učenec dobi informacije o objektu iz učbenika ali knjige, v novejšem času tudi iz medmrežja. V vlogi posredovalca informacij je lahko tudi učitelj.

Neposredna izkušnja je učinkovito orodje pri ustvarjanju realnih predstav in odpravljanje napačnih predstav pri biologiji. Neposredna izkušnja lahko v primerjavi s posredno izkušnjo posamezniku že v osnovi nudi več informacij o objektu. S tem pa bi lahko posameznik ocenjeval objekt na bolj enostaven, predstavljen, zanesljiv in pomenski način. Tak odnos pa bi posledično v večji meri vplival na posameznikovo vedenje (Fazio Zanna, 1981).

Napačne predstave (Intuitivne oziroma naivne) o naravoslovju in naravoslovnih vsebinah pomembno vplivajo na poučevanje naravoslovnih vsebin. Značilnosti napačnih predstav so:

- da so prisotne pri obeh spolih ne glede na starost, sposobnosti ali kulturo;
- da služijo za opisovanje pojavov, ki se odvijajo v okolju posameznika;
- da jih je težko spremeniti s tradicionalnim pristopom k poučevanju;
- da učinkujejo z znanjem, ki ga predstavi učitelj in privedejo do neželenih in nenačrtovanih učnih rezultatov;
- da so produkt neposrednega opazovanja, vsakodnevnega jezika in masovnih medijev in kulture vrstnikov ter
- da jih pogosto najdemo pri učencih in učiteljih.

(Mintzes, Wandersee in Novak 1998: 74-79)

Učenje z raziskovanjem

Pri pouku je preveč poudarka poznavanju dejstev, premalo pa se pri pouku uporablja način dela, ki aktivira učence k pridobivanju novih izkušenj. Učenci pridejo k pouku z že izoblikovanimi predstavami o obravnavani učni vsebini. Predstave se učencem oblikujejo kot posledica pripisovanja pomena vsakodnevnim izkušnjam. Učiteljeva naloga je, da učence vodi, usmerja in spodbuja pri nadgradnji že obstoječih predstav z ustvarjanjem primernih učnih situacij. Učenci morajo pri pouku reševati probleme, ki so povezani z njihovimi

predhodnimi izkušnjami in so v skladu z njihovimi razvojnimi sposobnostmi. Dewey (1938/1997)

Učenje z raziskovanjem, kot ga opredeljujejo ameriški standardi naravoslovnega izobraževanja - *National Science Education Standards* (NRC, 1996), izhajajo iz predpostavke, da morajo učenci pri pouku naravoslovnih vsebin razvijati sposobnosti za izvajanje naravoslovnega raziskovanja, pridobivati razumevanje o naravoslovnem raziskovanju in razvijati globlje razumevanje naravoslovnih vsebin preko naravoslovnega raziskovanja. Tovrstna znanja pridobijo učenci preko različnih pristopov. Pogosto omenjena sta prosto (odprto) raziskovanje in strukturirano raziskovanje. Pri prvem prevzamejo glavno vlogo učenci, ki definirajo problem, postavljajo (raziskovalna) vprašanja, načrtujejo raziskovanje, pridobivajo podatke in jih interpretirajo ter argumentirajo. Pri drugem pristopu pa učitelj predhodno določi vprašanja in stopnje, po katerih bodo učenci prišli do zaključkov. Preko učenja z raziskovanjem prihajajo učenci do znanja na podoben način kot znanstveniki pri svojem delu (Zohar, 1998).

Učenje z raziskovanjem zahteva od učitelja, da le-ta razvija pristope, ki omogočajo učenje na konkretnih (avtentičnih) problemih in hkrati prilagodi način dela, kot ga imajo znanstveniki. Pri takem načinu dela mora učitelj učence spodbujati pri raziskovanju ter jih podpirati pri razvijanju njihovih osebnih predstav o naravoslovnih pojmi (Crawford, 2000).

Pouk, ki temelji na samostojnem raziskovanju učencev, je spodbuden tako za učence kot za učitelja, vendar od učitelja zahteva dobre organizacijske sposobnosti. Učitelj se mora spoprijeti z vlogami, kot so: motivator, diagnostik, vodja, inovator, eksperimentator, raziskovalec, moderator, mentor, sodelavec, in tisti, ki pridobiva znanje. (Crawford 2000)

Tak način dela od učitelja zahteva mnogo večjo vključenost, kot jo ima učitelj pri tradicionalni obliki pouka. To pa naj bi bil glavni razlog, da je raziskovalna oblika pouka redkost. Na uporabo raziskovalnega načina pouka vplivajo tudi

prepričanja učiteljev o smiselnosti in učinkovitosti takega pouka (Crawford, 2007).

Učenci in učitelji morajo pri raziskovalnem pristopu dobro poznati in razumeti pojme, kot so problem, hipoteza, predvidevanje, zaključek, poskus (eksperiment), vzorec, interpretacija (razlaga), sklepanje-zaključki, spremenljivke (odvisne, neodvisne, kontrola, konstanta), tabele (razpredelnice, preglednice) in grafi (histogrami) (Tamir in sod., 1998).

V pouk vse bolj vpeljuje način dela z raziskovanjem, pri katerem se od učencev ne zahteva samo fizična temveč tudi miselna vključenost in sledenje pouku. Prednosti, ki jih tak način dela odraža, so očitne v znanju, odnosu do predmeta in naravoslovja kot celote, odnosu do znanosti in s tem do raziskovalnega pristopa pridobivanja znanja (Hart in sod., 2000; Lord in Orkwiszewski, 2006).

Raziskovalne dejavnosti pri pouku biologije in naravoslovja.

Živimo v času eksponencialne rasti znanja na področju vseh ved, zlasti pa na področju naravoslovja. To je na eni strani posledica potrošniške družbe, ki v splošni konkurenčni tekmi potrebuje nova znanja in odkritja, na drugi strani raziskovalno izobraževalni sistem družbe s svojo politiko spodbuja kvantiteto znanja, na tretji strani izjemen razvoj računalnikov in komunikacijskih sistemov izredno pospešuje obdelavo in izmenjavo podatkov. Tako postajamo raziskovalna komunikacijska družba, ki se izredno hitro spreminja.

Izobraževalni sistem mora usposobiti učence za vključitev v to hitro se razvijajočo in spreminjajočo družbo. Nastaja vedno večji razkorak med tem, kaj šola učencu da in kaj ta potrebuje za uspešno vključevanje v družbo. Mnoga znanja, katera učenec s trudom pridobi, morda ne bodo več uporabna, ko bo šolo zapustil, potreboval pa bo znanja, za katera sedaj morda niti še ne vemo. Družba potrebuje nove kadre z drugačnim, bolj uporabnim in fleksibilnim znanjem, zato pritiska na šolstvo in zahteva spremembe.

Biologija je kompleksna veda, ki se izredno hitro razvija. Za poznavanje in razumevanje živih bitij, njihove zgradbe, delovanja in sobivanja v živem in neživem okolju, moramo poznati veliko podatkov in razumeti kompleksne vzročno posledične povezave med njimi. Za razumevanje delovanja organizmov na molekularnem nivoju in delovanja ekosistemov potrebujemo precej znanja kemije, fizike in tudi matematike.

Ob prenovah učnih načrtov se vnaša novosti, vendar se težko zavrže stare že uveljavljene vsebine, ki se zdijo nujno potrebne. Učni načrti postajajo vedno bolj podrobni in prenatrpani z vsebinami in cilji, število ur za njihovo realizacijo pa se zmanjšuje. Ker se informacije s frontalnim poukom posreduje najhitreje, obstaja realna nevarnost in žal tudi praksa, da se zaradi prenatrpanega učnega načrta učitelji poslužujejo predvsem učnih metod razlage in pogovora. Druge metode, ki dajejo bistveno kvalitetnejše znanje, a potrebujejo več časa za organizacijo in izvedbo, učitelji manj uporabljajo, čeprav jih poznajo.

Pomanjkljivost takega pouka je v tem, da je znanje učencu posredovano, učenec ga ne išče, nima občutka, da ga potrebuje (le za oceno) in z njim nič ne počne. Pojme sprejema kot dejstva na nivoju pomnjenja in razumevanja. Učenca ne pripravlja na življenje v družbi, kjer bo moral znati ugotoviti, katero znanje potrebuje in znati to znanje poiskati na hiter in ekonomičen način, ga v poplavi informacij vrednotiti in uporabljati.

Kvalitetno uporabno naravoslovno znanje je za razvoj družbe, in kot vse bolj kaže tudi za naš obstoj, vedno bolj pomembno. Za kvaliteto znanja je ključnega pomena, kako je to znanje pridobljeno. Ena od najbolj učinkovitih in nujno potrebnih, za marsikatero cilje pouka nezamenljiva metoda je metoda laboratorijskega raziskovanja, kjer učenci samostojno ali v skupini preiskujejo zastavljen problem in si dejavno ustvarjajo predstave o določenem

konceptu, ga preverjajo, dopolnjujejo, spreminjajo in uporabljajo. Metoda raziskovanja je tako pomembna, da jo mnogi priporočajo kot sestavni del vsake učne ure.

Ameriško Nacionalno združenje učiteljev naravoslovja (NSTA)¹ je v težnji za dvig kvalitete pouka naravoslovnih vsebin, je objavilo ugotovitve in priporočila učiteljem na področju naravoslovja za izvajanje pouka naravoslovnih vsebin. Tu povzemamo pomembne ugotovitve in priporočila za izvajanje raziskovalnih dejavnosti pri pouku naravoslovnih predmetov za osnovno in srednjo šolo, ki jih prirejamo za naš šolski prostor.

Naravoslovno raziskovanje

V Nacionalnih naravoslovnih izobraževalnih standardih (*The National Science Education Standards* (NSES)) je znanstveno raziskovanje definirajo kot različne poti, po katerih znanstveniki proučujejo naravo in naravne pojave ter na pridobljenih dokazih predlagajo razlage. Znanstveno preiskovanje pri pouku naravoslovja in biologije vključuje tudi aktivnosti s katerimi učenci razvijajo znanje in razumevanje znanstvenih zamisli in kako znanstveniki proučujejo naravo. Znanost kot raziskovalni standard v NSES vključuje sposobnosti potrebne za izvajanje znanstvene poizvedbe in razumevanje znanstvene poizvedbe.

Znanstveno proučevanje reflektira kako znanstveniki pridejo do razumevanja naravnega sveta in hkrati, kako se učenci učijo. Od zelo zgodnje mladosti so otroci v interakciji s svojim okoljem, postavljajo vprašanja in iščejo poti do odgovorov na ta vprašanja. Razumevanje naravoslovnih vsebin je signifikantno povečano, kadar so pojmi vsidrani v preiskovalni izkušnji.

¹ The National Science Teachers Association (NSTA), ustanovljeno leta 1944 s sedežem v Arlington, Virginia, ZDA, je največja organizacija na svetu, zavezana k spodbujanju odličnosti na področju naravoslovja in inovacij poučevanja in učenja.

Znanstveno preiskovanje je uspešna pot do razumevanja naravoslovnih vsebin. Učenci se učijo, kako se postavijo raziskovalna vprašanja in kako se uporabijo dokazi za odgovor na zastavljena vprašanja. Iz strategij znanstvenega preiskovanja se učenci v procesu učenja naučijo izvajati raziskave, zbirati podatke iz različnih virov, iz podatkov izpeljati razlago, predstaviti in braniti svoje zaključke.

NSTA priporoča vsem srednješolskim učiteljem (K-16), da vključijo znanstveno raziskovanje kot osrednje dogajanje v naravoslovni učilnici. Izvajanje dejavnosti znanstvenega raziskovanja pomaga zagotoviti, da učenci razvijajo globoko razumevanje naravoslovja in znanstvenega raziskovanja.

Priporočila

Glede vključevanja in izvajanja znanstvenega raziskovanja pri poučevanju, učiteljem naravoslovnih predmetov priporoča da:

- načrtujejo na raziskovanju temelječ naravoslovni izobraževalni program za razvijanje kratkoročnih in dolgoročnih ciljev, ki vključujejo ustrezne vsebinske cilje.
- izvajajo naravoslovne učne metode, ki pri učencih spodbujajo vprašanja in raziskovanje ter pridobljene izkušnje uporabijo za nova vprašanja in odgovore o naravi.
- uporabljajo metodo - model »učnega kroga EIA« (*learning cycle approach*), ki je ena od bolj učinkovitih strategij za vnos raziskovanja in postavljanja vprašanj v učilnico².
- vodijo in spodbujajo učenje z izvajanjem pedagoških strategij, ki oblikujejo in ocenjujejo učenčev razvoj razumevanja in sposobnosti.

² Učni krog je učni model, ki temelji na raziskovanju. Razvil se je iz konstruktivističnih idej in razvojne teorije Piageta. Model deli dejavnosti poučevanja v 3 faze (EIA). Učenec dobi najprej izkušnjo o konceptu, ki naj bi ga razvil. Ta izkušnja je najpogosteje laboratorijski eksperiment in se imenuje raziskovalna faza (E-exploration). Sledi pojmovno odkrivanje (I – invencija - conceptual invention), kjer učenec in učitelj izpeljeta koncept iz dobljenih podatkov. Navadno se to izpelje z diskusijo v razredu. Zadnja faza je uporaba (A-aplication), ki daje učencu možnost, da razišče uporabnost in aplikacijo koncepta.

- oblikujejo in uporabljajo učna okolja, ki dajo učencem čas, prostor in vire potrebne za učenje naravoslovja z raziskovanjem.
- pridobijo primerno podporo šolske uprave za izvajanje raziskovanj v učilnici. Podpora je lahko v obliki možnosti za njihov poklicni razvoj na področju učenja s pomočjo naravoslovnega raziskovanja, vsebin in narave naravoslovja. Podpora je lahko tudi v razporeditvi časa za učinkovito izvajanje znanstvenih raziskav in v dostopnosti potrebnih materialov in opreme.
- izkusijo znanstveno raziskovanje kot del pripravljalnega programa učitelja. Pripravljalni program mora vključevati učenje, kako razviti strategije postavljanja vprašanj, pisanje učnih priprav, ki spodbujajo sposobnosti in razumevanje znanstvenih raziskav in analitično ugotavljanje ali učno gradivo spodbuja znanstvene raziskave.

Glede sposobnosti učencev za izvajanje znanstvenih raziskav, NSTA priporoča učiteljem, da učencem pomagajo,

- da se naučijo, kako prepoznajo in postavijo ustrezna vprašanja, na katera se lahko odgovori s pomočjo znanstvenih raziskav.
- da se naučijo načrtovati in voditi raziskave za zbiranje dokazov, potrebnih za odgovore na različna vprašanja.
- da se naučijo uporabljati ustrezno opremo in orodja za analizo in razlago podatkov.
- da se naučijo oblikovati sklepe ter kritično in logično razmišljati, da ustvarjene razlage temeljijo na njihovih dokazih.
- da se naučijo sporočati in zagovarjati svoje rezultate pred vrstniki in drugimi.

Glede razumevanja znanstvene raziskave, NSTA priporoča, da učitelji pomagajo učencem razumeti,

- da si znanost zastavlja vprašanja o svetu in nato razvija znanstvene raziskave, da odgovori na ta vprašanja

- da ne obstaja stalno zaporedje korakov, ki bi jim sledile vse znanstvene raziskave.
- da iskanja odgovorov na različne vrste vprašanj potrebujejo različne vrste znanstvenih raziskav.
- da je znanstveno raziskovanje ključnega pomena za učenje o znanosti in prikazuje, kako se znanost naredi.
- pomembnost zbiranja empiričnih podatkov z uporabo ustreznih orodij in instrumentov.
- da zbrani dokazi lahko spremenijo njihovo dojemanje sveta in povečajo njihovo naravoslovno znanje.
- pomembnost, da so skeptični, ko ocenijo lastno delo in delo drugih.
- da znanstvena skupnost išče razlage, ki so empirično podprte in logično dosledne.

OSREDNJA VLOGA LABORATORIJSKIH PREISKAV NA PODROČJU POUKA NARAVOSLOVJA

Uvod

Značilnost znanosti je, da ustvarja teorije in zakone, ki morajo biti skladni z opazovanji. Veliko dokazov iz teh opazovanj se zbere pri laboratorijskih raziskavah. Šolska laboratorijska raziskava (npr. biološko laboratorijsko in terensko delo) je opredeljena kot izkušnja v laboratoriju, učilnici ali na terenu, ki daje učencem možnosti za neposredno interakcijo z naravnimi objekti in pojavi ali s podatki zbranimi od drugih, z uporabo orodij, materialov, tehnik zbiranja podatkov in modeli. V celotnem procesu, morajo imeti učenci možnosti za neposredno načrtovanje preiskav, sodelovanje v znanstveni argumentaciji, delanje z opremo, evidentiranje podatkov, analiziranje rezultatov in razpravljanje o svojih ugotovitvah. Te veščine in znanja, spodbujena z laboratorijskimi preiskavami, so pomemben del preiskovanja - proces zastavljanja vprašanj in opravljanje poskusov pa kot pot za razumevanje naravnega sveta. (Branje učitelja o znanosti, uporaba računalniške simulacije in demonstracije učitelja so lahko koristni, niso pa nadomestek za laboratorijske preiskave, ki jih izvajajo učenci.

Da bi pravilno in učinkovito učili naravoslovje, morajo biti raziskovanja sestavni del naravoslovnega učnega načrta. Nacionalno združenje učiteljev naravoslovja (NSTA) priporoča, da vsi učitelji naravoslovnih predmetov in naravoslovnih vsebin osnovne in srednje šole (pred K-16) zagotavljajo pouk s prednostno nalogo opazovanja in zbiranje dokazov, ki naj jih učenci v veliki meri izkusijo v laboratoriju ali na terenu, da tako pomagajo učencem razvijati dobro razumevanje naravoslovnih vsebin, pa tudi razumevanje narave znanosti, odnosa do znanosti in spretnosti naravoslovnega ali znanstvenega mišljenja.

Poleg tega mora biti zagotovljeno, da imajo vsi učenci, vključno z učenci z zdravstvenimi ali fizičnimi potrebami; nadarjenimi in sposobnimi učenci priložnost sodelovati v laboratorijskih preiskavah v varnem okolju.

NSTA trdno zagovarja stališče, da so razvojno ustrezne laboratorijska raziskovanja bistvena za učence vseh starosti in nivojev sposobnosti. Izvajati jih nebi smeli rutinsko, kjer učenci samo sledijo navodilom, kot bi brali kuharsko knjigo, niti nebi smeli odvečno naknadno razmišljati o stvareh, ki se le delno navezujejo na učno vsebino. Pravilno načrtovane laboratorijske raziskave naj:

- imajo določen namen, ki je učencem jasno sporočen;
- se osredotočijo na procese v znanosti kot načinu za sporočanje vsebine;
- učence vključujejo v premislek in razpravo;
- učencem omogočajo, da razvijejo varne in natančne laboratorijske navade in postopke.

Vključevanje laboratorijskih raziskav v naravoslovni program

Na vseh ravneh izobraževanja morajo biti na vprašanjih temelječe (Inquiry-based) laboratorijske raziskave v središču naravoslovnega programa in jih je treba vtakati v vsako učno uro in konceptualni sklop. S pomikanjem učencev skozi razrede, se morajo ravni zahtevnosti laboratorijskih preiskav povečevati. Poleg tega NSTA priporoča, da učitelji in administratorji na vsaki stopnji sledijo sledečim smernicam:

Predšolski in osnovni nivo (op. osnovna šola do četrtega razreda ali prvo triletnje)

- Vsi učenci na predšolski in osnovni ravni naj vsak teden dobijo mnogovrstne možnosti za raziskovanja, ki ustrezajo opredelitvi opisani v uvodu.
- Laboratorijske preiskave morajo vsem učencem zagotoviti stalne priložnosti za raziskovanje vsakdanjih pojavov in materialov. Na razvojno

ustreznem nivoju naj raziskujejo ustrezna vprašanja, analizirajo rezultate laboratorijskih preiskav, razpravljajo, kaj dokazi pomenijo, konstruirajo razumevanje znanostvenih konceptov in te koncepte uporabijo v svojem okolju.

Višji osnovno šolski in srednješolski nivo

- Vsi učenci na višji osnovno šolski in srednješolski ravni naj vsak teden dobijo mnogovrstne možnosti za raziskovanja, ki ustrezajo opredelitvi zapisani v uvodu. Na nivoju srednje šole naj bi vsi učenci, v laboratoriju ali na terenu, vsak teden zbirali podatke za laboratorijske raziskave.
- Laboratorijske preiskave morajo pomagati vsem učencem razvijati rastoče razumevanje kompleksnosti in negotovosti empiričnega dela, kot tudi sposobnosti za umerjanje opreme in odpravljanje težav z opremo uporabljeno za opazovanja. Učenci morajo razumeti napake pri merjenju; in imeti sposobnosti za povezovanja, razlago in predstavitev rezultatov
- Z napredovanjem učencev preko osnovne in srednje šole, si morajo izboljšati sposobnosti za učinkovito sodelovanje z drugimi pri opravljanju kompleksnih nalog in delitvi dela na nalogi, prevzemati različne vloge v različnih fazah raziskave, prispevati ideje in se odzivati nanje.

Akademski nivo

Na akademski ravni, morajo imeti vsi študenti možnosti, da izkusijo na problemih temelječe raziskave, kot so opredeljene v uvodu. Vsi uvodni tečaji morajo vključevati laboratorijske raziskave kot sestavni del učnega načrta za naravoslovje. Študenti se z laboratorijskimi izkušnjami naučijo delati samostojno in v skupini. V svoje predstavitve vključujejo in kritično presojuje objavljena dela drugih, uporabljajo znanstvene utemeljitve in ustrezne laboratorijske tehnike za opredeljevanje in reševanje problemov, ter na osnovi kvantitativnih dokazov pripravijo in vrednotijo sklepe. Laboratorijska dela morajo biti tesno povezana s predavanji in ne smejo biti ločene dejavnosti. Izpostavljenost

strogemu, na problemih temelječemu laboratorijskemu delu je pomembno tudi za bodoče učitelje, kajti večina učiteljev razvija svoje pedagoške laboratorijske tehnike na osnovi lastnih izkušenj.

Podpora za učitelje naravoslovja

Da bi dobili učitelji na vseh ravneh podporo, ki jo potrebujejo za vodenje laboratorijskih preiskav kot sestavni del celotnega izobraževalnega programa, NSTA priporoča:

- Tekom poklicnega izobraževanja morajo učitelji naravoslovnih predmetov dobiti dovolj praktičnih pedagoških izkušenj, ki jih potrebujejo za izvajanje na vprašanih temelječih laboratorijskih del povezanih z ustrezno naravoslovno vsebino.
- Letno evalviranje laboratorijskih del, da se ugotovi, ali so še sestavni in učinkovit del celotnega izobraževalnega programa in ali pokrivajo vse vsebine.
- Periodično usposabljanje učiteljev v laboratorijski logistiki, ki vključuje, pripravo, varnost, ravnanje z materiali in opremo ter preverjanje učencev in študentov. Zagotovljeno mora biti letno usposabljanje na področju varnosti, da so učitelji dobro seznanjeni z letnimi spremembami varnostnih postopkov, da se zagotovi varnost učencev in učiteljev.
- Usposabljanje za delo z učenci s posebnimi potrebami ter sposobnimi in nadarjenimi učenci, tako da učitelji lahko ustrezno prilagodijo in diferencirajo pouk. Podporna oprema, dodatno osebje in zmogljivosti, spremenjene, kot je potrebno, prav tako je treba zagotoviti, da se zagotovi ustrezna navodila za vse študente. Potrebna je tudi podporna oprema, dodatno osebje in primerno prilagojeni pripomočki, da se vsem učencem zagotovi ustrezen pouk.
- Učinkovite pripravljalne programe, ki bodoče učitelje pripravljajo za učinkovito izvajanje naravoslovnih laboratorijskih del kot osrednji del vsakega naravoslovnega izobraževalnega programa.

Podpora naravoslovnim laboratorijskim učilnicam

Za zagotovitev izvajanja laboratorijskih raziskav v šolah, je ključnega pomena podpora šolske uprave. NSTA priporoča, da se v šolski upravi zavedajo izobraževalnega pomena in nujnosti laboratorijskih dejavnosti in predlagajo:

- Da se zagotovi ustrezen prostor, kjer se laboratorijska dela lahko izvajajo. Na predšolskem in osnovnem nivoju je to učilnica z dovolj delovnega prostora, premičnimi ravnimi mizami in stoli, opremo in dostopom do vode in elektrike. Na predmetni stopnji in srednji šoli mora biti na voljo dobro opremljen laboratorijski prostor s potrebno opremo in dostopom do vode in elektrike. Poleg tega je treba zagotoviti ustrezne zmogljivosti za delo z učenci s posebnimi potrebami.
- Da se zagotovi ustrezen prostor za shranjevanje vseh potrebščin, vključno s pripomočki in materiali, ki so pogosto v uporabi in se smatrajo za nevarne.
- Da se zagotovi sredstva za letno usposabljanje učiteljev o ravnanju z materiali in vodenju učenja z izvajanjem na problemu temelječih raziskav.
- Da se zagotovi sredstva za redno vzdrževanje objektov in opreme, letne stroške za novo ali nadomestno opremo, zaloge, in ustrezno ravnanje z odpadki.
- Da se zagotovi sredstva za dodatne stroške za terensko delo.
- Zasedenost laboratorija ima omejitve (dovoljeno število učencev v laboratoriju). Omejitev temelji na varnosti zgradbe, požarni varnosti, velikosti in obliki učnih pripomočkov, kemični, fizični in biološki varnosti ter potrebah učencev. Naravoslovni razred ne sme imeti več kot 24 učencev, tudi če prostorska zasedenost omogoča večje število učencev. Raziskovalni podatki kažejo občutno povečanje nesreč ko število učencev presega to število. Učitelji se nebi smeli soočiti z dilemo, ali poučevati v nevarnem okolju, ali žrtvovati kakovost poučevanja z neizvajanjem laboratorijskih del.

Ocenjevanje

Ocenjevanje, je močno orodje na področju naravoslovnega izobraževanja, zadovoljuje formativne in sumative namene. Pomaga ugotoviti, kaj so se učenci naučili in način njihovega mišljenja in pokaže vrzeli, ki ostajajo med učenjem in katere koncepte je treba preveriti NSTA priporoča naslednje ukrepe za zagotovitev, da so laboratorijske preiskave sestavni del ocenjevalnega postopka:

- Učitelji naravoslovja, morajo s strani uprave dobiti čas in trening za razvoj ocenjevanja, ki meri raziskovalne spretnosti-sposobnosti za oblikovanje, izvajanje, analiziranje, in dokončanje preiskave, naravoslovno mišljenje in sporočanje s pomočjo naravoslovnih zapiskov in laboratorijskih poročil.
- Pouk in ocenjevanja je treba uskladiti tako, da so formativna in sumativna ocenjevanja smiselna in se lahko uporabijo za izboljšanje naravoslovnega kurikula kot tudi za ugotavljanje, kaj so se učenci naučili.

POUK NARAVOSLOVNIH PREDMETOV NA PREDMETNI STOPNJI OSNOVNE ŠOLE

NSTA priporoča velik poudarek na naravoslovju na nivoju petega do devetega razreda osnovnošolskega izobraževanja (predmetna stopnja). To se lahko doseže s kadrovanjem z učitelji, ki so dobro usposobljeni za poučevanje naravoslovja in so usposobljeni in zavzeti za delo z učenci v njihovem pomembnem obdobju življenja. Naravoslovni koncepti morajo biti predstavljeni primerno starosti, na tak način, da učenci lahko gradijo na njihovem predhodnem znanju in pridobijo potrebno osnovo za uspešno in odgovorno vključevanje v našo visoko znanstveno in tehnološko družbo.

Obdobje od 5 do 9 razreda je za učence čas ogromnih fizičnih, čustvenih in kognitivnih sprememb. To je tudi ključno obdobje za razumevanje

naravoslovja in navdušenje zanj. Raziskave so pokazale, da če učitelji ne pridobijo učenčevega zanimanja in navdušenja za naravoslovje tekom sedmega. razreda, ti verjetno nikoli ne bodo našli poti nazaj do naravoslovja.

NSTA priporoča, učiteljem naravoslovnih predmetov na nivojih od petega do devetega razreda:

- da so popolnoma usposobljeni za poučevanje naravoslovja in da dobro poznajo naravoslovne vsebine.
- da imajo visok nivo znanja o tem, kako se v tem obdobju učenci učijo, najboljših praksah in učinkovitih strategijah poučevanja na tem nivoju učencev, in so sposobni uporabiti to znanje v razredu.
- da ravnajo pozitivno z razvijajočimi mladostniki ob spremenljivem vzorcu njihovega obnašanja.
- da učinkovito podpirajo raznolike učence, enakovredno obravnavajo na spol vezana vprašanja, oblikujejo multidisciplinaren pristop k učenju in izkazujejo željo po vseživljenjskem izobraževanju.
- da ustvarijo varno okolje, v katerem se učenci lahko vključijo v raziskovalen pouk v učilnici, v laboratoriju, in na terenu.

Glede učnih načrtov naravoslovnega programa na ravni petega do devetega razreda NSTA priporoča, da:

- je usklajen z naravoslovno vsebino in procesnimi spretnostmi opisanimi v National Science Education Standards.
- spodbuja radovednost o naravi in vključuje teoretičen in praktičen ("hands-on, minds-on") problemski pouk naravoslovja.
- učence vključuje v laboratorijske preiskave z najmanj 80 odstotki časa naravoslovnega pouka, kot je določeno v NSTA stališčih.
- tekom naravoslovnega izobraževanja vključuje neodvisno in sodelovalno skupinsko učenje, ter spodbuja izkušnje neformalnega učenja.

- povezuje naravoslovje z drugimi predmeti v kurikulumu v multidisciplinaren pristop, na primer na določeni temi zasnovano učenje.

Priporoča, da učni program ponuja povezave z resničnim svetom tako da se:

- vsebine in spretnosti naučene pri naravoslovnem pouku nanašajo na lastne izkušnje učencev.
- učilnica povezuje z okoljem z ekskurzijami in lokalnimi partnerstvi.
- omogoča izkušenj iz resničnega sveta, na primer z mentorstvom ali vajeništvom. To učencem omogoča razvijanje zavesti o na znanosti temelječi karieri ter razumevanje, kako je znanost pomembna za njihovo življenje.
- ponuja priložnosti za odločanje (npr. razprave ali raziskave dokumentov) in za vključevanje v družbene probleme.
- spodbuja cilje družbe za znanstveno in tehnološko pismenost.

NSTA priporoča, da uporabljene ocenjevalne strategije na srednji ravni naravoslovnih programov

- vključujejo različne metode ocenjevanja, ki se lahko uporabijo za evalviranje celotnega dosežka učenca in kot vodilo pri odločitvah glede pouka in prakse.
- morajo biti neprestane in vgrajene v izobraževalne materiale.
- spodbujajo interes učencev za boljše vključevanje v postopek ocenjevanja.
- izvajajo se pogosto, da se omogoči sprememinjanje, obogatitev in sanacija.
- zajemajo vprašanja, ki so občutljiva za spol in raznolike kulture.

NSTA priporoča, da šolska uprava podpira naravoslovni program z

- zagotavljanjem številnih možnosti za poklicni razvoj učitelja, za krepitev poznavanja naravoslovnih vsebin in za povečanje sposobnosti za delo s to starostno skupino učencev.

- določanjem časa rezerviranega za učitelje za načrtovanje in usklajevanje s kolegi v lastni šole, kot tudi s tistimi na osnovnem in srednješolskem nivoju.
- vzgajanjem zavzete ekipe učiteljev z dokazanim strokovnim znanjem in izkušnjami ter zavzetostjo za učence v tej starostni skupini, postavljanjem teh učiteljev v šolski sistem, ter jim omogoča, da ostanejo v svojih nalogah, da lahko razvijajo svoje strokovno znanje.
- podpiranjem priporočenega časa za izvajanje laboratorijskih preiskav.
- zagotavljanjem potrebnih finančnih sredstev za laboratorijske preiskave in naravoslovne materiale in vire.

Učni pogoji za naravoslovje v srednji šoli

Učitelji naravoslovnih predmetov se soočajo z mnogimi izzivi, vključno z nacionalnimi standardi, državnimi standardi, okrožnimi cilji, in zahtevami javnosti, kot so poskus, da bi zagotovila varno in učinkovito učenje naravoslovja. Dijaki in profesorji potrebujejo ustrezne delovne razmere, da se spopadejo s temi izzivi.

Dijaki pri pouku naravoslovnih predmetov morajo imeti varno in učinkovito učno okolje. To zahteva varne in ustrezne pogoje, ustrezno infrastrukturo in opremo, ter kompetentne, usposobljene učitelje.

NSTA priporoča naslednje standarde za ustvarjanje in vzdrževanje učnih pogojev za naravoslovne predmete v srednjih šolah:

- Učitelji bi morali biti overjeni v vedi, ki jo poučujejo.
- Novim učiteljem morajo biti dodeljeni izkušeni učitelji (master science teachers) kot mentorji
- Za odgovorno poučevanje naravoslovja mora biti zagotovljen čas za priprave, potrebne za varno in učinkovito poučevanje.
- Učitelji naravoslovja so lahko razpisani le v eni učilnici, da lahko varno upravljajo laboratorij.

- Dijaki pri naravoslovju se morajo učiti v učilnicah, ki imajo dovolj opreme in prostora za varno izvajanje v laboratorij usmerjen program.
- Učenci potrebujejo dovolj prostora za varno delo. Zaradi varnostnih razlogov in individualne pomoči, ki jo potrebujejo učenci v laboratoriju, bi moralo biti število dijakov pri naravoslovju omejeno na 24.
- Naravoslovne učilnice / laboratorije naj bi uporabljali samo za naravoslovne dejavnosti in morajo biti opremljeni z:
 - o Ustreznim laboratorijskim prostorom na učenca in z dovolj priključki za plin, elektriko in vodo za laboratorijske aktivnosti.
 - o Varnostno opremo, kot so gasilni aparat, plinske nape, intervencijske prhe in prostor za pranje oči.
 - o Avdiovizualno opremo, kot je grafoskop; videorekorder in monitor; diaproyektor in enega ali več računalnikov z dostopom do interneta, ter potrebna programska oprema in storitev za vzdrževanje.
 - o Dovolj prostora za opremo in zaloge in prostor za priprave blizu učilnice.
 - o Podporno opremo, kot so fotokopirni stroji, tiskalniki, urejevalniki besedil in telefon v bližini in v dostopni področju.
 - o Učbeniki za vsakega študenta, laboratorijski priročniki, in priporočili, v kolikor so potrebna in primerna.
- Učitelji
 - o odgovorni za razrede z učenci s posebnimi potrebami potrebujejo dodatno opremo.
 - o morajo dobiti posebno izobraževalno podporo primerno za varno in uspešno izpolnjevanje izobraževalnega načrta vsakega posameznika vključenega v naravoslovno učilnico.
 - o morajo dobiti dostop do poklicnega razvoja pri poučevanju vključenega razreda
 - o morajo dobiti dodaten čas za skupno načrtovanje z dodeljenim specialnim učiteljem za posebno izobraževanje za prilagajanje

učnega okolja učencem s posebnimi potrebami za boljši in varnejši učni proces.

- o morajo dobiti dodatne vire, strokovni razvoj, ter opremo in materiale, ki so potrebni za vključitev dijakov, da se varno in s kar najmanj omejitvami vključijo v učenje in aktivnosti.

Predstave učencev o živem in živalih

Otroci imajo v različnih obdobjih različne predstave o tem, kaj je 'živo'. Piaget (1929, cit. v Driver in sod., 1994: 17) je ugotovil, da otroci do petega leta starosti večinoma nimajo predstav, kaj je živo. Od šestega do sedmega leta starosti otroci pripisujejo življenje stvarim, ki so kakorkoli aktivne; se premikajo ali oddajajo zvok. Med osmim in devetim letom otroci pripišejo stvarim življenje le, če se te premikajo. Pred desetim letom otroci razlagajo fizikalne fenomene iz vidika namere objekta, da ta nekaj povzroči (sonce je vroče, ker želi narediti ljudem toploto). Med devetim in enajstim letom pa otroci stvarim, ki se 'samostojno premikajo', pripisujejo lastnost živega (reka, sonce). Po enajstem letu pa se življenje mnogokrat pripisuje le živalim in rastlinam.

S pridobivanjem znanja se predstave otrok o pojavih močno spreminjajo in prehajajo od animističnega pogleda do pojmovanja biološke funkcije.

Mnogi učenci si pod pojmom žival predstavljajo predvsem velike kopenske sesalce. 15-letniki ne kategorizirajo živali kot biologi. Kot razloge za uvrstitev med živali so učenci v raziskavi Bellove (1981, cit. v Driver in sod., 1994) navajali za živali le tiste organizme, ki imajo štiri noge, so velike, živijo v kopenskih habitatih, imajo dlako in ustvarjajo glasove. Mlajši učenci so zmožni uvrščanja organizmov v največ dve skupini hkrati (do sedmega leta). Večina učencev naj bi bila do 13 leta starosti sposobna kategorizirati živali v višje taksonomske kategorije (ptiči, dvoživke,...).

Vendar nekatere raziskave kažejo, da ima večina učencev tudi na tem nivoju še vedno mnogo alternativnih predstav o uvrščanju organizmov v posamezne višje kategorije.

Braund (1991) je ugotovil, da imajo učenci pri starosti med 12 in 15 let mnogo alternativnih predstav o organizmih in njihovi klasifikaciji. Nanje vpliva odnos in informacije pridobljene zunaj razreda pa tudi njihove intuitivne predstave. Učenci, ki imajo bolj razvite strategije opazovanja so v prednosti pri klasifikaciji organizmov. Braund predlaga večjo vključenost učencev v spoznavanje sistematike preko bolj aktivnih učnih okolij, kar bi jim ustvarilo pomen in smisel biološke klasifikacije. Učenci bi se tako manj zanašali na vsakodnevno poimenovanje živali in bili bolj osredotočeni na taksonomsko uporabo izrazov pri poimenovanju in uvrščanju organizmov v sistem.

Shepardson (2002) na osnovi raziskave predstav otrok od vrtca do petega razreda o žuželkah poda predloge za razvoj učnih načrtov in pouka. V ospredje postavi nujnost omogočanja neposredne izkušnje z organizmi (žuželkami):

- da učenci lahko razlikujejo med organizmi na osnovi njihovih značilnosti, je učencem potrebno omogočiti opazovanje in primerjavo večjega števila organizmov;
- učenci naj spoznavajo žuželke v njihovem naravnem okolju, saj lahko tako povežejo organizme z njihovim okoljem;
- uporaba različnih vrst živih žuželk za raziskovanje življenjskih ciklov in preobrazbe vpliva na zmanjšanje omejenega pojmovanja učencev o teh organizmih;
- učenci naj bi proučevali tudi mehanizme preživetja žuželk, s čimer bi učenci spremenili predstave o nevarnosti žuželk;
- ker v njegovi raziskavi ni nobeden od otrok navajal socialne narave žuželk, Shepardson meni, da bi tem vsebinam morali posvetiti večjo pozornost.

Yen in sod. predlagajo sledeči vrstni red obravnave organizmov in sistematike v šolah ter vsebinsko razporeditev v učnih načrtih (takšen je tudi v sedanjih slovenskih učnih načrtih):

- a) v nižjih razredih OŠ naj se učenci srečajo s pojmom živega in se naučijo ločiti med tem, kaj je živo in kaj ni;
- b) v srednjih razredih OŠ naj učenci spoznavajo karakteristike organizmov (živali in rastlin);
- c) v višjih razredih pa naj učenci spoznajo višje ravni uvrščanja organizmov.

Po mnenju Keogha (1995) je poznavanje sistematike in taksonomije ključno za razumevanje problema zmanjševanja biodiverzitete.

ŽIVALI PRI POUKU

Tuje in domače raziskave kažejo, da delo z živimi živalmi pri otrocih poveča motivacijo za delo, vključi učence v aktivno pridobivanje znanja in pripomore k spreminjanju odnosa (do vsebine in do predmeta). Od tega je odvisno, kako se bodo učenci vedli in prevzemali odgovornosti kot državljani in prebivalci tega planeta. Znanja lahko učenci dobijo preko dejavnosti v razredu, na naravoslovnih dnevih, pri terenskemu delu (četudi samo v bližini šole), v izobraževalnih ustanovah, kot so muzeji, živalski in botanični vrtovi (Lock, 1998).

Pri pouku bioloških vsebin glede na slovenske učne načrte učenci obravnavajo vsebine mnogih področij biologije. V prvi in drugi triadi šolanja učenci spoznavajo posamezne organizme, njihove anatomske in vedenjske značilnosti, življenjske kroge ter povezave z drugimi organizmi. Hkrati spoznavajo tudi okolja, v katerih ti organizmi živijo. Tunnicliffe in Reiss (1999) ter Shepardson (2005) poudarjajo nujnost sočasne obravnave organizmov v sklopu ekosistemov, saj jih učenci tako lahko smiselno povežejo z njihovim življenjskim okoljem. Učenci ob uporabi živali spoznavajo in integrirajo znanja iz različnih bioloških disciplin.

Živali v sklopu formalnega pouka bioloških vsebin

Ena od možnosti, ki jo ima učitelj, je, da prinese živali v razred in tako ponudi učencem priložnost, da se srečajo z njimi. V razredu lahko učitelji celo izdelajo

modelne ekosisteme (Tomkins in Tunnicliffe, 2001). Malo je raziskav, ki obravnavajo delo z avtohtonimi živimi živalmi v razredu, zato je pomembno raziskati tudi to področje dela z organizmi (Kinchin, 1999; Killermann, 1998).

Pedagoške raziskave mnogokrat obravnavajo pedagoški proces v povezavi s spoznavanjem živali v sklopu neformalnih oblik pouka, kjer učitelji igrajo le vlogo spremljevalca in 'nadzornika'.

Lock (1994) opiše težave, ki so se pojavile pri promoviranju dela z živalmi pri pouku. Namreč po vključitvi vivaristike v šole so mnogi učitelji sprejeli njeno uporabo in vključevali organizme v pedagoško delo. Po prenehanju nadzora oziroma dodatnega vključevanja izvajalcev te vpeljave pa je zamrla tudi vivaristika na šolah. Podobno se je zgodilo tudi v slovenskem prostoru (Vrščaj, 1990). Lock (1994) je opisal razloge za upad zadrževanja in dela z organizmi v šolah, kjer navaja predvsem časovne, zakonske, socialne, infrastrukturne omejitve in omejitve iz vidika izobraževanja. Vrščaj (1990) pa meni, da je razloge za delo ali nedelo z organizmi v razredu potrebno iskati predvsem v usposobljenosti učitelja za delo z organizmi. Samo 'imeti' živali v razredu, brez njihove dejanske uporabe, ne privede do pomembnih učinkov na znanje in odnos otrok do živali.

Dumpert (1979) je analiziral delo z živimi organizmi v nemških šolah. Učitelji, ki pri pouku ne delajo z živalmi, kot razloge navajajo pomanjkanje časa (59%), prostora (35%), financ (19%) in profesionalne razloge (12%, didaktičen učinek ni dovolj visok). V njegovi raziskavi so učitelji skoraj polovice šol navedli, da nimajo v šoli nobenih organizmov, niti rastlin. 14% učiteljev ni vodilo učence na ekskurzije, 20% jih ni uporabljalo ekskurzij v namen biološkega opazovanja, 20% jih ni obiskalo živalskih vrtov in kar 70% jih ni peljalo v botanične vrtove, polovica pa jih ni izrabljala okoliških naravoslovnih poti. Dumpert izpostavi pozitivne učinke, ki jih imajo organizmi na posameznika, ter uporabnost organizmov v biološkem izobraževanju. Kot pozitivno izpostavi tudi uporabo organizmov v razredu.

Adkins in Lock (1994) poročata, da učitelji pri pouku največkrat delajo z ribami, sesalci in členonožci. Delajo pa tudi s praživalmi in kolobarniki

(izključno deževniki). Pri živih živalih učenci večinoma opazujejo strukturo in vedenje, mrtve živali pa tudi secirajo in preučujejo encimske aktivnosti v določenem delu prebavil in nivoje sladkorja v različnih žilah.

Učitelji pridobijo živali preko različnih virov:

- od dobaviteljev,
- iz mesnice in klavnice,
- iz lastne gojilnice,
- od univerze,
- z donacijo,
- iz trgovine z malimi živalmi,
- v šolskem okolju.

Podobno kot Dumpert (1979) tudi Adkins in Lock (1994) ugotavljata, da delo z živalmi omejujejo predvsem sledeče pomanjkljivosti:

- infrastruktura,
- ravnateljev pogled (neodobravanje),
- čas,
- nedostopnost laboranta,
- cena živali
- cena hrane.

Živali se v določenih državah še vedno uporabljajo za opazovanje in ugotavljanje notranje zgradbe živali (sekcijo). Smith (1994) ugotavlja, da v največjem deležu pri pouku uporabljajo sekcijo učitelji v višjih razredih srednjih šol. Večino seciranja tam opravijo učenci sami, le malo učiteljev izvede seciranje v obliki demonstracije. Dejavniki, ki vplivajo na uporabo seciranja, so finančna sredstva, mnenje o dobrobiti živali in preference učitelja. Smith je spraševal učitelje tudi po namenu dela z živimi živalmi v šoli in ugotovil, da se te v pretežni meri vključujejo v pouk v višjih razredih srednje šole, vendar jih vključujejo tudi v nižjih razredih za stimulacijo zanimanja sedmošolcev. Spraševal jih je tudi, s katerimi skupinami živali delajo pri pouku. V največji meri se pri pouku dela z ribami in kokošmi, sledijo pa jim miši, paglavci, žuželke in

polži. Učitelji v največji meri delajo z živimi živalmi v sklopu opazovanja in raziskovanja vedenja živali. Po pouku živali, ki so jih kupili v trgovini, učenci odnesejo domov ali jih šola proda, jih evtanazirajo, živali ostanejo v šoli ali pa so vrnjene dobavitelju.

Lock in Alderman (1996) sta raziskovala vključevanje živih in mrtvih živali v pouk naravoslovja in ugotovila, da učitelji biologi v večji meri vključujejo živali v pouk, kot učitelji kemiki ali fiziki. Manj kot 40% učiteljev naravoslovja vključuje žive živali pri učencih med 11 in 14 letom starosti in le 17% na višji stopnji izobraževanja (učencih starih 14-16 let). Učitelji v večji meri vključujejo mrtve živali, od katerih učitelji nebiologi mnogo manj. Avtorja sta si postavila vprašanje, kako so lahko učitelji dosegli določene učne cilje, za dosego katerih bi učitelji morali delati z organizmi. Zagovarjata stališče, da je biologija veda, ki se ukvarja s proučevanjem živega. Tako kot je pri učenju jezika pomembno branje knjig, poezije in aktivno vključevanje v gledališke predstave in biti del predstave, so za učinkovit pouk bioloških vsebin pomembni živi organizmi. Videoposnetki, fotografije in druga vizualizacijska sredstva lahko omogočijo le učenje iz "druge roke" in ne morejo nadomestiti "prave stvari". Tako kot televizija ne omogoča enakega doživetja, predstav in čustev, kot to naredi predstava, ki si jo ogledamo v živo, tako tudi sekundarni "neživi" materiali v biologiji ne dajo pravih predstav in razumevanja o organizmih. To po njunem mnenju omogoči šele neposreden stik.

Organizmi in neformalne oblike pouka

Učitelji imajo pomembno vlogo pri vključevanju učencev v aktivno raziskovanje zunaj razreda (Tilling, 2004). Tilling poroča, da je v zadnjih tridesetih letih močno upadla uporaba terenskega dela pri pouku naravoslovnih vsebin. Terensko delo nadomešča vse večja uporaba dela v razredu, kjer delo temelji tudi na natančno in z v naprej določenim laboratorijskim raziskovanjem, ki je posledica vse večjega kurikularnega poudarka na fiziologiji, molekularni biologiji in genetiki (Yore in Boyer, 1997).

Učenci so tako prikrajšani za najbolj osnovno spoznavanje narave organizmov v realnih situacijah.

Lock (1998) je opisal pomen in smisel terenskega dela pri pouku bioloških vsebin. Ugotavlja, da ima terensko delo zaradi kvalitete pridobljenih izkušenj pozitivne učinke na odnos in znanje učencev. S pravilno organizacijo in logističnim pristopom je lahko terensko delo zelo uporabno orodje za učitelje bioloških vsebin. Terensko delo ni omejeno samo na obisk krajev, ki so oddaljeni od šol, temveč se lahko uporabijo okolja, kot je okolica šole, ki je učencem tudi bolj znana.

Falk (1983) meni, da je smiselno otroke večkrat peljati na isto lokacijo. Prvi obisk terena naj bi vseboval aktivnosti, ki so namenjene spoznavanju lokacije. Kasnejši obisk(i) pa bi vključeval(i) delo vezano na bolj konkretne vsebine. Pred terenskim delom je potrebno pripraviti učence za delo na terenu. S tem zmanjšamo vpliv novosti, s katerimi se učenci srečajo pri takem delu. Terensko delo lahko po mnenju mnogih avtorjev pomembno vpliva na kvaliteto in trajnost znanja ter na odnos učencev in študentov do terenskega dela in obravnavanih vsebin (Falk, 1983; Killermann, 1998; Bogner, 1998, 1999; Bowler in sod., 1999; Randler, 2005).

Obiski živalskih vrtov, botaničnih vrtov in muzejev lahko nudijo mnogo neposrednih izkušenj za učence in povečajo zanimanje učencev za spoznavanje organizmov (Tunncliffe 1996a, 1996b, 2001, Tunncliffe in Reiss, 2000). Raziskave, ki se ukvarjajo s proučevanjem odnosa in znanja (poznavanja) ljudi o organizmih, mnogokrat obravnavajo večje in/ali karizmatične organizme kot so morski psi (Thompson in Mintzes, 2002), delfini (Barney in sod. 2005), primati (Lukas in Ross, 2005; Ross in sod. 2008) v situacijah, ki niso omejene le na pouk v razredu, ampak vključujejo tudi raziskave učinkov neformalnih oblik pouka na znanje in odnos oseb v raziskavah.

Čeprav je terensko delo zelo učinkovito (Lock 1998), učitelji ne morejo vedno peljati učencev na teren. Razlogi so po mnenju učiteljev različni: oddaljenost šole od učnega mesta, letni čas, časovni raspored šole, cenovne omejitve, varnostne in zdravstvene omejitve, omejitve učnih načrtov, nepripravljenost učencev, politika šole (ravnatelj) (Tilling, 2004). Razlog, ki ga navaja Kinchin (1993, cit. v Lock, 1998) so tudi učitelji, ki učijo biološke vsebine, a so po osnovni izobrazbi učitelji kemije ali fizike in so manj samozavestni za izvajanje terenskega dela.

Merila, ki jih je potrebno upoštevati pri delu z živalmi

Pri delu z organizmi morajo učitelji upoštevati strokovna in etična merila ter veljavno zakonodajo. Nekaj raziskav je bilo v preteklosti usmerjenih tudi v raziskave mnenja učiteljev in učencev o uporabi živali pri pouku ter o dejanski uporabi organizmov pri pouku.

Tamir in Sever (1980) sta raziskala mnenje 126 učencev 7.-10. razreda o različnih načinih uporabe živali pri pouku biologije in poskušala ugotoviti, kaj najbolj vpliva na mnenje in odnos učencev. Ugotovila sta, da večina učencev podpira uporabo organizmov v šoli, tako v razredu kot izven šolskih prostorov. Učenci bi mnogo raje delali z organizmi, kot o njih le brali iz knjig. Učenci izražajo tudi skrb za dobrobit živali. Učenci celo podpirajo uporabo živali v poskusih, ki so namenjeni za medicinske raziskave. Starejši učenci pripisujejo eksperimentom na živalih večjo pomembnost kot mlajši učenci.

Okoli 50% učencev je bilo celo pripravljeno izvajati poskuse na plazilcih in dvoživkah. Glede eksperimentov na ptičih in sesalcih, ki živalim povzročijo trajne poškodbe, pa so bili učenci bolj zadržani.

Silberstein in Tamir (1981) sta potrdila rezultate prejšnje raziskave in ugotovila, da večina učencev podpira uporabo živali v šoli ($n = 577$, 5-11 razred). Učenci podpirajo uporabo živali za aktivnosti, kot so 'hands-on' aktivnosti, opazovanje

in eksperimenti, ki živalim ne povzročajo trajnih poškodb. Povzročanje trajnih poškodb živalim je za učence bolj sprejemljivo, če si učenci predstavljajo te živali kot nevarne, nižje živali, divje živali ali take, ki jih sovražijo. Učenci jasno ločijo med uporabo živali v poskusih za dobrobit človeštva in uporabo živali za poskuse v izobraževanju ter favorizirajo prvo.

Langley (1991) pa se ne strinja z uporabo eksperimentov na živalih in sekcijo pri pouku ter na podlagi pregledane literature predlaga alternative uporabi živali pri pouku. Njegovi argumenti so v večji meri postavljeni proti vivisekciji in poskusom na živih živalih in ne toliko proti uporabi živih živali pri pouku.

Tudi Orlansova (1991) je pregledala vire uporabe živali pri pouku na različnih nivojih šolanja, od osnovne šole do univerz v ZDA. Ugotovila je, da je mnogo aktivnosti v šolah v ZDA povezanih z uporabo živih živali. V srednjih šolah pa se organizirajo naravoslovni sejmi, preko katerih se spodbuja mlade k eksperimentalnemu delu. Vključene pa so tudi aktivnosti, pri katerih se uporablja živali. Mnogokrat so izvajalci poskusov na živalih učenci sami, ki pa ne znajo rokovati z organizmi, nimajo oblikovanih vrednot in naredijo marsikaj za zmago v takem tekmovanju. Vrh zlorabe na živalih je dosegel poskus, ki ga je izvedel 17-letnik leta 1969 in dobil nagrado 250\$, ko je oslepil vrabce tako, da jim je odstranil oči in jih nato stradal do smrti. Dijak je želel dokazati, da slepe živali ne bodo našle hrane in zaradi tega ne bodo mogle preživeti. Takšni poskusi na živalih in takšna uporaba živali ne pripelje do vzgojnega momenta kljub "znanstveni pravilnosti" izvedbe.

V Angliji mora učitelj pridobiti licenco za izvajanje eksperimentov na živalih.

Delo z živalmi pri učencih poveča zanimanje, spodbuja spoštovanje do življenja in hkrati vključuje obravnavo ključnih pojmov, ki so zajeti v standardih naravoslovnega izobraževanja (NRC, 1996).

Zato je Ameriško združenje učiteljev naravoslovja (*National Science Teachers Association* – NSTA; <http://www.nsta.org/>) predstavilo naslednje predloge za odgovorno in učinkovito uporabo živali pri pouku.

NSTA podpira vsako odločitev učiteljev naravnih predmetov in njihovih šol ali šolskih okrožij, da vključi žive živali in seciranje v učilnici. Interakcija učencev z organizmi, je eden najbolj učinkovitih načinov za doseganje številnih ciljev. (cilji so opisani v *National Science Education Standards (NSES)*). V ta namen združenje spodbuja profesorje in šolske uprave, da se vključi žive živali v naravoslovni kurikulum. Združenje nasprotuje predpisom ali zakonodaji, ki bi odpravila možnost samostojnega odločanja učiteljev glede vloge seciranja ali bi učencem odrekla priložnost za učenje prek dejanskih živali z raztelesenjem.

NSTA spodbuja šolska okrožja, da zagotovijo živalim ustrezno oskrbo in da se z njimi ravna humano, odgovorno in etično. Na odločanje za vključitev organizmov v učilnico bi morala vplivati presoja o možnosti etične in odgovorne oskrbe živali in njihove izobraževalne vrednosti. Čeprav so priporočila etičnem ravnanju osredotočene predvsem na vretenčarje, priporoča podobna etična ravnanja za vse žive organizme.

Vključevanje živih živali v učilnico

NSTA podpira vključevanje živih živali, kot del pouka v K-12 naravoslovnem razredu, kajti opazovanje in delo z živalmi lahko spodbudi zanimanje učencev za naravoslovje, kot tudi splošno spoštovanje življenja in hkrati krepi ključne pojme.

NSTA priporoča učiteljem da:

- se sami izobražujejo o varni in odgovorni uporabi živali v razredu. Učitelji bi morali iskati informacije iz uglednih virov, in se seznaniti z zakoni in drugimi predpisi v državi.
- se dobro informirajo o pridobitvi in oskrbi živali glede na vrsto ki jo proučujejo, tako da ostanejo učenci in živali varni in zdravi v vseh dejavnostih.

- se pred prevozom živih organizmov, še posebej avtohtone vrst, informirajo o lokalni, državni, in nacionalni zakonodaji, politiki in predpisih.
- se odločijo za vključitev živih živali v naravoslovni program na osnovi dobrega kurikula in pedagoških odločitev.
- razvijajo dejavnosti, ki spodbujajo opazovanje in sposobnosti primerjanja, da v učencih gradijo razumevanje o vrednosti življenja in pomena odgovorne skrbi za živali.
- učence poučijo o varnostnih ukrepih za ravnanje z živimi organizmi in pripravijo načrt za reševanje problemov, kot so alergije in strah pred živalmi.
- razvijejo in izvajajo načrt za nadaljnjo oskrbo ali razporeditev živali ob zaključku proučevanja, kakor tudi med odmori in poletnih šolskimi počitnicami.
- poudarijo pomembnost ne izvajanja poskusnih postopkov na živalih, če bi ti postopki živalim verjetno povzročali bolečino, prehranske težave ali izpostavljanje živali parazitom, nevarnim / strupenim kemikalijam, ali sevanju.
- zavaruje živali, ko razred se očistijo s kemičnimi čistili, škropijo s pesticidi ali kadar se uporabljajo potencialno škodljive kemikalije.
- opustijo spuščanje živali v neavtohtono okolje.

Seciranje

NSTA podpira vsako odločitev učitelja, da vključi dejavnost raztelešenja živali, ki pomaga učencem:

1. razvijati sposobnosti za opazovanje in primerjavo,
2. odkrivati skupne in edinstvene strukture in procese specifičnih organizmov,
3. razvijati večje razumevanje zapletenosti življenja.

Bistveno je, da učitelji določijo specifične in jasne učne cilje, ki jim omogočajo ustrezno načrtovati in nadzorovati dejavnosti.

Učitelji naravoslovja so kot profesionalci kompetentni, da odločijo, kdaj naj uporabijo ali ne-uporabijo dejavnosti raztelesenja. Učitelje spodbuja, da so občutljivi za stališča učencev glede raztelesenja in da se zavedajo prepričanj učencev in njihove pravice sprejemanja lastnih odločitev o sodelovanju. Pri odločanju o uporabi živali z raztelesenjem bi se učitelji, zlasti tisti na primarni ravni, morali zavedati starosti in stopnje zrelosti učencev. Če učitelj meni, da bi bila alternativa raztelesenja boljša možnost za učenca ali skupino učencev, je pomembno, da učitelj izbere smiselno alternativo. NSTA se zaveda, nadaljnjega razvoja in izboljšanja teh alternativ.

Potrebno bi bile dodatne raziskave, da se ugotovi učinkovitost dejavnosti raztelesenja živali in alternativ ter koliko teh dejavnosti je potrebno vključiti v naravoslovni kurikulum.

Glede uporabe dejavnosti raztelesenja v šolski učilnici, učiteljem naravoslovnih predmetov priporoča, naj:

- bodo pripravljene na alternativo raztelesenja za učence, katerih stališča ali prepričanja pri taki dejavnosti povzročajo nelagodje ali težave.
- laboratorijska dejavnost raztelesenja izpeljejo s spoštovanjem in hvaležnostjo do organizma.
- načrtujejo laboratorijske dejavnosti in dejavnosti raztelesenja, ki so primerne nivoju zrelosti učencev.
- uporabljajo pripravljene vzorce kupljene pri uglednih in zanesljivih ponudnikih. Sprejemljivi alternativni vir za sveže vzorce (na primer lignji, piščančje peruti) so lahko mesnice, ribarnice ali samopostrežne trgovine, kjer so artikli veterinarsko pregledani.
- dejavnosti raztelesenja izvajajo v čistem in urejenem prostoru, skrbno in z laboratorijsko natančnostjo.
- dejavnosti raztelesenja izvajajo v ustreznem fizičnem okolju z ustreznim prezračevanjem, razsvetljavo, pohištvom in opremo, vključno z vročo vodo in milom za čiščenje.

- uporabljajo osebno zaščitno opremo, kot so rokavice, očala, kemijski in predpasniki. Zaščitna oprema mora biti na voljo in jo uporabljajo učenci, učitelji in obiskovalci.
- pri seciranju živalskih osebkov naj izpostavijo vprašanja, o alergijah in gnusu.
- zagotovijo ustrezno ravnanje in odstranjevanje uporabljenih osebkov.
- zagotovijo, da se ostri pripomočki, kot so škarje, skalpeli, in druga orodja uporabljajo pravilno in varno.
- dejavnosti raztelešenja zasnujejo na skrbno načrtovanih ciljih učnega načrta.

VIVARISTIKA

Splošna navodila za gojitve in vzdrževanje orgnizmov

PROTOZOJI - splošno

Priprava gojišča:

Protozoje najlažje oskrbimo s hrano tako, da vzpostavimo kratko prehranjevalno verigo, na vrhu katere so željeni protozoi. Na primer na organski snovi v mediju se razvijejo bakterije, z njimi se prehranjujejo drobni bičkarji rodu *Chilomonas* in z njim parameciji. Med njimi se vpostavijo regulacijski mehanizmi, ki uravnavajo številčnost populacije.

Pomembno:

1. Uporabimo vodo z dobrimi biološkimi lastnostmi npr studenčnico ali filtrirano vodo iz malake ali ribnika (vodovodna voda pogosto ni primerna).
2. Preverimo čistočo posode (kemikalije, milnica).
3. Ves medij pasteuriziramo (pregrejemo) in ohladimo pred vcepljanjem živih bitij.
4. Kulture običajno pokrijemo z materialom, ki omogoča prezračevanje, zaščiti kulturo pred prahom in žuželkami ter zmanjša izhlapevanje vode (papirna brisača).
5. Nastavimo subkulturo predno doseže starševska kultura maksimum populacije. Uporabljamo biološko čiste pipete, da ne okužimo kulture

Praživali večinoma najbolje uspevajo pri zasenčeni svetlobi in temperaturi 20 do 21 °C. Zlasti amebe pri višjih temperaturah izgubijo vitalnost in poginejo.

Hranilni mediji:

Pšenični medij za protozoje: 3-4 prekuhana zrna pšenice / 200 ml medija. Za paramecije 6-8 zrn pšenice (dvojni pšenični medij). Vodo prekuhamo in po ohladi vcepiamo kulturo.

Medij iz mleka v prahu: 250 ml prekuhane vode iz ribnika ali akvarija, noževa konica mleka v prahu. Po vcepi paramecijev kultura doseže maksimum v petih dneh. Nato je potrebno dohranjevanje. Temperatura 22°C.

PARAMECIJ (paramecium caudatum)

Za pripravo gojišča potrebujemo:

Posodo: 1/2 do 2 litra prostornine. Priporočamo litrski kozarec za vlaganje. Boljše so posode, ki omogočajo sorazmerno veliko gladine vode.

Pokrov posode: gaza ali papirna brisača pritrjena z elastiko. Pokrov preprečuje dostop komarjem, ker se njihove ličinke hranijo z parameciji. Material mora biti dovolj porozen, da omogoča prezračevanje.

Vodo: postana voda, voda iz akvarija, voda iz naravnega vira (brez plenilcev), neklorirana vodovodna voda.

Temperatura: sobna, okoli 22 °C

Priprava gojišča:

posodo napolnimo približno do 3/4 z vodo iz naravnega vira ali iz akvarija ali vodovodni vodi dodamo zasadno kulturo paramecijev. Dodamo hrano, pokrijemo z gazo in postavimo na toplejši zasenčen prostor. Po potrebi dohranjujemo in pri optimalnih razmerah doseže populacija paramecijev svoj vrh v enem do dveh tednih.

Kje dobimo paramecije?

- **Naravni vir**: stoječa plitva mirna voda, kjer se nabira mulj in trohnijo odmrli deli rastlin. Pomembno je da z vodo iz naravnega vira ne dobimo tudi plenilcev paramecijev, na primer rake samooke ali komarjeve ličinke. Vodo lahko precedimo skozi gazo, ali neželjene živali odstranjujemo s pipeto.
- **Akvarijska voda**: vzorec vzamemo v mirnem kotu akvarija, kjer se nabira mulj. Vzorec vzamemo skupaj z malo mulja.

S čim paramecije hranimo?

Posušen bananin olupek, posušena koleraba, seno, suho listje, prekuhana zrna žita, kvas, mleko v prahu ... Posušen olupek banane priporočamo za trajna gojišča, ker imamo z gojiščem najmanj dela. Kvas ali mleko v prahu priporočamo za hitro dohranjevanje, ker ju parameciji jedo. Posušenega

olupka banane parameciji ne jedo, pač pa jedo organizme, ki se hranijo z olupkom in ga razkrajajo.

Kako jih hranimo?

Šibko gojišče malo, staro gojišče z veliko živali bolj.

Na primer v 1/2 litra vode iz naravnega vira damo sprva 1 do 2 cm² suhega bananinega olupka, v starejše gojišče z veliko koncentracijo živali lahko damo tudi 10 cm² in več. Dohranimo, ko se voda v gojišču zbistri in se parameciji nahajajo pretežno v spodnji polovici posode.

Opazujemo razporeditev živali. Pri opazovanju bomo živali bolje videli, če osvetlimo gojišče od strani, na primer z baterijsko svetilko, ali z diaprojektorjem, za gojiščem pa imamo temno ozadje. Iz razporeditve paramecijev po prostoru v kozarcu lahko razberemo, v kakšnem stanju je gojišče in ali je gojišče potrebno dohraniti.

Hrane je dovolj ali ravno prav, kadar vidimo paramecije enakomerno razporejene po vsem volumnu posode, je hrane dovolj. V optimalnih razmerah živali "padajo" v slapovih od površine proti dnu, kar vidimo kot belkaste proge. Hrane je v tem primeru povsod dovolj in povsod so podobno ugodne razmere za življenje. V gojišče ne posegamo.

Hrane je preveč, kadar vidimo pretežni del paramecijev v zgornji tretjini posode ali ob gladini. Vzrok za pomik so ugodnejše razmere blizu gladine, kjer se izmenjujejo plini med vodo in zrakom. V spodnjem delu, kjer ne vidimo živali, so najverjetneje anaerobne razmere. V tem primeru del hrane odstranimo, ali uporabimo vodo z živalmi iz zgornjega dela gojišča za pripravo novega gojišča.

Hrane primanjkuje, kadar vidimo pretežni del živali pri dnu. Manj ko je hrane, bolj so živali pri dnu. Gojišču dodamo hrano.

Najpogostejša napaka: preveč hrane. Če v gojišču zmanjka kisika, parameciji propadejo. Napako lažje naredimo pri novem gojišču, v katerem je malo živali, ali če hranimo z mlekom ali kvasom.

Koristni napotki:

Najbolj se nam obnese hranjenje s suhimi bananinimi olupki. Paramecije lahko hitro namnožimo z dodatkom suspenzije kvasovk v gojišče, ali z nekaj kapljicami mleka.

Mulj, ki nastaja z razgrajevanjem hrane, pustimo v gojišču (2 do 3 cm debela plast). V tem mulju je dovolj hrane, da parameciji v njem preživijo nekaj mesecev brez dodajanja hrane (pomembno za čas počitnic). Izhlapelo vodo nadomestimo z vodovodno vodo ali vodo iz akvarija. Ko obloge na steni zastirajo pogled v notranjost, vsebino prelijem v drugo posodo in kozarec pomijem.

Pomembno: vedno imamo vsaj dve gojišči hkrati.

V gojišču so redko samo parameciji, ti običajno le prevladujejo. Pogosto je veliko **kotačnikov**, ki se zadržujejo bolj ob stenah in ob gladini, ter **manjši migetalkarji**. Gojišče je navadno bolj pestro, če ga hranimo manj in enakomerno. Tekom razvoja gojišča lahko opazujemo spreminjanje gostote populacije različnih migetalkarjev in drugih drobnih živali.

Največ informacij o gojišču nam da izgled in vonj. Za opazovanje je ugodna svetloba od strani ali od spodaj. Opazujemo predvsem razporeditev živali, bistrost vode, barvo vode, izgled površine vode, vonj mirujočega in premešanega gojišča ter obloge na stenah.

Gojišče je v optimalnih razmerah, ko je v njem veliko živali, ki so enakomerno razporejene ali tvorijo "slapove", voda je bistra do rahlo motna, brez barve do svetlo rjave barve, vonj vode je neizrazit in trpek, če vsebino posode premešamo, se vonj ne spremeni. Gladina vode je čista. Stene posode prekrivajo kosmičaste rjave obloge.

Nekaj indikacij neugodnih razmer v gojišču:

Živali so izključno ob gladini, pod njimi pa je voda bistra ali motna; na gladini se tvori sluzasta prevleka; na stenah so modrozeleni cepeljivke; v gojišču so plenilci (na primer samooki ali ličinke komarjev); vonj je neprijeten po gnitju in znatno močnejši, če vsebino premešamo.

Kako povečamo koncentracijo živali za mikroskopiranje?

S kisikovo pastjo, s pomanjkanjem hrane, ali z centrifugo:

1. Dan pred uporabo gojišče močnejše nahranimo, na primer s kvasovkami ali mlekom. Zaradi pomanjkanja kisika bo koncentracija živali večja ob gladini in ob robu posode, kjer jih posesamo s pipeto.
2. Dan pred uporabo iz gojišča odlijemo vodo z živalmi v čisto posodo. Zaradi pomanjkanja hrane so naslednji dan živali na dnu, vodo nad njimi pa previdno odlijemo.
3. Gojišče močnejše nahranimo ali dodamo nekaj kapljic mleka, čez nekaj ur vodo z živalmi prelijemo v posodo z dolgim ozkim vratom ali v erlenmajerico. Zaradi pomanjkanja kisika se živali pomaknejo v vrat posode bližje gladini. Pri višji temperaturi je metoda bolj učinkovita.
4. Živali zgostimo v centrifugi.

EVGLENA (euglena viridis)

Potrebujemo:

Posoda: 1/2 do 2 litra prostornine,. Priporočamo litrski kozarec za vlaganje s kovinskim pokrovom.

Voda: neklorirana vodovodna voda.

Kalcijev karbonat ((CaCO₃): pol čajne žličke.

Vrtna zemlja: 2 dcl (uležana humusna prst)

Temperatura: sobna, okoli 22 °C

Priprava gojišča: na dno posode vsujemo pol čajne žličke (ščepe) kalcijevega karbonata (CaCO₃) in preko nasujemo 2-3 cm debelo plast dobre vrtno zemlje. Dolijemo vodovodno vodo do približno 3/4 posode. Posodo pokrijemo, pokrov na posodo le položimo). Avtoklaviramo ali približno 2 uri kuhamo v ekonom loncu. V ohlajeno posodo vcepimo evglene, posodo tesno zaprem s pokrovom (lahko nepredušno) in postavim na svetel prostor, na primer na okensko polico (ne na neposredno sončno svetlobo!). V dveh tednih voda pozeleni. Ko se močno namnožijo jih lahko prestavimo na manj svetel prostor.

Alternativno gojišče:

Medij: 1 l studenčnice (ne vodovodne ali destilirane), 40 zrn pšenice, 35 zrn riža, 5 cm³ mleka v prahu. Kuhamo 5 minut, pustimo stati preko noči in vcepimo kulturo evglen. Postavimo na močno svetlobo, ne neposredno na sončno svetlobo.

Kje dobimo evglene?

- Naravni vir: luže na soncu z veliko organskih razkrajajočih snovi - na primer gnojevka.
- Drugo gojišče evglen.

S čim jih hranimo?

Gojišče pripravljeno po zgornjih navodilih uspeva več let brez dohranjevanja. Ko gojišče oslabi naredim novega.

Kako ugotovimo, ali je hrane dovolj?

Voda je intenzivno zelene barve.

Kako povečamo koncentracijo evglen?

S svetlobno pastjo, ker so evglene pozitivno fototaktične. Večinoma koncentracija evglen v gojišču dovolj visoka, tako da povečanje koncentracije ni potrebno.

ARTEMIJA - solinski rakec (*Artemia salina*)

Medij: morska voda ali 10% raztopina kuhinjske soli (približno dve kuhinjski žlici soli na liter vode)

Temperatura: sobna, optimalno med 22 - 26 °C

Posoda: plitva z veliko površino

Navodila so priložena jajčecem, ki jih kupimo v akvaristični trgovini.

VODNA BOLHA (*Daphnia magna* in *Daphnia pulex*)

.....

GRADIVA ZA POUK

Vse vaje, ki so predstavljene v tem sklopu, gradijo na lastni aktivnosti učenca.

Vaje smo razdelili v tri sklope:

“Kaj je znanstveno raziskovanje?”

“Kaj je živo?” in

“Genetika za vsakogar”.

Učenci pri vsakem sklopu prihajajo do novih spoznanj preko aktivnosti. Te aktivnosti pa niso take, ki od učenca zahtevajo samo delo po nekem ustaljenem vzorcu, temveč so v delo **vključeni tudi miselno**. Učenci ne sledijo zahtevam navodil po korakih in so več kot le kinestetično vključeni v delo.

Če hočemo izvajati pouk, kjer nadomestimo tradicionalen pouk z izkustvenim in raziskovalnim, se moramo zavedati, da je novejši pouk časovno zahtevnejši. Zato moramo pri takem delu zagotoviti tudi kompromis “manj je več”, kjer na račun manj vsebine, učence pripeljemo do boljšega razumevanja in bolj “pravega” učenja, ki je tudi trajnejše.

Kako raziskovati?

Učenci naj bi v sklopu raziskovalnega pouka:

- Bili vključeni v postavljanje znanstvenih vprašanj,
- Dajali prednost dokazom pri odgovarjanju na vprašanja,
- Oblikovali razlage iz dokazov,
- Povezali razlage z znanstvenim znanjem in
- Predstavili in zagovarjali svoje razlage.

Kakovostno raziskovanje za razliko od hands-on raziskovanja učencem na začetku ne ponudi imen (opisov) konceptov, ki se jih bodo naučili. Učenci razvijajo razumevanje konceptov na podlagi novih izkušenj in to proti koncu aktivnosti. Nova terminologija je predstavljena proti koncu raziskovanja. Pomembno je tudi to, da učencem na začetku ne predstavimo na dolgo vsebine in postopkov vaje, ki se jo bodo naučili. Učenci so pri takem pouku

bolj vključeni v razvijanje raziskovalnega pristopa. Raziskovalni pristop daje na začetku večji poudarek na kratki predstavitvi morebitnih materialov, pomembnih varstvenih ukrepov in po potrebi kratki demonstraciji dela z različnimi orodji.

Spodnje vaje predstavljajo osnovo za obravnavanje vsebin vezanih na življenje (lastnosti živega), celice kot osnovne gradbene enote organizmov ter nadgradnjo z nekaterimi celičnimi procesi. Aktivnosti si sledijo hierarhično, kar pomeni, da je prva aktivnost po zahtevnosti najlažja. Vaje omogočajo izgradnjo osnovnih bioloških konceptov. Vse vaje so podane neodvisno od učnih načrtov, saj obravnavajo pridobivanje osnovnega biološkega znanja in delovanja, potrebnega za vsakega državljanca.

Aktivnosti tega sklopa gradijo na predhodnih predstavah učencev o osnovnih lastnostih življenja / živega in gradijo na spreminjanju naivnih predstav z znanstvenim razumevanjem živega.

KAJ JE ŽIVLJENJE – LASTNOSTI ŽIVEGA

- **Organiziranost:** vse živo kaže visoko stopnjo organiziranosti strukture in funkcije. Osnovna enota življenja je celica. Vse rastline, živali in glive so sestavljene iz te enote. Celica je najmanjša enota živega organizma, ki je sposobna izvajati vse bistvene življenjske procese. Veliko organizmov je v obliki ene same celice, pri drugih so celice organizirane v skupine, v tkiva, organe in organizme.
- **Presnova** (metabolizem) je lastnost žive celice. Presnova vključuje pretvorbo neživega materiala v sestavine celice (sinteza) in razgradnjo organskih snovi (kataliza), ki daje celici energijo.
- **Rast** živih organizmov pomeni povečevanje vseh delov, ni le preprosto dodajanje snovi. Je posledica hitrejšje sinteze od katalize.
- **Odzivnost** ali odgovor na dražljaje, se kaže v številnih oblikah, od krčenje enoceličnih organizma ob dotiku do kompleksnih reakcij, ki vključujejo vse čute pri višjih oblikah živali. Pri rastlinah so odzivi na

dražljaje običajno bistveno drugačni, kot pri živalih, vendar je odzivnost prisotna.

- **Prilagajanje** živega organizma na razmere obstoječega ali novega okolja je temeljnega pomena za proces razvoja in je dedna lastnost posameznika.
- **Razmnoževanje** (reprodukcija) je nastajanje novih celic v procesu rasti. Izraz se običajno uporablja za nastajanje novih osebkov, bodisi nespolno iz enega starševskega organizma, ali spolno, iz dveh različnih starševskih organizmov.



	Stari učni načrti		Novi učni načrti	
Stopnja šolanja	Cilji in koncepti	Vsebine S	Cilji novi – temeljni koncepti	Splošni cilji
Predšolski kurikulum za vrtce	Otrok odkriva, spoznava in primerja živo in neživo naravo. Otrok spoznava, kaj potrebuje sam in druga živa bitja za življenje ter ohranjanje in krepitev zdravja. Otrok odkriva, da živa bitja iz okolja nekaj sprejemajo in v okolje nekaj oddajajo. Otrok spozna, da se živa bitja razmnožujejo, živijo in umrejo. Otrok odkriva in spoznava, da je življenje živih bitij odvisno od drugih bitij in od			



	nežive narave.			
1. Razred	☐ spoznavajo, da je hrana potrebna za rast in delovanje Odkrivajo, da živali potrebujejo za življenje vodo, hrano in zrak ☐ spoznavajo, da rastline potrebujejo za življenje vodo in svetlobo, mnoge tudi prst ☐ spoznavajo, da živali jedo rastline, druge živali ali oboje ☐ spoznavajo, da je hrana potrebna za rast in delovanje			
2. Razred	Spoznavajo, kaj potrebujejo sami in druga živa bitja za			



	življenje in ohranjanje zdravja ☐ spoznavajo, da živa bitja pri ohranjanju življenja iz okolja nekaj sprejemajo, predelujejo in v okolje oddajajo ☐ spoznajo, da hrana vsebuje sestavine, ki so nujno potrebne, da se telo giblje, raste in pravilno deluje Spoznavaajo, da se ljudje in živali rodijo, rastejo, imajo potomce, se postarajo in umrejo ☐ spoznavajo, da imajo živali potomce, ki navadno izhajajo iz dveh staršev ☐ spoznavajo, da so			



	potomci podobni "staršem" in med seboj, toda ne povsem ☐ izkusijo, da rastline zrastejo iz semen, čebulic, gomoljev, potaknjencev			
3. Razred	☐ spoznavajo, kako so živali, rastline in ljudje povezani med seboj in z neživo naravo ☐ spoznajo, da ljudje živijo dlje kot večina drugih živali, toda vsa živa bitja umrejo ☐ spoznavajo, da se živa bitja po smrti razgradijo ☐ spoznavajo, da imajo rastline, živali in človek lastnosti, ki jim pomagajo živeti v njihovih okoljih			



	☐ spoznajo, da živa bitja potrebujejo za življenje hrano, vodo in zrak, da morajo izločati ter da potrebujejo okolje, v katerem lahko živijo ☐ spoznajo, da potrebujejo rastline za življenje tudi svetlobo ter snovi, ki so v prsti ali vodi ☐ vedo, da hrana oskrbuje telo z energijo in snovmi za rast in vzdrževanje telesnih delov, neprebavljivi deli hrane pa se izločijo			
4. Razred	Spoznajo, da se živali gibljejo na različne načine ☐ razumejo pomen okončin pri gibanju	Gibanje živih bitij Kako deluje človeško telo Gibala prebavila srce, kri in žile izločala dihala čutila in		



	(odrivanje, vlečenje) ☐ spoznajo, da gibanje omogočajo mišice ☐ ovrednotijo uspešnost premikanja kopenskih živali pri plazenju, plezanju, skakanju Spoznajo, da gibanje omogočajo mišice ☐ opazijo, da je osnovna lastnost mišice njena krčljivost	živčevje Raznolikost v naravi Živa bitja se spreminjajo Lastnosti živega bitja so odvisne od dednosti, okolja in lastne aktivnosti Živa bitja se spreminjajo zaradi rasti in razvoja		
5. Razred		Živa bitja izmenjujejo snovi z okolico in jih spreminjajo Hrana je potrebna za gradnjo telesa Z dihanjem živali in rastline spreminjajo sestavo zraka		



		Živa bitja vsebujejo vodo Živa bitja so vir hrane za druga živa bitja		
6. Razred	<i>Spoznajo, da so voda, tla, zrak, toplota in svetloba sestavni del nežive narave,</i> □ . . . znajo razlikovati med živo in neživo naravo, □ . . . spoznavajo rastline, živali in človeka kot predstavnike žive narave, □ . . . spoznajo vlogo mikroorganizmov v naravi, □ . . . spoznajo pomen raznolikost žive in nežive narave, □ . . . vedo, da so za obstoj živih bitij potrebne določene življenjske razmere,	Živa in neživa narava Antropogeni ekosistemi Žive meje, zelenice in parki Rastlinjak Njiva in polje : sadovnjak Vinograd alkoholno vrenje Travnik		



	□. spoznavajo soodvisnost žive in nežive narave; Iz vsakdanjih izkušenj, opazovanj in poskusov povzamejo, da žival in človek pridobiva energijo s hrano.			
7. Razred		Naravni ekosistemi Gozd Celinske vode Morje		
8. Razred	Razumejo pojme: organizem, okolje, dejavniki okolja, ekološka niša in populacija; <i>Spoznajo osnove vrstne pestrosti živih bitij;</i>	<i>Ekologija in sistematika</i> Biologija kot znanost in veda Osnove ekologije Življenjska pestrost Sistematika z evolucijo	<i>Vsi organizmi so zgrajeni iz celic. Število celic v organizmu sega od ene celice do več tisoč milijard celic. Celice imajo zapleteno notranjo zgradbo, ki jo lahko</i>	Razumevanje glavnih zakonitosti žive narave, temeljnih bioloških konceptov in povezav med njimi. Razumevanje pretoka energije in kroženje snovi skozi žive sisteme.



		Živo bitje	opazujemo z mikroskopom. D1 kakor druge živali ima tudi človek strukture za opravljanje osnovnih življenjskih funkcij: sprejemanje snovi iz okolja in prebavo hrane, dihanje, transport snovi, izločanje odpadnih snovi, gibanje, zaznavanje stanja okolja, nadzor nad delovanjem telesa in razmnoževanje.	Didaktično navodilo: procesni cilji iz tega sklopa se dosega s smiselnim vključevanjem v ostale vsebinske sklope in morajo biti realizirani v obsegu najmanj 20% vseh ur predmeta, pri katerih se učenci in učenke delijo v skupine.
9. Razred	Spoznajo mikroskopsko zgradbo celice; Znajo povezati zgradbo celice z njeno funkcijo; Znajo skicirati celico; Razlikujejo rastlinsko celico	Biologija človeka Celice, tkiva, organi Gibala Živčni sistem Čutila	G1 delovanje živih sistemov temelji na kemijskih in fizikalnih načelih. H1 lastnosti organizmov določajo beljakovine, zgradba beljakovin pa je	Razumevanje glavnih zakonitosti žive narave, temeljnih bioloških konceptov in povezav med njimi. Razumevanje pretoka



	od živalske; <i>Spoznajo tipe delitve celic:</i> <i>celično delitev (mitozo) in</i> <i>redukcijsko delitev</i> <i>(mejozo);</i>	Dihala Prebavila Krvna obtočila Izločala Hormonalne žleze Spolovila in razmnoževanje Zgradba celice Razlika med živalsko in rastlinsko celico Delitev celice	<i>zapisana v genih.</i> Biotska pestrost <i>Biotska pestrost je temelj za</i> <i>delovanje ekosistemov</i> <i>Različni ekosistemi so med</i> <i>seboj povezani preko</i> <i>vplivanja na globalne</i> <i>procese. Celoten planet</i> <i>deluje kot povezana celota.</i>	energije in kroženje snovi skozi žive sisteme. Didaktično navodilo: procesni cilji iz tega sklopa se dosega s smiselnim vključevanjem v ostale vsebinske sklope in morajo biti realizirani v obsegu najmanj 20% vseh ur predmeta, pri katerih se učenci in učenke delijo v skupine.
Gimnazija	Pozna in prepozna značilnosti živega, Razume soodvisnosti živih bitij, Zaveda se celovitosti, raznolikosti in kompleksnosti narave,	Biologija kot znanost. Načrtovanje biološke raziskave. Mikroskopiranje. Organizacijski tipi živih bitij Nivoji notranje organizacije organizmov. Sistem živih bitij. Virus. Cepiljivke. Glive.	<i>Življenje je najbolj</i> <i>kompleksna znana oblika</i> <i>organizacije snovi</i> <i>(materije). Kompleksnost</i> <i>življenja</i> <i>Pove_uje predvsem veliko</i> <i>število ravni organizacije in</i>	Razvijanje celostnega razumevanja bioloških konceptov in povezav med njimi na osnovi Povezovanja znanja o zgradbi, delovanju, razvoju in soodvisnosti živih sistemov



	Nivoji notranje organizacije	Rastline. □ivali. Zgradba celice Celica - osnovna življenjska enota. Celična membrana in stena. Citoplazma. Celični organeli in strukture. Celični cikel. Delovanje celice Kemijska zgradba celice. Nukleinske kisline. Energijsko bogate molekule v celici. Prehajanje snovi skozi membrano. Encimi. Presnova. Fotosinteza. Vrenje. Celično dihanje. Povezanost življenjskih procesov. Maturitetni program: Homeostaza in regulacija. Krovna tkiva.	<i>interakcije med temi ravnm. Vsemu življenju</i> <i>Na zemlji so lastne nekatere skupne zna_ilnosti, ki so posledica skupnega evolucijskega izvora.</i> <i>Evolucija z naravnim izborom je proces, ki lo_uje živo naravo od nežive.</i> <i>Osnovna gradbena in funkcionalna enota vseh organizmov je celica.</i> <i>Delovanje celice je povezano z</i> <i>Njeno notranjo zgradbo.</i> <i>Celica je obdana z izbirno prepustno biotsko membrano, ki regulira njeno Interakcijo z okoljem. V celici množica razli_nih vrst molekul sestavlja posebne</i>	na razli_nih Organizacijskih ravneh od molekul do biosfere, vklju_no s povezavo med biosfero in geosfero (izgradnja mreže znanja), Didakti_no navodilo: celico naj u_iteljica/u_itelj predstavi kot dinami_en sistem. Razumevanje celic in Procesov v njih naj izhaja tudi iz osnovnega razumevanja delcev (kemija) in energije (fizika). Didakti_no navodilo: dijakinje in dijaki naj spoznavajo koncepte f1, f2 in f3 predvsem pri ostalih vsebinah



		Ogrodje. Mišičje. Regulacijski sistemi: hormonalna regulacija, živčevje. Čutila. Transportni sistemi. Dihala. Prehrana in prebava. Osmoregulacija in izločanje. Razmnoževanje. Osebkov razvoj. Vedenje. Celostno razumevanje življenja	strukture, ki Opravljajo celi_ne funkcije, kot so pretvorba energije, transport molekul, razgradnja in sinteza novih Molekul, odstranjevanje odpadnih snovi ter shranjevanje in izražanje genetske informacije. Celica je odprt dinami_en sistem. Ve_ina celi_nih funkcij temelji na biokemijskih reakcijah. Snovi, ki Jih celica sprejme iz okolja, se lahko uporabijo za sintezo celici lastnih snovi. Potek reakcij Razgradnje in sinteze omogo_ajo beljakovinski	Sklopa zgradba in delovanje organizmov, na konkretnih primerih organizmov. Didakti_no navodilo: u_iteljica/u_itelj naj obravnavane konkretne primere organizmov poveže s Sistemom organizmov in evolucijskimi odnosi med obravnavanimi organizmi. Kadar je to mogo_e, naj Kot primere organizmov uporablja vrste, ki živijo na obmo_ju slovenije. Obravnavo tkiv naj po lastni Strokovni presoji vklju_uje v cilje, ki obravnavajo zgradbo in delovanje



			katalizatorji – encimi. V celicah obstajajo molekule, ki So univerzalni posredniki energije med biokemijskimi procesi sinteze in razgradnje organskih snovi. Celice neprestano uravnavajo svoje delovanje. Uravnavanje procesov temelji na spremembah v Delovanju beljakovin in na selektivnem izražanju posameznih genov. To celicam omogoča, da se Stalno odzivajo na spremembe v svojem okolju in da kontrolirajo in koordinirajo celično rast in Delitev.	organov.



			<i>Predniki vseh celic so celice. Celice rastejo in se delijo in s tem proizvajajo nove celice. Celi_na Delitev omogo_a rast in razmnoževanje organizmov in s tem nadaljevanje življenja skozi generacije. Pri vseh znanih organizmih so molekule dna nosilec dednih informacij, ki dolo_ajo zna_ilnosti Organizma. Beljakovine, ki nastajajo z izražanjem genske informacije, so nosilci lastnosti organizma. Mutacije so spremembe dna. Mnoge mutacije ne vplivajo na zgradbo in delovanje beljakovin in s tem</i>	



			Organizma, nekatere pa povzro_ijo spremembe beljakovin, celic in organizmov. Pri spolnem razmnoževanju nastajajo nove genske kombinacije s kombiniranjem genov staršev. Spolno razmnoževanje pove_uje raznolikost med organizmi znotraj vrste in s tem pove_a verjetnost, Da bodo vsaj nekateri osebk te vrste preživeli v spremenjenih okoljskih razmerah. Samo mutacije v Spolnih celicah imajo za posledico spremembe, ki jih lahko dedujejo potomci.	



			<i>Celice vsebujejo gene, ki se lahko razli_no dedujejo in izražajo. _lovek z biotehnologijo (z umetnim izborom in genskim inženirstvom) spreminja genome organizmov za zadovoljevanje svojih potreb.</i> <i>Temeljne lastnosti živega F1 kljub temu da so organizmi zelo raznoliki, obstajajo temeljne podobnosti v njihovi zgradbi in</i> <i>Delovanju, ki so posledica skupnega evolucijskega izvora. Obenem vsi organizmi rešujejo podobne</i>	



			<i>Temeljne življenjske probleme – vzdrževanje notranje organizacije ter zagotavljanje energije, snovi, Prostora in potomstva.</i> <i>Vsi organizmi so sestavljeni iz celic. Pri enoceli_arjih vsi življenjski procesi in nadzor delovanja</i> <i>Organizma potekajo na ravni ene celice, pri mnogoceli_arjih pa v organizmu obstaja usklajeno</i> <i>Delovanje mnogih celic, ki so organizirane v tkiva, organe in organske sisteme.</i> <i>Notranje okolje organizma</i>	



			je druga_no od zunanjega. Relativna stabilnost notranjega okolja je Rezultat dinami_nega ravnovesja, za vzdrževanje katerega je potrebna energija. Vsi organizmi Privzemajo energijo iz okolja in izmenjujejo snovi z okoljem. Zgradba in delovanje organizmov sta neposredno povezana z na_inom reševanja življenjskih Problemov, ki se je izoblikoval v procesu evolucije in interakcije organizmov z okoljem.	
Strokovne SŠ				

Tabela 14: Cilji in vsebine, ki razvijajo kocept živega v starih in novih učnih načrtih

UČNA ENOTA: JE ALI NI ŽIVO? DEL 1: LEPILČKI

Pri tej vaji pričnejo učenci razmišljati sistematično o tem, kaj je življenje. Hkrati dobi učitelj vpogled v predstave učencev o tem, kaj je živo.

Vsebina lastnosti organizmov, celice

Predstavitev

Učenci imajo o naravnih pojavih mnogo naivnih predstav. Svet okoli sebe si razlagajo na podlagi že obstoječih izkušenj in predstav, katere pa so mnogokrat neznanstvene oziroma nestrokovne. Kadar vprašamo učence, katere so značilnosti živega, mnogokrat odgovorijo, da je to gibanje in dihanje. Vemo pa, da se vsi organizmi niti ne premikajo niti ne dihaajo (dihala sesalcev).

Ta učna enota preverja predhodne predstave učencev o osnovnih značilnostih življenja ter jih skuša nadomestiti z znanstvenim razumevanjem življenja.

Življenje je mnogokrat težko definirati. Nekateri znanstveniki namreč smatrajo viruse za žive in nekateri ne. Kaj torej loči organizme od abiotskih (neživih) stvari. Nekatero lastnosti so značilne za vse organizme: metabolizem, razmnoževanje, rast, celična organizacija, ...

Pri tej vaji se morajo učenci opredeliti ali je skrivnostni objekt (kapljice lepila) organizem. Svojo opredelitev morajo utemeljiti glede na opazovano in predhodne predstave o lastnostih živega.

Materiali

- Petrijevka
- »UHU« lepilo
- Voda
- kapalke
- Grafoskop

Časovnica

20-30 minut; z dodatnim časom za učenje novega koncepta.

Priprava

Pred poukom pripravi dve ali tri petrijevke do polovice napolnjene z vodo v bližino grafoskopa. Pred poukom bi bilo dobro preizkusiti, ali bo lepilo v vodi delovalo.

Potek aktivnosti

1. Pripravite dve do tri petrijevke, do polovice napolnjene z vodo ($\varnothing \sim 20\text{cm}$). Postavite jih ob grafoskop. Grafoskop obdajte z kartonom, tako učenci ne bodo videli, kaj boste dodali. Dodajte kapljico UHU® lepila. Če je kapljica pravšnja (dana na sredino in se premika; ni prilepljena na rob petrijevke), prižgite grafoskop. V nasprotnem primeru uporabite rezervno petrijevko in poskusite znova.
2. Učenci naj opazujejo dogajanje.
3. Učence pustite opazovati dve do tri minute. Učenci bodo opisovali dogajanje in se spraševali, ko se bo kapljica lepila hitro premikala po gladini.
4. Po določenem času vprašajte učence, če menijo ali je »stvar« živa, ali živi in ali je organizem. Upoštevajte več mnenj, vendar pri vaših odgovorih ostanite neopredeljeni. Učenci so običajno mnenja, da je stvar živa.
5. Razdelite učne liste.
6. Učenci naj rešijo naloge 1 do 3 v učnih listih. Najprej naj delajo samostojno. Nato jih razdelite v manjše skupine, kjer naj izmenjajo mnenja. V tem času lahko dodate še eno kapljico lepila (ali vzamete novo petrijevko in dodate kapljico lepila).



7. Sledi naj vodenje diskusije v celotnem razredu. V tem delu je pomembno, da vodite diskusijo v smeri odpravljanja naivnih predstav učencev o tem, kaj je živo. Če na primer učenec trdi, da je stvar živa, ker se premika, podajte trditve, »drevesa torej niso živa, ker se ne premikajo. Izzovite učence, da razmislijo zakaj določene trditve niso smiselne ali logične.
8. *Vpeljevanje novega koncepta.* Učenci se naučijo lastnosti, značilne za vse organizme. To lahko predstavite samostojno, lahko učenci iščejo po spletu, lahko pa izvedete določene zadolžitve, kjer učenci preberejo določeno besedilo.

Izvedba

- To učno enoto je potrebno izvesti preden učenci spoznajo lastnosti živih organizmov.
- Učencem ne odkrite ali je »stvar« živa ali ne. Tudi po končani izvedbi jim tega ne odkrijte. To pa iz več razlogov. Učenci bi lahko to povedali drugim učencem, s tem pa bi izgubili ves namen vaje. vzdrževanje negotovosti v razredu je lahko produktivno. Nenatančno je predstaviti učencem, da je biologija skupek lahko dostopnih odgovorov. Bolj pristna je atmosfera biološkega raziskovanja, kjer so učenci neprestano spodbujeni k razlagam neznanega na osnovi dokazov in sklepanja.
- Nekaj trikov, ki preprečijo, da bi učenci videli, kako dodate lepilo v petrijevko.

Izmislite si kakršenkoli razlog, da presedete učence, ki sedijo preblizu grafoskopa.

Dodajte kapljico lepila, obrnjeni s hrbtom proti razredu.

Dajte jim kakšno dodatno zaposlitev takrat, ko dodajate lepilo in na ta način preusmerite njihovo pozornost.

Zasenčite prostor.

Ovijte embalažo lepila v papir, da ne bo vidnih napisov.

Dodajte kapljico vode iz kapalke, tako da bodo učenci mislili, da tudi stvar« prihaja iz nje.

Ne dovolite učencem, da bi prišli do petrijevke.

Po dodani kapljici lepila, skrijte embalažo z lepilom.

Po dodatku kapljice lepila, ne premikajte petrijevke, ker se lahko kapljica prilepi na rob petrijevke. Kapljico lahko odstranite s sponko.

- Pred poukom preizkusite dodajanje lepila v petrijevko. Majhna in hitro dodana kapljica je najboljša. Med spuščanjem kapljice zasučite tubo lepila. Tako se kapljica lepo odtrga.
- Po petih do 10 minutah se kapljica upočasni in ustavi. Učenci mislijo, da je »stvar« umrla. Takrat lahko dodate še eno kapljico lepila. Kapljici se stakneta in premikata. Učenci so nato mnjenja, da se »stvari« parita ali borita.
- Za obravnavanje lastnosti živega lahko uporabite naslednjo vajo s seznama, ki vsebuje serijo praktičnih aktivnosti preko katerih učence pripeljete do izgradnje znanja in razumevanja tega dokaj abstraktnega in mnogokrat naivno predstavljenega pojma.

LITERATURA

1. Gentry, C. (1991). *Characteristics of life*. V D. Sheldon (Ed.), *Favorite labs from outstanding biology teachers* (pp. 64). Reston, VA: NABT Povzeto po: Shields M. (2006). *Biology Inquiries: Standards-Based Labs, assessments, and Discussion Lessons*. John Wiley and Sons, Inc. 282 str.

Ime: _____ Datum: _____

UČNI LIST

Kaj je življenje?

1. Med opazovanjem skrivnostne »stvari« na platnu izpolni sledeče:

**Opažanja, ki so te privedla
do zaključkov, da je »stvar«
živa**

**Opažanja, ki so te privedla
do zaključkov, da »stvar« NI
živa**

Ime _____ Datum _____

UČNI LIST

Kaj je življenje?

2. Kaj je živo (organizem)? Poskusi napisati definicijo, ki določa, kaj je življenje-zivo (Opomba: ne sprašujem te po primerjave med živim in mrtvim (nekoč živim). To je zanimiva, ampak ločena tema.):

3. S pomočjo nevihte možgan izdelaj seznam lastnosti / značilnosti, ki so skupne vsem živim organizmom:

4. Kateri bi po diskusiji v razredu bili najprimernejši zaključki glede tega, kaj je živo?

© John Wiley and Sons, 2006

Kaj je živo / življenje?

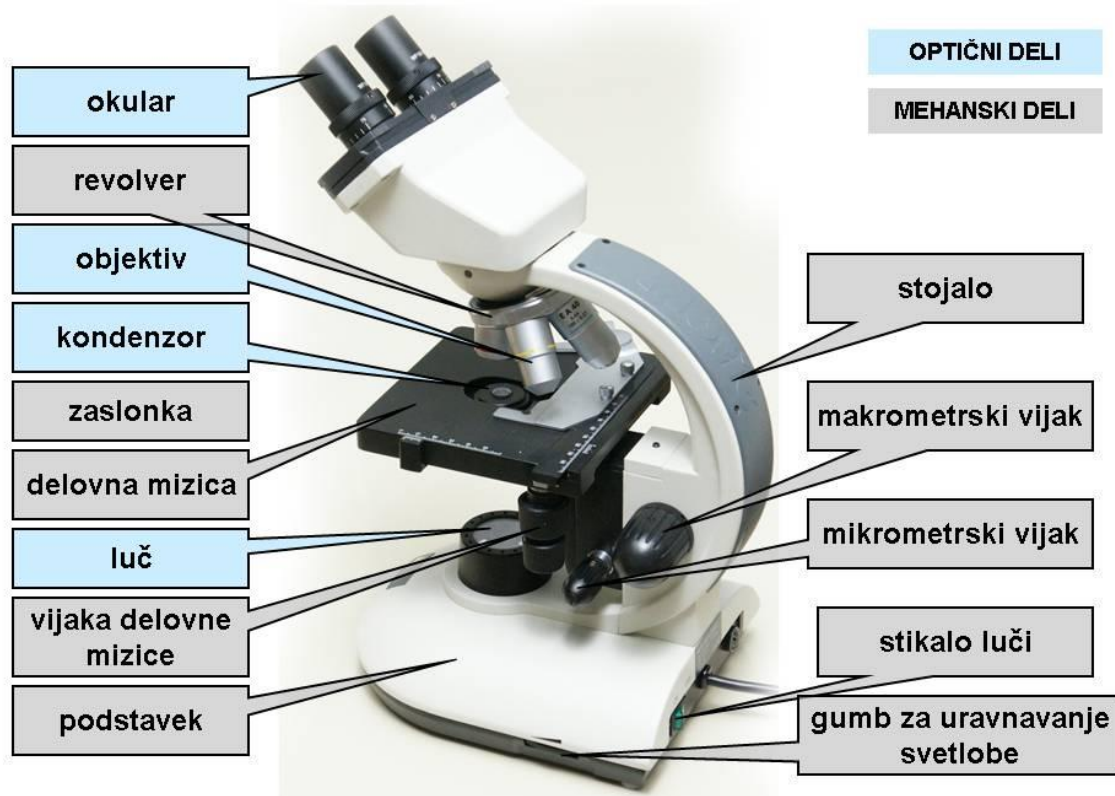
Pred vami so trije neznani objekti. Vsaka skupina ima iste objekte. Poskusite ugotoviti, kateri od objektov so živi. Oblikujte kriterije, za katere menite, da obravnavajo lastnosti živega in načine, kako boste to preverili. Za vsak kriterij izdelaj protokol po katerem boš preveril svoje raziskovalno vprašanje.

Svetlobni mikroskop in mikroskopiranje (teorija za učitelja)

Mikroskop je optična naprava, ki nam omogoča, da opazujemo predmete pod večjim zornim kotom in z večjo ločljivostjo kot pri opazovanju s prostim očesom. Sestavljen je iz skupin leč, ki ležijo v isti optični osi in v ustrezni medsebojni razdalji. Z njimi dosežemo povečave v vidnem delu svetlobe do približno 1500x. (elektronski vrstični mikroskopi dosežejo povečave do približno 20.000x)

V šoli pri pouku biologije uporabljamo presevni svetlobni mikroskop, s katerim opazujemo predvsem zelo prosojne in obarvane preparate. Vidno polje je svetlo, opazovani objekt pa se od ozadja razlikuje po barvi ali kontrastu, v odvisnosti od intenzivnosti svetlobe, ki jo prepušča preparat.

SESTAVNI DELI MIKROSKOPA



Slika 24: Sestavni deli svetlobnega mikroskopa

Mehanski deli mikroskopa predvsem omogočajo ustrezno namestitvev preparata in primerno medsebojno oddaljenost leč. Najpomembnejši sestavni

deli, ki jih vidimo od zunaj so: **podstavek** in **stojalo** dajo mikroskopu stabilnost in oporo za pritrditev drugih mehanskih delov, **makrometrski vijak** za grobo nastavljanje ostrine slike in **mikrometrski vijak** za fino izostrvanje slike omogočata dvigovanje in spuščanje delovne mizice in s tem spreminjanje razdalje med objektom (preparatom) in objektivom, **revolver** z obračanjem omogoča enostavno menjavanje objektivov, **delovna mizica** ima nameščeno pripravo za vpenjanje preparata, **vijaka delovne mizice** omogočata premikanje preparata, **vijak za premikanje kondenzorja** omogoča dvigovanje in spuščanje kondenzorja in s tem nastavljanje optimalne osvetlitve objekta (nekateri enostavnejši šolski mikroskopi nimajo vijakov za premikanje preparata in kondenzorja).

Optični deli: Osnova vsakega svetlobnega mikroskopa so leče. Zaradi napak leč ne uporabljamo posamezne leče, ampak sistem dveh ali več leč. Mikroskop je sestavljen iz treh osnovnih sistemov leč: kondenzorja, objektiva in okularja.

Kondenzor

Naloga kondenzorja je, da enakomerno in intenzivno osvetli opazovani objekt, tako da preslika svetlobni vir v ravnino opazovanega objekta. Pod kondenzorjem je t.i. aperturna zaslonka s katero spreminjamo numerično aperturo (NA) kondenzorja in s tem celotnega sistema leč. Če je zaslonka preveč zaprta, ne izkoristimo zmogljivosti objektiva, kar ima za posledico zmanjšano ločljivost mikroskopa. Nekoliko zaprta zaslonka izboljša kontrast na sliki objekta.

Objektiv

Lečje objektiva preslika predmet v ravnino okularne zaslonke, kjer dobimo realno, povečano in obrnjeno sliko predmeta. Kvaliteta objektiva je odvisna od povečave in numerične aperture.

Povečava objektiva nam pove kolikokrat je realna slika večja od predmeta. Pri šolskih mikroskopih so povečave objektivov običajno 10x in 40x (suhi objektivi) in 100x (imerzijski objektivi).

Numerična apertura je vrednost, ki nam pove koliko svetlobe lahko zbere neka leča. Odvisna je od lomnega količnika sredstva, ki je med zunanjo lečo objektiva in objektom. (Lomni količnik zraka je 1, imerzijskega olja pa 1,5, kar je blizu lomnega količnika stekla). V praksi to pomeni, da pri objektivu s 100 kratno povečavo uporabljamo imerzijsko olje, sicer objektiv zbere premalo svetlobe.

Okular

Leča ali lečje okularja omogoča opazovanje slike, ki jo naredi objektiv v ravnini okularne zaslonke. Sliko navidezno poveča v zorni razdalji 25 cm. To sliko opazujemo z očesom in na mrežnici nastane realna, povečana in pravilno obrnjena slika predmeta, ki jo možgani analizirajo kot narobe obrnjeno in zato jo vidimo narobe obrnjeno. Običajno uporabljamo okular s povečavo 10x. Večje povečave (12.5x in 25x) ne pripomorejo k večji ločljivosti mikroskopa, lahko pa omogočijo lažje opazovanje, ker je navidezna slika predmeta večja.

Luč

Zelo pomemben del mikroskopa je vir svetlobe, od katerega je v veliki meri odvisna kvaliteta slike. Novejši mikroskopi imajo skoraj vsi vgrajeno svetilko, ki usmerja svetlobo direktno v kondenzor, starejši in preprostejši mikroskopi imajo premično ogledalo s katerim lovimo in usmerjamo svetlobo iz zunanjega vira. Dobra mikroskopska luč mora imeti žarnico z žarilno nitko, dodatno lečo za centriranje nitke zaslonko in nosilec za filtre. S tako svetilko lahko pripravimo Köhlerjevo osvetlitev, ki je optimalni način osvetlitve za kvalitetno mikroskopiranje.

Povečava mikroskopa

Povečavo mikroskopa izračunamo tako, da pomnožimo povečavo okularja in povečavo objektiva. Meja koristne povečave je vrednost, ki nam pove, kolikokrat lahko povečamo nek predmet in s tem ohranimo ustrezno ločljivost. Določena je z razmerjem med ločljivostjo mikroskopa in ločljivostjo očesa pri določeni povečavi. Mejo koristne povečave lahko približno določimo tako, da vrednost NA določenega objektiva pomnožimo s 1000. V praksi nam to pomaga izbrati najprimernejši okular. Npr. ob uporabi objektiva s povečavo 40x in $NA = 0.65$ je koristno uporabiti okular s povečavo 12.5x, saj je meja koristne povečave 650x, povezava mikroskopa pa je v tem primeru 500x.

Navodila za uporabo svetlobnega mikroskopa

1. Mikroskop prenašamo z obema rokama, tako da z eno držimo stativ in z drugo podpiramo bazo mikroskopa.
2. Mikroskopa ne nagibamo, temveč si primerno nastavimo stol za udobno mikroskopiranje.
3. Ničesar ne premikamo na silo. Vsi nastavljalni vijaki in gumbi naj bi drseli gladko.
4. Pred ostrenem približamo lečo objektiva preparatu tako, da ne gledamo skozi mikroskop, ampak od strani.
5. Nato izostrimo sliko z odmikanjem leč objektiva od preparata.
6. Izostrujemo počasi in previdno. Z lečo objektiva se ne smemo dotakniti krovnega ali objektnega stekla, da ne poškodujemo leče objektiva.
7. V preparatu se orientiramo najprej z najmanjšo povečavo (10x).
8. Pri objektivih z večjimi povečavami izostrujemo samo z mikrometrskim vijakom.
9. Preparat opazujemo z obema očesoma, da ne utrujamo oči.
10. S premikanjem zaslonke nastavimo kontrast slike.
11. Delovno mizico vzdržujemo čisto in suho.
12. Za čiščenje leč uporabljamo samo papir za čiščenje leč. Vse leče ohranjamo čiste.
13. Leč se ne dotikamo z rokami.
14. Po uporabi odstranimo preparat, pokrijemo mikroskop s protiprašno prevleko in ga pospravimo v omaro.

Uporaba imerzijskega objektiva (100 x)

Za kvalitetno opazovanje z objektivom s 100 kratno povečavo (imerzijski objektiv) uporabljamo imerzijsko olje. Pri tako veliki povečavi zbere zunanja leča objektiva premalo svetlobe potrebne za kvalitetno opazovanje. Vzrok za to je velik lom in izguba svetlobe zaradi velike razlike lomnih količnikov zraka in stekla. Imerzijsko olje ima lomni količnik podoben steklu, zato je med njima manjši uklon svetlobe. Če imamo med objektivom in preparatom namesto zraka imerzijsko olje, izboljšamo pogoje opazovanja, ker dobimo več svetlobe skozi objektiv na mrežnico v očesu.

1. V preparatu se orientiramo najprej z najmanjšo povečavo (10x).
2. Pred uporabo imerzijskega objektiva izostrimo sliko z manjšo povečavo (40x).
3. Zavrtimo revolver tako, da v optični osi ni objektiva
4. Na izbrano področje preparata kanemo kapljico imerzijskega olja in pazimo, da v olju ni zračnih mehurčkov.
5. Z zasukom revolverja previdno postavimo imerzijski objektiv v optično os in potopimo v imerzijsko olje.
6. Z mikrometrskim vijakom izostrimo sliko.
7. Če želimo preparat ponovno opazovati pod manjšo povečavo (40x ali 10x), moramo s preparata obrisati imerzijsko olje, da ne zamažemo ostalih objektivov.
8. Takoj po uporabi obrišemo olje z imerzijskega objektiva.
9. Ko prenehamo mikroskopirati, zavrtimo revolver tako, da je v optični osi objektiv z najmanjšo povečavo in ugasnemo svetilko.

Uravnavanje osvetlitve – (Koehlerjeva osvetlitev)

1. S premikom revolverja izberimo objektiv z večjo povečavo (10x)
2. Z mikrometrskim vijakom izostrimo sliko preparata.
3. Kondenzor dvignemo v najvišjo lego.
4. Do konca zapremo zaslonko vidnega polja (kolektorja), tako da vidimo njen rob znotraj vidnega polja (rob svetlega polja znotraj vidnega polja mikroskopa).
5. Zapremo zaslonko kondenzorja.

6. Počasi spuščamo kondenzor, dokler ne vidimo ostre slike roba zaslonke.
7. Sliko zaslonke z vrtenjem vijakov na kondenzorju postavimo natančno v sredino vidnega polja.
8. Odpremo zaslonko vidnega polja, tako da je celotno vidno polje mikroskopa osvetljeno.
9. Z odpiranjem oz. zapiranjem zaslonke kondenzorja naravnamo kontrast slike.

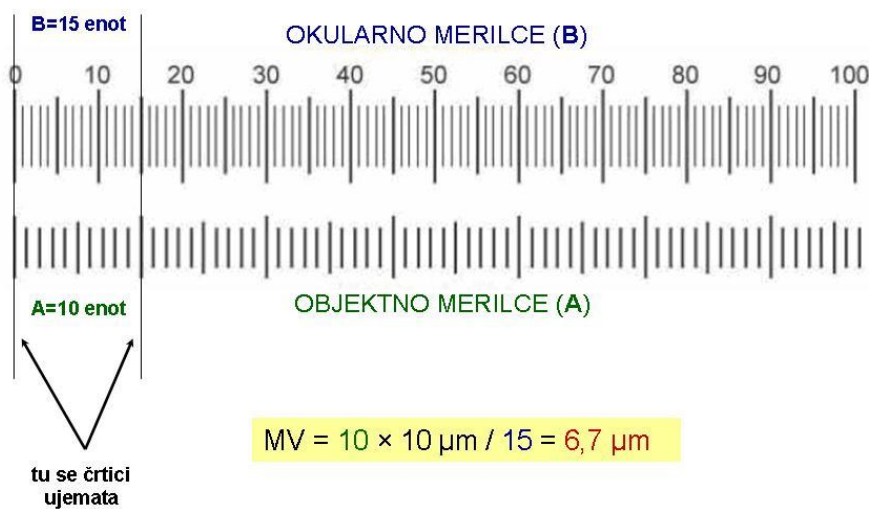
Merjenje velikosti predmeta v vidnem polju mikroskopa:

Velikost predmeta v vidnem polju mikroskopa lahko ocenimo tako, da ga primerjamo z velikostjo vidnega polja. Velikost vidnega polja lahko izmerimo s pomočjo milimetrске mrežice. Natančneje merimo z merilnim okularjem, ki ima vstavljen stekelce z vrisanim merilcem. Velikost razdelkov je odvisna od povečave objektiva. Merilni okular umerimo z objektnim merilcem, na katerem je 1 mm razdeljen na 100 razdelkov, torej je vsak razdelek velik 10 µm. Namesto objektnega merilca lahko položimo na mizico merilno stekelce iz merilnega okularja, ki ima razmike velike 10 µm. Tako izmerimo, koliko µm obsega ena enota v okularnem merilcu. Merilni okular moramo umeriti za vsako povečavo mikroskopa posebej.

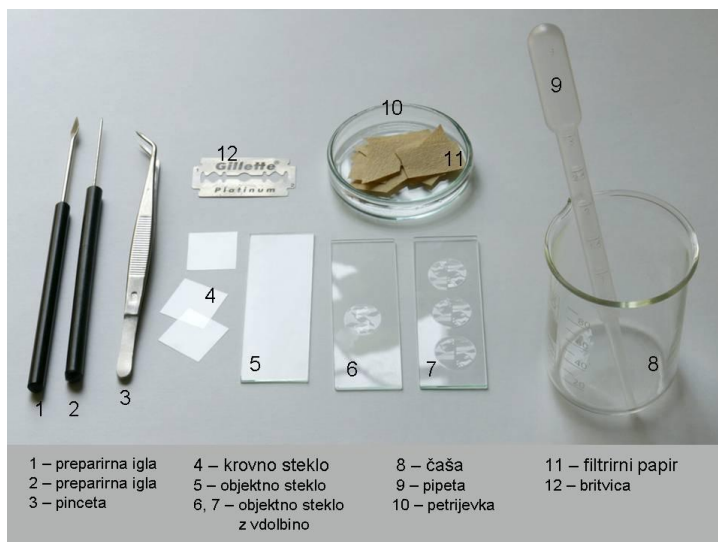
Umerjanje okularnega merilca:

Objektno in okularno merilce vzporedno poravnamo. Med črtama, ki se ujemata preštejemo število razdelkov na objektnem merilcu (A) in okularnem merilcu (B). Izračunamo mikrometrično vrednost (MV): $MV = A \times 10 \mu m / B$

UMERJANJE OKULARNEGA MERILCA



Slika 25: Primer merjanja okularnega merilca



Slika 26: Pribor za mikroskopiranje

Priprava mokrega preparata

Pri pouku pripravljamo mokre preparate za opazovanje tkiv ali drobnih vodnih organizmov.

Postopek priprave mokrega preparata:.

1. Pripravimo čisto objektno in krovno stekelce. Objektno stekelce položimo na trdno podlago (miza, klop).
2. S kapalko kanemo kapljico vode na sredino stekelca.
3. V vodo položimo tanke rezine ali delce tkiva za opazovanje.
4. Krovno stekelce previdno držimo poševno ob kapljici vode, spodnji rob pristonimo na objektno stekelce, zgornji rob naslonimo na vrh preparirne igle in stekelce počasi s pomočjo igle spustimo na kapljico. Tako zmanjšamo nevarnost, da bi pod stekelce zajeli moteče zračne mehurčke.
5. Preverimo, ali krovno stekelce dobro nameščeno (vzporedno z objektnim stekelcem in majhno razdaljo med obema stekelcema). Če je potrebno, ga poravnamo s pomočjo preparirne igle.
6. Odvečno vodo popivnemo s koščkom filtrirnega papirja.
7. Pod mikroskopom si najprej pri majhni povečavi objektiva ogledamo preparat in nato na izbranem mestu nadaljujemo z opazovanjem pri večji povečavi.



Slika 27: Priprava mokrega preparata.

Opazovanje drobnih živih organizmov v mokrem preparatu

Veliko je možnosti opazovanja živih bitij pod mikroskopom. Pri pouku učenci najpogosteje enoceličarje in drobne mnogoceličarje vzgojene v infuzumu. Redkeje vodne bolhe, solinske rakce, tubifekse in številna druga drobna bitja, ki živijo v vodi.

Priprava in opazovanje živih organizmov s pomočjo mikroskopa se nekoliko razlikuje od priprave in opazovanja drugih mokrih preparatov. Tu so organizmi živi in želimo, da ostanejo živi in nepoškodovani. Pokrivanje preparata s krovnim steklom prepreči izmenjavo plinov in pri daljšem opazovanju lahko organizmom primanjkuje kisika. ker je pod krovnim steklom zelo malo vode in ta ob robu izhlapeva, se preparat med mikroskopiranjem lahko izsuši, še zlasti, ker ga greje svetloba in lučka mikroskopa. Večje organizme, kot so vodne bolhe lahko teža krovnega stekla stisne in poškoduje. V zelo tanki plasti vode med objektnim in krovnim stekelcem se organizmi zaradi pomanjkanja prostora ne gibljejo naravno.

Priporočamo:

1. Kapljico vode z organizmi kanemo na objektno steklo (s pomočjo kapalke ali steklene paličice) .
2. Preparata sprva ne pokrijemo s krovnim steklom, temveč nepokritega opazujemo pri majhni povečavi (objektiv 10x). Tako omogočimo izmenjavo plinov, zmanjšamo segrevanje in organizmi se gibljejo bolj naravno v treh dimenzijah. Poleg tega v vidno polje zajamemo bistveno več organizmov, kar je zlasti pomembno, če je organizmov malo. Ker se v kapljici organizmi gibljejo v treh dimenzijah, se pri sledenju organizmom učenci urijo v uporabi mikrometrskega vijaka.
3. Kapljico pokrijemo s krovnim stekelcem tako, da spodnji rob stekelca ob kapljici prislonimo na objektno stekelce, zgornji rob naslonimo na vrh preparirne igle in počasi s pomočjo igle spustimo na kapljico.
4. Poskrbimo, da bo v kapljici primerno velika koncentracija organizmov. Krovno steklo razlije kapljico na večjo površino, zato je koncentracija organizmov v vidnem polju kar nekajkrat manjša. To je zlasti pomembno za opazovanje pri

večji povečavi, da ne iščemo in lovimo posamezne primerke po celem preparatu.

5. Če se voda med mikroskopiranjem izsušuje, jo nadomestimo tako, da s kapalko kanemo kapljico vode ob rob krovnega stekelca.
6. Vodne bolhe in druge podobno velike organizme opazujemo na objektnem stekelcu z vdolbino. V vdolbini jih krovno stekelce ne more stisniti.
7. Z zgledom, navodili in kontrolo poskrbimo, da bodo učenci ravnali z organizmi spoštljivo in odgovorno, da bodo opazovana bitja ohranili živa in nepoškodovana. Pripravimo čašo z vodo, kamor speremo pipeto, objektna in krovna stekelca pri zamenjavi vzorca ali po zaključku mikroskopiranja. Vodo lahko nato zlijemo v akvarij ali v njej nastavimo novo gojišče.



Slika 28: Priprava preparata infuzuma

Risanje preparata:

Risba neposredno kaže opazovalčevo razumevanje preparata. Zaradi jasnosti rišemo le bistvene sestavine preparata. Vsaka narisana struktura mora biti

ustrezno označena. Rišemo vedno s svinčnikom in ne uporabljamo senčenja ali šrafiranja. Na risbi ohranimo razmerja dimenzij v objektu (npr. med višino in širino celice, med premorom jedra in citoplazme), pravilne oblike in medsebojne odnose med posameznimi strukturami v preparatu (npr. velikost medceličnega prostora, povezave med celicami, položaj jedra). Ne vrisujemo nepravilnosti, ki nastanejo med pripravo preparata. Kadar rišemo samo izsek iz strukture, mora biti omenjen s prekinjeno črto. Narišemo obris objekta in natančno izrišemo izsek.

LEPILČKI – KLASIČEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost analize in organizacija informacij	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost interpretacije	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost sinteze zaključkov	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost učenja in reševanja problemov	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prenos teorije v prakso	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Uporaba matematičnih idej in tehnik	delno dosežena	delno dosežena	/	/

Prilagajanje novim situacijam	ni dosežena	ni dosežena	/	/
Skrb za kakovost	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost samostojnega in timskega dela	ni dosežena	delno dosežena	/	/
Organiziranje in načrtovanje dela	ni dosežena	ni dosežena	/	/
Verbalna in pisna komunikacija	dosežena	dosežena	/	/
Medosebna interakcija	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Varnost	ni dosežena	ni dosežena	/	/

Tabela 15: Predvidene kompetence pri pouku lepilčkov

LEPILČKI– KLASIČEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacija informacij				
Sposobnost interpretacije				
Sposobnost sinteze zaključkov				

Sposobnost učenja in reševanja problemov				
Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				
Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela				
Organiziranje in načrtovanje dela				
Verbalna in pisna komunikacija				
Medosebna interakcija				
Varnost				

Tabela 16: Dosežene kompetence pri pouku lepilčkov

LEPILČKI –POUK Z RAZISKOVANJEM				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij	delno dosežena	dosežena	/	/

Sposobnost analize in organizacija informacij	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost interpretacije	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost sinteze zaključkov	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost učenja in reševanja problemov	delno dosežena	dosežena	/	/
Prenos teorije v prakso	delno dosežena	dosežena	/	/
Uporaba matematičnih idej in tehnik	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prilagajanje novim situacijam	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Skrb za kakovost	dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost samostojnega in timskega dela	delno dosežena	dosežena	/	/
Organiziranje in načrtovanje dela	delno dosežena	dosežena	/	/
Verbalna in pisna komunikacija	dosežena	dosežena	/	/
Medosebna interakcija	dosežena	dosežena	/	/
Varnost	dosežena	dosežena	/	/

Tabela 17: Predvidene kompetence pri pouku lepilčkov

LEPILČKI-POUK Z RAZISKOVANJEM				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacija informacij				
Sposobnost interpretacije				
Sposobnost sinteze zaključkov				
Sposobnost učenja in reševanja problemov				
Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				
Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela				
Organiziranje in načrtovanje dela				
Verbalna in pisna				



komunikacija				
Medosebna interakcija				
Varnost				

Tabela 18: Dosežene kompetence pri pouku lepilčkov

KAJ JE ŽIVO / ŽIVLJENJE ? – KLASIČEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost analize in organizacija informacij	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost interpretacije	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost sinteze zaključkov	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost učenja in reševanja problemov	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prenos teorije v prakso	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Uporaba matematičnih idej in tehnik	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prilagajanje novim situacijam	ni dosežena	ni dosežena	/	/
Skrb za kakovost	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Sposobnost samostojnega in timskega dela	ni dosežena	delno dosežena	/	/
Organiziranje in načrtovanje dela	ni dosežena	ni dosežena	/	/

Verbalna in pisna komunikacija	dosežena	dosežena	/	/
Medosebna interakcija	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Varnost	ni dosežena	ni dosežena	/	/

Tabela 19: Predvidene kompetence pri pouku Kaj je živo / življenje

KAJ JE ŽIVO / ŽIVLJENJE ?– KLASIČEN POUK				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in organizacija informacij				
Sposobnost interpretacije				
Sposobnost sinteze zaključkov				
Sposobnost učenja in reševanja problemov				
Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				

Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela				
Organiziranje in načrtovanje dela				
Verbalna in pisna komunikacija				
Medosebna interakcija				
Varnost				

Tabela 20: Dosežene kompetence pri pouku Kaj je živo / življenje

KAJ JE ŽIVO / ŽIVLJENJE ? – POUK Z RAZISKOVANJEM				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost analize in organizacija informacij	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost interpretacije	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost sinteze zaključkov	delno dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost učenja in reševanja problemov	delno dosežena	dosežena	/	/

Prenos teorije v prakso	delno dosežena	dosežena	/	/
Uporaba matematičnih idej in tehnik	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Prilagajanje novim situacijam	delno dosežena	delno dosežena	/	/
Skrb za kakovost	dosežena	dosežena	/	/
Sposobnost samostojnega in timskega dela	delno dosežena	dosežena	/	/
Organiziranje in načrtovanje dela	delno dosežena	dosežena	/	/
Verbalna in pisna komunikacija	dosežena	dosežena	/	/
Medosebna interakcija	dosežena	dosežena	/	/
Varnost	dosežena	dosežena	/	/

Tabela 21: Predvidene kompetence pri pouku Kaj je živo / življenje

KAJ JE ŽIVO / ŽIVLJENJE ? – POUK Z RAZISKOVANJEM				
Izkustveno – raziskovalen ali klasičen	Obdobje			
Generične kompetence naravoslovnih predmetov:	5 do 6 6. razred	7 do 9 8. razred	SSŠ GIM 1. letnik	SSŠ GIM 3. letnik
Sposobnost zbiranja informacij				
Sposobnost analize in				

organizacija informacij				
Sposobnost interpretacije				
Sposobnost sinteze zaključkov				
Sposobnost učenja in reševanja problemov				
Prenos teorije v prakso				
Uporaba matematičnih idej in tehnik				
Prilagajanje novim situacijam				
Skrb za kakovost				
Sposobnost samostojnega in timskega dela				
Organiziranje in načrtovanje dela				
Verbalna in pisna komunikacija				
Medosebna interakcija				
Varnost				

Tabela 22: : Dosežene kompetence pri pouku Kaj je živo / življenje

VPRAŠALNIKI

Vprašalniki so izdelani:

- po predlogah, ki so sestavni del že objavljenih raziskav ali
- glede na potrebe posamezne aktivnosti.

V besedilo so vključeni tako v originalni kot v prevedeni obliki.

Osnovni podatki o učencih pri vprašalnikih:

Spol: M Ž Starost _____ ; Razred: _____,

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____; Ocena naravoslovje/biologija: _____

Izobrazba staršev: _____ Oče _____;

Mati: _____

V naravo hodim:

- e) Enkrat dnevno
- f) Enkrat tedensko
- g) Enkrat na mesec
- h) Le izjemoma

Živim v: mestu, predmestju, na podeželju

Vprašalniki za preverjanje pouka ter čustev in odnosa

Prvi vprašalnik je vezan na razmere pri pouku ali učni uri. Povzet je po članku, ki je ugotavljal, kako učenci sprejemajo pouk fizike (Laukemann in sod., 2003).

Trditve iz izvirne publikacije (samostojno ali vključene v druge vprašalnike):

State interest

cognitive	<i>The lesson was interesting for me.</i>
	<i>I want to hear more about that topic.</i>
value related	<i>I found that topic important.</i>
	<i>The information on that topic yields something to me.</i>

State well-being

joy	<i>The lesson pleased me.</i>
	<i>I enjoyed the lesson.</i>
satisfaction	<i>I was satisfied with the lesson.</i>
	<i>For me it was a good lesson.</i>

State anxiety

emotionality	<i>Several events alarmed me.</i>
	<i>I felt insecure during the lesson.</i>
worry	<i>I was stressed in the lesson.</i>
	<i>The lesson frightened me.</i>

State boredom	<i>I felt bored.</i>

VPRAŠALNIK O POUKU BIOLOGIJE / NARAVOSLOVJA

KODA: _____

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, ki ne ocenjuje ne tebe in ne učitelja. Želimo le izvedeti, kakšno je tvoje mnenje o pouku biologije in naravoslovja in kako poteka. Nobeden od nas ne bo vedel, kdo je reševal vprašalnik, saj so podatki o učencu zakodirani. Učitelj ne bo dobil vašega vprašalnika in rešitve ne vplivajo na oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**=se ne strinjam; **3**=nimam posebnega mnenja;

4= se strinjam, **5**=se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost				
Učne ure biologije so zame zanimive.	1	2	3	4	5
Želim, da bi bilo biologije še več.	1	2	3	4	5
Ta predmet se mi zdi pomemben.	1	2	3	4	5
Informacije, ki jih dobim pri tem predmetu mi nekaj pomenijo.	1	2	3	4	5
Pouk biologije mi je v veselje.	1	2	3	4	5
Pri pouku biologije uživam.	1	2	3	4	5
S poukom biologije sem zadovoljen.	1	2	3	4	5
Učne ure biologije so dobre.	1	2	3	4	5
Določene stvari me pri pouku biologije vznemirjajo.	1	2	3	4	5
Med poukom se počutim negotovega.	1	2	3	4	5
Učne ure biologije so stresne.	1	2	3	4	5
Pri učnih urah biologije me je strah.	1	2	3	4	5
Pri učnih urah biologije se dolgočasim.	1	2	3	4	5
Pred obravnavo učne snovi učitelj najprej preveri, kakšno je naše predznanje.	1	2	3	4	5
Učitelj nam mnogokrat postavlja problemska vprašanja.	1	2	3	4	5
Biologija mi ne povzroča težav.	1	2	3	4	5
Pri pouku biologije se velikokrat učim na pamet.	1	2	3	4	5

Mislim, da je pri pouku obravnavamo preveč učne snovi.	1	2	3	4	5
Učitelj nam učno snov narekuje.	1	2	3	4	5
Učne ure potekajo v obliki učiteljeve predstavitve učne snovi (predavanja).	1	2	3	4	5
Pri pouku najprej obravnavamo teorijo in nato delamo poskuse.	1	2	3	4	5
Učitelj se z nami pri pouku tudi pogovarja (imamo diskusije) o določeni temi.	1	2	3	4	5
Učitelj nam pri pouku daje vprašanja, na katera med uro samostojno odgovarjamo (npr.: v zvezke).	1	2	3	4	5
Med uro odgovarjamo na morebitna vprašanja, ki so zapisana v učbenikih ali rešujemo delovne zvezke.	1	2	3	4	5
Učitelj sproti preverja ali razumemo učno snov.	1	2	3	4	5
Pri učnih urah delamo plakate.	1	2	3	4	5
Plakate lahko naredimo doma za pridobitev dodatne ocene ali za izboljšanje ocene.	1	2	3	4	5
Učitelj nam daje veliko domačih nalog.	1	2	3	4	5
Domače naloge za biologijo rešujem več kot 30 minut.	1	2	3	4	5
Domače naloge pogosto prepisem, ker so zelo težke.	1	2	3	4	5
Domače naloge prepisem, ker se od njih nič ne naučim.	1	2	3	4	5
Učitelj pogosto uporablja računalnik za prikaz slik, fotografij in video posnetkov, animacij.	1	2	3	4	5
Učitelj nam na začetku ure predstavi problem, ki ga nato skušamo rešiti.	1	2	3	4	5
Pri reševanju problemov lahko sami določimo, kako bomo problem rešili.	1	2	3	4	5
Pri pouku delamo poskuse.	1	2	3	4	5
Poskusi, ki jih delamo so zasnovani tako, da le sledimo določenemu zaporedju in tako pridemo do rešitve.	1	2	3	4	5
Ko delamo poskuse, že vnaprej vemo, kaj moramo ugotoviti.	1	2	3	4	5

Rezultate našega dela predstavimo kolegom.	1	2	3	4	5
Pri izvajanju poskusov (meritev) pogosto uporabljamo računalnik in naprave za meritve.	1	2	3	4	5
Rešitve (protokole) mnogih poskusov je mogoče najti na spletu.	1	2	3	4	5
Pri pouku mnogokrat rešujemo probleme v manjših skupinah.	1	2	3	4	5
Naravoslovni dan imamo vsako leto.	1	2	3	4	5
Na naravoslovnih dnevih delamo biološke poskuse.	1	2	3	4	5
Učitelj nas večkrat pelje na teren v okolici šole.	1	2	3	4	5
Pri pouku o rastlinah, delamo z rastlinskimi materiali (žive, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku o živalih, delamo z živalskimi materiali (žive, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku o glivah, delamo z materiali gliv (živi, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku anatomije v živo spoznavamo razna tkiva (npr. mišice) in organe (npr. ledvica).	1	2	3	4	5
Pri pouku pogosto mikroskopiramo.	1	2	3	4	5
Pri pouku mikrobiologije in biotehnologije pripravljamo bakterijska gojišča.	1	2	3	4	5
Pri pouku ekologije gremo v naravo spoznavati posamezne ekosisteme.	1	2	3	4	5

Ime in priimek (koda): _____

Spol: moški ženski **Starost** _____ ; **Razred:** _____,

Učni uspeh v preteklem šolskem letu: _____ ; **Ocena naravoslovje/biologija:** _____

Izobrazba staršev: **Oče** _____ ; **Mati:** _____

V naravo hodim:

- i) Enkrat dnevno
- j) Enkrat tedensko
- k) Enkrat na mesec
- l) Le izjemoma

Živim v: a) mestu b) v predmestju c) na podeželju

VPRAŠALNIK O POUKU BIOLOGIJE / NARAVOSLOVJA (UČITELJ) KODA: _____

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, ki ne ocenjuje ne tebe in ne učitelja. Želimo le izvedeti, kakšno je tvoje mnenje o pouku biologije in naravoslovja in kako poteka. Nobeden od nas ne bo vedel, kdo je reševal vprašalnik, saj so podatki o učencu zakodirani. Učitelj ne bo dobil vašega vprašalnika in rešitve ne vplivajo na oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**=se ne strinjam; **3**=nimam posebnega mnenja;

4= se strinjam, **5**=se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost
Pred obravnavo učne snovi najprej preverim, kakšno je predznanje učencev.	1 2 3 4 5
Učencem mnogokrat postavljam problemska vprašanja.	1 2 3 4 5
Biologija učencem večinoma ne povzroča težav.	1 2 3 4 5
Pri pouku biologije se morajo učenci učiti tudi na pamet.	1 2 3 4 5
Mislim, da je pri predmetu biologije preveč učne snovi.	1 2 3 4 5
Učno snov učencem večkrat narekujem.	1 2 3 4 5
Učne ure večkrat potekajo v obliki predavanj.	1 2 3 4 5
Pri pouku najprej obravnavamo teorijo in nato delamo poskuse.	1 2 3 4 5
Z učenci imamo diskusije o določeni temi.	1 2 3 4 5

Pri pouku dajem vprašanja, na katera med uro učenci samostojno odgovarjajo.	1	2	3	4	5
Med uro učenci odgovarjajo na morebitna vprašanja, ki so zapisana v učbenikih ali rešujejo delovne zvezke.	1	2	3	4	5
Med urami sproti preverjam ali učenci razumejo učno snov.	1	2	3	4	5
Pri učnih urah delamo plakate.	1	2	3	4	5
Plakate lahko učenci naredijo doma za pridobitev dodatne ocene ali za izboljšanje ocene.	1	2	3	4	5
Učencem pogosto dajem domače naloge.	1	2	3	4	5
Domače naloge za biologijo naj bi učenci reševali tudi 30 minut ali več.	1	2	3	4	5
Domače naloge učenci pogosto prepisujejo, ker so včasih težje.	1	2	3	4	5
Domače naloge prepisujejo, ker so mnenja, da se od njih nič ne naučijo.	1	2	3	4	5
Pogosto uporabljam računalnik za prikaz slik, fotografij in video posnetkov, animacij.	1	2	3	4	5
Na začetku ure običajno predstavim problem, ki ga nato učenci skušajo rešiti.	1	2	3	4	5
Pri reševanju problemov lahko učenci sami določijo, kako bodo problem rešili.	1	2	3	4	5
Pri pouku učenci delajo poskuse.	1	2	3	4	5
Poskusi, ki jih delajo so zasnovani tako, da morajo učenci slediti določenemu zaporedju in tako pridejo do rešitev.	1	2	3	4	5
Ko učenci delajo poskuse, že v naprej vedo, kaj morajo ugotoviti.	1	2	3	4	5
Rezultate dela učenci predstavijo kolegom.	1	2	3	4	5
Pri izvajanju poskusov (meritev) učenci pogosto uporabljajo računalnik in naprave za merjenje.	1	2	3	4	5
Rešitve (protokole) mnogih poskusov lahko učenci najdejo tudi na spletu.	1	2	3	4	5
Pri pouku učenci mnogokrat rešujejo probleme v manjših skupinah.	1	2	3	4	5
Naravoslovni dan imajo učenci vsako leto.	1	2	3	4	5
Na naravoslovnih dnevih izvajajo biološke poskuse.	1	2	3	4	5

Učence večkrat peljem na teren v okolici šole.	1	2	3	4	5
Pri pouku o rastlinah, uporabljam rastlinske materiale (žive, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku o živalih, uporabljam živalske materiale (žive, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku o glivah, uporabljam materiale gliv (živi, trajne zbirke).	1	2	3	4	5
Pri pouku anatomije v učenci v živo spoznavajo razna tkiva (npr. mišice) in organe (npr. ledvica).	1	2	3	4	5
Pri pouku učenci pogosto mikroskopirajo.	1	2	3	4	5
Pri pouku mikrobiologije in biotehnologije učenci pripravljajo bakterijska gojišča.	1	2	3	4	5
Pri pouku ekologije peljem učence v naravo, kjer spoznavajo posamezne ekosisteme.	1	2	3	4	5

Spol: moški ženski **Starost** _____ ; **Število let poučevanja BIO/NAR:** _____,
Stopnja izobrazbe: _____ ; **Poklic:** BIO, BI - (vezava) _____, **Drugo:** _____

VPRAŠALNIK O UČNI URI BIOLOGIJE/NARAVOSLOVJA

KODA: _____

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, s katerim boš ocenil-a učno uro. Želimo le izvedeti, kakšno je tvoje mnenje o uri. Nobeden od nas ne bo vedel, kdo je reševal vprašalnik, saj so podatki o učencu zakodirani. Učitelj ne bo dobil vašega vprašalnika in rešitve ne vplivajo na oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**= se ne strinjam; **3**= nimam posebnega mnenja;

4= se strinjam, **5**= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost
Učna ura je bila zanimiva.	1 2 3 4 5
O tej temi se želim učiti še več.	1 2 3 4 5
Ta tema se mi zdi pomembna.	1 2 3 4 5
Informacije, ki sem jih dobil pri tej uri mi nekaj pomenijo.	1 2 3 4 5
Učna ura mi je bila v veselje.	1 2 3 4 5
Pri učni uri sem užival.	1 2 3 4 5
Z učno uro sem zadovoljen.	1 2 3 4 5
Učna ura je bila dobra.	1 2 3 4 5
Določene stvari so me vznemirile.	1 2 3 4 5
Med učno uro sem se počutil negotovega.	1 2 3 4 5
Učna ura je bila stresna.	1 2 3 4 5
Pri učni uri me je bilo strah.	1 2 3 4 5
Pri učni uri sem se dolgočasil.	1 2 3 4 5

VPRAŠALNIK O UČNI URI BIOLOGIJE/NARAVOSLOVJA

KODA: _____

Dragi učenec / učenka. Pred teboj je vprašalnik, s katerim boš ocenil-a učno uro. Želimo le izvedeti, kakšno je tvoje mnenje o uri. Nobeden od nas ne bo vedel, kdo je reševal vprašalnik, saj so podatki o učencu zakodirani. Učitelj ne bo dobil vašega vprašalnika in rešitve ne vplivajo na oceno pri tem predmetu.

Pomen vrednosti: **1**= se nikakor ne strinjam; **2**= se ne strinjam; **3**= nimam posebnega mnenja;

4= se strinjam, **5**= se popolnoma strinjam

Trditev	Vrednost
Učna ura je bila zanimiva.	1 2 3 4 5
O tej temi se želim učiti še več.	1 2 3 4 5
Ta tema se mi zdi pomembna.	1 2 3 4 5
Informacije, ki sem jih dobil pri tej uri mi nekaj pomenijo.	1 2 3 4 5
Učna ura mi je bila v veselje.	1 2 3 4 5
Pri učni uri sem užival.	1 2 3 4 5
Z učno uro sem zadovoljen.	1 2 3 4 5
Učna ura je bila dobra.	1 2 3 4 5
Določene stvari so me vznemirile.	1 2 3 4 5
Med učno uro sem se počutil negotovega.	1 2 3 4 5
Učna ura je bila stresna.	1 2 3 4 5
Pri učni uri me je bilo strah.	1 2 3 4 5
Pri učni uri sem se dolgočasil.	1 2 3 4 5

PRILOGE

Ime _____ Datum _____

UČNI LIST

Kaj je življenje?

5. Med opazovanjem skrivnostne »stvari« na platnu izpolni sledeče:

**Opažanja, ki so te privedla
do zaključkov, da je »stvar«
živa**

**Opažanja, ki so te privedla
do zaključkov, da »stvar« NI**

Ime _____ Datum _____

UČNI LIST

Kaj je življenje?

© John Wiley and Sons, 2006

6. Kaj je živo (organizem)? Poskusi napisati definicijo, ki določa, kaj je življenje-živo (Opomba: ne sprašujem te po primerjave med živim in mrtvim (nekoč živim). To je zanimiva, ampak ločena tema.):

7. S pomočjo nevihte možgan izdelaj seznam lastnosti / značilnosti, ki so skupne vsem živim organizmom:

8. Kateri bi po diskusiji v razredu bili najprimernejši zaključki glede tega, kaj je živo?

Kaj je živo / življenje?

© John Wiley and Sons, 2006

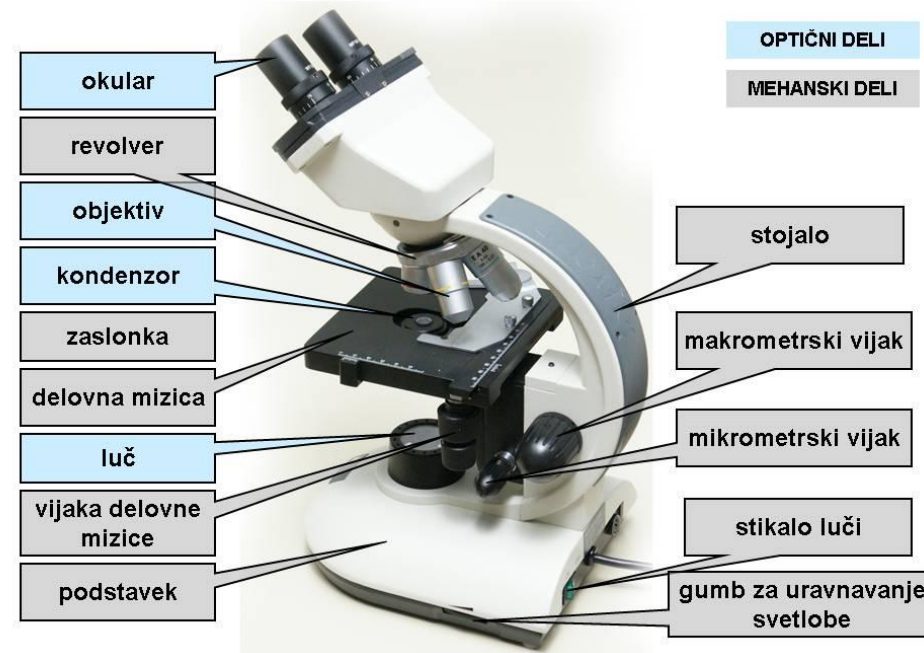
Pred vami so trije neznani objekti. Vsaka skupina ima iste objekte. Poskusite ugotoviti, kateri od objektov so živi. Oblikujte kriterije, za katere menite, da obravnavajo lastnosti živega in načine, kako boste to preverili. Za vsak kriterij izdelaj protokol po katerem boš preveril svoje raziskovalno vprašanje.

UČNI LIST - KAKO MIKROSKOPIRAMO

Mikroskop je draga, natančna in občutljiva priprava. Spodnja navodila ti bodo pomagala skrbno in varno delati z mikroskopom.

1. **Mikroskop primi in prenašaj z obema rokama.** Z eno roko primi stojalo in z drugo podpri podstavek mikroskopa.
2. **Ničesar ne premikaj na silo.** Vsi vijaki in gumbi naj bi drseli gladko. **Če imaš težave, se posvetuj z učiteljem.**
3. Preveri, ali je nad odprtino v mizici objektiv z najmanjšo povečavo (napis 10x). Če ni tako, to popravi z zasukom revolverja.
4. V držalo na mizici vpni mikroskopski preparat ali objektno steklo.
5. Mikroskop opazuj s strani in s sukanjem večjega vijaka za ostritev (makrometrski vijak) približaj preparat objektivu. **Pazi, da se z objektivom ne dotakneš objektnega ali krovnega stekla, ker lahko poškoduješ lečo objektiva.**
6. Prižgi luč mikroskopa.
7. Nato glej skozi okular in z odmikanjem preparata od objektiva izostri sliko. Sliko grobo ostriš z večjim makrometrskim vijakom in bolj natančno z manjšim mikrometrskim vijakom.
8. Preparat si vedno oglej najprej z najmanjšo povečavo (10x).
9. Za večjo povečavo zasukaj revolver na objektiv z oznako (40x). Pri tem

SESTAVNI DELI MIKROSKOPA





objektivu je razdalja med preparatom in objektivom zelo majhna, zato sliko izostruj le z manjšim mikrometrskim vijakom.

10. Objektiv z največjo povečavo z oznako 100x ne uporabi. Pri tem objektivu mora biti med preparatom in spodnjo lečo objektivna imeryijsko olje.

11. Delovno mizico vzdržuj čisto in suho.

12. Leč se ne dotikaj z rokami. Če se umažejo, se posvetuj z učiteljem.

Po uporabi odstrani preparat, očisti delovno mizico, pokrij mikroskop s protiprašno prevleko in ga pospravi na dogovorjeno mesto v omaro.



UČNI LIST - PRIPRAVA MOKREGA PREPARATA

Mokre preparate uporabljamo za opazovanje tkiv ali drobnih vodnih organizmov.

Potrebuješ:

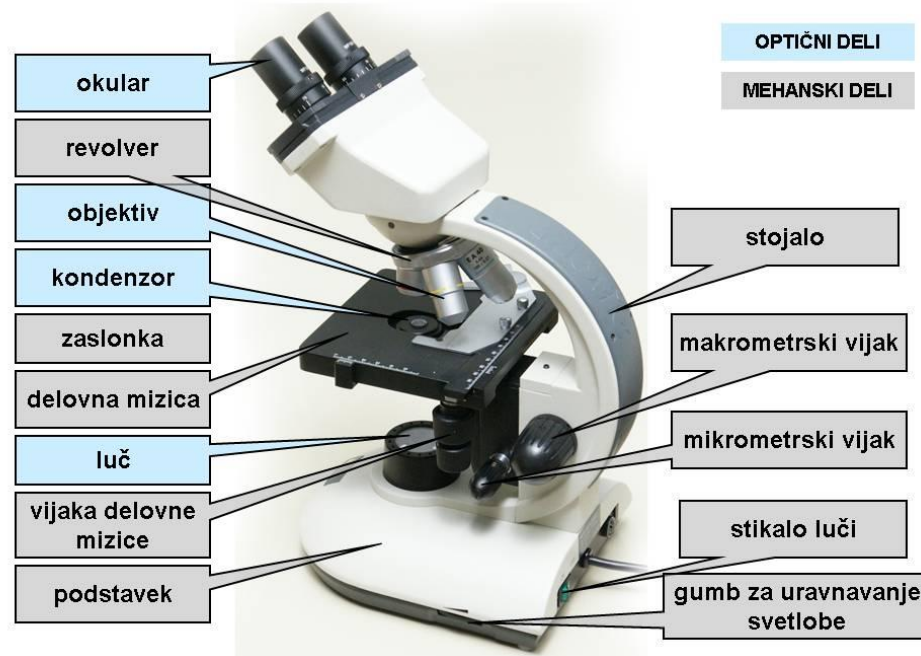
- objektno stekelce,
- krovno stekelce,
- čašo z vodo,
- kapalko,
- preparirno iglo,
- koščke filtrirnega papirja.

Za rezanje tenkih rezin rastlinskih tkiv potrebuješ britvico in košček stiropora.

Postopek priprave mokrega preparata:

1. Objektno stekelce položi na trdno podlago (miza ali klop).
2. S kapalko kani kapljico vode na sredino objektnega stekelca.
3. V vodo položi objekt (tanke rezine ali delce tkiva). Pomagaj si s preparirno iglo.
4. Krovno stekelce primi s palcem in kazalcem, spodnji rob

SESTAVNI DELI MIKROSKOPA



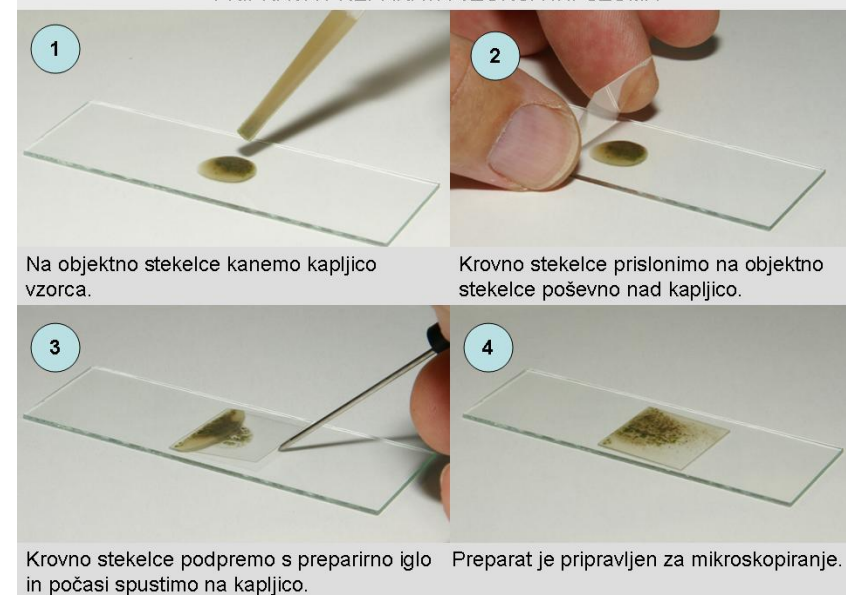


prisloni na objektno stekelce poleg kapljice, zgornji rob nasloni na vrh preparirne igle in stekelce počasi s pomočjo igle spusti na kapljico. Tako je manj verjetno, da bi pod stekelce ulovili zračne mehurčke.

5. Preveri, ali je krovno stekelce dobro nameščeno in če je potrebno, ga poravnaj s pomočjo preparirne igle.
6. Odvečno vodo popivnaj s koščkom filtrirnega papirja.
7. Preparat si oglej najprej pri majhni povečavi (objektiv 10x) in nato na izbranem mestu nadaljujemo z opazovanjem pri večji povečavi (objektiv 10x).



PRIPRAVA PREPARATA VZORCA INFUZUMA



UČNI LIST -ŽIVLJENJE V KAPLJICI VODE



Potrebuješ:

- objektno stekelce,
- krovno stekelce,
- čašo z vodo,
- kapalko,
- preparirno iglo,
- koščke filtrirnega papirja.

Postopek:

1. Pripravi mikroskop.
2. Kapljico z organizmi kani na objektno steklo. **Pozor, v infuzumu so živa bitja. Poskrbi, da bodo preživela opazovanje.**
3. Nepokrit preparat vstavi v mikroskop in opazuj pri majhni povečavi (objektiv 10x). **POZOR, nepokrito kapljico lahko opazuješ le pri majhni povečavi objektiva (10x)!** Leča objektiva z večjo povečavo (40x) bi se zaradi bližine vode orosila ali zmočila. Pazi, da se kapljica ne posuši in po potrebi dodaj vodo.
4. Preparat vzemi iz mikroskopa. Kapljico pokrij s krovnim

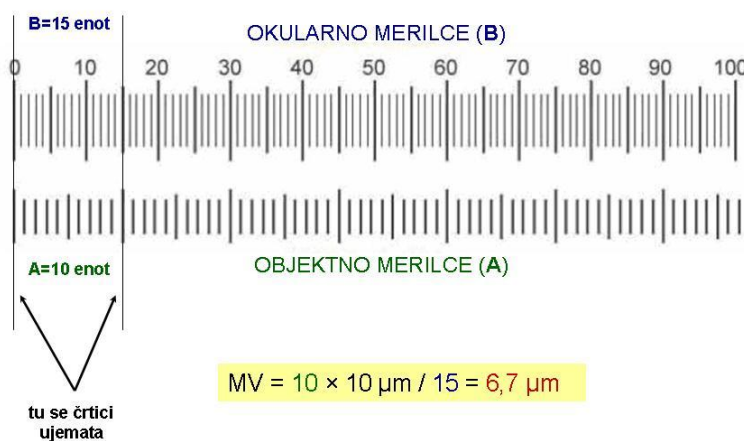


- stekelcem. (spodnji rob stekelca ob kapljici prisloni na objektno stekelce, zgornji rob nasloni na vrh preparirne igle in stekelce počasi s pomočjo igle spusti na kapljico. Tako preprečiš, da bi se pod objektno steklo ujeli zračni mehurčki.
- Objektno steklo vstavi v mikroskop in preparat najprej preglej pri manjši povečavi in nato izbrana mesta pri večji povečavi (40x).
 - Če se voda med daljšim mikroskopiranjem izsušuje, jo nadomestiš tako, da s kapalko kaneš kapljico vode ob rob krovnega stekelca.
 - Po končanem mikroskopiranju speriš organizme v vodo v čaši.



UČNI LIST – MERJENJE Z MIKROSKOPOM

UMERJANJE OKULARNEGA MERILCA



Enota okularnega merilca pri tem objektivu je velika 6,7 μm

Objektno in okularno merilce poravnamo. Poiščemo najbližji črti, ki se ujemata in med njima preštejemo število razdelkov na objektnem merilcu (A) in okularnem merilcu (B). Izračunamo mikrometrično vrednost (MV): $MV = A \times 10 \mu\text{m} / B$

Objektno merilce zamenjamo z preparatom, preštejemo koliko enot je velik merjeni objekt, pomnožimo z MV in dobimo velikost v μm .

Deževnik pri pouku

Bojana Mencinger Vračko,

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Uvod

V okviru projekta Kompetence v naravoslovju želimo raziskati, na kakšne načine lahko vključujemo deževnike v procesu vzgoje in izobraževanja. Te živali smo izbrali zaradi njihovega pomena v naravi, možnosti vključevanja pri obravnavanju različnih vsebin ter nezahtevnosti glede rokovanja in vzdrževanja v ujetništvu.

Najprej bomo testirali učence 6. razreda osnovne šole, ki v okviru predmeta Naravoslovje pri učni temi Vrt spoznavajo živali v prsti in njihov pomen.

Raziskava bo potekala v treh delih.

V prvem delu smo pripravili vprašalnik, ki ga bodo učenci reševali individualno. Z vprašanji želimo preveriti predznanje otrok o poznavanju deževnikov in izvedeti, kakšna je njihova motivacija pri spoznavanju teh živali. Ugotoviti želimo tudi, kakšen je njihov odnos do deževnikov.

V drugem delu bo vsak razred po navodilih pripravil gojišče za deževnike. Material in živali bodo učenci nabrali sami. Za podlago bodo uporabili plasti različnega materiala (npr. prst z vrta, prst za presajanje sobnih rastlin, pesek). Kot hrano bodo uporabili liste različnih rastlin. Pripravljeno gojišče bodo narisali. Preden bodo dali deževnike v gojišče, jih bodo izmerili in stehali. Določili bodo tudi maso listov.

Po enem mesecu bodo pregledali gojišče in ugotavljali spremembe. Narisali bodo skico gojišča in jo primerjali s skico gojišča pred poskusom, izmerili in stehali deževnike, pregledali ostanke listov, ugotavljali, s katerimi listi so se deževniki hranili, in izmerili maso listov.

V tretjem delu bodo učenci samostojno rešili vprašalnik, ki je namenjen preverjanju znanja o poznavanju značilnosti deževnikov. Ugotoviti želimo,

kako znajo učenci analizirati in interpretirati rezultate. Primerjali bomo odnos učencev do deževnikov in motivacijo pri delu z njimi pred in po poskusu.

VPRAŠALNIK 1

RAZRED: _____

😊 Obkroži:
UČENEC UČENKA

DEŽEVNIK

Navodilo: Odgovori na vprašanja.

1) Na kaj pomisliš, ko slišiš besedo deževnik?

2) Kakšni so tvoji občutki, ko vidiš deževnika (npr. veselje, strah, gnus)? Ali se ga upaš dotakniti?

3) Če si se deževnika že dotaknil(a), kakšen je bil na otip?

4) Ali si že povohal(a) deževnika? Ali bi ga lahko prepoznal(a) po vonju?

5) V oblaček nariši deževnika in na skici označi njegove dele.



Skica deževnika

6) Odgovori na vprašanja o deževnikih.

* Kje živijo v naravi?

* S čim se prehranjujejo?

* Kako dolgo živijo?

* Kakšen je njihov pomen v naravi?

* Kdo so njihovi sorodniki?

* Ali poznaš še kakšno zanimivost o deževnikih?

7) Ali si že kdaj raziskoval(a) deževnike? Kako in kaj?

8) Kaj želiš spoznati o deževnikih? Zakaj?

- 9) Zapiši, na kakšne načine želiš izvedeti zanimivosti o deževnikih (na primer: s pomočjo učiteljeve razlage, računalnika, knjig, z opazovanjem živih deževnikov, s poskusi).

- 10) Ali se spomniš poskusa, s katerim bi raziskal(a) deževnike, pri tem pa živalim ne bi naredil(a) škode? Potek poskusa opiši ali nariši.

- 11) Kako bi pripravil(a) gojišče za deževnike? V oblaček nariši skico gojišča.



- 12) Naštej vrsto hrane, s katero bi hranil(a) deževnike v ujetništvu.

VPRAŠALNIK 2

😊 RAZRED: _____

😊 Obkroži:
UČENEC UČENKA



1) Sosea ti je v škatlici prinesla deževnika. Opiši, kaj boš naredil(a).

a) Ali ga boš prijel(a) s prsti in si ga ogledal(a) ali pa boš ravnal(a) drugače? Opiši kako.

b) Kako boš poskrbel(a) zanj? Ali ga boš vrnil(a) v naravo? Kakšen življenjski prostor boš izbral(a)?

c) Kako bi mu uredil(a) gojišče? Kateri material pri tem potrebuješ?

3) V oblaček nariši deževnika in na skici označi njegove dele.



Skica deževnika

- 4) V posodo menjaje nasuješ več plasti navlažene prsti in mivke. Vse skupaj prekriješ s plastjo različnih vrst listov. V gojišče izpustiš 5 deževnikov. Kaj predvidevaš, da se bo zgodilo s plastmi prsti in mivke, listi in deževniki čez 30 dni?

- 5) V eno polovico posode nasuješ navlaženo prst, v drugo pa suho prst. Deževnika izpustiš v gojišče na mestu, kjer se stikata navlažena in suha prst. Čez 1 uro poiščeš deževnika. V kateri prsti se bo nahajal? Pojasni zakaj.

- 6) Imaš dve enako veliki posodi. V vsako nasuješ 20 cm debelo plast prsti, ki jo močno potlačiš in posadiš 10 semen fižola. V eno posodo izpustiš 10 deževnikov. Prst v obeh posodah redno vlažiš. Čez 30 dni izmeriš velikost rastlin. Kaj predvidevaš? Ali se bodo rastline v obeh posodah enakomerno razvijale? Pojasni zakaj.

GOJIŠČE ZA DEŽEVNIKE

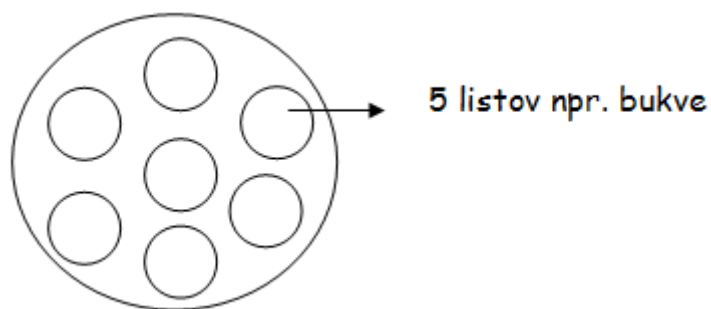
MATERIAL:

- posoda (npr. 1,5 l plastenka z odrezanim vrhom, 2 l kozarec za vlaganje)
- črn papir v velikosti posode
- papirnato brisačo ali tkanino
- 1 gumico
- rokavice za enkratno uporabo
- 0,5 l prsti z vrta
- 0,5 l prsti za presajanje sobnih rastlin
- 0,5 l mivke
- 5 kom listov 7 različnih rastlin v velikosti 1 cm x 1 cm (npr. detelja, solata, bukev, oreh)
- voda za vlaženje gojišča
- 5 deževnikov.

PRIPRAVA GOJIŠČA:

- 1) V posodo menjaje nasuj 1 cm debelo plast prsti z vrta, mivke in prsti za presajanje rastlin. Posodo napolni z materialom 5 cm pod vrhom. Na njeni zunanji strani nalepi črn papir.
- 2) Liste različnih rastlin razreži na kvadrate z 1 cm x 1 cm velikimi stranicami in jih stehtaj. Po skupinah jih razporedi na vrhnjo plast podlage (slika).
- 3) Podlago rahlo navlaži.
- 4) Gojišče nariši.
- 5) Nataknj si rokavice za enkratno uporabo in s prsti primi deževnika. Oglej si njegovo zunanjo zgradbo, barvo in način premikanja. Vse deževnike izmeri, stehtaj in jih izpusti v gojišče.
- 6) Posodo prekrij s tkanino ali papirnato brisačo in jo z gumico pritrdi na posodo. S tem preprečiš pobeg deževnikov.
- 7) Gojišče namesti na zračen in temen prostor v razredu. Podlago navlaži po potrebi, tako, da je zmerno vlažna. Deževniki lahko poginejo v presuhem ali preveč vlažnem okolju.

- 8) Enkrat na teden odpri pokrov gojišča in odlepi črn papir. Zabeleži, kaj opaziš.
- 9) Poskus zaključi po 30 dneh.
- 10) Gojišče nariši, stehtaj liste, izmeri in stehtaj deževnike. Podatke zabeleži.



Slika: Razporeditev listov v gojišču

UČNI LIST

Ime in priimek raziskovalca:

Razred: _____

Šola: _____

DEŽEVNIK PRI POUKU

Dragi učenci!

Z različnimi aktivnostmi boste spoznavali zanimivo življenje in značilnosti deževnikov. Skupaj boste nabrali deževnike in zanje pripravili gojišče. Z merjenjem in beleženjem boste zbirali različne podatke 30 dni. Po končanem poskusu boste lahko pojasnili vse, kar ste o deževnikih zanimivega odkrili.

Na učnem listu so zapisane naloge in tabele. Izpolnjevali jih boste sproti v času vašega raziskovanja. Pri prvi, drugi in tretji nalogi napišite vaša pričakovanja glede dobljenih rezultatov.

1. Naloga: V tabelo 1 zabeležite vrste rastlin, ki ste jih nabrali, izrežite liste v velikosti kvadrata s stranicama 1 cm x 1 cm. Za vsako vrsto rastline morate imeti 5 izrezanih lističev. Stehtajte, koliko tehtajo vsi listi skupaj pred in po poskusu.

Tabela 1: PODATKI O LISTIH

VRSTA RASTLINE	ŠTEVILO LISTOV pred poskusom	ŠTEVILO LISTOV, ki so ostali po poskusu

SKUPNA MASA LISTOV pred poskusom (v gramih)	

SKUPNA MASA LISTOV po poskusu (v gramih)	

Moja pričakovanja pred poskusom: _____

2. Naloga: Z ravnilom izmerite deževnike in izračunajte skupno dolžino živali. Vse skupaj stehtajte. Podatke zabeležite v tabelo.

Pred poskusom

Tabela 2: PODATKI O DEŽEVNIKIH

DEŽEVNIK	DOLŽINA v cm
DEŽEVNIK 1	
DEŽEVNIK 2	
DEŽEVNIK 3	
DEŽEVNIK 4	
DEŽEVNIK 5	

SKUPNA DOLŽINA DEŽEVNIKOV (v milimetrih)	
SKUPNA MASA DEŽEVNIKOV (v gramih)	

Moja pričakovanja pred poskusom: _____

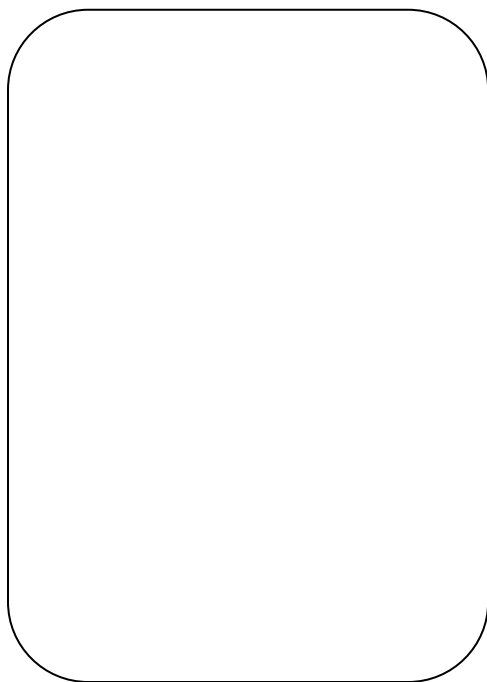
Po poskusu

Tabela 3: PODATKI O DEŽEVNIKIH

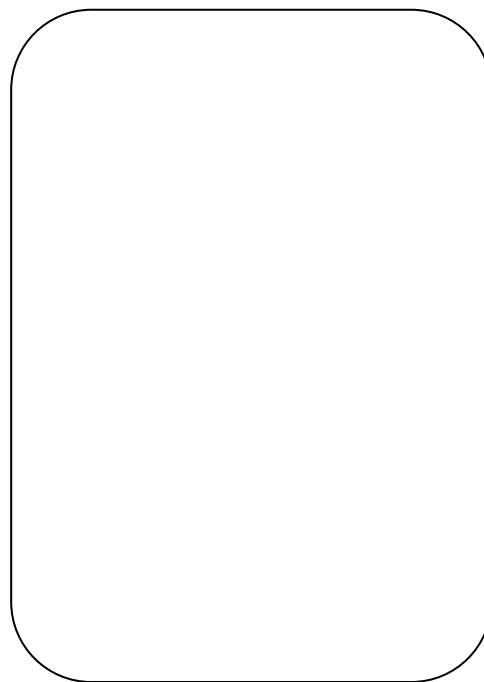
DEŽEVNIK	DOLŽINA v cm
DEŽEVNIK 1	
DEŽEVNIK 2	
DEŽEVNIK 3	
DEŽEVNIK 4	
DEŽEVNIK 5	

SKUPNA DOLŽINA DEŽEVNIKOV (v milimetrih)	
SKUPNA MASA DEŽEVNIKOV (v gramih)	

3. Naloga: Narišite gojišče pred in po poskusu in na skici označite sestavne dele.



Gojišče pred poskusom



Gojišče po poskusu

Moja pričakovanja pred poskusom: _____

4. Naloga: Po končanem poskusu preglejte vse rezultate. Ali ste ugotovili, kakšne razlike med podatki pred in po poskusu? Natančno pojasnite.

NAVODILA ZA UČITELJE

pri izvajanju učne ure DEŽEVNIK PRI POUKU

Spoštovani učitelji!

Z različnimi aktivnostmi želimo vzpodbujati učence k samostojnemu nabiranju in zbiranju materiala ter živali, k pripravi in izvedbi poskusa, neposrednemu delu z živimi organizmi in razvijanju ustreznega odnosa do njih, beleženju, analiziranju in interpretiranju rezultatov.

Učence v razredu razdelimo v skupine (npr. štiri). Vsak član skupine naj ima zadolžitev (npr. nabava posode za gojenje deževnikov, prsti, mivke, nabiranje deževnikov). Pri nabiranju prsti jih opozorimo, da jo naberejo na mestih, kjer se ne uporabljajo pesticidi ali drugi strupi, ki bi škodljivo vplivali na deževnike.

V razredu učenci pripravijo gojišče. Pri tem si naloge razdelijo (npr. izrežejo in stehtajo liste, izmerijo in stehtajo deževnike). Na zunanji steni posode vsaka skupina označi svoje gojišče. Podlago naj rahlo navlažijo. Zaradi presuhe ali premokre podlage lahko pride do pogina deževnikov.

Pripravljeno gojišče z deževniki postavijo na mesto v razredu, ki ni izpostavljeno neposrednim sončnim žarkom, da ne pride do pregrevanja gojišča. V času poskusa ga ne premikajo razen, kadar pregledujejo rezultate. Enkrat na teden učenci odstranijo črn papir in pokrov ter opazujejo spremembe v strukturi posameznih slojev plasti podlage ter število in videz listov. Po opazovanju ponovno namestijo črn papir in pokrov.

Učne liste izpolnjujejo sproti.

Pri vzpostavljanju ustreznega odnosa do deževnikov je priporočljivo, da se ga vsi dotaknejo. Pri tem naj uporabijo rokavice za enkratno uporabo. S tem preprečimo prenos morebitnih patogenih mikroorganizmov z deževnikov na učence. Po pripravi gojišča naj si umijejo roke.

Po 30 dneh učenci zaključijo poskus. Pri spremembah na listih jih opozorimo tudi na druge organizme v tleh (npr. bakterije in glive), ki sodelujejo pri nastanku rodovitne prsti.