



Univerza v Mariboru
Fakulteta za naravoslovje in matematiko

PROJEKT: **Razvoj naravoslovnih kompetenc**

Preverjanje
gradiv/modelov v šoli
(biološke vsebine)

B4

Maribor, 2011



Urednik

dr. Andrej Šorgo

Uredniški odbor

dr. Jana Ambrožič Dolinšek, Terezija Ciringar, mag. Bojana Mencinger Vračko,
dr. Andrej Šorgo, dr. Andreja Špernjak, dr. Jelka Strgar, dr. Dušan Vrščaj, dr.
Iztok Tomažič, Eva Ferk, Miro Puhek



A. OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

A.1. Naslov projekta:

RAZVOJ NARAVOSLOVNIH KOMPETENC (št. 3311-08-986011)

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: doc. dr. Vladimir Grubelnik, FNM in FERl

A.4.2. Pogodbena stranka za izvedbo projekta:

Univerza v Mariboru, Slomškov trg 15, 2000 Maribor

s članico

Fakulteto 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), dr. Vladimir Grubelnik (sokoordinator področja skupnih predmetov), dr. Milan Ambrožič (pomočnik koordinatorja za področje fizike), Kornelia Žarić (pomočnica koordinatorice za področje kemije), Andrej Flogie (koordinator področja srednjih šol), dr. Marjan Krašna in dr. Igor Pesek (računalniška podpora projekta, spletne strani 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. Milan Ambrožič, dr. Jurij Bajc, dr. Barbara Bajd, Said Bešlagič, dr. Zlatko Bradač, mag. Tomaž Bratina, dr. Nataša Bukovec, Terezija Ciringler, Miroslav Cvahte, dr. Mojca Čepič, dr. Iztok Devetak, Franc Dretnik, Sergej Faletič, Eva Ferk, dr. Vesna Ferk Savec, Andrej Flogie, dr. Samo Fošnarič, dr. Ivan Gerlič, dr. Saša Aleksij Glažar, dr. Andrej Godec, dr. Nikolaja Golob, dr. Ana Gostinčar Blagočinšek, dr. Vladimir Grubelnik, Manica Grčar, dr. Vlasta Hus, dr. Marjan Krašna, dr. Dušan Krnel, dr. Brigita Kruder, dr. Bojan Kuzma, dr. Alenka Lipovec, mag. Janja Majer, dr. Marko Marhl, Maja Martinšek, dr. Dragan Marušič, Bojana Mencinger Vračko, Andreja Nekrep, Andrej Nemec, dr. Amand Papotnik, Jerneja Pavlin, dr. Igor Pesek, dr. Darija Petek, dr. Gorazd Planinšič, Sonja Plazar, Martina Rajšp, mag. Robert Repnik, mag. Samo Repolusk, dr. Darinka Sikošek, dr. Jelka Strgar, dr. Andrej Šorgo, mag. Andreja Špernjak, Matejka Tomazin, Iztok Tomažič, dr. Nataša Vaupotič, Jernej Vičič, dr. Janez Vogrinc, mag. Dušan Vrščaj, dr. Margareta Vrtačnik, dr. Katarina Senta Wissiak Grm, dr. Blaž Zmazek, Kornelia Žarič, dr. Janez Žerovnik

A.5.2. Učitelji:

Jelka Avguštin, Daniel Bernad, Romana Bezjak, Jožica Brecl, Darko Briški, Sanja Cvar, Silva Čepin, Irena Česnik-Vončina, Martina Črešnik, Romana Čuješ, Robert Dimec, Mojca Dobnik Repnik, Ines Fišer, Matej Forjan, Neda Golmajer, Lidija Grubelnik, Zdravka Hajdinjak, Katja Holnthaner Zorec, Jasmina Jančič, Senka Jauk, Zdenka Keuc, Marjeta Križaj, Magdalena Kunc, Andreja Kuhar, Samo Lipovnik, Andrej Marl,



Alenka Mozer, Jasna Novak, Damjan Osrajnik, Milena Pačnik, Marjanca Poljanšek, Hedvika Popič, Davorka Pregl, Peter Sekolonik, Milenko Stiplovšek, Tanja Štefl, Maja Štukl, Katja Stopar, Mladen Tancer, Diana Tavčar Ročenovič, Simon Ülen, Karmen Vidmar, Samo Zanjkovič, Felicita Hromc, Jasna Žic, Marko Žigart

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.



KAZALO VSEBINE

dr. Andrej Šorgo	7
Poročilo koordinatorja biologije za obdobje od 1.1.2011 do 31.3. 2011	7
Jana Ambrožič-Dolinšek, Terezija Ciringar	9
Vrednotenje grafov- prepoznavanje in ustvarjanje grafov pri klasični in računalniško podprti izvedbi vaje – Vpliv slanosti na dihanje kalečih semen	9
Miro Puhek ¹ , dr. Andrej Šorgo ²	20
Simulacija difuzija elektrolitov	20
Miro Puhek ¹ , dr. Andrej Šorgo ²	35
Simulacija mendlova genetika	35
Miro Puhek ¹ , dr. Andrej Šorgo ²	50
Simulacija osmoza	50
Dr. Jelka Strgar, Mag. Dušan Vrščaj	68
Mitoza med srednješolci v Sloveniji	68
Iztok Tomažič, Tatjana Vidic	101
Biodiverziteta - žuželke	102
dr. Andreja Špernjak	138
Ravnotežni organ	138
mag. Bojana Mencinger Vračko	152
Oko	152
Bojana Mencinger	155
Modeliranje očesa	155



Avtor(ja) gradiva:

dr. Andrej Šorgo

Institucija:

Fakulteta za naravoslovje in matematiko, UM

Poročilo koordinatorja biologije za obdobje od 1.1.2011 do 31.3.2011

Rezultat: Evalvacija didaktičnih gradiv/modelov (biološke vsebine)

Kazalnik: didaktična gradiva za poučevanja v naravoslovju

V prvem delu so predstavljene evalvacije gradiv, ki vključujejo uporabo računalniško podprtih tehnologij v pouk. Dr. Jana Ambrožič-Dolinšek ter mag. Terezija Ciringar sta primerjali klasično in računalniško podprto vajo Vpliv slanosti na dihanje kalečih semen ter primerjali vrednotenje grafov - prepoznavanje in ustvarjanje grafov. Ključna je ugotovitev »V po-testu večinoma nismo opazili razlik (H_i^2 -test) v prepoznavanju in ustvarjanju grafov. Preverjali smo dvojce: prepoznavanje rezultatov meritev z grafa in načrtovanje grafov. Opazili smo samo dve s značilni razliki, in sicer so študentje, ki so izvedli računalniško podprto vajo pri prepoznavanju rezultatov meritev iz grafa značilno bolje označili krivuljo kot tisti, ki so vajo izvedli na klasičen način ($H_i^2=7,883$, $df=2$; $p=0,019$), študentje, ki so izvedli vajo klasično pa so značilno pogostejše obrnili odvisno in neodvisno spremenljivko ($H_i^2=4,398$, $df=1$, $p=0,36$).« in sklep: »Izvedba računalniško podprte vaje je odgovorna, učenci so spretni, obvladujejo računalnik, čeprav v tako kratkem času ne obvladajo programa. Meritve izpeljejo hitreje, kot pri klasični vaji, saj nimajo težav z postavitvijo sistema, ki je pri računalniško podprti vaji enostavnejši in preglednejši.«

Miro Puhek je z mentorskim vodstvom dr. Andreja Šorge izvedel evalvacije gradiv Difuzija elektrolitov, Mendlova genetika in Osmoza, ki so vključevale originalne simulacije. Ugotavljata »Po pričakovanjih (učenci) si še vedno želijo pravega laboratorijskega in terenskega dela, ki so ga izbrali za najbolj priljubljena kraja kjer običajno poteka pouk. Pomembno teži nosi podatek, da večina učencev ter dijakov želi razvoj gradiv v slovenskem (maternem) jeziku. Kljub splošni razširjenosti tujih jezikov (predvsem angleščine), lahko sklepamo, da bi jim uporaba »tujih« gradiv povzročala dodatne težave.«

Dr. Jelka Strgar in mag. Dušan Vrščaj sta evalvirala gradivo Mitoza in jo izvedla z dijaki poklicne šole. Ugotavljata, da je znanje dijakov, ki naj bi ga obvladali že v osnovni šoli pomanjkljivo, kar pripisujeta negativni selekciji. Testirano gradivo je prispevalo k razvoju znanj in spretnosti ter logičnemu razmišljanju in ga lahko ocenimo za primernega.



Dr. Iztok Tomažič in dr. Tatjana Vidic sta evalvirala gradivo Biodiverziteta – žuželke. S tem nadaljujeta serijo aktivnosti namenjenih vključevanju živih organizmov v pouk.

dr. Andreja Špernjak je evalvirala model ravnotežnega organa razvit kot učilo v projektu: O uspešnosti uporabljenega modela in smiselnosti njihovega nadaljnega razvoja lahko sklepamo iz zapisov učiteljic vključenih v evalvacijo. Tako lahko preberemo: »Modeli so zaradi večje nazornosti in lažje razlage snovi v šolstvu zelo koristni. Žal ob obilici dela, učitelji nimamo časa za razvoj enostavnih, doma izdelanih pripomočkov, industrijsko izdelani pa imajo svojo ceno, ki si je šola ne more privoščiti. Ravno slednje je razlog zakaj so ideje o preprosto izdelanih modelih pri učiteljih dobro sprejete in dobrodošle. Takih idej bi morali več dobiti, zamisli bi si morali medsebojno izmenjevati in deliti primere dobre prakse. Projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc je dober primer, kjer verjamem, da smo sodelujoči učitelji že dobili veliko zamisli in novosti«. Mag. . Bojana Mencinger Vračko je evalvirala gradivo Oko. Prijetno presenečenje je bilo gradivo delovanje encimov, ki ga je samostojno pripravila mag. Katja Stopar, ki pa še čaka na ustrezno statistično podprto evalvacijo.

Kot koordinator biološkega področja ugotavljam, da postajajo evalvacije vse kompleksnejše ter ustrezno statistično podprte. Modeli in metode dela prehajajo v svojo zrelo obliko.



Avtor(ja) gradiva:

Jana Ambrožič-Dolinšek, Terezija Ciringar

Institucija:

Pedagoška fakulteta in Fakulteta za naravoslovje in matematiko, UM

Evalvator(ji) gradiva:

Jana Ambrožič-Dolinšek

Vrednotenje grafov- prepoznavanje in ustvarjanje grafov pri klasični in računalniško podprti izvedbi vaje – Vpliv slanosti na dihanje kalečih semen

Primerjava vrednotenja in ustvarjanja grafov:

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole):

- Pedagoška fakulteta, prvi letnik (N = 69 učencev)

Uvod

Učenci so izbrali računalniško podprto laboratorijsko delo kot bolj priljubljeno kot klasično izvedeno laboratorijsko delo. Pri klasični izvedbi sami zbirajo rezultate, narišejo in ovrednotijo graf, pri računalniško podprti izvedbi pa rezultate sproti zbira in ovrednoti kar računalnik - rezultat je povsem gotov graf. Zato nas je zanimalo ali sama izvedba vaje vpliva na sposobnost vrednotenja rezultatov meritev. V evalvaciji zato obravnavamo, kako študentje vrednotijo in ustvarjajo grafe, potem, ko so izvedli vajo Dihanje kalčkov na dva načina, klasično in s pomočjo računalniško podprtega laboratorija. Naša hipoteza je bila: način izvedbe vaje vpliva na vrednotenje rezultatov meritev, in sicer na prepoznavanje rezultatov meritev in na sposobnost ustvarjanja grafov.

Kratek povzetek samega gradiva (nekaj komentarjev):

Gradivo, ki ga evalviramo je del nabora laboratorijskih vaj pri katerih so objekti kalčki različnih rastlinskih vrst. Pripravili smo evalvacijo vaje Dihanje kalčkov. Vajo smo izvedli na dva načina s katerima posredno merimo dihanje:

[1] Prvi način izvedbe je vključeval klasičen način merjenja porabe kisika. Dihanje rastlin lahko spremljamo tako, da ugotavljamo, kaj pri tem nastaja in kaj se pri tem porablja. Pri dihanju dokazujemo ali merimo sproščeni CO₂, oziroma porabljeni O₂. Ena od možnih metod merjenja dihanja rastlin je respirometrija. MANOMETER je naprava za merjenje spremembe tlaka ali spremembe volumna plinov, ki nastajajo ali se porabljajo. Z njim merimo izmenjavo O₂ in CO₂ med organizmom in okoljem in za merjenje respiracijskega kvocienta. Sestavlja ga posoda pritrjena na manometer, ki se nahaja v vodi z natančno regulirano temperaturo. Mešanje omogoča

izmenjavo plinov med plinasto in tekočo fazo. Warburgov manometer ima stalen volumen in meri razlike v tlakih, Gilsonov diferencialni manometer pa meri spremembe volumna v sistemu.

[2] Drugi pristop k izvedbi učne ure je vključeval uporabo senzorjev in računalnika (Šorgo, 2007). Novejša metoda s katero lahko merimo dihanja rastlin pa je uporaba Vernierjev-ega merilnika za merjenje plinov, ki so vključeni v dihanje, plinastega CO₂ in O₂ (Priloga 1).

Vernierjev merilnik plinastega CO₂ meri plinasti CO₂ v območju 0-10000 ppm ali 0-100000 ppm CO₂. Pri tem meri količino IR sevanja, ki ga absorbirajo molekule CO₂. Merilnik uporablja LED svetilko kot vir proizvodnje IR sevanja. Le ta je nameščena na eni strani v notranjosti cevastega vratu z luknjicami. Na drugi strani je nameščen IR detektor, ki meri, koliko sevanja prodre skozi vzorec, brez da ga absorbirajo molekule CO₂. IR detektor meri IR sevanje valovne dolžine 4260 nm. Večja je koncentracija vzorčenega CO₂, manj sevanja bo prispelo od LED svetilke do IR detektorja.

Merilnik O₂ meri koncentracijo kisika od 0 % do 27% in pri tem uporablja elektrolitsko celico. Celica sestoji iz svinčene anode in zlate katode, ki sta potopljena v elektrolit. Kisik, ki pride v celico se na zlati katodi reducira. Ta reakcija poganja električni tok, ki je sorazmeren s koncentracijo kisika.

Naše laboratorijsko-eksperimentalno delo smo zasnovali problemsko. Učenci so sami poiskali problem, ki ga želijo raziskati.

Vajo smo izvedli z učenci 8 ih razredov. Pri tem nas je zanimalo tudi, kako učenci osmih razredov vrednotijo dobljene rezultate. Ali znajo dobljene rezultate interpretirati in jih grafično predstaviti oziroma ovrednotiti tisto, kar jim je izrisal računalnik pri računalniško podprti vaji.

Zbrane podatke smo vnesli v excelovo tabelo in jih nato 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 nekatere statistične teste.

Kompetence, ki se razvijajo:

- a) generične: Sposobnost interpretacije; Sposobnost sinteze zaključkov; Sposobnost učenja in reševanja problemov; Prenos teorije v prakso; Uporaba matematičnih idej in tehnik; Sposobnost samostojnega in timskega dela; Verbalna in pisna komunikacija; Medosebna interakcija; Varnost.
- b) predmetno-specifične: Pri eksperimentiranju izkustveno povezujejo pojave. Pojave izrazijo s časovnimi spremenljivkami. Z matematičnimi zapisi, grafi, izjavami izražajo razmerja med pojavi. V kombinaciji teoretičnega in izkustvenega iskanja povezav med pojavi napovedujejo in preverjajo napovedi. Pri postavljanju hipotez med seboj povezujejo množice pojavov.
- c) ključne: obvladovanje novih tehnologij, zlasti informacijsko-komunikacijskih;



Način evalvacije:

	Klasična izvedba vaje dihanje kalčkov		Računalniško podprta vaja dihanje kalčkov	
1. faza	Izbira raziskovalnega problema – Vpliv slanosti na dihanje kalčkov Študentje so izbrali raziskovalno temo. Zanimalo jih je ali soljenje cest vpliva na razvoj kalčkov.			
2. faza	Predtest - izvedba ankete; vrednotenje grafov – prepoznavanje rezultatov, ki jih prikazuje graf			GK: 4, 5, 6
3. faza	Izvedba vaje na klasičen način z merjenjem porabe kisika.	GK 1, 2, 3, 4, 7, 10, 11, 12, 13,	Izvedba vaje na računalniško podprti način z merjenjem porabe kisika in sproščanja ogljikovega dioksida.	GK 1, 2, 3, 4, 7, 10, 11, 12, 13,
4. faza	Interpretacija rezultatov: Razloži rezultate: - kaj si meril/a - ali si izvedel kaj novega in uporabnega - kako bi razložil razlike med obema krivuljama – rezultatoma obeh meritev Opiši kako se s časom spreminja količina ogljikovega dioksida (CO ₂) v komori s kalčki? Opiši, kako se s časom spreminja količina kisika (O ₂) v komori s kalčki?	GK 1, 3, 4, 6, 7, 10, 12,	Interpretacija rezultatov: Razloži rezultate. - kaj si meril/a - ali si izvedel kaj novega in uporabnega - kako bi razložil razlike med obema krivuljama – rezultatoma obeh meritev Opiši kako se s časom spreminja količina ogljikovega dioksida (CO ₂) v komori s kalčki? Opiši, kako se s časom spreminja količina kisika (O ₂) v komori s kalčki?	GK 1, 3, 4, 6, 7, 10, 12
5. faza	Potest - izvedba ankete; vrednotenje grafov – prepoznavanje rezultatov, ki jih prikazuje graf in ustvarjanje novih grafov	GK: 3, 4	Potest - izvedba ankete; vrednotenje grafov – prepoznavanje rezultatov, ki jih prikazuje graf in ustvarjanje novih grafov	GK: 3, 4

Generične kompetence:

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

Vprašalnik (predtest, potest,), ki so ga učenci reševali za evalvacijo

PRED-TEST

KAJ VEM O DIHANJU ORGANIZMOV Odgovori na vprašanja (možnih je več pravih odgovorov):

I. Kaj je dihanje? Kakšen proces je to?

- 1) Je izmenjava plinov (zraka) med organizmom in okoljem.
- 2) Dihanje imenujemo tudi ventilacija.
- 3) Je izparevanje vodne pare in dušika iz telesa.
- 4) Je izločanje prašnih delcev in strupenih snovi iz organizma.
- 5) Je oksidacijski proces, ki se odvija znotraj živih celic. Pri tem se s pomočjo kisika sprošča energija iz organskih molekul.
- 6) Iz sproščanje kemijske energije iz organskih molekul, pri tem nastaja kisik in voda.
- 7) Proces metabolizma, s katerim organizmi pridobivajo energijo iz organskih molekul.
- 8) Je redukcijski proces, ki se odvija znotraj živih celic. Pri tem se s pomočjo sončne energije cepi voda in nastajajo energetske bogate molekule.
- 9) Jev sproščanje kemijske energije iz organskih molekul, pri tem nastaja ogljikov dioksid in voda.
- 10) Poteka v celičnih organelih: _____

II. Kako dihaajo živali?

- 1) Človek s celo telesno površino.
- 2) Ribe s pljuči.
- 3) Žabji paglavci s škrgami.
- 4) Delfini s škrgami.
- 5) Ptice s pljuči.

III. Ali in kdaj dihaajo rastline?

- 1) NE dihaajo, ker se ne premikaj.
- 2) Dihaajo, saj so živa bitja in pri dihanju tako kot vsi organizmi porabljajo kisik, izdihavajo pa ogljikov dioksid in vodo
- 3) Dihanje je omejeno samo na tiste rastlinske organe, kjer poteka fotosinteza, saj samo tam n. organske molekule.
- 4) NE dihaajo, ker same s pomočjo svetlobe proizvajajo hrano in kisik in za to potrebujejo ogljikovega dioksida iz zraka in hranilnih snovi iz zemlje

- IV. Zrak je sestavljen iz dušika (N_2), kisika (O_2), v manjših količinah pa so prisotni še drugi plini, med njimi tudi ogljikov dioksid (CO_2) in vodna para (H_2O). Predvidevaj kako se bo, če se bo, spremenila sestava zraka, če bi v naše testne komore zaprli hrčka. Predvidevaj kakšna bo sestava zraka v komori, potem, ko bi vanje zaprli hrčka tako, da ob trditvi obkrožiš da, ne ali ne vem.

	Trditev			
1	V komori je več kisika (O_2)	Da	Ne	Ne vem
2	V komori je več ogljikovega dioksida (CO_2)	Da	Ne	Ne vem
3	V komori se spremeni količina dušika (N_2)	Da	Ne	Ne vem

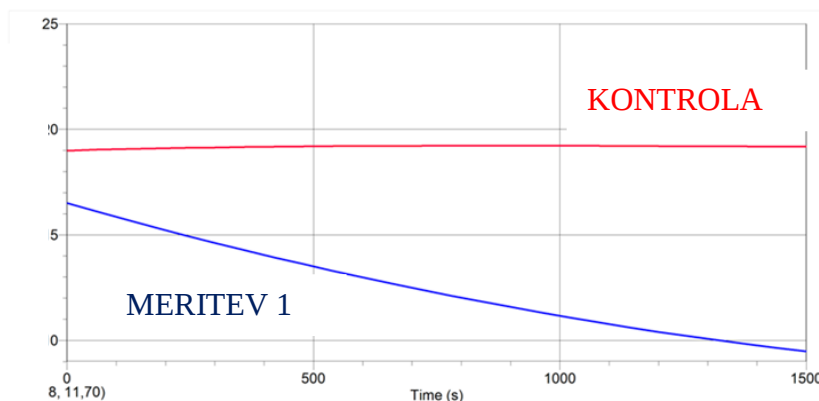


4	V komori se zmanjša količina vodnih hlapov (H_2O), saj ga hrček vso vdihne.	Da	Ne	Ne vem
5	V komori je čisti vodik (H_2)	Da	Ne	Ne vem

- V. Zrak je sestavljen iz dušika (N_2), kisika (O_2), v manjših količinah pa so prisotni še drugi plini, med njimi tudi ogljikov dioksid (CO_2) in vodna para (H_2O). Predvidevajte kako se bo, če se bo, spremenila sestava zraka, če bi v naše testne komore zaprli kaleča semena. Predvidevajte kakšna bo sestava zraka v komori, potem, ko bi vanje zaprli nekatere dele rastlin, kot so na primer cvetovi ali korenine. Obkroži trditev da, ne ali ne vem.

	Trditev			
1	V komori je več kisika (O_2)	Da	Ne	Ne vem
2	V komori je več ogljikovega dioksida (CO_2)	Da	Ne	Ne vem
3	V komori se spremeni količina dušika (N_2)	Da	Ne	Ne vem
4	V komori se zmanjša količina vodnih hlapov (H_2O), saj jo kaleča semena vso porabijo.	Da	Ne	Ne vem
5	V komori je čisti vodik (H_2)	Da	Ne	Ne vem

- VI. Poraba kisika pri dihanju kalečih semen.
Pravkar ste izvedli kontrolno meritev dihanja cvetov in meritev dihanja cvetov (meritev 1). Z grafa odčitajte vrednosti meritev 1. V spodnjo tabelo v čisto desni stolpec vnesite ocene meritev 1.
Prosimo, da ovrednotite rezultate obeh meritev dihanja cvetov.



Vnos meritev 1:

Čas(s)	Vsebnost O_2 (%)
	Meritev 1
0	
200	
400	
600	
1000	
1500	

Ovrednotenje rezultatov obeh meritev:



PO-TEST

KAJ VEM O DIHANJU ORGANIZMOV Odgovori na vprašanja (možnih je več pravih odgovorov):

VII. Kaj je dihanje? Kakšen proces je to?

- 11) Je izmenjava plinov (zraka) med organizmom in okoljem.
- 12) Dihanje imenujemo tudi ventilacija.
- 13) Je izparevanje vodne pare in dušika iz telesa.
- 14) Je izločanje prašnih delcev in strupenih snovi iz organizma.
- 15) Je oksidacijski proces, ki se odvija znotraj živih celic. Pri tem se s pomočjo kisika sprošča energija iz organskih molekul.
- 16) Iz sproščanje kemijske energije iz organskih molekul, pri tem nastaja kisik in voda.
- 17) Proces metabolizma, s katerim organizmi pridobivajo energijo iz organskih molekul.
- 18) Je redukcijski proces, ki se odvija znotraj živih celic. Pri tem se s pomočjo sončne energije cepi voda in nastajajo energetske bogate molekule.
- 19) Jev sproščanje kemijske energije iz organskih molekul, pri tem nastaja ogljikov dioksid in voda.
- 20) Poteka v celičnih organelih: _____

VIII. Kako dihaajo živali?

- 6) Človek s celo telesno površino.
- 7) Ribe s pljuči.
- 8) Žabji paglavci s škrgami.
- 9) Delfini s škrgami.
- 10) Ptice s pljuči.

IX. Ali in kdaj dihaajo rastline?

- 5) NE dihaajo, ker se ne premikaj.
- 6) Dihaajo, saj so živa bitja in pri dihanju tako kot vsi organizmi porabljajo kisik, izdihavajo pa ogljikov dioksid in vodo
- 7) Dihanje je omejeno samo na tiste rastlinske organe, kjer poteka fotosinteza, saj samo tam r. organske molekule.
- 8) NE dihaajo, ker same s pomočjo svetlobe proizvajajo hrano in kisik in za to potrebujejo ogljikovega dioksida iz zraka in hranilnih snovi iz zemlje

- X. Zrak je sestavljen iz dušika (N_2), kisika (O_2), v manjših količinah pa so prisotni še drugi plini, med njimi tudi ogljikov dioksid (CO_2) in vodna para (H_2O). Predvidevaj kako se bo, če se bo, spremenila sestava zraka, če bi v naše testne komore zaprli hrčka. Predvidevaj kakšna bo sestava zraka v komori, potem, ko bi vanje zaprli hrčka tako, da ob trditvi obkrožiš da, ne ali ne vem.

	Trditev			
1	V komori je več kisika (O_2)	Da	Ne	Ne vem
2	V komori je več ogljikovega dioksida (CO_2)	Da	Ne	Ne vem
3	V komori se spremeni količina dušika (N_2)	Da	Ne	Ne vem
4	V komori se zmanjša količina vodnih hlapov (H_2O), saj ga hrček vso vdihne.	Da	Ne	Ne vem
5	V komori je čisti vodik (H_2)	Da	Ne	Ne vem

- XI. Zrak je sestavljen iz dušika (N_2), kisika (O_2), v manjših količinah pa so prisotni še drugi plini, med njimi tudi ogljikov dioksid (CO_2) in vodna para (H_2O). Predvidevaj kako se bo, če se bo, spremenila sestava zraka, če bi v naše testne komore zaprli kaleča semena. Predvidevaj kakšna bo sestava zraka v komori, potem, ko bi vanje zaprli nekatere dele



rastlin, kot so na primer cvetovi ali korenine. Obkroži trditev da, ne ali ne vem.

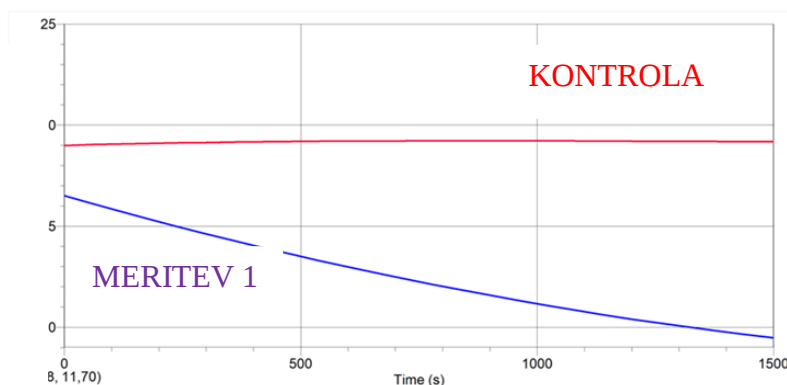
	Trditev			
1	V komori je več kisika (O_2)	Da	Ne	Ne vem
2	V komori je več ogljikovega dioksida (CO_2)	Da	Ne	Ne vem
3	V komori se spremeni količina dušika (N_2)	Da	Ne	Ne vem
4	V komori se zmanjša količina vodnih hlapov (H_2O), saj jo kaleča semena vso porabijo .	Da	Ne	Ne vem
5	V komori je čisti vodik (H_2)	Da	Ne	Ne vem

- XII. Poraba kisika pri dihanju cvetov regrata. Pravkar ste izvedli kontrolno meritev dihanja cvetov in meritev dihanja cvetov (meritev 1). Z grafa odčitajte vrednosti meritev 1. V spodnjo tabelo v čisto desni stolpec vnesite ocene meritev 1. Izvedli ste še naslednjo meritev (meritev 2). Rezultati meritve 2 so zbrani v spodnji tabeli. V graf, ki prikazuje rezultate meritve 1 vrišite meritve 2 in ovrednotite rezultate obeh meritev dihanja cvetov.

Rezultati meritev 2 in vnos meritev 1:
rezultatov obeh meritev:

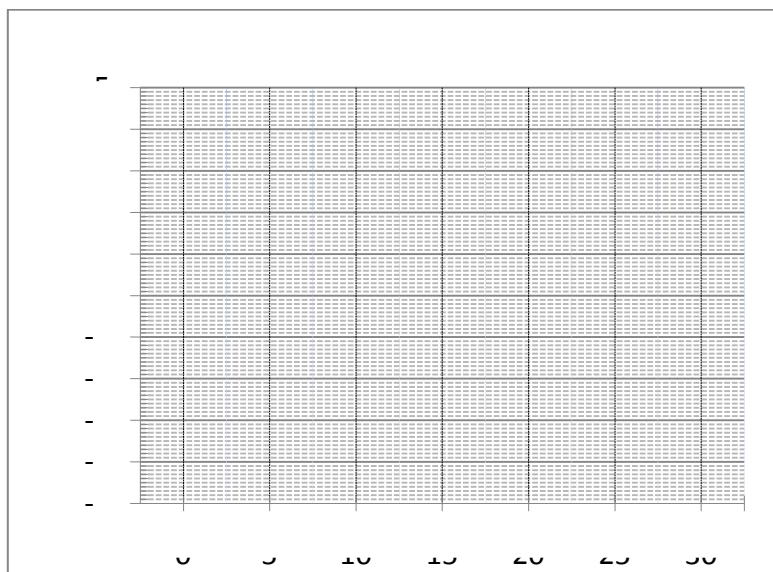
Ovrednotenje

Čas(s)	Vsebnost O_2 (%)	
	Meritev 2	Meritev 1
0	17	
200	16	
400	15,5	
600	15	
1000	13,5	
1500	12	



- XIII. Na sliki je prerez mlade veje l anikami širine 5, 6, 8, 7, 9, 4, 5, 6, 7 mm. Kakšen bo prirastek ko bo deblo staro 30 let. Nariši graf 30 letne prirasti! Dodaj oznake

Graf:



Ovrednotenje rezultatov:

Ugotovitev avtorjev in evalvatorja:

Vaje smo izvedli tako, da smo študente najprej spomnili na to, kaj je dihanje, kaj se porablja in kaj nastaja. Omenili smo samo kisik, ogljikov dioksid ter sproščanje energije. Vse ostalo smo preverjali s pred-testom in po-testom. Zbrane podatke smo računalniško obdelali s statističnim programom SPSS® 17.0. Iz nabora deskriptivne statistike smo izračunali aritmetično sredino (M) ter standardni odklon (SD) odgovorov. Za primerjavo vpliva metode na naravoslovno pismenost dijakov smo uporabili Chi²-test in Cohenov d (Thompson, 2007), ki smo ga izračunavali s programom Effect size calculator (<http://www.uccs.edu/~faculty/lbecker/>). Pri čemer je vrednosti Cohenovega d: $d > 0,2$ = mali učinek (vpliv); $d > 0,5$ = srednji učinek (vpliv); $d > 0,8$ = velik učinek (vpliv).

Znanje:

Učenci v splošnem vedo kaj je dihanje. Ločijo celično dihanje od dihanja kot izmenjava plinov (zraka) med organizmom in okoljem. Vedo da gre pri celičnem dihanju za sproščanje kemijske energije iz organskih molekul, pri tem nastaja kisik in voda, in da gre za proces metabolizma, s katerim organizmi pridobivajo energijo iz organskih molekul. Malo manj pa vedo, da gre za oksidacijski proces, ki se odvija znotraj živih celic. Pri tem se s pomočjo kisika sprošča energija iz organskih molekul, ter da poteka v mitohondrijih. Vaje so to znanje še utrdile in poglobile, saj v po-testu izberejo značilno ($p=0,000$) več pravih odgovorov. Velika večina jih ve, kako diha dvoživke in kako ptice. Ko jih vprašamo ali in kdaj dihaajo rastline jih v pred-testu samo 37 od 68 odgovori, da rastline dihaajo, saj so živa bitja in pri dihanju tako kot vsi organizmi porabljajo kisik, izdihavajo pa ogljikov dioksid in vodo, delež pa se v



po-testu značilno ($p = 0,005$) poveča, saj pravilno odgovori 52 od 69 študentov.

Ko morajo predvideti, kako se bo, če se bo, spremenila sestava zraka, če bi v naše testne komore zaprli hrčka ali kaleča semena, predvidevajo, da je v komori več kisika več ogljikovega dioksida (CO_2), se spremeni količina dušika (N_2), se zmanjša količina vodnih hlapov (H_2O), v komori je čisti vodik H_2 in izbirajo med trditvami da, ne, ne vem. Po izvedbi vaje je več pravilnih odgovorov in manj odgovorov ne vem.

Vrednotenje grafov:

V **pred-testu** med študenti, ki so kasneje izvajali vajo dihanje kalčkov na klasičen ali računalniško podprt način nismo opazili večjih razlik v vrednotenju grafov (rezultati niso prikazani).

V **po-testu** večinoma nismo opazili razlik (H_i^2 -test) v prepoznavanju in ustvarjanju grafov. Preverjali smo dvoje: prepoznavanje rezultatov meritev z grafa in načrtovanje grafov. Opazili smo samo dve s značilni razliki, in sicer so študentje, ki so izvedli računalniško podprto vajo pri prepoznavanju rezultatov meritev iz grafa značilno bolje označili krivuljo kot tisti, ki so vajo izvedli na klasičen način ($H_i^2 = 7,883$, $df = 2$; $p = 0,019$), študentje, ki so izvedli vajo klasično pa so značilno pogostejše obrnili odvisno in neodvisno spremenljivko ($H_i^2 = 4,398$, $df = 1$, $p = 0,36$).

Tabela 1: Napredek v znanju in vrednotenju grafov pri klasični in računalniško podprti vaji Dihanje kalčkov Za prikazovanje razlik smo uporabili smo Cohenov d test

	Povprečno število pravih odgovorov (M)		Cohenov d
PRED-TEST	KL	RPL	
Kaj je dihanje?	2,24	2,23	0,01
Kako dihamo živali?	1,37	1,32	0,12
Kako dihamo rastline?	0,61	0,52	0,16
Vrednotenje grafov - prepoznavanje			
Odčitavanje prikazanih vrednosti	2,42	2,26	0,32
Ovrednotenje grafično prikazanih rezultatov	0,87	1,19	0,32
PO-TEST	KL	RPL	
Kaj je dihanje?	2,00	2,45	0,46
Kako dihamo živali?	1,45	1,26	0,34
Kako dihamo rastline?	0,84	0,65	0,44
Vrednotenje grafov - prepoznavanje			
Risanje grafov	2,16	2,16	0,00
Odčitavanje prikazanih vrednosti	2,55	2,52	0,04
Vrednotenje grafično prikazanih rezultatov	1,34	1,26	0,06



Vrednotenje grafov – ustvarjanje novega grafa			
Risanje grafov	1,87	1,97	0,10
Ustvarjanje legende	1,21	0,90	0,38
Vrednotenje grafično prikazanih rezultatov	2,00	1,58	0,37

KL=klasična izvedba; RPL= računalniško podprta

Stališča:

Učenci z velikim veseljem izpeljejo oba načina izvedbe eksperimentov.

Računalniško podprta izvedb vaje:

Izvedba računalniško podprte vaje zahteva manj časa kot klasična izvedba, rezultati so zelo nazorni, in eksperiment bi lahko tekel tudi daljši čas. Slabost te izvedbe je, da je potrebno rezultate prenašati na ključ ali jih natisniti. Šele nato jih je mogoče vključiti v poročilo in jih ovrednotiti. Mi smo se temu izognili tako, da so naši študentje rezultate z ekrana še v času vaj prepisali v svoja poročila o izvedbi vaje, saj se nam je zdel prenos podatkov s ključi ali preko interneta po naših predhodnih izkušnjah manj primeren. Na ta način so lahko študentje ovrednotili rezultate na vajah, ko so bili vtisi in neposredna izkušnja še sveži. To tudi toplo priporočamo vsem tistim, ki bi želeli na tak način izvajati računalniško podprte vaje!

Klasična izvedba:

Zahteva več časa, učenci postopno vrisujejo rezultate meritev graf nastaja sproti pred našimi očmi. Rezultate skupaj vrisujemo na graf na tabli in ga skupaj ovrednotimo.

Spretnosti in veščine:

Računalniško podprta izvedb vaje: Izvedba računalniško podprte vaje je odgovorna, učenci so spretni, obvladujejo računalnik, čeprav v tako kratkem času ne obvladajo programa. Meritve izpeljejo hitreje, kot pri klasični vaji, saj nimajo težav z postavitvijo sistema, ki je pri računalniško podprti vaji enostavnejši in preglednejši.

Klasična izvedba laboratorijske vaje: učenci se trudijo, vendar jim je potrebno pri manometru tudi izdatno pomagati. Meritve niso tako hitre, saj nastopajo težave povezane s sestavljanjem priprave. Meritve se zato zavlečejo. Grafi meritev nastajajo sproti in so zato preglednejši.

Morebitni predlog avtorja za dopolnitev/izboljšavo gradiva

Računalniško podprta vaja zahteva zelo pazljivo načrtovanje. Predlagamo takojšnje tiskanje rezultatov, dokler se učenci še spomnijo kaj so sploh delali in merili. Na ta način vrednotenje rezultatov ne bo nič slabše – oziroma bo še boljše kot pri klasični izvedbi.



V eni od prejšnjih izvedb planirali vrednotenje rezultatov naslednji učni uri. To se je izkazalo kot napaka, saj je bilo vrednotenje zelo pomanjkljivo. Zato smo v naši izvedbi v obeh primerih klasičnem in računalniško podprti izvedbi rezultate vrednotili takoj, ko učenci še vedo kaj so delali. Vrednotenje rezultatov je bilo v tem primeru nekako ponavljanje. Prav zaradi takojšnje obdelave tudi nismo opazili nobenih značilnih razlik med obema izvedbama, še več, v nekaterih pogledih se je računalniško podprta izvedba izkazala za uspešnejšo!

Literatura:

1. Thompson, B. (2007) Effect sizes, confidences intervals, and confidence intervals for effect sizes. *Psycchikigy in the schools*, 44, št. 5, str. 423-432).



Avtor(ja) gradiva:

Miro Puhek¹, dr. Andrej Šorgo²

Institucija:

¹ Sinergise d.o.o., ² Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Evalvator:

mag. Katja Stopar¹, Neda Golmajer²

Institucija:

Šolski center Ravne na Koroškem¹, OŠ F. S. Finžgarja Lesce²

Simulacija difuzija elektrolitov (evalvacija gradiva – 2. del)

Strategija (metoda):

- uvajanje v novo učno uro (priprava).

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole):

- dijaki 1. letnika splošne gimnazije.

Kompetence, ki se razvijajo:

- naravoslovno matematične.

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	
spodobnost zbiranja informacij	
spodobnost analize in organizacija informacij	x
spodobnost interpretacije	x
spodobnost sinteze zaključkov	x
spodobnost učenja in reševanja problemov	x
prenos teorije v prakso	x
uporaba matematičnih idej in tehnik	
prilagajanje novim situacijam	x
skrb za kakovost	
spodobnost samostojnega in timskega dela	
organiziranje in načrtovanje dela	
verbalna in pisna komunikacija	x
medosebna interakcija	x
varnost	
Predmetno-specifične kompetence	
opazovanje kot temeljna spoznavna metoda	x
Dodatne kompetence	
delo z računalnikom	x



Umestitev v učni načrt/ Nova vsebina:

Simulacija Difuzija elektrolitov je v prvi meri razvita kot sredstvo za pripravo na novo učno uro ali za ponavljanje že utrjene snovi. V računalniški učilnici bi jo lahko uporabili tudi kot samostojno vajo, vendar le v primeru, ko klasične laboratorijske vaje zaradi različnih razlogov ne moremo izvesti. Po učnih načrtih za osnovno in srednjo šolo bi jo lahko izvajali:

- pri predmetu Biologija v 9. razredu (OŠ) pri učni temi »Celice – tkiva – organi«, kjer znajo učenci povezati med zgradbo in delovanjem celice,
- pri predmetu Biologija v srednji šoli pri učni temi »Zgradba in delovanje celice«, kjer se dijaki seznanijo z zgradbo in delovanjem rastlinskih in živalskih celic,
- pri predmetu Biologija v srednji šoli pri učni temi »Zgradba in delovanje organizmov«, kjer v enoti »Temeljne lastnosti živega« dijaki razumejo interakcijo organizmov z zunanjim okoljem.

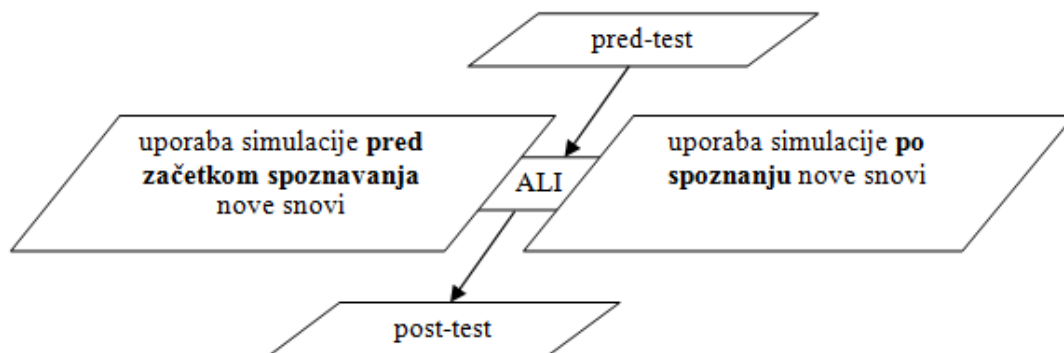
Načrt in izvedba gradiva

Difuzija v biologiji predstavlja izjemno pomemben pojav, saj omogoča ključen način transporta snovi v celicah. Gre za pasivno gibanje molekul ali ionov iz območja z visoko koncentracijo na območje z nižjo koncentracijo (Patlak in Watters, 1999), kjer se molekule topljenca brezsilno porazdelijo po topilu (običajno vodi). Ker pri pojavu ne gre za delovanje zunanjih sil ali kemijskih reakcij, temveč za turbulentno gibanje tekočin pri čemer se ne porablja energija, se je pri biologiji uveljavil izraz pasivni transport snovi. Enostaven primer razporejanja molekul s pomočjo difuzije lahko opazujemo na primeru dima, ki se samodejno razširja po zraku. Primer takšnega pasivnega transporta je še gibanje molekul kisika in ogljikovega dioksida med krvjo in celicami v pljučnih kapilarah.

Ker pojav poteka na molekularni ravni, si ga učenci s težavo predstavljajo, zaradi česar lahko pride do napačnih predstav (Zuckerman, 1994; Sanger et al., 2001; Won et al., 2007). Napačne predstave je pogosto zelo težko odpraviti, zato te vsebine ne predstavljajo težav le učencem, temveč so trd oreh tudi za učitelje, ki jih morajo razložiti na učencem razumljiv način (Lazarowitz in Lieb, 2005). Z razvojem multimedije je bilo izdelanih več primerov animacij in drugih multimedijskih vsebin (npr. http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072495855/student_view0/chapter2/animation__how_diffusion_works.html), ki povečini približajo proces in učencem omogočajo le pasivno opazovanje. V želji po večji aktivnosti smo v povezavi z računalniško podprtim laboratorijem izdelali simulacijo Difuzija elektrolitov.

Simulacija je namenjena pripravi na spoznavanje nove učne vsebine ali kot utrjevanje pravkar pridobljene vsebine. Z evalvacijo smo ugotovili, da je manj

oz. neprimerna za izvedbo kot samostojno laboratorijsko delo, saj učencem snov le približa, kar je brez dodatne razlage premalo za razumevanje difuzije. Preizkus simulacije je bil v začetku načrtovan kot preverjanje učinkovitosti glede na čas uporabe simulacije (slika 1), vendar smo izvedli testiranje le kot uporabo simulacije pri pripravi na novo vsebino.



Slika 1: Potek ure in preverjanje učinkovitosti simulacije Difuzija elektrolitov s pred in post-testom.

Vodilna učna metoda:

- metoda praktičnih del in metoda dela s tekstom.

Spremljevalne metode:

- metoda ponavljanja, metoda demonstracije, metoda razgovora, metoda razlage.

Vzgojno-izobraževalne oblike:

- frontalni pouk, samostojno delo.

Evalvacija gradiva

V evalvaciji je sodelovalo 15 učencev 8. razreda osnovne šole in 21 dijakov 1. letnika splošne gimnazije (skupaj 36). Vsi evalvatorji so simulacijo uporabil za pripravo na spoznavanje nove učne snovi. Evalvacijo smo izvedli s pomočjo pred in post-testa ter vprašalnika o stališčih glede uporabe virtualnih gradiv. Učenci in dijaki so pred uporabo simulacije rešili pred-test in po uporabi še enak post-test, s čemer smo želeli preveriti morebitno razliko med znanjem pridobljenim s pomočjo simulacije. Glavni namen je bil ugotoviti najboljši način uporabe simulacije, torej pred začetkom ure (priprava) ali pa na koncu ure (ponovitev snovi). Za konec so učenci in dijaki podali še svoja stališča glede dela s simulacijo in splošnega stališča glede uporabe virtualnih gradiv. Podatke smo obdelali s pomočjo statističnega paketa PASW Statistics 18.

Vprašalnik – Pred in post-test z odgovori

Simulacija uporabljena kot (obkroži učitelj):
- priprava na novo snov (pred uro),
- ponavljanje že naučene snovi (po uri).

Pred-test ali post-test (ustrezno označi)

1. Pripravljáš si listnato solato, tako da liste solate narežeš na kose in jih spereš s kratkotrajnim namakanjem v vodi. Obkroži sliko priprave solate, kjer se bo ohranilo za nas največ koristnih snovi.



2. Pojasni odgovor iz naloge 1.

Zaradi manjše površine kosov bo v vodo difundiralo manj elektrolitov, kot če je solata narezana na manjše kose.

3. Temperatura je eden izmed dejavnikov, ki ima zelo velik vpliv na organizme. Biolog Bergaman je postavil pravilo, ki določa, da se z nižanjem povprečne temperature okolja povečuje telesna velikost »toplokrvnih« živali. Z znakom (<, > ali =) ovrednoti razliko med obema organizmoma za vsako izmed podanih lastnosti.

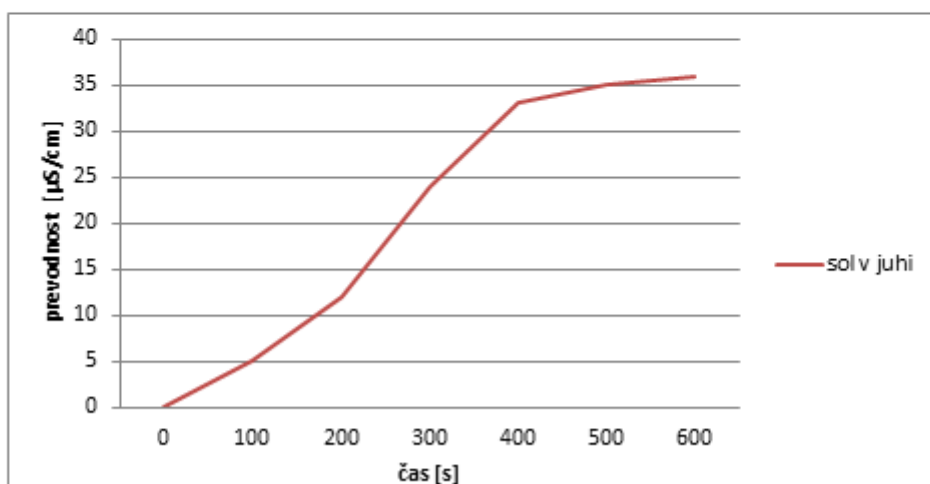
	polarni medved	miš
		
volumen živali		>
površina živali glede na volumen		<
izgubljanje toplote		<

4. Pojasni odgovore iz naloge 3.

V primerjavi z medvedom ima miš kljub manjšemu volumnu telesa večjo površino telesa, zato tudi oddaja/izgublja več toplote.

5. Prikazana je tabela meritev vsebnosti soli v nedeljski juhi. S pomočjo tabele izdelaj graf prevodnosti v odvisnosti od časa.

čas [s]	prevodnost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
100	5
200	12
300	24
400	33
500	35
600	36



Grafikon 1. Prikaz prevodnosti soli v odvisnosti od časa.

Analiza pred in post-testa

Namen pred in post-testa je bil ugotoviti ali uporaba simulacij pripomore k dvigu znanja. Učenci in dijaki so morali rešiti test pred in po uri, kar se je nekaterim zdelo nesmiselno. Veliko odgovorov je namreč nakazovalo, da se v naslednjem primeru sploh niso potrudili z odgovorom, temveč so le označili, da je odgovor enak kot prej. Post-test bi bilo zato bolje izvesti po določenem časovnem obdobju (npr. 1 teden) ali pa kot so predlagali že drugi evalvatorji, da bi ga izvedli v drugačni obliki (npr. sprotne preverjanje, intervju). Tako bi bili odgovori bolj spontani, saj se učenci in dijaki ne bi zavedali ponovnega testiranja.

Želeli smo tudi ugotoviti najbolj smotrno uporabo simulacije (začetek ali konec ure), vendar zaradi premalo podatkov tega še ne moremo določiti. V prihodnje bi dijake ločili po spolu in izvedli primerjavo med uspehom fantov in deklet. Zanimiva bi bila še razvrstitev učencev po uspehu, da bi lahko potrdili ugoden vpliv simulacije pri določenem znanju učencev.

Vsa evalvacijska vprašanja so se navezovala na življenjske procese, ki nas obdajajo, da bi pri učencih in dijakih spodbudili povezavo med iskanjem znanosti izven šolskih klopi. Nekatera vprašanja pred in post-testa so bila zato zanje prezahtevna (npr. nalogi 3 in 4 – Bergmanovo pravilo), kar smo ugotovili s slabšimi ocenami pri teh nalogah. Njihov namen je bilo beleženje povezovanja učne snovi s problemi iz narave.

Skupna ocena ter primerjava med pred in post-testom

Vse naloge iz evalvacijskih vprašalnikov (razen naloge 3) smo točkovali na enak način:

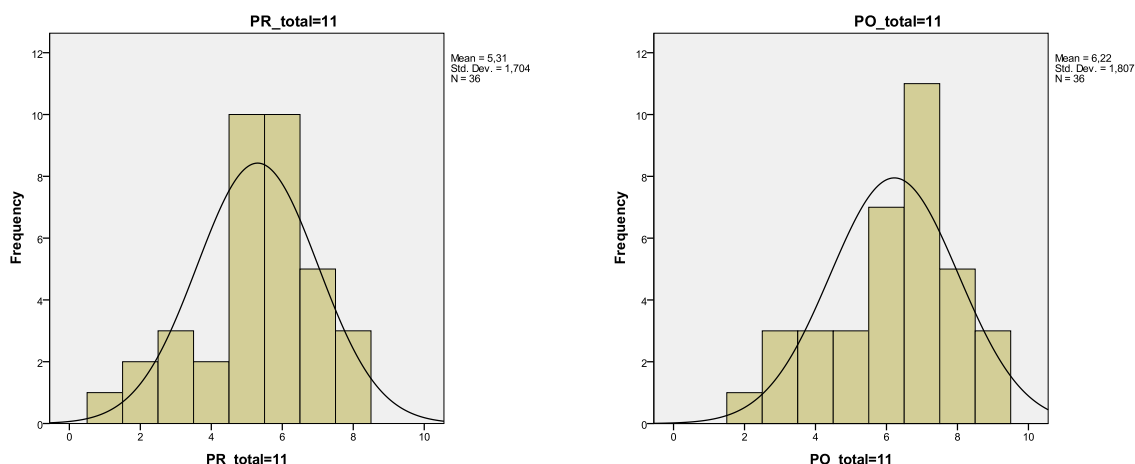
- 0 točk – napačen odgovor,
- 1 točka – deloma pravilen oz. površen odgovor,
- 2 točki – pravilen odgovor.

Pri nalogi 3 je bilo vsako pravilno rešeno podvprašanje vredno 1 točko. Tako je bila naloga 3 skupaj vredna 3 točke. Točke pred-testa in posebej post-testa smo sešteli (vseh možnih točk 11) in vprašalnike ocenili. Za pred in post-test smo nato posamezno izvedli opisno statistiko (tabela 1) med vsemi vprašanji in skupnim številom točk. Iz tabele 2 lahko razberemo, da so se dosežene ocene bistveno spremenile, so pa dijaki praviloma dosegli več točk (dvig aritmetične sredine točk za posamezno oceno). Razliko med aritmetičnima sredinama glede na število doseženih točk prikazuje slika 2.

Tabela 2: Porazdelitve učencev in dijakov po letniku/razredu glede na ocene pred in post-testov in aritmetična sredina doseženih točk s standardnim odklonom za 36 učencev in dijakov (N).

Skupno število vseh možnih točk je 11.

		PRED-TEST			POST-TEST		
letnik, razred	ocena	aritmetična sredina	std. odklon	N	aritmetična sredina	std. odklon	N
1	1	3,67	1,23	9	3,88	1,13	8
	2	6,00	0,00	5	6,00	0,00	3
	3	7,00	0,00	5	7,00	0,00	8
	4	8,00	0,00	2	9,00	0,00	2
	skupaj	5,43	1,83	21	5,86	1,88	21
8	1	4,33	1,41	9	3,50	0,71	2
	2	6,00	0,00	5	6,00	0,00	4
	3	8,00	/	1	7,62	0,52	8
	4	/	/	/	9,00	/	1
	skupaj	5,13	1,55	15	6,73	1,63	15
vsi	1	4,00	1,33	18	3,80	1,03	10
	2	6,00	0,00	10	6,00	0,00	7
	3	7,17	0,41	6	7,31	0,48	16
	4	8,00	0,00	2	9,00	0,00	3
	skupaj	5,31	1,70	36	6,22	1,81	36



Slika 2: Razporeditev doseženih točk na pred-testu (levo) in post-testu (desno) s krivuljo, ki prikazuje aritmetično sredino doseženih točk. Aritmetična sredina doseženih točk na pred-testu je 5,31 (št. odklon 1,7), na post-testu pa 6,22 (št. odklon 1,81). N=36.

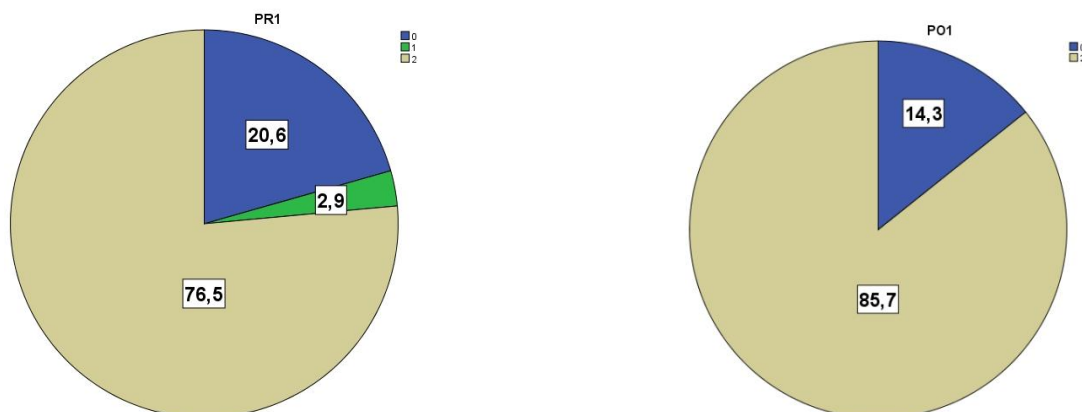
Zaradi neenakomerne porazdeljenosti podatkov (Kolmogorov-Smirnov test) smo izvedli še test za ugotavljanje značilnih razlik med dvema povprečnima vrednostma za odvisna vzorca (Wilcoxon Signed Ranks Test), ki je pokazal statistično značilne razlike ($p < 0,05$) med pred in post-testom za nalogo 2, nalogo 5 in skupno število doseženih točk (Tabela 3). Iz tega lahko sklepamo, da so učenci v primerjavi z dijaki pridobili predvsem pri teh dve nalogah in tako izboljšali skupno število doseženih točk.

Tabela 3: Primerjava nalog iz pred (PR) in post-testa (PO) za 36 učencev in dijakov po uporabi simulacije Difuzija elektrolitov. Statistična značilnost: $p < 0,05$.

	PO1 - PR1	PO2 - PR2	PO31 - PR31	PO32 - PR32	PO33 - PR33	PO4 - PR4	PO5 - PR5	PO_total=11 - PR_total=11
Z	-0,77	-2,27	0,00	-0,82	-1,00	-0,56	-2,00	-2,7
p	0,44	0,02	1,00	0,41	0,31	0,56	0,05	0,01

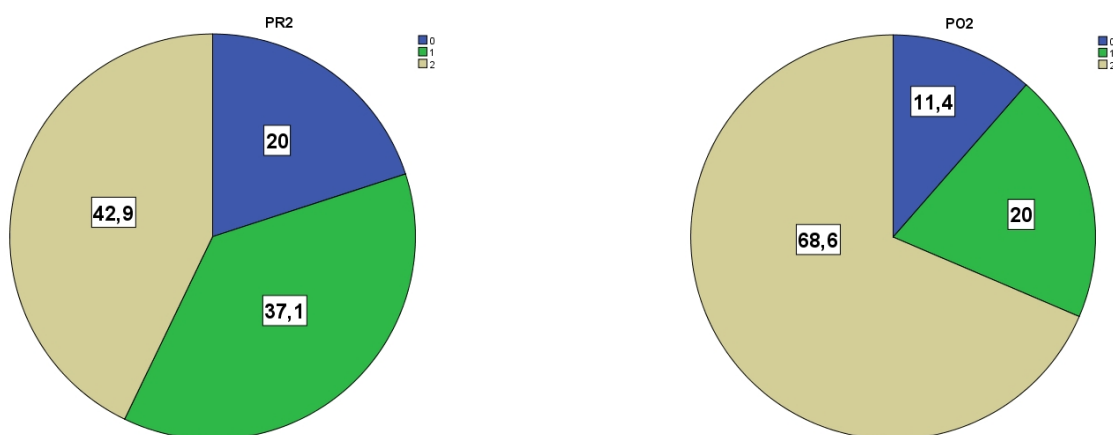
Primerjava rezultatov pred in post-testa po posameznih nalogah

V nalogi 1 so morali učenci in dijaki razbrati podatke iz slike in povezati znanje o različno veliki površini na hitrost difuzije. Z nalogo niso imeli večjih težav (slika 3), smo pa pri večini primerov pri obeh testih zabeležili enaki sliki – torej oba odgovora pravilna ali napačna.



Slika 3: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 1 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne in modra napačne odgovore.

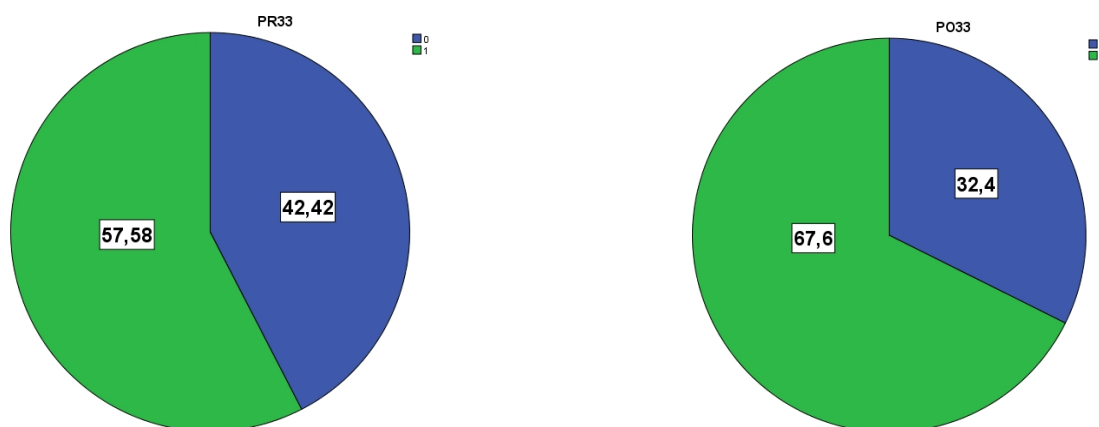
Pri nalogi 2 smo želeli preveriti dejansko razumevanje izbranega odgovora iz prve naloge (slika 4). Pokazalo se je, da v pred-testu učenci in dijaki v večini primerov (37,1 %) niso bili sposobni v celoti pojasniti svojega odgovora ali pa je bil ta povsem napačen (20 %). Po uporabi simulacije je bilo pravilnih odgovorov občutno več. Iz te naloge lahko sklepamo, da je simulacija pripomogla k približevanju poteka difuzije v odvisnosti od površine in razjasnitvi problema. Pri nalogi se je pokazala tudi statistično značilna razlika med odgovori iz pred in post-testa ($p < 0,02$ iz Tabele 3).



Slika 4: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 2 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

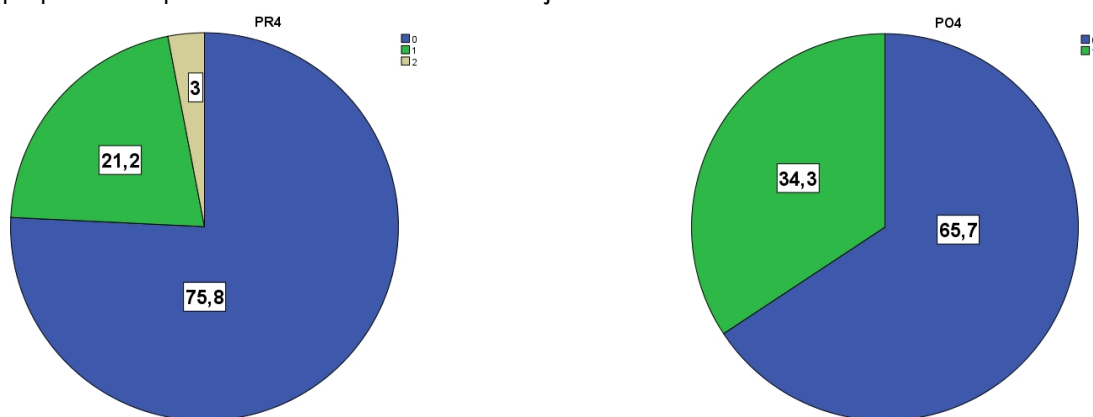
Naloga 3 je bila sestavljena iz treh delov, ki so bili vredni vsak po 1 točko. Medtem ko več kot 80 % dijakov ni imelo večjih težav določiti, da ima severni medved večji volumen kot miš, so pri tem učenci osnovne šole naleteli na težave. Drug del naloge, kjer so vprašani morali ovrednotiti površino živali glede na volumen, sta obe starostni skupini po večini ugibali. Glede na podatke iz naloge 4 (nerazumevanje problema) je zanimiv podatek, da je pri

obeh testih 57 oz. 67 % vprašanih pravilno ugotovilo, da miš izgublja več toplote kot medved (slika 5).



Slika 5: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 3 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Zelena barva predstavlja pravilne, modra pa napačne odgovore.

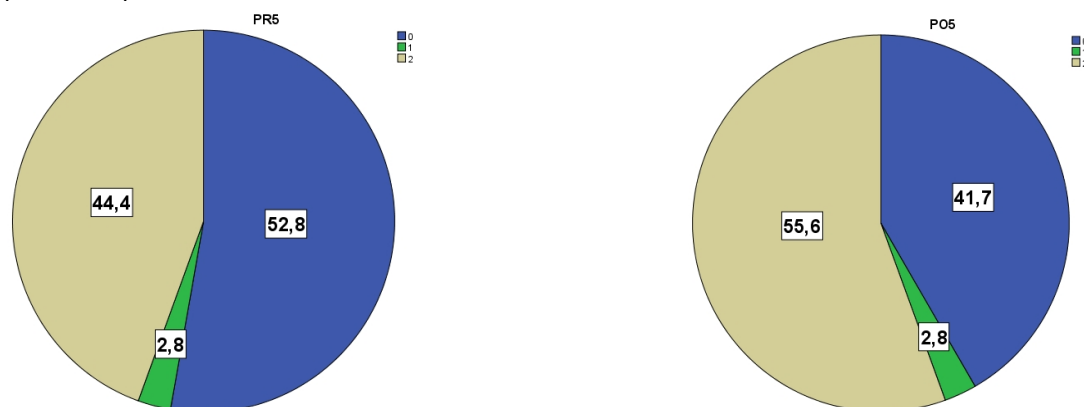
Naloga 4 je zahtevala pojasnilo odgovora iz naloge 3. Potrdila je našo domnevo, da je Bergmanovo pravilo za učence in dijake nižjih letnikov preveč abstraktno, da bi ga razumeli (slika 6). Povsem namenoma smo namreč zastavili težje razumljivo vprašanje, ki ga dijaki praviloma spoznajo v kasnejših letnikih oz. celo na fakulteti (na bioloških študijskih smereh). Sicer je nekaj vprašanih po uporabi simulacije začelo vsaj z razmišljanjem v pravo smer, vendar je odstotek pravih odgovorov premajhen, da bi lahko pripisovali pozitiven učinek simulaciji.



Slika 6: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 4 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

S pomočjo naloge 5 smo želeli ugotoviti ali simulacija vpliva na sposobnost risanja grafov (slika 7). Učenci in dijaki so sicer spreminjali različne parametre in opazovali spremembe na grafu, vendar jim le-tega pri uporabi simulacije ni bilo potrebno narisati. Najpogostejša napaka pri tej nalogi je bila, da so narisali graf časa v odvisnosti od prevodnosti, torej da so zamenjali ordinatno in abscisno os. V veliko primerih smo (pri obeh skupinah) opazili povsem

enaka grafa ali pa celo pojasnilo, da je graf enak in ga ne bodo ponovno narisali. Kljub temu so se rešitve naloge statistično značilno razlikovale med pred in post-testom.



Slika 7: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 5 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

Komentar evalvatorjev

Po uporabi gradiv v šolski praksi so evalvatorji podali svoja opažanja. Največje pomisleke so zabeležili pri težavnosti nalog in pri izrazoslovju v gradivih, saj so pri reševanju pred in post-testov nekateri učenci ter dijaki tožili zaradi težavnosti. Nereševanje nekaterih nalog bi zato lahko pripisali tudi nerazumevanju vsebin. Učenci in dijaki so naleteli na težave tudi pri prebiranju gradiv. Tekst je vseboval veliko novih izrazov (osmoza, toničnost, izotonično, hipotonično in hipertonično, osmotski tlak, plazmoliza, osmoregulacija), zato so morali biti ves čas branja zelo skoncentrirani. Pri naslednjih verzijah bi bilo smiselno dodatno razložiti pojme oz. jih bolje prilagoditi starostni stopnji učencev. Evalvatorji so opazili še težave nekaterih učencev z operiranjem s simulacijo. Zaradi omenjenih razlogov je bilo nujno posredovanje učitelja in njegovo usmerjanje, saj brez dodatnih razlag reševanje ne bi bilo uspešno.

Evalvatorji so omenili še pomembnost povezovanja znanja med šolsko vsebino in življenjsko prakso. Pogosto imajo učenci ter dijaki težave s transferjem znanja in z uporabo strokovne razlage pojavov, ki jih srečujejo v vsakdanjem življenju. Življenjske teme pogosto omogočajo tudi večjo možnost medpredmetnega povezovanja (izdelana gradiva npr. gospodinjstvo v osnovnih šolah).

Uporaba simulacije je pripomogla k hitrejši izvedbi eksperimentov, saj ni bilo potrebno izgubljati časa s pripravo in potekom (npr. risanje grafov). Simulacija je prispevala tudi k popestitvi pouka, zato bi jo bilo smiselno izvesti kot občasno dopolnilo in predvsem kot samostojen kratkotrajni eksperiment.

Vprašalnik – virtualna gradiva

1.1 Ti je bilo delo s simulacijo zanimivo? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)

a) da b) ne c) nisem prepričan/-a



1.2 Odgovor pojasni.

2. Ste simulacije (ali druga virtualna gradiva) uporabljali že pri katerem predmetu? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)

- a) da. Pri predmetu: _____.
- b) ne
- c) nisem prepričan/-a

3.1 Je uporaba simulacije težka? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)

- a) da b) ne c) nisem prepričan/-a

3.2 Odgovor pojasni.

4. Spodaj je navedenih nekaj trditev, ki se navezujejo na uporabo virtualnih gradiv pri pouku. (Označi trditev, ki se najbolj sklada s tvojim mnenjem.)

	NE se ZELO	stiniam se NE	en neodloč	stiniam se	stiniam se ZELO
Virtualne vsebine so uporabne kot priprava na pouk.					
Virtualne vsebine nikakor ne morejo nadomestiti pravega laboratorijskega ali terenskega dela.					
Virtualna učna gradiva so samo še ena možnost, ki učencem omogoča "igranje" namesto učenja.					
Gradiva morajo biti obvezno v slovenskem jeziku.					
Zanimivo bi bilo sodelovati pri razvoju virtualnih učnih gradiv.					
Delo s simulacijo je pripomoglo k večjemu razumevanju snovi.					
Simulacija bi bila zelo koristna pri pripravi na izpit.					
Ob uporabi simulacije sem se dolgočasil/-a.					

5.1 Zapiši prednosti uporabe virtualnih gradiv pri pouku.

--



5.2 Zapiši slabosti uporabe virtualnih gradiv pri pouku.

- 6 V tabeli je zapisanih nekaj krajev, kjer se običajno izvaja pouk. (Kraje ovrednoti s števili od 1 do 5. Najljubši kraj označi s 5, naslednjega s 4, 3, 2 in najmanj priljubljenega z 1).

KRAJ	OCENA
razred	
teren	
laboratorij	
računalnik (virtualno delo)	
doma	

- 7 Na koncu ti dajem možnost, da se preleviš v programerja in opišeš morebitne pomanjkljivosti, ki si jih zaznal/-a in bi jih v simulaciji spremenil/-a?

Analiza vprašalnika o uporabi virtualnih gradiv

Vprašalnik o stališčih glede uporabe virtualnih gradiv bi lahko razdelili na dva dela. Prvi del je vezan na delo s simulacijo, medtem ko nas je v drugem delu zanimalo splošno mnenje o uporabi virtualnih gradiv pri učencih in dijakih. Vprašalnik je rešilo 15 učencev 8. razreda osnovne šole in 21 dijakov 1. letnika splošne gimnazije (skupaj 36).

- Zanimivost simulacije Difuzija elektrolitov

Približno dve tretjini učencev in dijakov je delo s simulacijo označilo kot zanimivo (Tabela 4). Njihova pojasnila so bila: lažje učenje, večja nazornost ponazoritve procesa, možnost samostojnega raziskovanja delovanja, priljubljenost dela z računalnikom, nov način podajanja snovi itd. Med učenci in dijaki, ki niso bili prepričani v zanimivost dela z simulacijo ali jim le-ta ni bila všeč, je bil glavni razlog predvsem nerazumljivost snovi, nerazumljivost simulacije in premalo navodil.

Tabela 4: Frekvence odgovorov na vprašanje ali je bilo delo s simulacijo zanimivo.

Odgovor	Frekvenca	Odstotek
da	22	61,1

ne	2	5,6
nisem prepričan/-a	12	33,3
Skupaj (N)	36	100,0

- Težavnost uporabe simulacije

Večina učencev in dijakov z uporabo simulacije ni imela težav (Tabela 5). Njihova pojasnitev je, da so navodila za uporabo simulacije dovolj natančna, uporaba simulacije pa enostavna. Učencih in dijakih, ki so z uporabo simulacije imeli težave, pa razložili, da so jim težave povzročale predvsem naloge ali pa so jim bila nejasna navodila.

Tabela 5: Frekvence odgovorov na vprašanje ali je bilo delo s simulacijo težko.

Odgovor	Frekvenca	Odstotek
da	5	13,9
ne	25	69,4
nisem prepričan/-a	6	16,7
Skupaj (N=21)	36	100,0

- Uporabnost simulacije

Uporabnost simulacije smo ugotavljali s pomočjo Likertove lestvice (Tabela 6), kjer so učenci in dijaki z oceno podali svoje stališče (1 – se zelo ne strinjam, 2 – se ne strinjam, 3 – neodločen, 4 – se strinjam, 5 – se zelo strinjam). Učenci in dijaki so nakazali, da bi lahko uporaba simulacije pripomogla k večjemu razumevanju snovi ($M=3,72$), malo manj prepričani pa so bili v učinkovitost simulacij pri pripravi na izpit ($M=3,64$). Svojo dolgočasnost pri uri so učenci in dijaki opredelili z aritmetično sredino (ang. mean) 1,02. Iz česar bi lahko predpostavili, da je simulacija pripomogla k večji atraktivnosti in posledično k aktivnosti učencev in dijakov. Podana stališča pri trditvi navezujoči se na dolgočasje ponazorijo tudi dejstvo, da je nemogoče narediti gradivo, ki bi ugajalo vsem učencem.

Tabela 6: Frekvence odgovorov o uporabnosti simulacije. N=21, M=aritmetična sredina, SD=standardni odklon.

Trditev	1	2	3	4	5	M	SD
Delo s simulacijo je pripomoglo k večjemu razumevanju snovi.	2,8	2,8	30,6	47,2	16,7	3,72	0,88
Simulacija bi bila koristna priprava na izpit.	2,8	8,3	33,3	33,3	23,3	3,64	2,36
Ob uporabi simulacije sem se dolgočasil/-a	19,4	52,8	8,3	11,1	8,3	1,02	1,18

- Virtualna gradiva na splošno

Učenci in dijaki v virtualnih gradivih vidijo velik potencial pri pripravi na pouk in jih v večini ne smatrajo le kot novo igraro za krajšanje časa. Pri tem delu nas je precej presenetil sorazmerno velik delež neodločenih učencev (36,1 %). Po pričakovanjih si še vedno želijo pravega laboratorijskega in terenskega dela,

ki so ga izbrali za najbolj priljubljena kraja kjer običajno poteka pouk. Pomembno težo nosi podatek, da večina učencev ter dijakov želi razvoj gradiv v slovenskem (maternem) jeziku. Kljub splošni razširjenosti tujih jezikov (predvsem angleščine), lahko sklepamo, da bi jim uporaba »tujih« gradiv povzročala dodatne težave.

Tabela 7: Frekvence odgovorov o uporabnosti virtualnih gradiv. N=21, M=aritmetična sredina, SD=standardni odklon.

Trditev	1	2	3	4	5	M	SD
Virtualne vsebine so uporabne kot priprava na pouk.	/	8,3	8,3	69,4	13,9	3,89	0,75
Virtualne vsebine nikakor ne morejo nadomestiti pravega laboratorijskega ali terenskega dela.	/	8,3	36,1	25,0	30,6	3,78	0,99
Virtualna učna gradiva so samo še ena možnost, ki učencem omogoča "igranje" namesto učenja.	25,0	33,3	8,3	30,6	2,8	2,53	1,09
Gradiva morajo biti obvezno v slovenskem jeziku.	2,8	5,6	27,8	22,2	41,7	3,94	1,09
Zanimivo bi bilo sodelovati pri razvoju virtualnih učnih gradiv.	/	8,3	36,1	47,2	8,3	3,56	0,77

Učence in dijake smo še prosili za pojasnitev prednosti virtualnih gradiv. Taka gradiva po njihovem mnenju nudijo pomoč pri učenju in večjo nazornost pri razlagi procesov (sploh težje razumljivih, kot npr. difuzija). Na ta način dela učno snov hitreje razumejo, povrhu vsega pa je delo z njimi atraktivnejše. Izpostavili so še možnost dela od doma in več samostojnega dela. Uporaba virtualnih gradiv pa po njihovem mnenju zmanjša stroške (tiskanja, ekskurzij itd).

Kot pomanjkljivosti virtualnih gradiv so učenci in dijaki izpostavili zmanjšanje razlage profesorja in posledično nerazumevanje snovi ter dela z gradivom. Pri virtualnih gradivih se bojijo tudi zmanjšanje skupinskega dela. Če izhajamo iz podatkov, da sta najbolj priljubljeni obliki dela laboratorijsko in terensko, se jim zdi nesmiselno simuliranje vseh naravnih procesov. Tako tudi ne vidijo kaj se dejansko dogaja pri procesih v naravi. Kot pomanjkljivosti so navedli še možnost pomanjkanja računalnikov na šolah in igranje nekaterih učencev in dijakov namesto učenja. Zanimivo je bilo, da je nekaj učencev in dijakov opozorilo na zdravstvene težave, ki lahko nastopijo pri prekomerni uporabi računalnika.

Zaključek

Ker smo simulacijo testirali na le 36 učencih in dijakih je nemogoče postavljati obširnejše zaključke o njeni učinkovitosti in z gotovostjo trditi o uspešnosti takega dela. Lahko pa potrdimo pozitivne spremembe med pred in post-testom in statistično značilno razliko med dosežnimi številom točk, ki so jo pokazali opravljeni statistični testi. Aritmetična sredina doseženih točk se je dvignila za 1,22. Testi so pokazali, da so se osnovnošolci v primerjavi z dijaki po opravljenih aktivnostih bolje odrezali.



Tehničnih težav z delovanjem simulacije ni bilo zaznati. Popravljeni različici pa bi lahko s pomočjo boljše grafike dodali še večjo nazornost. Učenci in dijaki so predlagali vključitev navodil za lažje razumevanje oz. glasovno vodenje, vendar bi s tem posegali v delo učitelja. Ker je naš namen učitelju nuditi pripomoček, ki ga po želji lahko vključi v svojo uro, smo se vgrajenim navodilom namenoma izognili. Bi pa bilo vsekakor smotrno upoštevati priporočila učiteljev, da bi gradivo bolje prilagodili starostni stopnji oz. dodali razlago novih pojmov. Med delom so namreč tako učenci kot dijaki naleteli na pogosto nepremostljiv problem, ker niso razumeli strokovnega izrazoslovja. Simulacija Difuzija elektrolitov je pokazala potencial pri približevanju snovi učencem in dijakom, še vedno pa mora ključno vlogo v razredu odigrati učitelj. Gradivo lahko predstavlja dober učni pripomoček, ki učitelju olajša delo ali pa gradivo, ki učencem ter dijakom omogoča samostojno ponovitev že naučene snovi po pouku, ne bi ga pa bilo smiselno uporabiti kot samostojno vajo.



Avtor(ja) gradiva:

Miro Puhek¹, dr. Andrej Šorgo²

Institucija:

¹ Sinergise d.o.o., ² Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru.

Evalvatorji:

Katja Holnthaner Zorec¹, Irena Česnik-Vončina², Neda Golmajer³

Institucija:

¹ Il. gimnazija Maribor, ² Gimnazija Jurija Vege Idrija, ³ OŠ F. S. Finžgarja Lesce

Simulacija mendlova genetika

Strategija (metoda):

- samostojno delo učencev in vodeno opazovanje.

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole):

- učenci 9. razreda osnovne šole ter srednješolci poklicne šole ali gimnazije.

Kompetence, ki se razvijajo:

- naravoslovno-matematične.

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	
spodobnost zbiranja informacij	x
spodobnost analize in organizacija informacij	x
spodobnost interpretacije	x
spodobnost sinteze zaključkov	x
spodobnost učenja in reševanja problemov	x
prenos teorije v prakso	x
uporaba matematičnih idej in tehnik	x
prilagajanje novim situacijam	x
skrb za kakovost	
spodobnost samostojnega in timskega dela	x
organiziranje in načrtovanje dela	
verbalna in pisna komunikacija	x
medosebna interakcija	x
varnost	
Predmetno-specifične kompetence	
opazovanje kot temeljna spoznavna metoda	x
(virtualno) eksperimentiranje	x
Dodatne kompetence	
delo z računalnikom	x



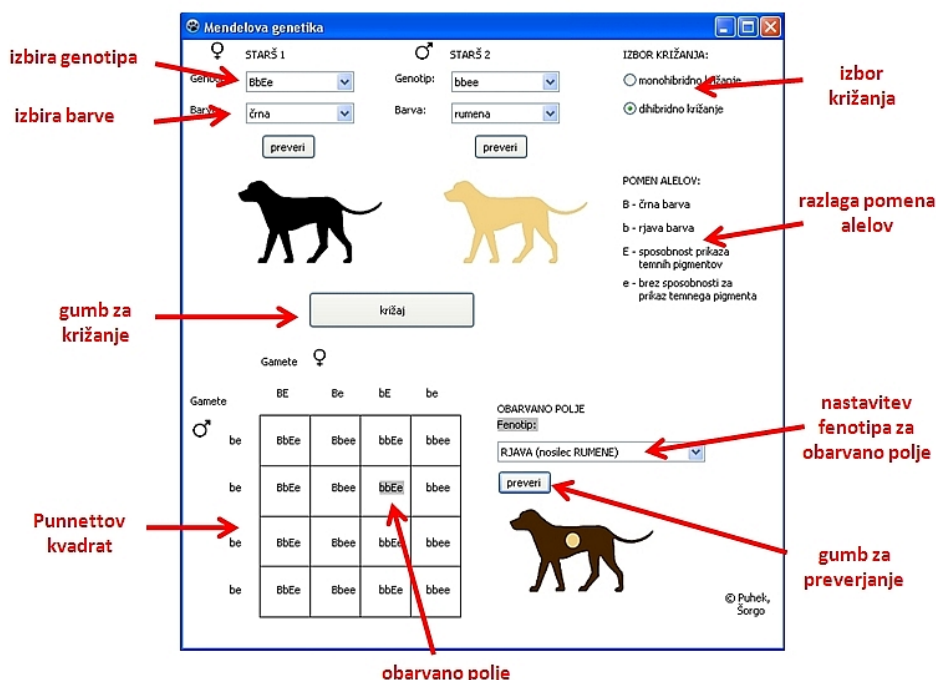
Umestitev v učni načrt/ Nova vsebina

Simulacijo Mendlova genetika je možno uporabiti kot samostojno laboratorijsko vajo izvedeno v virtualnem svetu ali kot dopolnilo klasični teoretični vsebini. Možno bi jo bilo uporabiti tudi kot sredstvo za urjenje in preverjanje hipotez brez dodatnih materialnih potreb za pripravo na novo učno uro ali za ponavljanje že utrjene snovi. Po učnih načrtih za osnovno in srednjo šolo bi jo lahko izvajali:

- v osnovni šoli pri izbirnem predmetu Genetika v 9. razredu pri učni temi »Mendlova genetika«, kjer se učenci seznanijo s primeri Mendlovega križanja in spoznajo zakone, ki jih je pri tem postavil.
- v srednji šoli pri predmetu Biologija pri učni temi »Geni in dedovanje« (obvezni program - D), kjer se dijaki seznanijo z osnovnimi principi dedovanja in procesi, ki so povezani z le-tem.
- v srednji šoli pri predmetu Biologija pri učni temi »Evolucija« (obvezni program - E), kjer dijaki spoznajo pomen evolucije za organizme in vplive na spreminjanje genskega sklada populacije.
- v srednji šoli pri predmetu Biologija pri učni temi »Ekologija, biotska pestrost in evolucija« (maturitetni program - O), kjer dijaki spoznajo fenotipsko in genotipsko raznolikost osebkov in vplive na le-to. S pomočjo Hardy-Weinbergove enačbe tudi ocenijo pogostost alelov v genskem skladu ter genotipov in fenotipov neke generacije osebkov v populaciji.

Načrt in izvedba gradiva

S simulacijo Mendlova genetika (slika 8) učenci in dijaki opravijo križanja ter ponovijo zakone, ki jih je postavil Gregor Mendel, skozi nize poskusov na grahu. Križanja je možno izvesti brez dodatnih materialnih potreb, saj delo poteka v virtualnem okolju. Zaradi tega je izvedba ponovljiva, časovno hitra in enostavna, zmanjša pa se realnost, ki je v šolskem okolju pri pouku genetike pogosto neizvedljiva (npr. gojenje graha, morskih prašičkov). Ker je bilo spoznano, da si učenci in dijaki abstraktne vsebine lažje razlagajo ob pomoči konkretnih primerov, smo za objekt eksperimentiranja izbrali labradorca. Ti so večini otrok blizu in všeč, zato jim s pomočjo labradorcev približamo tudi genetiko, verjetno največja prednost izbire pa je prenos strokovnega znanja v življenje.



Slika 8: Osnovna stran simulacije Mendelova genetika z opisom delovanja.

Simulacija je namenjena virtualnemu eksperimentalnemu delu brez dodatnih sredstev ali podpori teoretičnemu delu pouka. Ob prenosu na domač računalnik učencev in dijakov, pa bi jih lahko uporabili kot pripomoček za domačo vajo in ponovitev vsebin. Za uporabo simulacije nujno potrebujemo vsaj en računalnik (frontalna projekcija na platno), še boljša pa je izbira računalniške učilnice, kjer lahko učenci in dijaki samostojno (oz. v manjših skupinah) izvajajo naloge iz področja genetike. Simulacija je namreč razvita tako, da učenci in dijaki skozi aktivno delo napredujejo po stopnjah in z razrešitvijo manjših problemov opravijo celotno nalogo. Pri uporabi simulacije so nujno potrebna še navodila za delo, saj se v nasprotnem primeru simulacija hitro spremeni v sredstvo za brezciljno klikanje.

Tip učne enote:

- ura praktičnih del in eksperimentiranja,
- ura utrjevanja, ponavljanja in izvedbe vaj.

Vodilna učna metoda:

- metoda praktičnih del in metoda dela s tekstom.

Spremljevalne metode:

- metoda ponavljanja, metoda demonstracije, metoda razgovora, metoda razlage.

Vzgojno-izobraževalne oblike:

- samostojno delo, frontalni pouk.

Korelacija:

- matematika.

Evalvacija gradiva



Simulacijo smo testirali na treh šolah, na vzorcu 89 učencev in dijakov. Pri pouku je simulacijo uporabilo 14 šestošolcev, 12 osmošolcev, 45 dijakov 2. letnika in 18 maturantov (iz biologije). Učenci in dijaki so pred začetkom uporabe simulacije rešili pred-test in po koncu uporabe še enak post-test, s katerima smo ugotavljali predhodno in novo usvojeno znanje. Zaradi primerljivosti rezultatov sta bila pred in post-test enaka. Učenci in dijaki so na koncu ure izpolnili tudi vprašalnik za ovrednotenje dela s simulacijo in o stališčih glede uporabe virtualnih gradiv pri pouku. Podatke smo obdelali s pomočjo statističnega paketa PASW Statistics 18.

Vprašalnik - Pred in post-test z rešitvami

Pred-test ali post-test (ustrezno označi)

1. V trgovini za male živali so križali morske prašičke. Križali so črno samico in belega samca. Pri tem so dobili 13 črnih mladičkov. Ko so križali belega samca z eno od novih črnih samičk, so dobili 7 črnih in 5 belih morskih prašičkov. Zakaj v prvi generaciji potomcev ni bilo belih osebkov, v drugi pa? Odgovor pojasni.

Ker so bili vsi potomci v prvi generaciji heterozigoti (križanje dveh
homozigotov), zato se je izrazila le dominantna lastnost.

2. Albinizem je genetska bolezen, ki jo povzroči okvara gena za tvorbo melanina. Melanin daje koži in kožnim tvorbam pigment, zato so ljudje (tudi živali) s to boleznijo svetle polti. Bolezen se deduje recesivno. Označi morebitne potomcev, ki so albin. Starša genotip AA in Aa.

Legenda:

A – zdrav gen za melanin

a – okvarjen gen za melanin

Noben potomec ni albin.

	A	A
A	AA	AA
a	Aa	Aa

3. Starša imata genotip BB za neko lastnost. Ali je možno, da je potomec z genotipom Bb njun? Pojasni odgovor.

Ne, saj imajo tudi potomci samo genotipe BB.

4. Podan imaš Punnettov kvadrat Mendlovega poskusa. Mendel je križal grah, ki se je razlikoval v dveh lastnostih: rumeno – zeleno seme, gladko – nagubano seme. Zapiši razmerje med pridobljenimi semeni potomcev.

	AB	Ab	aB	ab
AB	AA BB	Aa Bb	Aa Bb	Aa Bb
Ab	AA Bb	AA bb	Aa Bb	Aa bb
aB	Aa BB	Aa Bb	aa BB	aa Bb
ab	Aa Bb	Aa bb	aa Bb	aa bb

Razmerje: 9 : 3 : 3 : 1



5. Koliko različnih genotipov dobimo, če križamo dve miši z genotipoma »BBff« in »BbFF«? Genotipe zapiši.

4 različni genotipi: BBFF, BBff, BbFF in Bbff.

Analiza pred in post-testa

Namen pred in post-testa je bil ugotoviti ali uporaba simulacij pripomore k dvigu znanja. Učenci in dijaki so morali rešiti test pred in po uri, kar se je nekaterim zdelo nesmiselno. Veliko odgovorov je namreč nakazovalo, da se v naslednjem primeru sploh niso potrudili z odgovorom, temveč so le označili, da je odgovor enak kot prej. Opazili smo tudi, da so bili vprašalniki za maturante prelahki, zato pri večini nismo zaznali nobenih sprememb (sami pravilni odgovori). Kot je bilo ugotovljeno že pri drugih evalvacijah bi bilo post-test bolje izvesti v drugi obliki (podobna vprašanja, intervju) ali po določenem časovnem obdobju. Tako bi bili odgovori bolj spontani, saj se učenci in dijaki ne bi zavedali ponovnega testiranja, evalvacijski testi pa jim ne bi predstavljali le še enega dodatnega dela.

Vsa evalvacijska vprašanja so se navezovala na življenjske procese, ki nas obdajajo, da bi pri učencih in dijakih spodbudili povezavo med iskanjem znanosti izven šolskih klopi. Zastavljena so bila tako, da za reševanje ni bilo potrebno le faktografsko znanje, temveč so od učencev in dijakov zahtevala tudi višje kognitivne cilje kot so uporaba, analiza in sinteza znanja.

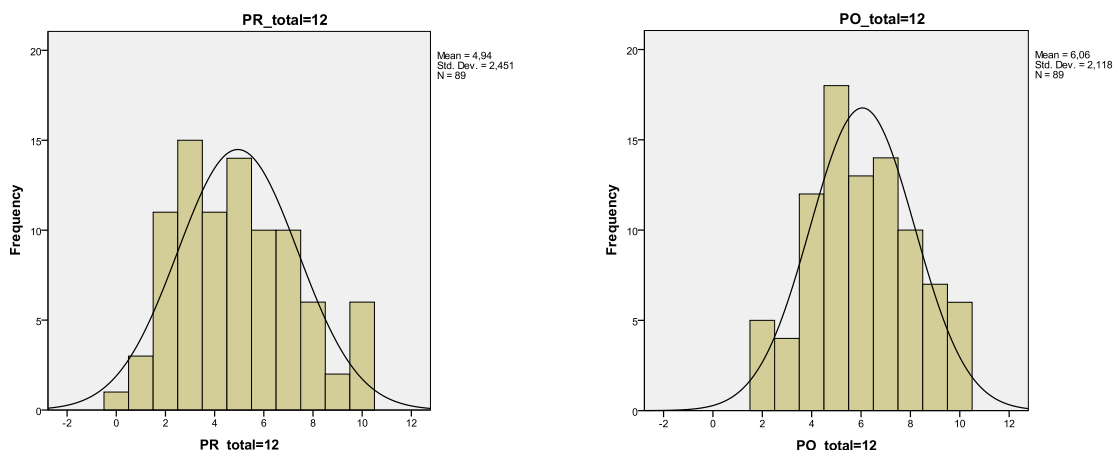
Skupna ocena in primerjava med pred in post-testom

Vse naloge iz evalvacijskih vprašalnikov smo točkovali na enak način:

- 0 točk – napačen odgovor,
- 1 točka – deloma pravilen oz. površen odgovor,
- 2 točki – pravilen odgovor.

Točke smo sešteli (vseh možnih točk 10) in vprašalnike ocenili. Za pred in post-test smo nato najprej posamezno po razredih/letnikih izvedli opisno statistiko med vsemi vprašanji in skupnim številom točk. Po uporabi simulacije smo v vseh razredih zaznali dvig v številu doseženih točk (slika 9), kot prikazuje tabela 1, pa niso vsi učenci in dijaki napredovali enako uspešno. Največja razlika med aritmetično sredino doseženih točk med testoma se je pokazala pri dijakih 2. letnika ($x = -1,46$), najmanjšo razliko pa smo zaznali pri maturantih ($x = -0,2$). Kot smo že omenili, so bile naloge za maturante občutno prelahke, zato se uspeh ni bistveno razlikoval. Kot smo predvidevali so dosežki na testih

logično sledili tudi starosti učencev in dijakov, torej šestošolci so dosegli najnižje ocene, maturantje pa najvišje. Po pojasnilu evalvatorjev, so se šestošolci z Mendlovo genetiko srečali prvič in so se jim naloge zdele zelo težke.



Slika 9: Razporeditev doseženih točk na pred-testu (levo) in post-testu (desno) s krivuljo aritmetične sredine doseženih točk. Aritmetična sredina doseženih točk na pred-testu je 4,94 (st. odklon 2,45), na post-testu pa 6,06 (st. odklon 2,12). N=89.

Tabela 8: Porazdelitve dijakov glede na ocene pred in post-testov in aritmetična sredina doseženih točk s standardnim odklonom za 21 dijakov (N). Skupno število točk je 12.

letnik, razred	ocena	PRED-TEST			POST-TEST		
		aritmetična sredina	std. odklon	N	aritmetična sredina	std. odklon	N
6	1	2,69	1,11	13	3,45	0,82	11
	2	6,00	/	1	5,67	0,58	3
	skupaj	2,93	1,39	14	3,93	1,21	14
8	1	2,14	1,22	7	2,25	0,50	4
	2	5,33	0,58	3	5,60	0,55	5
	3	7,00	0,00	2	7,00	0,00	2
	4	/	/	/	9,00	/	1
	skupaj	3,75	2,26	12	5,00	2,30	12
2	1	3,05	0,81	21	3,83	0,41	6
	2	5,29	0,47	17	5,29	0,46	21
	3	7,00	0,00	2	6,88	0,35	8
	4	7,67	0,58	3	8,56	0,53	9
	5	9,50	0,71	2	10,00	/	1
	skupaj	4,67	1,93	45	6,13	1,70	45
4	2	6,00	0,00	3	6,00	/	1
	3	7,00	0,00	4	7,00	0,00	5
	4	8,00	0,63	6	8,14	0,38	7
	5	10,00	0,00	5	10,00	0,00	5
	skupaj	8,00	1,50	18	8,22	1,31	18
vsi	1	2,78	1,01	41	3,33	0,86	21

	2	5,42	0,50	24	5,40	0,50	30
	3	7,00	0,00	8	6,93	0,26	15
	4	7,89	0,60	9	8,41	0,51	17
	5	9,86	0,38	7	10,00	0,00	6
	skupaj	4,94	2,45	89	6,06	2,12	89

Med pred in post-testom smo ugotavljali še značilne razlike med dvema povprečnima vrednostma za odvisne vzorce (Wilcoxon Signed Ranks Test), ki smo ga izbrali zaradi neenakomerne porazdeljenosti podatkov (Kolmogorov-Smirnov test). Test nad vsemi učenci in dijaki je pokazal statistično značilne razlike ($p < 0,05$) med pred in post-testom (tabela 2) za vse naloge. Nadaljnje smo naredili razčlenitev po posameznih testih in potrdili domnevo, da pri maturantih ni bilo statistično značilnih razlik, največji »napredek« v reševanju nalog in ocenah pa se je pokazal pri dijakih 2. letnika. Pri osnovnošolcih so statistično značilne razlike nastale le pri skupni oceni testov.

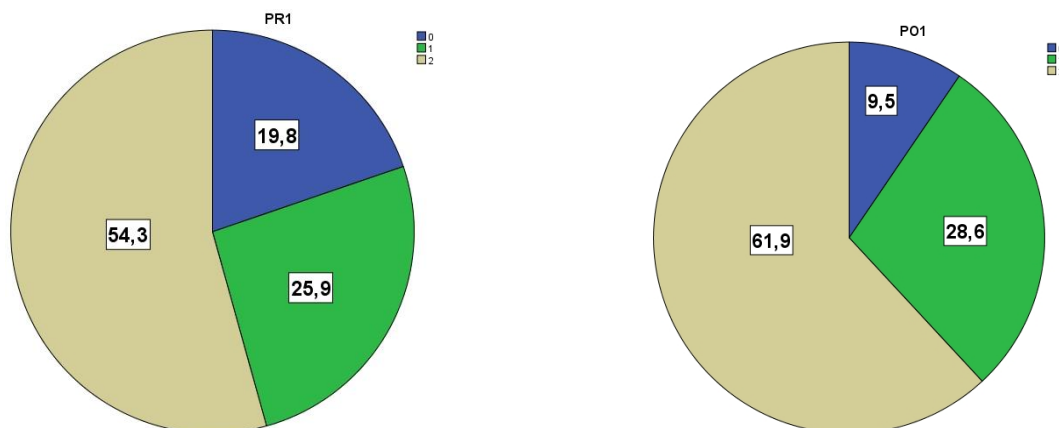
Tabela 9: Primerjava nalog iz pred (PR) in post-testa (PO) za 89 učencev in dijakov po uporabi simulacije Mendlova genetika. Statistična značilnost: $p < 0,05$.

razred/letnik		PO1-PR1	PO2-PR2	PO3-PR3	PO4-PR4	PO5-PR5	PO_skupaj- PR_skupaj
4	Z	0,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	-1,63
	p	1,00	0,32	0,32	0,32	1,00	0,10
2	Z	-1,81	-2,24	-2,74	-3,32	-2,12	-4,46
	p	0,07	0,03	0,01	0,00	0,03	0,00
8	Z	-1,73	-1,00	-1,73	-1,41	/	-2,57
	p	0,08	0,32	0,08	0,16	/	0,01
6	Z	-1,41	-2,00	-0,57	-1,00	/	-2,55
	p	0,16	0,05	0,56	0,32	/	0,01
vsi	Z	-2,68	-3,32	-3,34	-3,87	-2,33	-5,87
	p	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00

Med pred in post-testi smo naredili tudi regresijo, ki je pokazala, da je na oceno v post-testu najbolj vplivala naloga 5 (statistična značilnost za to nalogo je $p < 0,02$), ki je učencem in dijakom tudi povzročala največ težav.

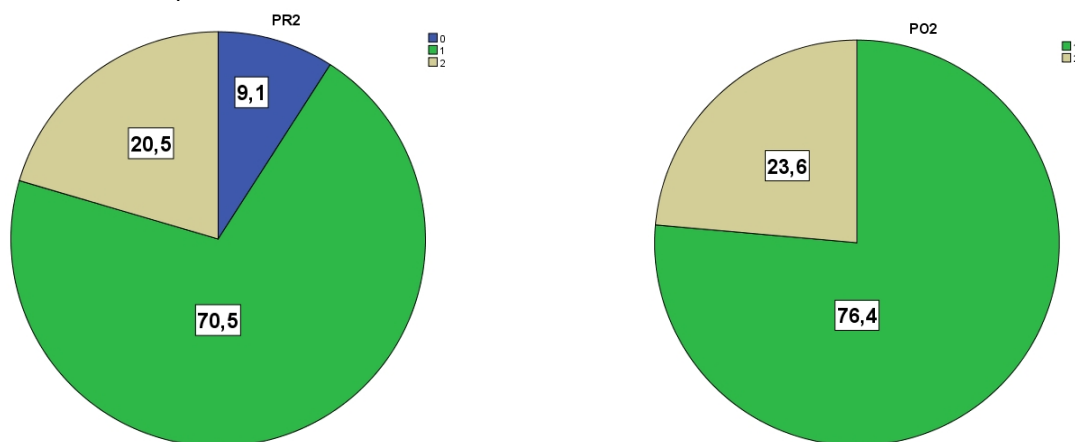
Primerjava rezultatov pred in post-testa po posameznih nalogah

V nalogi 1 so morali učenci in dijaki razložiti obarvanost morskih prašičkov glede na generacijo. Ozadje naloge je bilo razumevanje dominantno-recesivnega križanja in prenosa lastnosti na potomce. Glaven problem pri napačnih odgovorih je bila nejasna razlaga sprememb v barvi (slika 10). Težave z nalogo so imeli predvsem osnovnošolci.



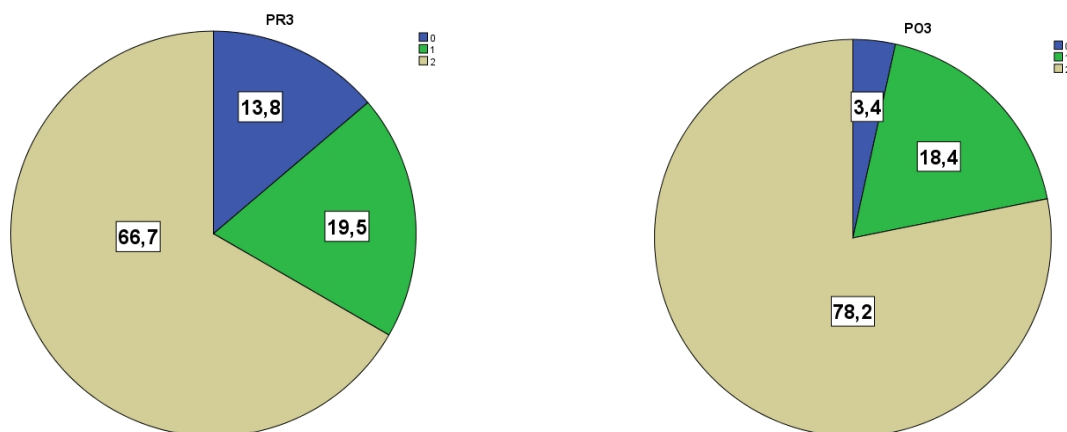
Slika 10: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 1 v pred testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

Naloga 2 je od učencev in dijakov zahtevala določitev genotipskih lastnosti staršev in ugotovitev homozigotnih potomcev z recesivnimi aleli. Velika večina učencev in dijakov ni imela nikakršnih težav z izpolnitvijo Punnettovega kvadrata, pogosta pa je bila napaka za določitev potomcev z izraženo recesivno lastnostjo (slika 11). Glede na število pravih odgovorov in razumevanje podobnega primera iz naloge 3 lahko sklepamo, da smo podali premalo natančna navodila ali pa so učenci in dijaki na ta del naloge enostavno pozabili.



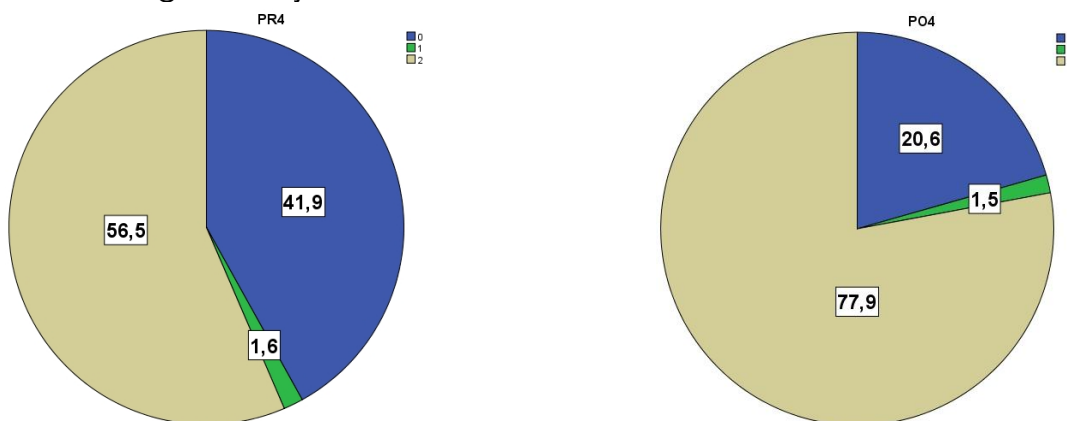
Slika 11: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 2 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

Naloga 3 je zajemala zelo podobno znanje kot naloga 2, s to razliko, da so učenci in dijaki morali razlog tudi pojasniti. Z nalogo smo želeli preveriti dejansko razumevanje vsebine, pri čemer nas je razveselilo, da so imeli tako učenci kot dijaki z nalogo najmanj težav (slika 12).



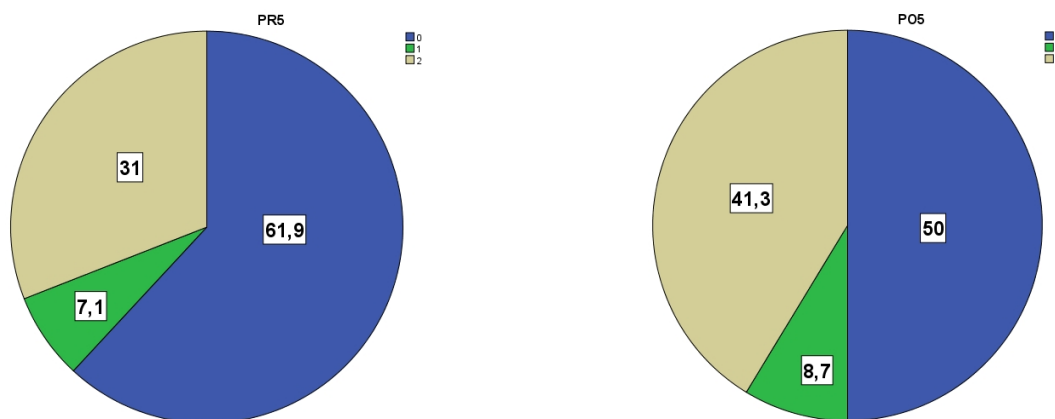
Slika 12: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 3 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

V nalogi 4 so morali učenci in dijaki razbrati frekvenco ponavljanja oz razmerje med fenotipi s križanjem pridobljenih semen graha. Z nalogo (slika 13) so v obeh primerih z lahko opravili le maturantje, ostali pa so po večini naleteli na težave. Največji napredek v reševanju naloge smo zabeležili pri dijakih 2. letnika, kjer je po pred-testu nalogo pravilno rešilo le 24 %, po poste-testu pa kar 79,17 % dijakov. Nalogo je rešilo manj učencev in dijakov, saj v eni skupini dihibridnega križanja niso obravnavali.



Slika 13: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 4 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

V zadnji nalogi (5) so morali učenci in dijaki določiti in zapisati različne genotipe, ki bi jih pridobili s križanjem dveh osebkov. Naloga je bila najkompleksnejša, saj so morali najprej določiti vse možne genotipe in šele nato različne. Pri nalogi smo zabeležili najslabše rezultate, saj je predvsem osnovnošolcem predstavljala velike težave (slika 14). Pri nalogi smo spregledali površnost, če se je kateri izmed učencev in dijakov zmotil le v zapisu gamete (»pravopisna« napaka). Kot smo pokazali z regresijo, je naloga 5 največ tudi prispevala k oceni pred in post-testa.



Slika 14: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 5 v predtestu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

Komentar evalvatorjev

Po uporabi gradiv v šolski praksi so evalvatorji podali svoja opažanja. V srednji šoli so dijaki simulacije uporabili za ponavljanje oz. utrjevanje že znane snovi, medtem ko so se osnovnošolci s pomočjo simulacije z Mendlovo genetiko seznanili prvič. Od vseh skupin so le maturantje vaje opravili samostojno (v računalniški učilnici). Pri ostalih skupinah so učitelji simulacijo projicirali na platno, učenci in dijaki pa so sodelovali pri upravljanju z delovanjem. Tako učenci kot dijaki so samostojno reševali naloge na delovnih listih in evalvacijskih vprašalnikih, pri čemer so osnovnošolci razumljivo potrebovali več razlage strokovnih pojmov.

Največjo težavo pri uporabi simulacije so evalvatorji zaznali v zahtevah za uporabo, saj je za najuspešnejšo izvedbo potrebna računalniška učilnica, ki je pogosto zasedena. Računalniška učilnica tudi ni primerna za ostale oblike dela, zato jo je manj smiselno uporabiti za kratke simulacije, v primeru obiska le za del ure pa se izgubi veliko časa. Predvsem osnovnošolci so imeli težave z razumevanjem strokovnega izrazoslovja (gen, alel, gameta, homozigot, Punnettov kvadrat), ki se mu v genetiki težko izognemo. Pri naslednjih verzijah bi bilo smiselno dodatno razložiti pojme oz. jih bolje prilagoditi starostni stopnji učencev. Evalvatorji so opazili še težave nekaterih učencev z operiranjem s simulacijo. Zaradi omenjenih razlogov je bilo nujno posredovanje učitelja in njegovo usmerjanje, saj brez dodatnih razlag reševanje ne bi bilo uspešno. Pri uporabi simulacij je bilo najmanj težav z izpolnjevanjem Punnettovih kvadratov.

Zaradi omenjenih pomanjkljivosti bi bilo smiselno simulacijo razširiti (npr. dodati več objektov za križanje, dedovanje vezano na spol, dedovanje krvnih skupin, razlaga dogajanja na kromosomih, analize rodovnikov itd.), da bi obsegala snov za celo uro. Smiselno bi bilo dodati še možnost nastavitve težavnosti, da bi bila bolj prilagojena uporabi tudi pri učencih oz. dijakih z manj znanja. Po evalvaciji smo spoznali, da bi bilo smiselno dodati še nove spremenljivke, ki bi beležile npr. število poskusov križanja ali omejile število križanj, saj bi s tem zmanjšali brezciljno »klikanje« do rešitev.



Po mnenju evalvatorjev je bila simulacija zanimiva zlasti tistim učencem in dijakom, ki niso dobro razumeli razlage.

Vprašalnik – virtualna gradiva

1.3 Ti je bilo delo s simulacijo zanimivo? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)

a) da b) ne c) nisem prepričan/-a

1.4 Odgovor pojasni.

2. Ste simulacije (ali druga virtualna gradiva) uporabljali že pri katerem predmetu? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)

a) da. Pri predmetu: _____.
b) ne
c) nisem prepričan/-a

3.3 Je uporaba simulacije težka? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)

a) da b) ne c) nisem prepričan/-a

3.4 Odgovor pojasni.

4. Spodaj je navedenih nekaj trditev, ki se navezujejo na uporabo virtualnih gradiv pri pouku. (Označi trditve, ki se najbolj sklada s tvojim mnenjem.)

	NE se ZELO	se NE strinjam	neodloč en	se strinjam	se ZELO strinjam
Virtualne vsebine so uporabne kot priprava na pouk.					
Virtualne vsebine nikakor ne morejo nadomestiti pravega laboratorijskega ali terenskega dela.					
Virtualna učna gradiva so samo še ena možnost, ki učencem omogoča "igranje" namesto učenja.					
Gradiva morajo biti obvezno v slovenskem jeziku.					
Zanimivo bi bilo sodelovati pri razvoju virtualnih učnih gradiv.					
Delo s simulacijo je pripomoglo k večjemu razumevanju snovi.					
Simulacija bi bila zelo koristna pri pripravi na izpit.					
Ob uporabi simulacije sem se dolgočasil/-a.					

7.1 Zapiši prednosti uporabe virtualnih gradiv pri pouku.



7.2 Zapiši slabosti uporabe virtualnih gradiv pri pouku.

8 V tabeli je zapisanih nekaj krajev, kjer se običajno izvaja pouk. (Kraje ovrednoti s števili od 1 do 5. Najljubši kraj označi s 5, naslednjega s 4, 3, 2 in najmanj priljubljenega z 1).

KRAJ	OCENA
razred	
teren	
laboratorij	
računalnik (virtualno delo)	
doma	

9 Na koncu ti dajem možnost, da se preleviš v programerja in opišeš morebitne pomanjkljivosti, ki si jih zaznal/-a in bi jih v simulaciji spremenil/-a?

Analiza vprašalnika o uporabi virtualnih gradiv

Učenci in dijaki so izpolnili tudi vprašalnik o stališčih glede uporabe virtualnih gradiv pri pouku, s katerim smo želeli izvedeti kakšno je njihovo mnenje o delu s simulacijo ter o izkušnjah glede uporabe takšnih gradiv. Vprašalnik je rešilo 81 (N) učencev in dijakov.

- Zanimivost simulacije Mendlova genetika

Več kot polovica učencev in dijakov je delo s simulacijo označilo kot zanimivo (Tabela 10). Pri simulaciji jim je bil všeč nov način učenja, lažja predstavitev snovi, takojšnja povratna informacija o znanju in povezava s praktičnim delom. Pojasnila učencev in dijakov, ki jim simulacija ni bila všeč ali pa v svoj odgovor niso bili prepričani, so bila predvsem vezana na nezanimivo in pretežno vsebino, nekaterim pa ni bila všeč simulacija ali pa jim ne leži tak način učenja. Nekaj učencev in dijakov je potožilo o slabi izbiri barv in zaradi tega slabi vidljivosti fenotipa labradorcev, kar je verjetno posledica projiciranja simulacije na platno.

Tabela 10: Frekvence odgovorov na vprašanje ali je bilo delo s simulacijo zanimivo.

Odgovor	Frekvenca	Odstotek
da	51	63,0
ne	11	13,6
nisem prepričan/-a	19	23,5
Skupaj (N)	81	100,0

- Težavnost uporabe simulacije

Večina učencev in dijakov (70,4 %) z uporabo simulacije ni imela težav (Tabela 11). Njihova pojasnitev je, da so navodila za uporabo simulacije dovolj natančna in jasna, uporaba simulacije pa enostavna. Učenci in dijaki, ki so pri uporabi simulacije naleteli na težave, pa so ponovno kot glavna razloga za težave navedli predvsem težko snov in nepriljubljenost dela z računalnikom. Nekateri učenci in dijaki so pogrešali še več učiteljeve razlage.

Tabela 11: Frekvence odgovorov na vprašanje ali je bilo delo s simulacijo težko.

Odgovor	Frekvenca	Odstotek
da	7	8,6
ne	57	70,4
nisem prepričan/-a	17	21,0
Skupaj (N)	81	100,0

- Uporabnost simulacije

Uporabnost simulacije smo ugotavljali s pomočjo Likertove lestvice (Tabela 12), kjer so učenci in dijaki z oceno podali svoje stališče (1 – se nikakor ne strinjam, 2 – se ne strinjam, 3 – neodločen, 4 – se strinjam, 5 – se zelo strinjam). Večina učencev in dijakov se je strinjala, da je delo s simulacijo pripomoglo k večjemu razumevanju vsebine ($M=3,60$). Velik delež ($M=3,54$) je tudi mnenja, da bi jim simulacija pomagala pri pripravi na izpit. Z zavedanjem, da je nemogoče narediti gradivo, ki bi ugaajalo vsem, nas veseli tudi trditev, da se je ob uporabi simulacije dolgočasil manjši delež učencev in dijakov ($M=2,66$).

Tabela 12: Odstotki (%) odgovorov o uporabnosti simulacije. N=21, M=aritmetična sredina, SD=standardni odklon.

Trditev	1	2	3	4	5	M	SD
Delo s simulacijo je pripomoglo k večjemu razumevanju snovi.	1,1	11,8	17,2	46,2	9,7	3,60	0,99
Simulacija bi bila koristna priprava na izpit.	1,1	8,6	30,1	35,5	10,8	3,54	0,89
Ob uporabi simulacije sem se dolgočasil/-a	8,6	39,8	16,1	15,1	6,5	2,66	1,11

- Virtualna gradiva pri pouku (splošno)

Zanimalo nas je kako razširjena je uporaba virtualnih gradiv pri pouku (Tabela 13) in pri katerih predmetih se najpogosteje uporabljajo. Učenci in dijaki so podobna gradiva najpogosteje uporabljali pri fiziki in kemiji, manj pogosti predmeti pa so bili matematika, geografija, biologija in drugo. Virtualna gradiva velikemu deležu torej niso predstavljala novosti, sploh če izhajamo iz tega, da so gradiva težje uporabljali samo nekateri (iz istih razredov/letnikov), računalnik pri pouku pa se ne uporablja več samo za izdelavo seminarских nalog in brskanje po spletu.

Tabela 13: Frekvence odgovorov na vprašanje ali je bilo delo s simulacijo težko.

Odgovor	Frekvenca	Odstotek
da	31	38,3
ne	35	43,2
nisem prepričan/-a	15	18,5
Skupaj (N)	81	100,0

Učenci in dijaki v virtualnih gradivih vidijo potencial predvsem pri pripravi na pouk ($M=3,73$), ne sprejmejo pa jih kot nadomestilo za pravo laboratorijsko in terensko delo ($M=3,51$). Pri tem nas je presenetil podatek, da je kljub vsemu velik del učencev in dijakov ostalo neopredeljenih. Laboratorijsko in terensko delo sta bili tudi izbrani za najljubši način učenja.

Učenci in dijaki so bili bolj razdeljeni v mnenju, da so virtualna gradiva le še eden od pripomočkov za igranje ($M=2,75$). Veliko jih namreč računalnik povezuje z igranjem, drugačno delo od rutinskega pouka pa kot zabavo oz. sprostitev. Vsekakor pa si večina učencev in dijakov želi več gradiv v slovenskem jeziku ($M=3,43$). Predvsem za osnovnošolce lahko tuj jezik pomeni nepremostljivo oviro in jim zato taka gradiva ne koristijo.

Tabela 14: Frekvence (%) odgovorov o uporabnosti virtualnih gradiv. N=21, M=aritmetična sredina, SD=standardni odklon.

Trditev	1	2	3	4	5	M	SD
Virtualne vsebine so uporabne kot priprava na pouk.	2,2	5,4	23,7	38,7	17,2	3,73	0,94
Virtualne vsebine nikakor ne morejo nadomestiti pravega laboratorijskega ali terenskega dela.	4,3	12,9	23,7	26,9	19,4	3,51	1,14
Virtualna učna gradiva so samo še ena možnost, ki učencem omogoča "igranje" namesto učenja.	14,0	29,0	16,1	20,5	7,5	2,75	1,23
Gradiva morajo biti obvezno v slovenskem jeziku.	3,2	11,8	24,7	25,8	20,4	3,56	1,11
Zanimivo bi bilo sodelovati pri razvoju virtualnih učnih gradiv.	3,2	9,7	32,3	29,0	11,8	3,43	0,99

Učence in dijake smo prosili za pojasnitev prednosti, ki jih predstavljajo virtualna gradiva. Največja prednost uporabe takih gradiv vidijo v natančnejši ponazoritvi in nazornejši predstavitvi problemov. Na ta način dela učno snov hitreje razumejo, povrhu vsega pa je delo z njimi atraktivnejše. Izpostavili so še možnost dela od doma, več samostojnega dela in več možnosti za prikaz nedosegljivih stvari.



Kot pomanjkljivosti virtualnih gradiv so učenci in dijaki izpostavili predvsem zmanjšanje učiteljeve razlage in posledično nerazumevanje snovi ter dela z gradivom. Nekaterim se zdi takšno delo tudi dolgočasno ali pa jim pade koncentracija in se raje zabavajo. Kot pomanjkljivosti so navedli še, da tako ne vidijo realnega stanja in nezanesljivosti tehnologije. Omenili so še na pomanjkanje opreme in zdravstvene težave pri prekomerni uporabi računalnika (oči, zasvojenost).

Zaključek

Za konkretnjše analize uspešnosti simulacije bi morali opraviti testiranja na večjem vzorcu, z veseljem pa lahko potrdimo prva opažanja, da so učenci in dijaki po uporabi simulacije dosegli boljše rezultate, ko primerjamo pred in post-teste. Da bi lahko z gotovostjo potrdili simulacijo kot edini vir pri doseganju boljših rezultatov, bi morali opraviti tudi vzporedno testiranje s skupinami, ki bi spoznali Mendlovo genetiko na drug način.

Po primerjavi rezultatov glede na starost oz. predznanje učencev in dijakov bi lahko za simulacijo določili, da je uporaba smiselna ob določenem predznanju iz genetike. Najboljše rezultate so namreč dosegli dijaki 2. letnika, ki so vsebino že poznali in so jo s pomočjo simulacije le utrdili oz. ponovili. Maturantom iz biologije je bila uporaba prelahka, zato bi bilo smiselno dodati nove vsebine in tako prilagoditi uporabo še za višji nivo. Smiselno bi bilo dodati tudi nove spremenljivke (npr. točkovanje uspešnosti, omejitev števila korakov), ki bi onemogočile slepo »klikanje« do cilja.

Simulacija Mendlova genetika predstavlja nov pripomoček, ki bo učiteljem omogočal hitro in enostavno uporabo virtualnega eksperimenta iz področja genetike. Z njo je možno izvesti križanja brez dodatnih materialnih potreb ali pa v trenutku preveriti rezultate predhodno dobljenih križanj. V kolikor se bodo opažanja v pomoči pri doseganju boljših rezultatov potrdila tudi pri večjem vzorcu testiranj, bi lahko potrdili simulacije kot dober učni pripomoček, ki bi učiteljem olajšal delo pri razlagi vsebin.



Avtor(ja) gradiva:

Miro Puhek¹, dr. Andrej Šorgo²

Institucija:

¹ Sinergise d.o.o., ² Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru

Evalvatorji:

mag. Katja Stopar¹, Neda Golmajer²

Institucija:

¹ Šolski center Ravne na Koroškem, ² OŠ F. S. Finžgarja Lesce

Simulacija osmoza (evalvacija gradiva – 2. del)

Strategija (metoda):

- uvajanje v novo učno uro (priprava).

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole):

- učenci 6. ter 8. razreda osnovne šole in dijaki 1. letnika splošne gimnazije.

Kompetence, ki se razvijajo:

- naravoslovno-matematične.

Generične kompetence naravoslovnih predmetov	
spodobnost zbiranja informacij	
spodobnost analize in organizacija informacij	x
spodobnost interpretacije	x
spodobnost sinteze zaključkov	x
spodobnost učenja in reševanja problemov	x
prenos teorije v prakso	x
uporaba matematičnih idej in tehnik	
prilagajanje novim situacijam	x
skrb za kakovost	
spodobnost samostojnega in timskega dela	
organiziranje in načrtovanje dela	
verbalna in pisna komunikacija	x
medosebna interakcija	x
varnost	
Predmetno-specifične kompetence	
opazovanje kot temeljna spoznavna metoda	x
Dodatne kompetence	



delo z računalnikom

x

Umestitev v učni načrt/ Nova vsebina:

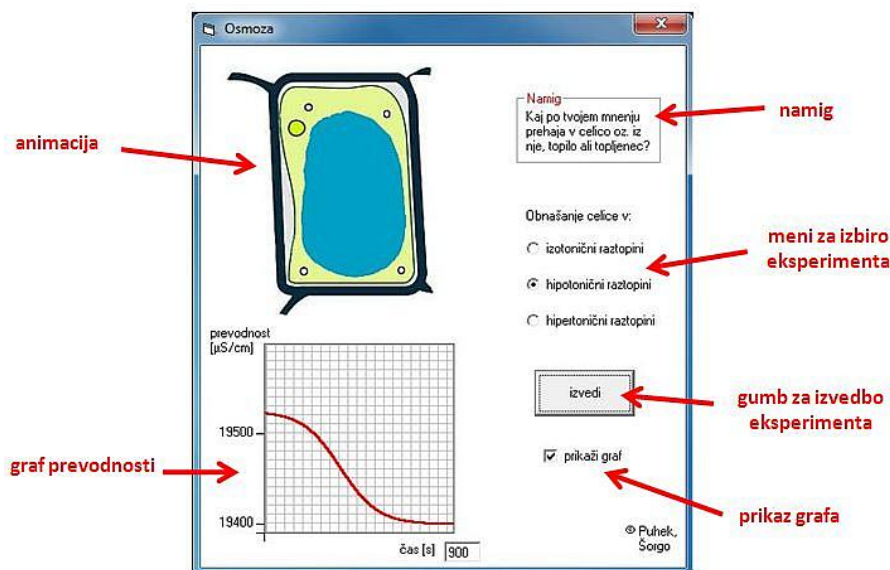
Simulacija Osmoza je v prvi meri razvita kot sredstvo za pripravo na novo učno uro ali za ponavljanje že utrjene snovi. V računalniški učilnici bi jo lahko uporabili tudi kot samostojno vajo, vendar le v primeru, ko klasične laboratorijske vaje zaradi različnih razlogov ne moremo izvesti. Po učnih načrtih za srednjo bi jo lahko izvajali:

- pri predmetu Biologija v srednji šoli pri učni temi »Zgradba in delovanje celice«, kjer se dijaki seznanijo z zgradbo in delovanjem rastlinskih in živalskih celic,
- pri predmetu Biologija v srednji šoli pri učni temi »Zgradba in delovanje organizmov«, kjer v enoti »Temeljne lastnosti živega« dijaki razumejo interakcijo organizmov z zunanjim okoljem.

Načrt in izvedba gradiva

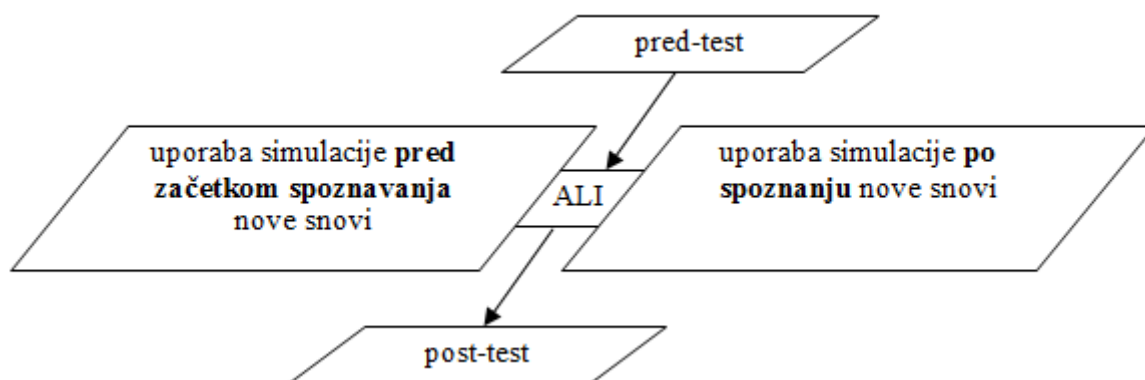
Osmoza je posebna oblika difuzije, pri kateri gre za pasiven prehod topila (običajno vode) skozi izbirno prepustno membrano. Poteka vedno tako, da se uravnava osmotski tlak, pri čemer se spreminja volumen raztopin (Patlak in Watters, 1999). Z osmozo je povezanih veliko procesov v biologiji. Prehod vode zaradi različnih koncentracij kalijevih ionov omogoča odpiranje in zapiranje listnih rež (Štušek in Gogala, 2002), poznana pa so tudi ostala gibanja rastlin, ki običajno delujejo na podlagi osmotskega tlaka. Tudi sprejem vode iz zemlje v korenino deluje na principu različnih koncentracij snovi med celicami korenine in okoljem. V živalskem svetu je poznanih več mehanizmov osmoregulacije, ki jim omogoča preživetje v okoljih od sladkih do slanih voda (Štušek in Gogala, 2002).

Ker osmoza poteka na molekularni ravni, poleg tega pa je pogosto neizogibno spoznavanje novih pojmov (toničnost, osmotski tlak, plazmoliza), lahko učenci in dijaki naletijo na težave s predstavo in razumevanjem delovanja. Z razvojem multimedije je bilo izdelanih več primerov animacij in drugih multimedijskih vsebin (npr. http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072495855/student_view0/chapter2/animation__how_osmosis_works.html), ki učiteljem pomagajo pri razlagi. Učencem in dijakom zaradi zmanjšane aktivnosti pogosto pustijo dvome, iz katerih se lahko razvijejo napačne predstave. Večina spletnih gradiv je na voljo v tujih jezikih, zato za vse učence in dijake ne pridejo v poštev. S simulacijo osmoza (slika 15) smo želeli učencem in dijakom ponuditi pripomoček, ki jim bo pomagal pri ugotavljanju delovanja snovi na celico, v katerem bi imeli možnost spreminjanja parametrov.



Slika 15: Osnovna stran simulacije Osmoza z razlago delovanja.

Simulacija je namenjena pripravi na spoznavanje nove učne snovi ali kot utrjevanje pravkar pridobljene snovi. Načrt izvedbe učne ure je prikazan na sliki 16. Z evalvacijo smo ugotovili, da je manj oz. neprimerna za izvedbo kot samostojno laboratorijsko delo, saj učencem snov le približa, kar je brez dodatne razlage premalo za razumevanje osmoze. Preizkus simulacije je bil v začetku načrtovan kot preverjanje učinkovitosti glede na čas uporabe simulacije (slika 16), vendar smo izvedli testiranje le kot uporabo simulacije pri pripravi na novo vsebino.



Slika 16: Potek ure in preverjanje učinkovitosti simulacije Osmoza s pred in post-testom.

Vodilna učna metoda:

- metoda praktičnih del in metoda dela s tekstom.

Spremljevalne metode:

- metoda ponavljanja, metoda demonstracije, metoda razgovora, metoda razlage.

Vzgojno-izobraževalne oblike:

- samostojno delo, frontalni pouk.



Evalvacija gradiva:

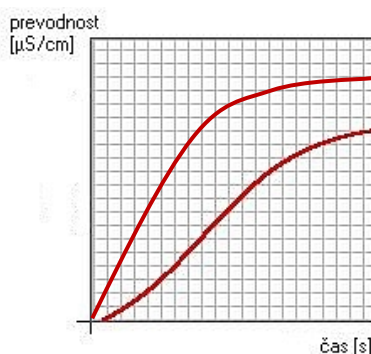
V evalvaciji je sodelovalo 15 učencev 6. razreda OŠ, 10 učencev 8. razreda OŠ in 21 dijakov 1. letnika splošne gimnazije. V vseh primerih je bila simulacija uporabljena kot pripomoček za pripravo na spoznavanje nove učne snovi. Evalvacijo smo izvedli s pomočjo pred in post-test ter vprašalnika o stališčih glede uporabe virtualnih gradiv. Učenci in dijaki so pred uporabo simulacije rešili pred-test in po uporabi še enak post-test, s čemer smo želeli preveriti morebitno razliko med znanjem pridobljeni s pomočjo simulacije. Glavni namen je bil ugotoviti najboljši način uporabe simulacije, torej pred začetkom ure (priprava) ali pa na koncu ure (ponovitev snovi), vendar smo preverili le prvi način. Za konec so učenci podali še svoja stališča glede dela s simulacijo Osmoza in splošnega stališča glede uporabe virtualnih gradiv. Podatke smo obdelali s pomočjo statističnega paketa PASW Statistics 18.

Vprašalnik – Pred in post-test

Simulacija uporabljena kot (obkroži učitelj): - *priprava na novo snov (pred uro)*,
- *ponavljanje že naučene snovi (po uri)*.

Pred-test ali post-test (ustrezno označi)

1. Za nedeljsko kosilo smo kuhali govejo juho. Izmerili smo električno prevodnost in rezultate zabeležili v grafu spodaj. Kasneje smo juhi dodali žlico soli in dobro premešali. Na sliko doriši približen graf prevodnosti v odvisnosti od časa, po tem, ko smo juho solili.



2. Ali lahko sladkovodne ribe preživijo v morski vodi in obratno? Svoj odgovor razloži.

Ne. Sladkovodne ribe bi v morju izgubljale vodo iz celic, medtem ko bi v morske ribe voda vdiral. Zaradi različnih okolji so organi zmi razvili različne prilagoditve (izločanje soli, razredčen urin).

_____.

3. Za pripravo solate smo kumarice najprej narezali in nato še posolili. Sliko narezane kumarice opremi s puščico, ki bo ponazarjala prehajanje vode.





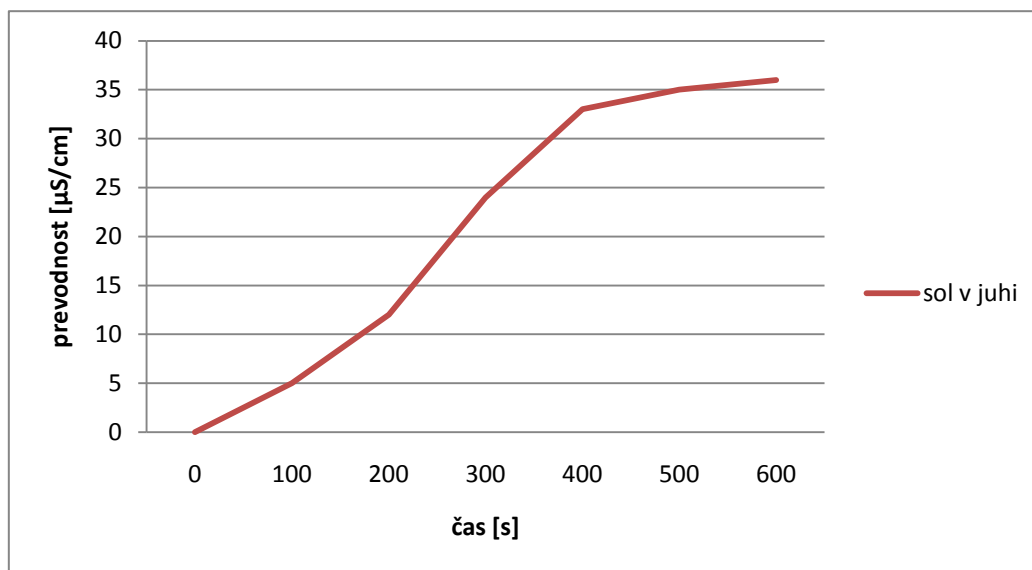
4. Sosea te je prosila, da ji med njenim dopustom zalivaš rože. Kaj se je zgodilo s celicami listov, ki so se povesili? Svoj odgovor pojasni.

Celice oz. vakuole v njih so izgubile vodo. Osmotski tlak se je znižal.

_____.

5. Prikazana je tabela meritev vsebnosti soli v juhi iz naloge 1. S pomočjo tabele izdelaj graf prevodnosti v odvisnosti od časa.

čas [s]	prevodnost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
00	5
200	12
300	24
400	33
500	35
600	36



6. Pri gojenju rastlin lahko sušo opazimo kot propadanje listnih robov proti notranjosti. V osnovi ločimo fizikalno sušo, ko vode ni in fiziološko sušo, ko rastlina vode ne more uporabiti (npr. ko je ta zamrznjena). Zakaj večina rastlin (razen slaniš ali halofitov) ne more uspevati na zasoljenih tleh? Zapiši odgovor.

Zaradi slanih tal bi iz celic korenin izgubljale vodo oz. voda ne bi morala prehajati v korenine (osmoza).

_____.



Analiza pred in post-testa

Namen pred in post-testa je bil ugotoviti ali uporaba simulacij pripomore k dvigu znanja. Učenci in dijaki so morali rešiti test pred in po uri, kar se je nekaterim zdelo nesmiselno. Veliko odgovorov je namreč nakazovalo, da se v naslednjem primeru sploh niso potrudili z odgovorom, temveč so le označili, da je odgovor enak kot prej. Post-test bi bilo zato bolje izvesti po nekem časovnem obdobju (npr. 1 teden) ali pa kot so predlagali že drugi evalvatorji, da bi ga izvedli v drugačni obliki (npr. sprotno preverjanje, intervju). Tako bi bili odgovori bolj spontani, saj se učenci in dijaki ne bi zavedali ponovnega testiranja. V post-testu so rešitve osmošolcev sumljivo podobne, zato predvidevamo, da je šlo vsaj do neke mere za skupinsko reševanje.

Želeli smo tudi ugotoviti najbolj smotrno uporabo simulacije (začetek ali konec ure), vendar zaradi premalo podatkov tega še ne moremo določiti. V prihodnje bi učence in dijake ločili še po spolu in uspehu, da bi lahko izvedli analizo primerjave med uspehom fantov in deklet ali pa npr. analizo priljubljenosti simulacije glede na različen profil uporabnikov.

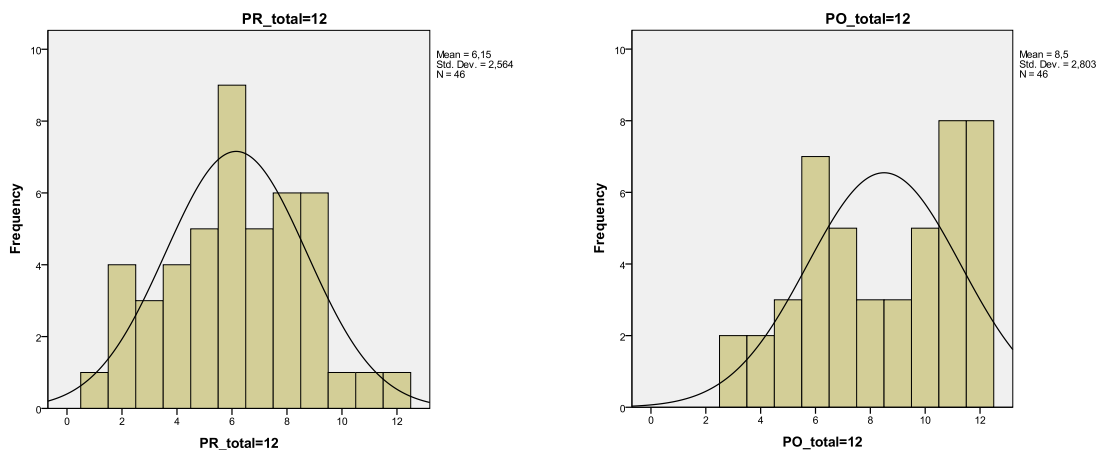
Vsa evalvacijska vprašanja so se navezovala na življenjske procese, ki nas obdajajo, da bi pri učencih in dijakih spodbudili povezavo med iskanjem znanosti izven šolskih klopi. Učenci in dijaki imajo pogosto težave s transferjem znanja v splošno uporabo, kar smo ugotovili tudi z evalvacijskimi vprašalniki. Nekatera vprašanja pred in post-testa so bila zanje prezahtevna (npr. nalogi št. 2 – prilagoditve rib, 6 – fiziološka in fizikalna suša), zato so posledično prispevala k znižanju doseženih točk pri teh nalogah. Njihov namen je bilo beleženje povezovanja učne snovi s problemi iz narave in iskanje nadarjenih učencev.

Skupna ocena in primerjava med pred in post-testom

Vse naloge iz evalvacijskih vprašalnikov smo točkovali na enak način:

- 0 točk – napačen odgovor,
- 1 točka – deloma pravilen oz. površen odgovor,
- 2 točki – pravilen odgovor.

Točke smo sešteli (vseh točk 12) in vprašalnike ocenili. Za pred in post-test smo nato posamezno izvedli opisno statistiko (tabela 15) med vsemi vprašanji in skupnim številom točk. Pri vseh skupinah smo zaznali dvig v doseženem številu točk. Razliko med aritmetičnima sredinama glede na število doseženih točk prikazuje slika 17. Presenetil nas je podatek, da so osnovnošolci dosegli več točk kot dijaki, kar gre skoraj z gotovostjo pripisati izključno samostojnemu delu dijakov.



Slika 17: Razporeditev doseženih točk na pred-testu (levo) in post-testu (desno) s krivuljo, ki prikazuje aritmetično sredino doseženih točk. Aritmetična sredina doseženih točk na pred-testu je 6,15 (st. odklon 2,56), na post-testu pa 8,50 (st. odklon 2,80). N=46.

Tabela 15: Porazdelitve učencev in dijakov po razredu/letniku glede na ocene pred in post-testov in aritmetična sredina doseženih točk s standardnim odklonom za 46 učencev in dijakov (N). Skupno število vseh možnih točk je 12.

		PRED-TEST			POST-TEST		
letnik, razred	ocena	aritmetična sredina	std. odklon	N	aritmetična sredina	std. odklon	N
1	1	3,25	1,29	12	4,33	0,82	6
	2	6,00	0,71	5	6,50	0,54	8
	3	8,67	0,58	3	8,75	0,50	4
	4	10,00	/	1	/	/	/
	5	/	/	/	11,00	0,00	3
	skupaj	5,00	2,53	21	6,95	2,36	21
6	1	4,50	1,64	6	3,00	/	1
	2	6,33	0,58	3	6,00	0,00	3
	3	8,00	1,16	4	7,50	0,71	2
	4	/	/	/	9,67	0,82	6
	5	11,50	0,71	2	11,67	0,58	3
	skupaj	6,73	2,69	15	8,60	2,59	15
8	2	6,33	0,58	3	/	/	/
	3	8,29	0,49	7	/	/	/
	4	/	/	/	/	/	/
	5	/	/	/	11,60	0,52	10
	skupaj	7,70	1,06	10	11,60	0,52	10
vsi	1	3,67	1,5	18	4,14	0,90	7
	2	6,18	0,60	11	6,36	0,51	11
	3	8,29	0,73	14	8,33	0,82	6
	4	10,00	/	1	9,67	0,82	6
	5	11,50	0,71	2	11,50	0,52	16
	skupaj	6,15	2,56	46	8,50	2,80	46

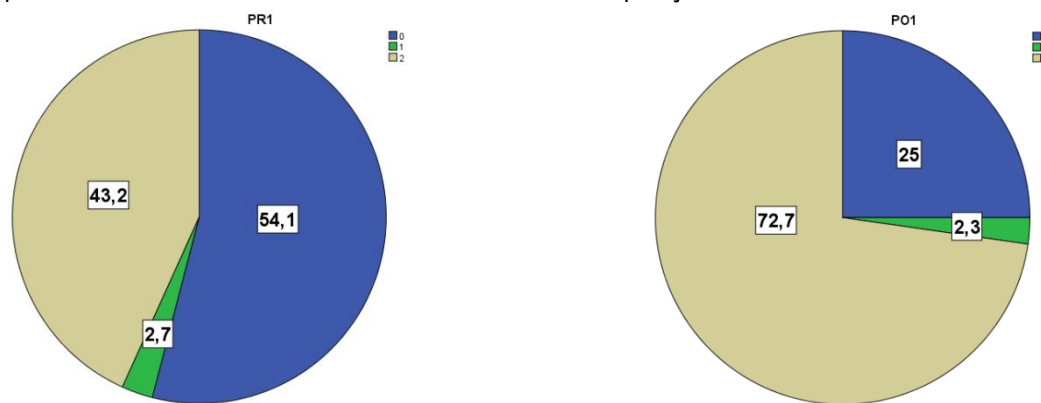
Zaradi neenakomerne porazdeljenosti podatkov (Kolmogorov-Smirnov test) smo izvedli še test za ugotavljanje značilnih razlik med dvema povprečnima vrednostma za odvisna vzorca (Wilcoxon Signed Ranks Test), ki je pokazal statistično značilne razlike ($p < 0,05$) med pred in post-testom (tabela 2). V primerjavi s prvim delom evalvacije, ki je pokazal »napredek« predvsem pri nalogah 2 in 6, so se tokrat statistično značilne razlike pokazale še pri nalogah 1 in 4. Razlog je predvsem pri osmošolcih, ki so v post-testu uspešno rešili večino nalog. Njihovega napredka skoraj z gotovostjo ne moremo pripisati samo simulaciji, saj je najbrž šlo za skupinsko delo (predvsem vidno pri nalogah z risanjem grafov).

Tabela 16: Primerjava nalog iz pred (PR) in post-testa (PO) za 36 učencev in dijakov po uporabi simulacije Osmoza. Statistična značilnost: $p < 0,05$.

	PO1 - PR1	PO2 - PR2	PO3 - PR3	PO4 - PR4	PO5 - PR5	PO6 - PR6	PO_total=12 - PR_total=12
Z	-2,41	-3,16	-1,46	-3,12	-1,73	-3,69	-5,01
p	0,02	0,00	0,15	0,00	0,08	0,00	0,02

Primerjava rezultatov pred in post-testa po posameznih nalogah

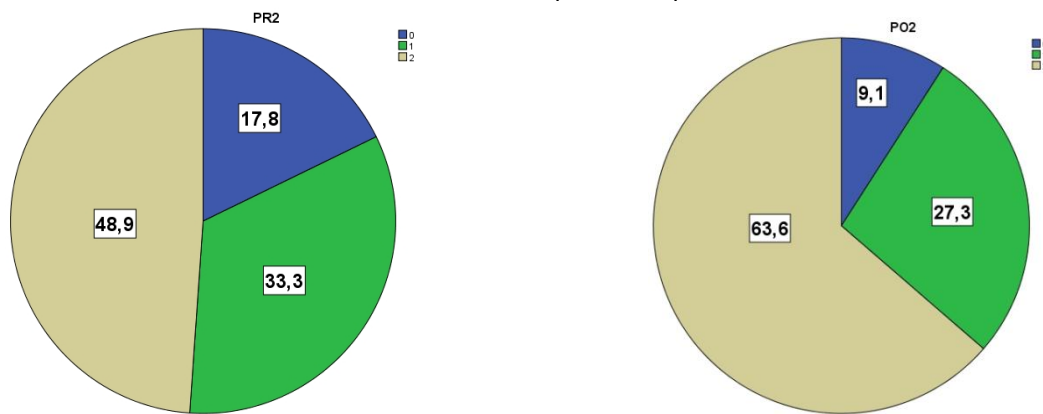
V nalogi 1 so morali učenci in dijaki razbrati podatke iz grafa in na podlagi teh z upoštevanjem navodil vnesti nove. Z nalogo smo želeli preizkusiti vpliv simulacije na razumevanje grafov (podobno kot naloga 6). Velko učencev in dijakov je narisalo povsem enaka grafa (slika 18) – torej ali oba pravilna ali pa napačna. Slabši rezultat v pred-testu je tudi posledica nereševanja naloge (predvsem pri dijakih), za izboljšanje rezultata v post-testu pa so poskrbeli predvsem osmošolci, kar smo razložili že prej.



Slika 18: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 1 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

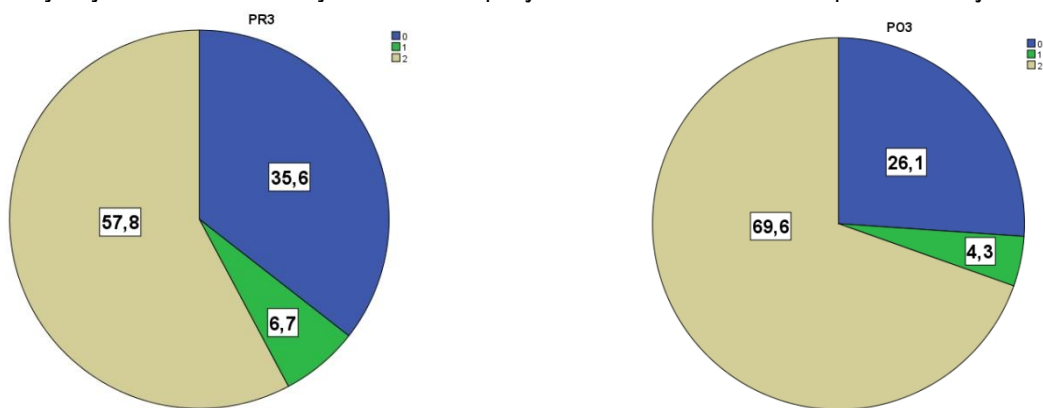
Naloga 2 je predstavljala prvo izmed abstraktnjših nalog, ki morda niso bile najbolj prilagojene stopnji znanja pri dijakih, še manj pa pri učencih. Z nalogo smo želeli učence in dijake napeljati na zaznavanje problemov v naravi na

podlagi fiziološkega primera. Kasneje se je pokazalo, da so se učenci dijaki na abstraktnjših nalogah občutneje bolje odrezali, saj so znali problem razložiti ali pa vsaj napeljati odgovor v pravo smer (slika 19). V nalogi smo zabeležili tudi statistično značilne razlike med pred in post-testom.



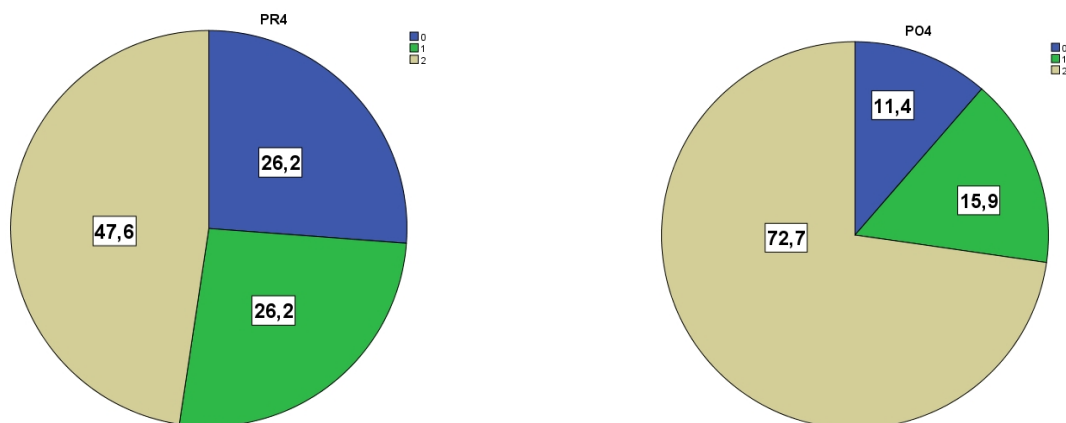
Slika 19: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 2 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

Slabši rezultat (slika 20) v nalogi 3 je predvsem posledica nereševanja te naloge med dijaki. V nalogi so učenci in dijaki morali sliko opremiti s puščico, ki je ponazarjala smer gibanja vode – celice kumaric so po soljenju vodo »izgubile«. Nereševanje naloge bi lahko pripisali nepoznavanju problema ali pa nerazumevanju navodil. Naloga zahteva prenos znanja v vsakdanje življenje. Učenci in dijaki so se s pojavom lahko srečali pri kuhanju.



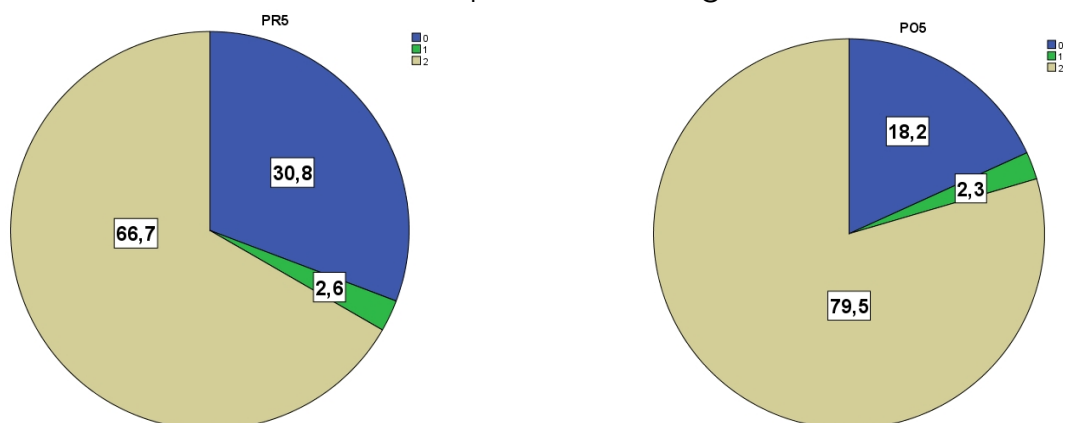
Slika 20: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 3 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

Splošno gledano so z nalogo 4 učenci in dijaki imeli najmanj težav, zato so bile točke pri tej nalogi višje (slika 21) v primerjavi z drugimi. Veliko dijakov (26,2 % v pred-testu in 15,9 % v post-testu) je sicer napeljevalo na pravi odgovor, vendar se je površno izražalo oz. problema ni znalo razložiti.



Slika 21: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 4 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

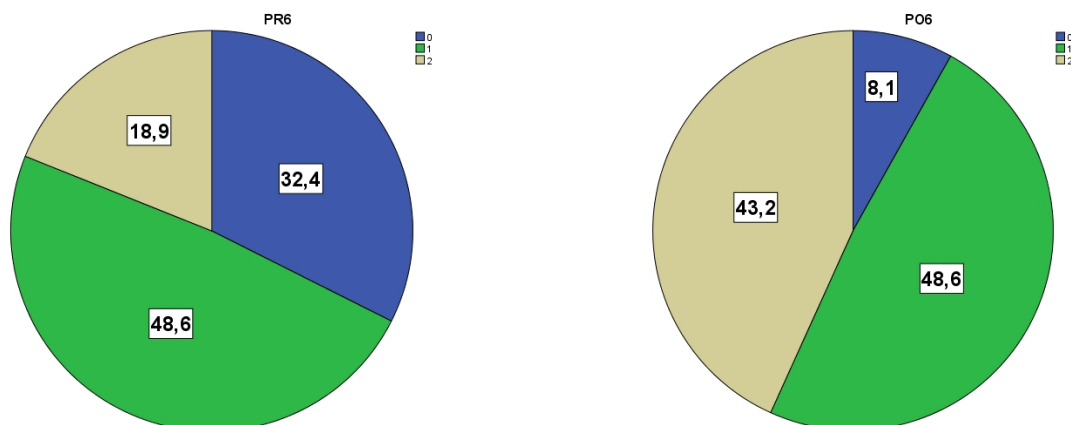
Podobno kot pri prvi nalogi (razumevanje grafov), smo s pomočjo naloge 5 želeli ugotoviti ali simulacija vpliva na sposobnost risanja grafov (slika 22). Učenci in dijaki so v simulaciji sicer spreminjali različne parametre in opazovali spremembe na grafu, vendar jim le tega ni bilo potrebno narisati. Najpogostejša napaka pri tej nalogi je bila, da so učenci in dijaki narisali graf časa v odvisnosti od prevodnosti, torej da so zamenjali ordinatno in abscisno os. Odgovor nas je presenetil, saj je v nalogi 1 nastavljen enak graf in bi ga lahko le prerisali (z upoštevanjem novih podatkov). V nalogi bi lahko bolje določili kakšen graf naj učenci in dijaki narišejo, tar opozorili na elemente, ki grafom pripadajo (legenda, oznake osi, naslov). Podobno kot pri prvi nalogi so oboji v večini primerov na pred in post-testu narisali povsem enaka grafa, tako da so dobili vse točke ali pa vse točke izgubili.



Slika 22: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 5 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

Naloga 6 je učencem in dijakom predstavljala najtrši oreh. Povsem namenoma smo zastavili za učence in dijake abstraktnejše vprašanje, ki ga praviloma spoznajo v kasnejših letnikih srednje šole oz. celo na fakulteti (na bioloških študijskih smereh). Pri nalogi sicer večina učencev in dijakov ni znala povsem pravilno odgovoriti na vprašanje, vendar so začeli razmišljati v pravo

smer (slika 23). Razlike med rešitvami nalog med pred in post-testom so se pokazale kot statistično značilne.



Slika 23: Tortni diagram uspešnosti učencev in dijakov (v %) pri nalogi 6 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Siva barva predstavlja pravilne, zelena deloma pravilne, modra pa napačne odgovore.

Komentar evalvatorjev

Po uporabi gradiv v šolski praksi so evalvatorji podali svoja opažanja. Največje pomisleke so zabeležili pri težavnosti nalog in pri izrazoslovju v gradivih, saj so pri reševanju pred in post-testov nekateri učenci ter dijaki tožili zaradi težavnosti. Nereševanje nekaterih nalog bi zato lahko pripisali tudi nerazumevanju vsebin. Učenci in dijaki so naleteli na težave tudi pri prebiranju gradiv. Tekst je vseboval veliko novih izrazov (osmoza, toničnost, izotonično, hipotonično in hipertonično, osmotski tlak, plazmoliza, osmoregulacija), zato so morali biti ves čas branja zelo skoncentrirani. Pri naslednjih verzijah bi bilo smiselno dodatno razložiti pojme oz. jih bolje prilagoditi starostni stopnji učencev. Evalvatorji so opazili še težave nekaterih učencev z operiranjem s simulacijo. Zaradi omenjenih razlogov je bilo nujno posredovanje učitelja in njegovo usmerjanje, saj brez dodatnih razlag reševanje ne bi bilo uspešno.

Evalvatorji so omenili še pomembnost povezovanja znanja med šolsko vsebino in življenjsko prakso. Pogosto imajo učenci ter dijaki težave s transferjem znanja in z uporabo strokovne razlage pojavov, ki jih srečujejo v vsakdanjem življenju. Življenjske teme pogosto omogočajo tudi večjo možnost medpredmetnega povezovanja (izdelana gradiva npr. gospodinjstvo v osnovnih šolah).

Uporaba simulacije je pripomogla k hitrejši izvedbi eksperimentov, saj ni bilo potrebno izgubljati časa s pripravo in potekom (npr. risanje grafov). Simulacija je prispevala tudi k popestritvi pouka, zato bi jo bilo smiselno izvesti kot občasno dopolnilo in predvsem kot samostojen kratkotrajni eksperiment. Simulacijo bi evalvatorji dopolnili z možnostjo zaustavitve animacije, kar bi pripomoglo k lažji razlagi delovanja osmoze na celico. Slike bi lahko opremili še z dodatnimi podatki (npr. s puščicami, ki bi nakazovale smer vode).



Vprašalnik – virtualna gradiva

1.5 Ti je bilo delo s simulacijo zanimivo? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)
a) da b) ne c) nisem prepričan/-a

1.6 Odgovor pojasni.

2. Ste simulacije (ali druga virtualna gradiva) uporabljali že pri katerem predmetu? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)

- a) da. Pri predmetu: _____.
b) ne
c) nisem prepričan/-a

3.5 Je uporaba simulacije težka? (Obkroži črko pred pravilnim odgovorom.)
a) da b) ne c) nisem prepričan/-a

3.6 Odgovor pojasni.

4. Spodaj je navedenih nekaj trditev, ki se navezujejo na uporabo virtualnih gradiv pri pouku. (Označi trditve, ki se najbolj sklada s tvojim mnenjem.)

	NE	se ZELO	strinjam	se NE	strinjam	neodloč	se	strinjam	se ZELO
Virtualne vsebine so uporabne kot priprava na pouk.									
Virtualne vsebine nikakor ne morejo nadomestiti pravega laboratorijskega ali terenskega dela.									
Virtualna učna gradiva so samo še ena možnost, ki učencem omogoča "igranje" namesto učenja.									
Gradiva morajo biti obvezno v slovenskem jeziku.									
Zanimivo bi bilo sodelovati pri razvoju virtualnih učnih gradiv.									
Delo s simulacijo je pripomoglo k večjemu razumevanju snovi.									
Simulacija bi bila zelo koristna pri pripravi na izpit.									



Ob uporabi simulacije sem se dolgočasil/-a.

9.1 Zapiši prednosti uporabe virtualnih gradiv pri pouku.

9.2 Zapiši slabosti uporabe virtualnih gradiv pri pouku.

10 V tabeli je zapisanih nekaj krajev, kjer se običajno izvaja pouk. (Kraje ovrednoti s števili od 1 do 5. Najljubši kraj označi s 5, naslednjega s 4, 3, 2 in najmanj priljubljenega z 1).

KRAJ	OCENA
razred	
teren	
☐ laboratorij	
računalnik (virtualno delo)	
doma	

11 Na koncu ti dajem možnost, da se preleviš v programerja in opišeš morebitne pomanjkljivosti, ki si jih zaznal/-a in bi jih v simulaciji spremenil/-a?

Analiza vprašalnika o uporabi virtualnih gradiv

Vprašalnik o stališčih glede uporabe virtualnih gradiv bi lahko razdelili na dva dela. Prvi del je vezan na delo s simulacijo, medtem ko nas je v drugem delu zanimalo splošno mnenje o uporabi virtualnih gradiv pri učencih in dijakih.

Vprašalnik je rešilo 15 učencev 6. razreda OŠ, 10 učencev 8. razreda OŠ in 21 dijakov 1. letnika splošne gimnazije.

- Zanimivost simulacije Osmoza

Približno dve tretjini učencev in dijakov je delo s simulacijo označilo kot zanimivo (tabela 17). Njihova pojasnila so bila: lažje učenje s pomočjo računalnika, nazornost ponazoritve procesa, priljubljenost dela z računalnikom, možnost samostojnega raziskovanja itd. Učenci in dijaki, ki jim simulacija ni bila všeč ali pa se niso morali opredeliti, so svoj odgovor pojasnili



kot: dolgočasje, nezanimivost simulacije, premalo razlage in nerazumljivost snovi.

Tabela 17: Frekvence odgovorov na vprašanje ali je bilo delo s simulacijo zanimivo.

Odgovor	Frekvenca	Odstotek
da	29	63,0
ne	3	6,5
nisem prepričan/-a	14	30,4
Skupaj (N=21)	46	100,0

- Težavnost uporabe simulacije

Večina učencev in dijakov z uporabo simulacije ni imela težav (tabela 18). Njihova pojasnitev je, da so navodila za uporabo simulacije dovolj natančna, uporaba simulacije pa enostavna. Učenci in dijaki, ki so simulacijo izbrali za težko, pa so imeli težave predvsem z nepoznavanjem vsebine, novimi pojmi (toničnost, osmotski tlak) in premalo razlage.

Tabela 18: Frekvence odgovorov na vprašanje ali je bilo delo s simulacijo težko.

Odgovor	Frekvenca	Odstotek
da	11	23,9
ne	30	65,2
nisem prepričan/-a	5	10,9
Skupaj (N=21)	46	100,0

- Uporabnost simulacije

Uporabnost simulacije smo ugotavljali s pomočjo Likertove lestvice (tabela 19), kjer so učenci in dijaki z oceno podali svoje stališče (1 – se zelo ne strinjam, 2 – se ne strinjam, 3 – neodločen, 4 – se strinjam, 5 – se zelo strinjam). Nakazali so, da bi lahko uporaba simulacije pripomogla k večjemu razumevanju snovi ($M=3,74$), malo manj prepričani pa so bili v učinkovitost simulacij pri pripravi na izpit ($M=3,61$). Svojo dolgočasnost pri uri so učenci in dijaki opredelili z aritmetično sredino (ang. mean) 2,15. Iz tega bi lahko predpostavili, da je simulacija pripomogla k večji atraktivnosti učne ure in posledično k aktivnosti učencev in dijakov.

Tabela 19: Frekvence odgovorov o uporabnosti simulacije. N=21, M=aritmetična sredina, SD=standardni odklon.

Trditev	1	2	3	4	5	M	SD
Delo s simulacijo je pripomoglo k večjemu razumevanju snovi.	4,3	6,5	28,3	32,6	28,3	3,74	1,08
Simulacija bi bila koristna priprava na izpit.	4,3	8,7	37,0	21,7	28,3	3,61	1,13
Ob uporabi simulacije sem se dolgočasil/-a	23,9	47,8	19,6	6,5	2,2	2,15	0,94

- Virtualna gradiva na splošno

V zadnjem sklopu vprašalnika nas je zanimalo splošno mnenje o virtualnih gradivih. Učenci in dijaki v virtualnih gradivih vidijo velik potencial pri pripravi na pouk ($M=3,85$) in jih načeloma ne smatrajo le kot za novo igračo za krajšanje časa ($M=2,30$). Po pričakovanjih si še vedno želijo pravega

laboratorijskega in terenskega dela ($M=3,46$), ki so ga izbrali za najbolj priljubljena kraja, kjer običajno poteka pouk. Presenetil nas je podatek, da večina učencev in dijakov želi razvoj gradiv v slovenskem (maternem) jeziku ($M=3,72$), iz česar lahko sklepamo, da bi jim uporaba »tujih« gradiv povzročala dodatne težave.

Tabela 20: Frekvence odgovorov o uporabnosti virtualnih gradiv. $N=21$, M =aritmetična sredina, SD =standardni odklon.

Trditev	1	2	3	4	5	M	SD
Virtualne vsebine so uporabne kot priprava na pouk.	2,2	4,3	23,9	45,7	23,9	3,85	0,92
Virtualne vsebine nikakor ne morejo nadomestiti pravega laboratorijskega ali terenskega dela.	2,2	21,7	28,3	23,9	23,9	3,46	1,15
Virtualna učna gradiva so samo še ena možnost, ki učenec omogoča "igranje" namesto učenja.	30,4	34,8	13,0	17,4	4,3	2,30	1,21
Gradiva morajo biti obvezno v slovenskem jeziku.	4,3	6,5	30,4	21,7	37,0	3,80	1,15
Zanimivo bi bilo sodelovati pri razvoju virtualnih učnih gradiv.	2,2	2,2	37	39,1	19,6	3,72	0,89

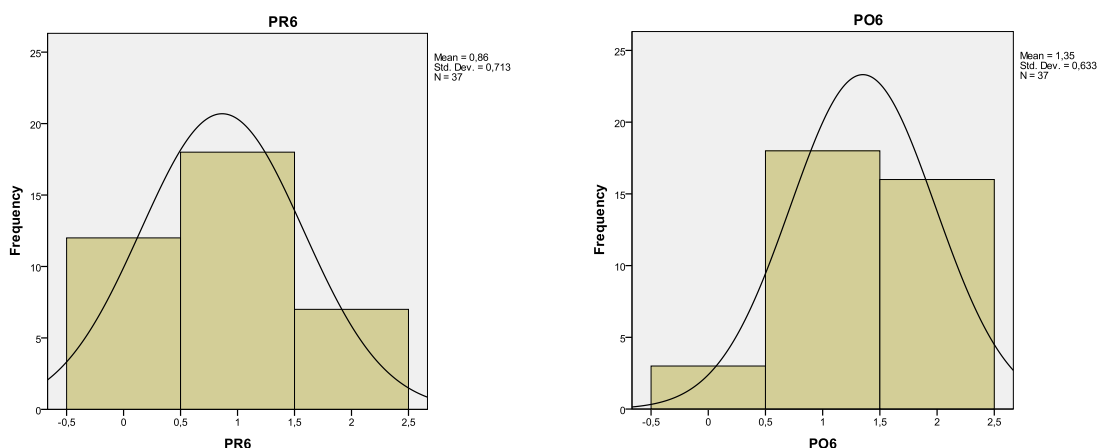
Učence in dijake smo še prosili za pojasnitev prednosti virtualnih gradiv. Taka gradiva po njihovem mnenju nudijo pomoč pri učenju in večjo nazornost pri razlagi procesov (sploh težje razumljivih, kot npr. osmoza). Prednosti pripisujejo predvsem slikoviti in zaradi tega lažji predstavi vsebin, kar pripomore k hitrejšemu razumevanju. Po vrhu vsega pa je delo z njimi atraktivnejše kot klasično delo. Izpostavili so še možnost dela od doma in več samostojnega dela. Uporaba virtualnih gradiv po njihovem mnenju zmanjša stroške (tiskanja, ekskurzij itd.) in poveča ponovljivost eksperimentov.

Kot pomanjkljivosti virtualnih gradiv so učenci in dijaki izpostavili zmanjšanje razlage učitelja in posledično nerazumevanje snovi ter dela z gradivom. Omenili so še problem zapisovanja informacij, saj vse ostane digitalno. Pri virtualnih gradivih se bojijo tudi zmanjšanja skupinskega dela. Če izhajamo iz podatkov, da sta najbolj priljubljeni obliki dela laboratorijsko in terensko, se jim zdi nesmiselno simuliranje vseh naravnih procesov. Kot pomanjkljivosti so navedli še možnost pomanjkanja računalnikov na šolah in igranje nekaterih učencev in dijakov na mesto resnega učenja. Zanimivo je bilo, da je nekaj učencev in dijakov opozorilo na zdravstvene težave, ki lahko nastopijo pri prekomerni uporabi računalnika.

Zaključek

Ker je trenutno simulacijo rešilo le 46 učencev in dijakov je nemogoče postavljati zaključke o učinkovitosti takšnega dela oz. izdelati obširnejše primerjave. Testi so pokazali, da je simulacija najuspešnejša predvsem pri razlagi abstraktnejših tem (nalogi 2 in 6), kjer smo pokazali statistično značilne razlike med rezultati pred in post-testa. Učencem in dijakom je pri teh nalogah simulacija slikovito približala problem na njim razumljivejšo raven. V primerjavi z

drugimi nalogami je ravno pri abstraktnejših temah viden največji napredek (slika 9), čeprav večina učencev in dijakov še vedno ni povsem razumela problema. Simulacijo Osmoza bi lahko potrdili kot dober učni pripomoček, ki bi učiteljem nudil pomoč pri razbijanju najtežjih vprašanj – preden bi se jih lotili sami. Kot so predlagali evalvatorji, bi bilo simulacije smiselno uporabiti kot dodatek za del vsebine, še vedno pa mora ključno vlogo v razredu odigrati učitelj. Gradivo lahko predstavlja dober učni pripomoček, ki učitelju olajša delo ali pa gradivo, ki učenecem ter dijakom omogoča samostojno ponovitev že naučene snovi po pouku.



Slika 24: Histogram uspešnosti 46 učencev in dijakov pri nalogi 6 v pred-testu (levo) in post-testu (desno). Krivulja prikazuje aritmetično sredino doseženih točk pri nalogi 6. Točkovanje naloge: 0 točk za napačen, 1 točka za deloma pravilen in 2 točki za pravilen odgovor.

Tehničnih težav z delovanjem simulacije ni bilo zaznati. Popravljeni različici pa bi lahko s pomočjo boljše grafike dodali še večjo nazornost (npr. puščice, ki bi ponazarjale prehajanje vode v oz. iz celice). Dijaki so predlagali vključitev navodil za lažje razumevanje oz. glasovno vodenje, vendar bi s tem posegali v delo učitelja. Ker je naš namen učitelju ponuditi pripomoček, ki ga po želji lahko vključi v svojo uro, smo se vgrajenim navodilom namenoma izognili. Bi pa bilo vsekakor smotrno upoštevati priporočila učiteljev, da bi gradivo bolje prilagodili starostni stopnji oz. dodali razlago novih pojmov. Med delom so namreč tako učenci kot dijaki naleteli na pogosto nepremostljiv problem, ker niso razumeli strokovnega izrazoslovja.



Avtor(ja) gradiva:

Dr. Jelka Strgar, Mag. Dušan Vrščaj

Mitoza med srednješolci v Sloveniji

Uvod

Učno enoto Mitoza, katere cilj je razumevanje poteka mitoze, smo vzeli iz gradiva Shields, M. (2006). Biology Inquiries. San francisco, CA, Yossey-Bass, in jo priredili za naše potrebe.

Cilj: Naš cilj je bil preveriti, ali je vaja, v taki obliki kot je prikazana v izvirniku, učinkovit način poučevanja in učenja, ki naj dijake pripelje do razumevanje poteka mitoze.

Hipoteze:

Na temelju raziskav, ki smo jih v zadnjih nekaj letih že izvedli v zvezi s temo mitoza, smo predpostavili, da dijaki:

1. imajo temeljno znanje o celici in procesih v njej;
2. ne poznajo poteka mitoze;
3. ne razumejo, kaj se med mitozo dogaja in zakaj;
4. imajo temeljno znanje o pojmi gen, kromosom, DNK, genetski kod;
5. slabo razumejo procese dedovanja;
6. ne razumejo dobro, kakšen je pomen delitve celic;

Poleg tega smo predvidevali, da dijaki:

1. do biologije nimajo negativnega odnosa;
2. pri učenju biologije nimajo težav;
3. do opravljene raziskave nimajo negativnega odnosa.

Material in metode

VZOREC: Evalvacijo smo opravili v programu srednjega poklicnega izobraževanja na smeri gostinske in hotelske storitve, gastronom–hotelir, in sicer v dveh skupinah prvega letnika, skupaj je sodelovalo 42 dijakinj in dijakov. Populacijo je sestavljala približno slaba polovica deklet in dobra polovica fantov, natančnih podatkov pa nimamo, ker niso vsi dijaki odgovorili na vprašanje, katerega spola so. Zato, kljub prvotnemu namenu, razlik med spoloma v nadaljevanju nismo mogli ugotovljati.

MATERIAL: Pripravili smo predtest za preverjanje začetnega znanja dijakov (priloga 1). Predtest smo pripravili na temelju mnogo obsežnejšega preliminarne testa, ki smo ga na večji populaciji osnovnošolcev in srednješolcev preverjali že leta 2009. Predtest je zajemal 34 vprašanj, nekatera



od njih so bila še nadalje strukturirana s podvprašanji. Preverjali smo znanje dijakov na naslednjih področjih:

- Celica: osnovna zgradba (vprašanja 2, 7, 8, 9), katera živa bitja so zgrajena iz celic (1), pomen celice (10), spolna celica (12, 13)
- Delitev celice: mitotična (3, 4, 5, 6), osnove razmnoževanje celic (11), pri katerih živih bitjih poteka (18), pomen delitve (31, 32)
- Genetska informacija: DNK (14), kromosom, gen (16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26),
- Dedovanje: (15, 19, 21, 27, 29, 30)

Ker na predstave učencev in na njihovo razumevanje dedovanja lahko vplivajo tudi izkušnje, smo vključili še vprašanje o tem, ali imajo oziroma so imeli doma živali (28).

Na koncu smo dodali še sklop vprašanj (33), s katerimi smo želeli zbrati podatke o uspešnosti dijakov pri pouku biologije in o njihovem odnosu do biologije. Zadnji sklop (34) sta predstavljali dve vprašanji, s katerima smo preverili njihovo razumevanje vprašanj, na katera so odgovarjali in njihov odnos do raziskave, v kateri so sodelovali.

Pripravili smo tudi test, s katerim smo preverjali znanje dijakov po opravljeni učni uri (priloga 2). V tem testu je bilo 10 vprašanj (s podvprašanji), ki so bila vsa zajeta že tudi v predtestu. Uporabili smo tista vprašanja, ki naj bi pokazala, ali je bil pri dijakih kakšen napredek v njihovem znanju in razumevanju obravnavane teme.

Poleg tega smo v raziskavi uporabili delovni list, na katerem je bilo narisanih 15, med seboj naključno pomešanih faz delitve celice oziroma mitoze (priloga 3). Enak delovni list so dobili dijaki za predtestiranje znanja in po opravljeni učni uri.

Potek dela:

Po kratkem uvodu v učno uro in navodilu za delo je vsak učenec najprej izpolnil vprašalnik za preverjanje predznanja, nato pa dobil po 2 identična učna lista s 15 slikami mitoze. Učenci so najprej vsak zase razvrščali slike na delovnem listu, kar je trajalo približno 5 minut. Nato so svojo razvrstitev prepisali na drugi list, ki so v zgornjem desne kotu označili s poljubno kodo in oddali učitelju. Z enako kodo so označili tudi vprašalnik. Učitelj je zbiral vprašalnike za preverjanje predznanja in delovne liste ter hkrati preverjal, če je na vsakem od njih učenčeva koda.

V drugi fazi so dijaki v skupinah po dva pregledali svoje delovne liste in se pogovorili o razvrstitvi slik. Pomembno je bilo, da je vsak dijak moral povedati svojo razvrstitev in jo utemeljiti s svojimi besedami.

V tretji fazi je učitelj vodil pogovor celotnega razreda. V tem delu so skupaj razmišljali o tem, katero sliko so dali na prvo in zadnje mesto in zakaj, katera slika je na drugem mestu in zakaj in tako dalje skozi vseh 15 slik. Bistveno je



bilo, da v tem delu učitelj ni uporabljal strokovnih bioloških izrazov, kot so kromosom, DNA, gen, delitveno vreteno ipd., temveč je vsa diskusija z učenci potekala s pomočjo izrazov, ki se uporabljajo v vsakdanjem pogovornem jeziku. Ne smemo pozabiti, da mitotza tako zahtevna za učence tudi zato, ker se učenci hkrati s procesom prvič srečajo tudi s kopico novih, pravilom njim tujih izrazov. (Samo za primer naj navedemo izraz vreteno. Ko smo v povezavi s to raziskavo, vendar na drugi populaciji spraševali učence, naj nam opišejo vreteno oziroma pojasnijo, kaj si pod tem predstavljajo, nismo dobili smiselnih odgovorov.)

Nato so učenci sami predlagali mogoče naslove delovnega lista. Ustrezen naslov na tem nivoju šolanja je bil tako mitotza kot tudi delitev celice.

V naslednji fazi je učitelj vpeljal biologijo, vendar še vedno s terminologijo, ki je bila blizu vsakdanjem u pogovornemu jeziku. Z učenci so se pogovorili o tem, zakaj se celice delijo, kdaj v živem bitju nastajajo nove celice, kako so lahko zrasli iz dojenčka do sedanje velikosti. Bistveno v tem delu je, da v pogovoru na primerih, ki naj bi jih, če je le mogoče, navajali tudi sami učenci, pokažemo čim več konkretnih primerov (košnja trave, morska zvezda obnovi izgubljeni krak, razmnoževanje rastlin s potaknjenci ipd.), da bodo dijaki razumeli, da je rast posledica množenje celic. Rasti celic v tej fazi ne omenjamo, da ne ustvarjamo zmede.

Učitelj se je z dijaki pogovoril tudi o tem, da je delitev jedra tako zapleten proces zato, ker so v jedru dedne informacije za delovanje celice, ki se morajo popolnoma natančno in v celoti prenesti na obe novi celici. Mitotza je torej proces, ki omogoča natančen prenos informacije v obe novi celici.

Na koncu ure so dijaki rešili še vprašalnik z desetimi vprašanji za preverjanje sprememb, ki so nastale med učno uro. Pomembno je dodati, da v učni uri niso bili vključeni konkretni primeri, ki so jih vsebovala vprašanja v vprašalniku, saj bi v tem primeru lahko preverjali samo to, koliko podatkov so si učenci pri uri zapomnili, ne pa, ali snov tudi razumejo. Tudi ta vprašalnik so dijaki označili s svojo kodo, tako da smo pri obdelavi podatkov lahko sledili vsakemu posameznemu dijaku in ne samo povprečnim rezultatom in spremembam.

Učni cilji te učen enote so bili naslednji:

- Dijaki poznajo zaporedje faz pri mitotzi. (Brez strokovnih bioloških izrazov, torej brez poimenovanja faz, kar je sicer klasični način obravnavanja delitve celice.)
- Dijaki razumejo zaporedje faz pri mitotzi. (Brez strokovnih bioloških izrazov, torej brez poimenovanja faz.)
- Dijaki vedo, da je mitotza delitev jedra, ki poteka med delitvijo telesnih celic. (Na tej stopnji še ne omenimo delitve na telesne in spolne celice.)
- Dijaki vedo, kaj so kromosomi. (Nosijo dedno informacijo.)
- Dijaki razumejo, da je delitev (telesnih) celic potrebna za rast ter obnavljanje poškodovanih in odmrlih celic. (Na tej stopnji še ne omenimo delitve na telesne in spolne celice.)
- Dijaki razumejo, da je mitotza potrebna zato, da obe na novo nastali celici dobita dedno informacijo.



Rezultati in razprava

DELOVNI LIST: 15 faz mitoze

Dijaki so reševali delovni list, na katerem so bile slike 15 faz mitoze, ki so bile razporejene v naključnem vrstnem redu. Dijaki naj bi jih po lastnem razmisleku in brez predhodnega učenja o tem, razvrstili v pravilni vrstni red. Rezultati njihove reševanja, ki so prikazani v preglednici 1, kažejo, da je samo en dijak popolnoma pravilno razvrstil vse slike faz mitoze. Preostalih 41 dijakov je dajalo odgovore, ki so bili na prvi pogled videti popolnoma nesmiselni. Sklepamo, da dijaki dejansko niso imeli nikakršnega predhodnega znanja o delitvi celice ali mitoz, česar nismo pričakovali. Vsi dijaki so bili iz prvega letnika in tega tematskega sklopa v tem šolskem letu še niso obravnavali. V osnovni šoli so dijaki pri predmetu biologija že obravnavali vsebine zajete v tem vprašalniku in, ki so zajete v minimalnih standardih učnega načrta za biologijo. Kar nas je presenetilo, je bilo dejstvo, da so bili dijaki tako zelo neuspešni pri reševanju delovnega lista. Pričakovali smo namreč, da bodo z uporabo logike lahko vsaj deloma pravilno razvrstili nekatere slike faz mitoze. Rezultati pa kažejo, da so dijaki slike praviloma razvrščali na zelo različna mesta. Izjema pri tem je samo prva slika (ki je bila hkrati tudi prva faza mitoze), ki so jo razvrstili samo na tri različna mesta. Vseh preostalih 14 slik pa so razvrstili na kar 9 do 14 različnih mest, kar kaže na to, da pri razvrščanju pri večini dijakov ne moremo zaznati smiselnosti. Zanimivo je, da se je pri večini slik kljub tej nepričakovano veliki raznolikosti v razvrščanju vseeno pokazalo, da so učenci vsako sliko praviloma večkrat uvrstili na eno izmed mest. Graf 1 prikazuje najvišje deleže uvrstitev vsake slike na predtestu in po izvedeni učni uri. Vidimo, da so se v predtestu učenci pri sedmih slikah najpogosteje odločili za pravilni odgovor. Ti deleži pravilnih odgovorov so pri šestih slikah zelo nizki, in sicer od 14,3 % do 35,7 %. Samo pri prvi sliki je delež pravilnih odgovorov kar 81,0 %. Pri preostalih osmih slikah so se učenci najpogosteje (16,7 – 47,6 %) odločili za napačni odgovor. Zakonitost, ki se je pokazala, je, da so učenci pogosteje pravilno razvrščali slike, ki prikazujejo začetne faze mitoze, to so bile slike 1, 3, 4, 5 in 6. Poleg tega pa še slike 8 in 13. Zelo presenetljivo je bilo tudi, da je skoraj polovica učencev (47,6 %) sliko faze 15 uvrstila na drugo mesto v zaporedju petnajstih slik. Sklepamo, da zato, ker prikazuje dve celici, ki sta nastali po končani delitvi celice, ki je na sliki 1. To pomeni, da je skoraj polovica učencev dejansko preskočila vseh vmesnih 13 faz, ki prikazujejo stopnje delitve jedra in celice, in da so iz ene celice prešli neposredno na dve celici. Kljub temu so preostalih 13 faz poskusili razvrščati, vendar očitno zunaj celote, kot nekaj ločenega. Tudi iz tega sklepamo, da si niso povsem dobro predstavljali, kako delitev poteka, oziroma, da samostojno niso bili sposobni opaziti logike zaporedja dogodkov.

Po izvedeni učni uri so dijaki ponovno reševali enak delovni list naključno razvrščenih petnajstih faz mitoze. Z rezultatom smo bili zelo zadovoljni, saj je bilo kar 57,1 % popolnoma pravilno rešenih, 21,4 % je bilo delno pravilnih in



samo še 19,1 % je bilo nepravilnih (preglednica 2). Pri delno pravilnih odgovorih je bila glavnina slik razvrščenih pravilno, tako da je opaziti logično sosledje, vmes pa so samo nekatere razvrščene na neprava mesta.

Tudi pri potestu smo ugotovili, da so učenci slike faz na nekatera mesta pogosteje razvrščali kot na druga. Ker je bilo v potestu veliko pravilnih odgovorov, so tudi deleži najpogosteje izbranih mest v razvrstitvi veliko višji, kot v predtestu (razen pri prvi sliki), poleg tega pa so za razliko od predtesta vsi najpogostejši deleži dani za pravilne odgovore. Prvih 5 faz delitve celice je pravilno razvrstilo več kot tri četrtine učencev (76,2 – 88,1 %). Faze od 6. do 15. pa je pravilno razvrstilo nekoliko manj učencev (61,9 – 71,4 %).

Na temelju dobljenih rezultatov lahko zaključimo, da so dijaki pri učni uri razumeli, kako se odvija delitev celice. Nismo obravnavali podrobnosti delitve celice niti mitoze, temveč smo se zadovoljili s tem, da so učenci razumeli, kako si sledijo faze delitve celice, ki so bile prikazane s 15 slikami. Kot smo ugotovili že v pripravah na to raziskavo, bi bilo bolj primerno, če bi namesto petnajstih slik na enem delovnem listu imeli kartice s posameznimi fazami, ki bi jih bilo mogoče prosto razvrščati. Učenci bi tako lahko sproti popravljali nastalo razvrstitev slik in bi si gotovo lažje predstavljali potek. V prid karticam govorijo tudi preliminarni rezultati zaenkrat sicer še premajhnega vzorca dodatne raziskave, ki jo opravljamo z učenci drugega triletnega osnovne šole. Ti nakazujejo, da je verjetno z zbranim reševanjem in nekaj dodatnimi navodili, mogoče 15 faz mitoze razvrstiti v pravilno zaporedje samo z uporabo logike, četudi učenec nima nikakršnega znanja o delitvi celice. Da je delovni list s 15 fazami delitve celice mogoče rešiti predvsem z uporabo logičnega razmišljanja, je tudi sicer bilo izhodišče avtorjev te učne enote (Shields, 2006).

Naša raziskava, katere del je obdelan v tem poročilu, nakazuje, da imajo učenci z boljšim učnim uspehom (in verjetno tudi boljšimi učnimi navadami in višjo zavestjo, da je znanje vrednota), s to nalogo praviloma manj težav, da pa po drugi strani učenci s slabšim učnim uspehom in predvsem učenci, ki imajo do učenja in šole prej negativno kot pozitivno stališče (kar je večinoma povezano s slabšim učnim uspehom), pri tej nalogi praviloma niso uspešni.



Preglednica 1: Zaporedje slik petnajstih faz mitoze, kot so jih razvrstili dijaki 1. letnika srednje šole pred obravnavo mitoze.

Slike 15 faz mitoze

Učenci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	9	7	8	3	7	9	6	2	1	13	11	10	14	15	12
2.	1	2	9	6	7	8	3	4	5	6	5	4	3	2	1
3.	1	8	3	5	6	7	9	2	4	11	12	13	14	15	10
4.	9	8	3	11	6	7	12	10	4	15	5	2	13	14	1
5.	1	99	3	4	5	6	9	8	7	10	12	14	13	14	2
6.	1	9	2	4	3	5	6	8	7	3	4	5	6	2	1
7.	1	3	5	4	6	15	13	2	7	12	9	11	14	10	8
8.	1	2	3	4	5	6	9	8	7	6	5	4	3	2	1
9.	1	8	3	5	6	7	9	2	4	2	5	6	9	8	1
10.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11.	1	1	1	3	2	2	1	2	7	4	2	3	1	2	2
12.	1	12	15	4	11	3	14	9	7	6	13	10	5	8	2
13.	1	10	13	6	5	7	11	12	14	4	8	15	9	3	2
14.	1	1	7	6	5	8	4	3	2	3	2	4	5	8	1
15.	1	13	3	4	5	6	8	7	7	9	10	11	12	14	2
16.	9	8	1	3	2	7	4	5	6	1	2	3	4	5	6
17.	1	9	5	7	6	8	4	3	2	6	4	5	3	2	1
18.	1	9	2	5	6	7	8	3	2	1	2	3	4	5	6
19.	1	2	3	4	5	6	8	9	7	6	3	5	4	2	1
20.	1	14	3	5	6	8	7	10	4	9	11	12	13	15	2
21.	1	2	11	7	6	8	12	10	9	3	14	14	15	5	4
22.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
23.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
24.	3	12	9	5	2	11	10	4	1	5	7	11	8	10	6
25.	1	14	7	9	8	10	13	13	11	6	5	4	3	15	2
26.	1	3	5	6	7	8	11	10	9	15	14	13	12	4	2
27.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	12	99	13	14
28.	1	13	12	4	14	5	7	3	6	15	10	11	9	8	2
29.	1	10	9	6	8	5	7	4	3	12	15	11	3	14	2
30.	1	8	3	4	5	6	9	7	10	11	12	13	14	15	2
31.	1	14	13	11	12	10	3	4	5	6	7	8	9	15	2
32.	1	3	10	11	12	14	15	13	4	9	9	8	7	6	2
33.	3	1	2	4	5	6	9	8	7	14	13	12	11	10	15
34.	1	15	13	10	11	12	8	9	7	6	5	4	3	14	2
35.	1	14	3	6	5	4	9	7	8	10	11	13	12	15	2
36.	1	14	3	4	5	9	8	4	7	10	11	12	13	15	2
37.	1	3	5	7	10	6	11	8	9	12	13	15	14	4	2
38.	1	9	4	7	5	3	8	8	2	12	11	14	13	15	10
39.	3	1	2	4	5	6	9	8	7	15	14	13	12	10	11
40.	1	14	3	5	4	9	7	6	8	11	13	12	10	15	2
41.	1	10	3	4	5	6	9	8	7	11	12	13	15	14	2
42.	1	6	9	13	10	15	11	12	14	5	4	3	8	7	2

Pravilen odgovor

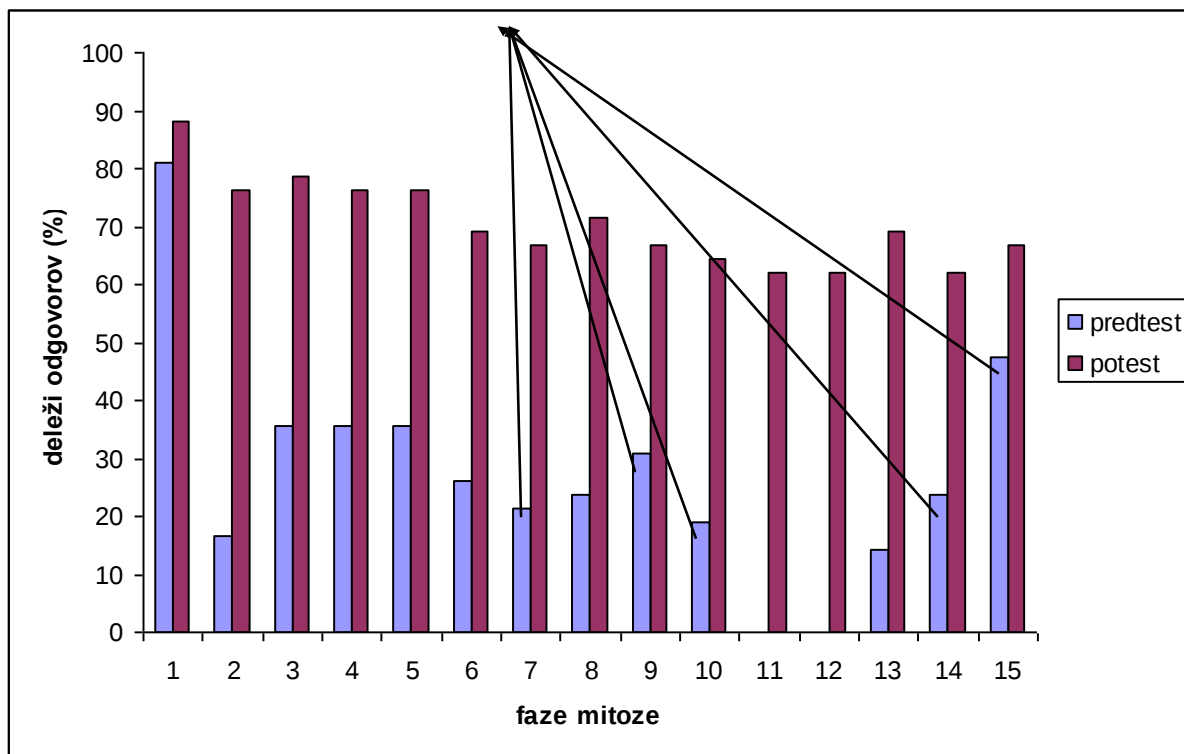
Opomba: 99 = ni odgovora



Preglednica 2: Zaporedje slik petnajstih faz mitoze, kot so jih razvrstili dijaki 1. letnika srednje šole po obravnavi mitoze.

Slike 15 faz mitoze																
Učenci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
2.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
3.	1	9	2	3	5	4	8	6	7	10	11	12	13	14	15	Delno pravilen odgovor
4.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	14	Delno pravilen odgovor
5.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
6.	1	2	3	6	7	14	15	4	5	9	12	8	11	10	13	
7.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
8.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	11	13	14	15	Pravilen odgovor
9.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
10.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
11.	1	2	3	4	5	6	14	8	7	16	9	11	12	13	15	Delno pravilen odgovor
12.	1	1	5	3	1	10	12	4	7	9	14	8	13	6	15	
13.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
14.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
15.		6	90	3	12	35	84	1	15	3	5	40	7	9	108	
16.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
17.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
18.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	
19.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	4	3	5	1	6	
20.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
21.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
22.	1	5	3	4	99	7	6	8	12	9	10	11	13	14	2	
23.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
24.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
25.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13	12	11	10	15	14	Delno pravilen odgovor
26.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	14	Delno pravilen odgovor
27.	1	2	3	6	9	5	8	7	4	11	12	13	14	15	10	Delno pravilen odgovor
28.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
29.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
30.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
31.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
32.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
33.	1	2	12	4	5	7	6	2	3	8	9	10	11	14	15	Delno pravilen odgovor
34.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
35.	1	2	3	4	5	6	9	7	8	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
36.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
37.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
38.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
39.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor
40.	1	14	3	4	5	7	6	8	9	5	11	12	2	13	15	Delno pravilen odgovor
41.	1	9	2	8	6	8	7	3	4	10	12	11	13	15	14	Delno pravilen odgovor
42.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pravilen odgovor

Opomba: 99 = ni odgovora



Graf 1: Deleži izbranosti posamezne slike faz mitoze, kot so jih izbrali dijaki v raziskavi. Na primer: v predtestu je prvo sliko kot prvo fazo mitoze izbralo 81,0 % dijakov, kar je bil pravilni odgovor. (Opomba: Črte kažejo slike petih faz mitoze, kjer je bil najpogostejši odgovor napačen. Na primer: pri 7. sliki je v predtestu 21,4 % dijakov napisalo, da prikazuje 9. fazo, kar je bil napačen odgovor. Odgovori drugih dijakov pri 7. sliki so bolj ali manj enakomerno razpršeni med preostalimi napačnimi odgovori in pravilnim odgovorom.)

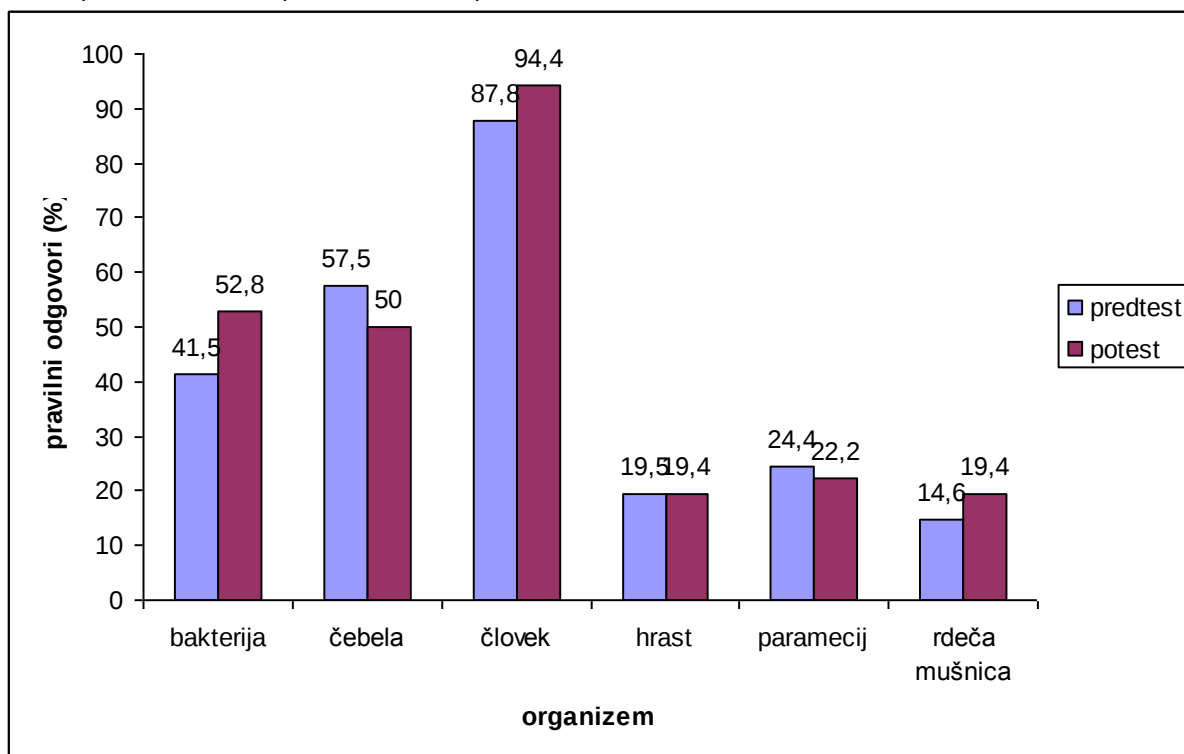
Test znanja

Vprašanje 1: Katera živa bitja so zgrajena iz celic?

Vprašanje je bilo vključeno v predtest in potest. Dijaki so se morali med 6 možnostmi odločiti, kateri organizmi so po njihovem mnenju zgrajeni iz celic. Izbrali smo organizme, ki jih učenci najbolj poznajo: bakterija, čebela, človek, hrast, rdeča mušnica. Na vprašanje je od 42 dijakov v predtestu odgovorilo 41 dijakov in v potestu 36 dijakov.

Večina dijakov (87,8,1 % v predtestu in 94,4% v potestu)) ve, da je človeško telo zgrajeno iz celic. Le približno polovica jih meni, da so iz celic zgrajene bakterije in čebele in manj kot petina jih ve, da so iz celic zgrajeni tudi hrast, paramecij an rdeča mušnica. Tako visok odstotek pri človeku lahko povezujemo s tem, da se celico obravnava pri človeku (zgradba telesa od celice do tkiv, organov, ...). Tega znanja polovica dijakov ne posploši na druge živali, še manj na vsa živa bitja, vključno z rastlinami in glivami. Da je manj kot četrtina dijakov mnenja, da je paramecij zgrajen iz celice, je lahko vzrok tudi v tem, da paramecija nekateri dijaki ne poznajo, ali pa, da sklepajo, če je nekaj zgrajeno iz celic, mora biti celic več kot ena. To drugo možnost izključuje izbira bakterije, za katero polovica dijakov ve, da je zgrajena iz celic.

Med pretestom in potestom ni pomembnih razlik.



Graf 2: Katera živa bitja so zgrajena iz celic.

Vprašanje 2: Vse celice v človeškem telesu so enake.

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so lahko izbrali med dvema možnostima, in sicer da celice so enake ali pa niso enake.

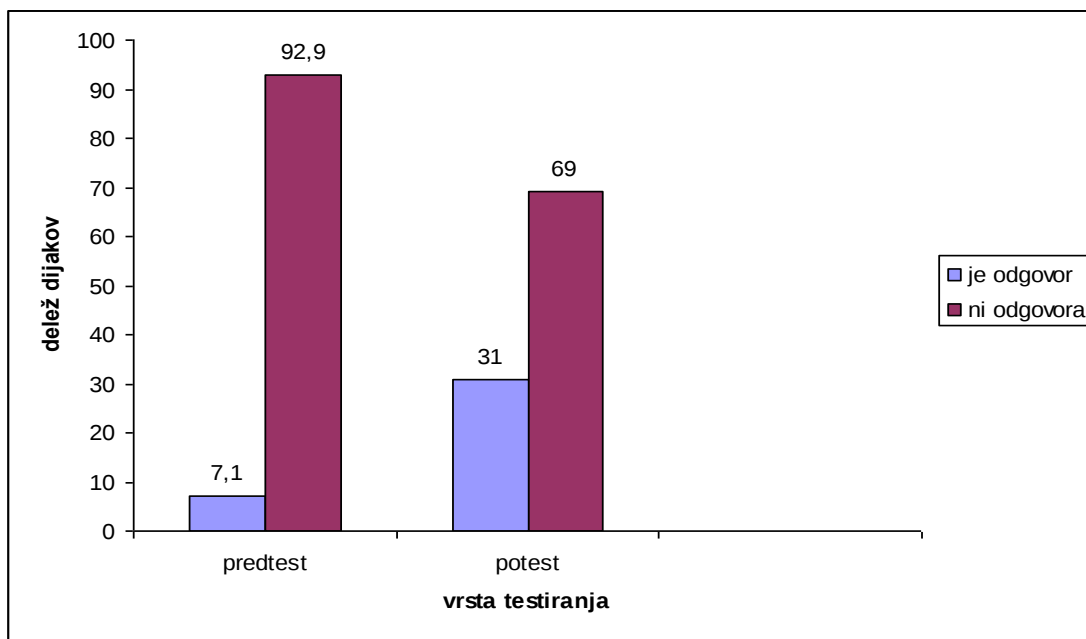
Večina dijakov (88,1 %) je pravilno odgovorila, da se celice med seboj razlikujejo.

Vprašanje 3: Ali veš, kaj je mitoz? Če veš, napiši.

Vprašanje je bilo vključeno v predtest in potest. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kaj je mitoz.

V predtestu večina dijakov (92,9 %) ni odgovorila na vprašanje (graf 3). Preostalih 7,1 % dijakov je napisalo, da je mitoz delitev celice.

V potestu, še vedno večina dijakov ni odgovorila na to vprašanje, vendar je bilo takih manj (69,0 %). Dijaki, ki so odgovorili (31,0 %), so napisali, da je mitoz delitev celice, določeno obdobje delitve celice, delitev jedra ali s tujko imenovana delitev celice, kar so bili ustrežni odgovori.



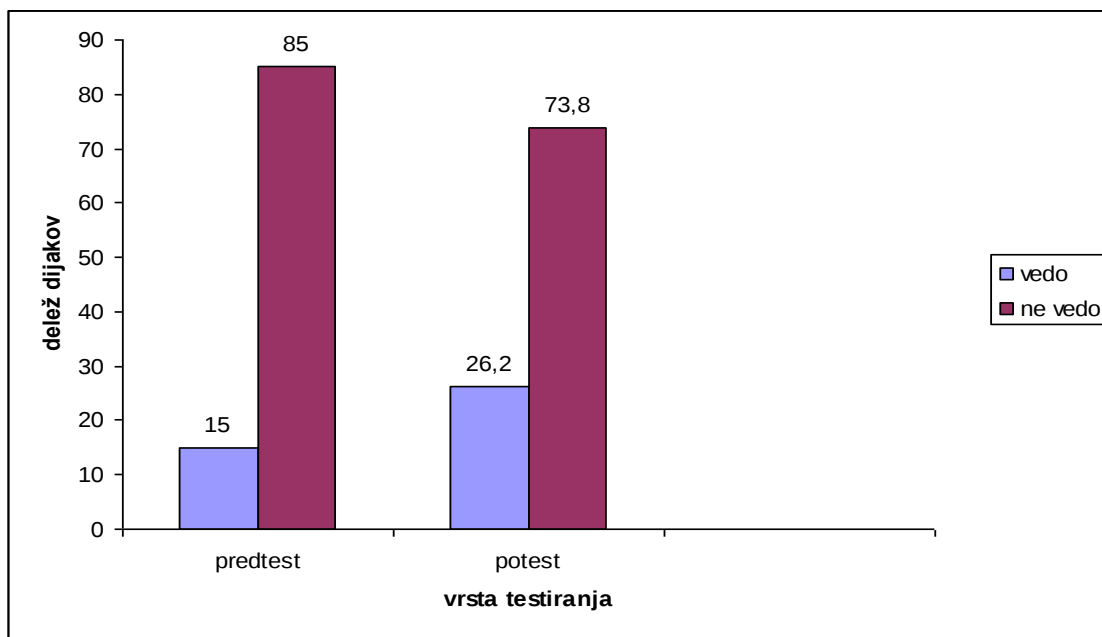
Graf 3: Deleži dijakov, ki so odgovarjali oziroma niso odgovarjalo in vprašanje o tem, kaj je mitoza.

Vprašanje 4: Ali morda veš, kje poteka mitoza? Če veš, napiši.

Vprašanje je bilo vključeno v predtest in potest. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kje poteka mitoza.

V predtestu je večina dijakov (85,0 %) odgovorila, da ne vedo odgovora na vprašanje (graf 4). Preostalih 15,0 % dijakov je napisalo, da mitoza poteka v celici.

V potestu, še vedno večina dijakov ni vedela odgovora na to vprašanje, vendar je bilo takih nekoliko manj (73,8 %). Dijaki, ki so odgovorili (26,2 %), so večinoma napisali, da poteka v celici, nekaj pa jih je napisalo tudi, da poteka v jedru.



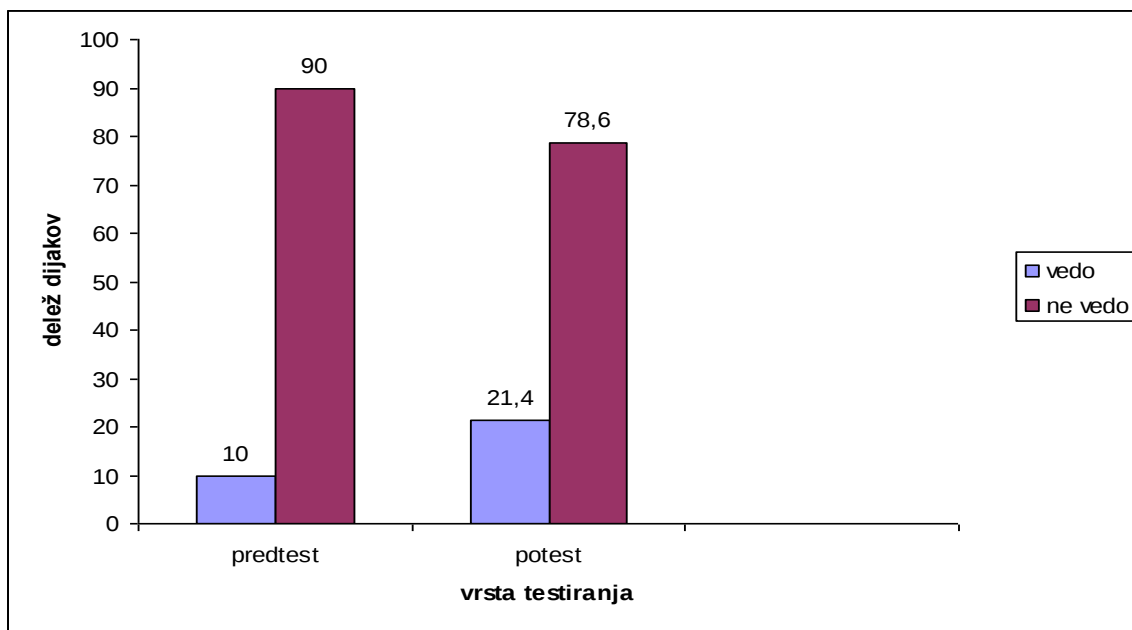
Graf 4: Deleži dijakov, ki so vedo oziroma ne vedo, kje poteka mitoza.

Vprašanje 5: Ali morda veš, kdaj poteka mitoza? Če veš, napiši.

Vprašanje je bilo vključeno v predtest in potest. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kdaj poteka mitoza.

V predtestu je večina dijakov (90,0 %) odgovorila, da ne vedo odgovora na vprašanje (graf 5). Preostalih 10,0 % dijakov je napisalo, da kadar celica doseže določeno obdobje in ko se celica začne deliti.

V potestu, še vedno večina dijakov ni vedela odgovora na to vprašanje, vendar je bilo takih nekoliko manj (78,6 %). Dijaki, ki so odgovorili (21,4 %), so večinoma napisali, da mitoza poteka vedno, da poteka, ko se razvijamo in odrastamo, ko se deli jedro in kadar je potrebno, da se celica deli.



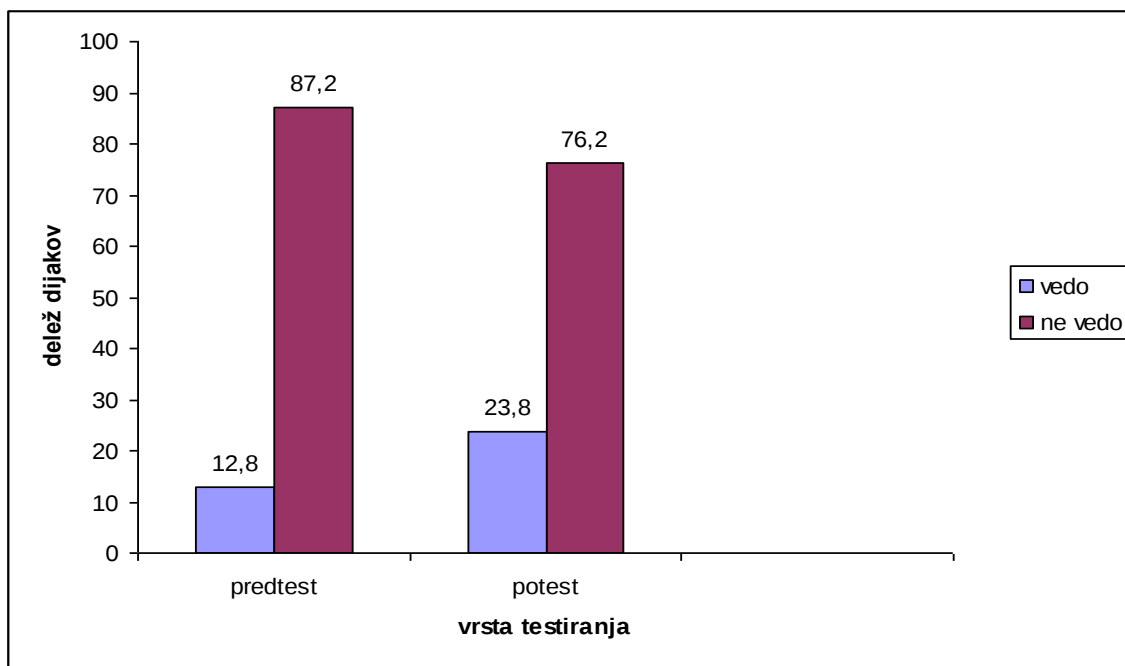
Graf 5: Deleži dijakov, ki so vedo oziroma ne vedo, kdaj poteka mitoza.

Vprašanje 6: Ali morda veš, zakaj je potrebna mitoza? Če veš, napiši.

Vprašanje je bilo vključeno v predtest in potest. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, zakaj je potrebna mitoza.

V predtestu je večina dijakov (87,2,0 %) odgovorila, da ne vedo odgovora na vprašanje (graf 6). Preostalih 12,8 % dijakov je napisalo, da mitoza poteka za razmnoževanje oziroma zato, da se celica razmnožuje.

V potestu, še vedno večina dijakov ni vedela odgovora na to vprašanje, vendar je bilo takih nekoliko manj (76,2 %). Dijaki, ki so odgovorili (23,8 %), so večinoma napisali, da mitoza poteka zato, da nadomestimo mrtve celice, za delitev celic, razmnoževanje in delitev, da rastemo, da se vse dobro razvijemo, da se lahko normalno razvijamo, za razvoj, kar vse so bili ustrezni odgovori.



Graf 6: Deleži dijakov, ki so vedo oziroma ne vedo, zakaj poteka mitoza.

Vprašanje 7: Nariši celico in označi njene dele.

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali narisati, kako si predstavljajo celico in označiti narisane dele.

Preverili smo poznavanje zgradbe celice pri dijakih srednje strokovne šole (SŠ3) in rezultate primerjali s populacijo osnovnošolcev (OŠ) in populacijo gimnazijcev (SŠ1+2; preglednica 3). Od 42 dijakov srednje strokovne šole je celico narisalo 12 dijakov (28,6%). Le 5 dijakov je označilo tudi dele celice in od tega so le trije pravilno imenovali dele, ki so jih označili (slika 1). Le na šestih risbah je narisano jedro celice.

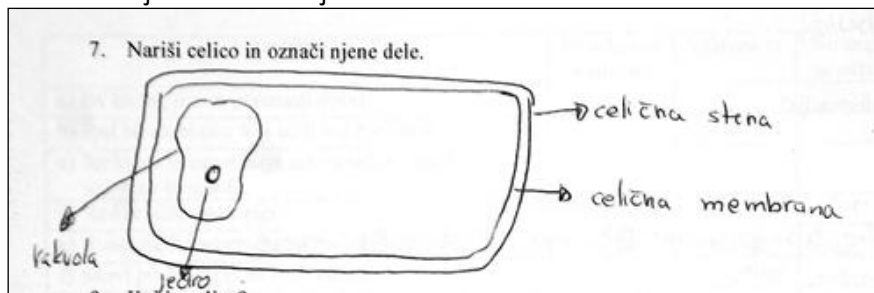
V primerjavi z rezultati učencev osnovne šole in dijaki gimnazije so rezultati dijakov srednje strokovne šole znatno slabši. Bistveno manj jih je na vprašanje odgovorilo in le redki so označili in pravilno imenovali sestavne dele celice. Na osnovi risb lahko sklepamo, da od 42 dijakov le trije dijaki dosegajo minimalni standard poznavanja celice po učnem načrtu predmeta Biologija v osnovni šoli. Najverjetnejši vzrok za slabo poznavanje zgradbe celice pri dijakih srednje strokovne šole je negativna selekcija, ker se na šolo vpišejo pretežno učenci s podpovprečnim uspehom v osnovni šoli. Rezultati kažejo tudi na to, da v osnovni šoli dijaki s slabšim uspehom, čeprav s pozitivno oceno iz biologije, na področju poznavanja celice ne dosegajo minimalnega standarda.

Preglednica 3: Odgovori vseh učencev na vprašanje 7.

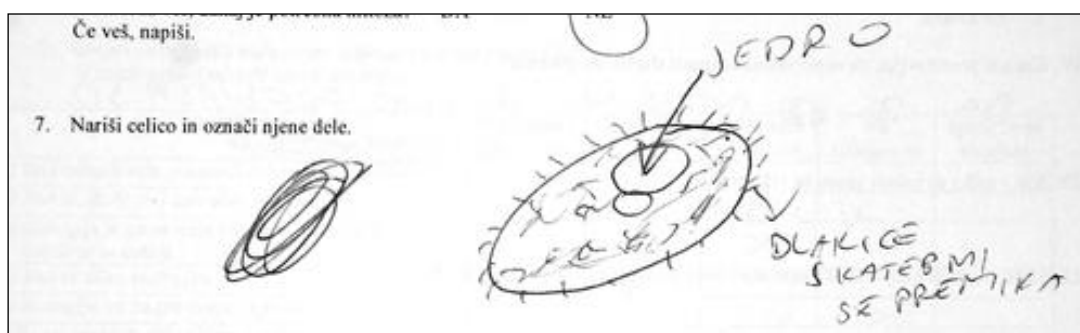
	Odgovori učencev (frekvence)				
	Risba	Besedilo	Risba in besedilo	Učenci, ki so odgovorili	Ni odgovora
SŠ 3	12	5	5	12	30
OŠ	27	15	15	28	30

SŠ1+2	44	41	41	45	5
-------	----	----	----	----	---

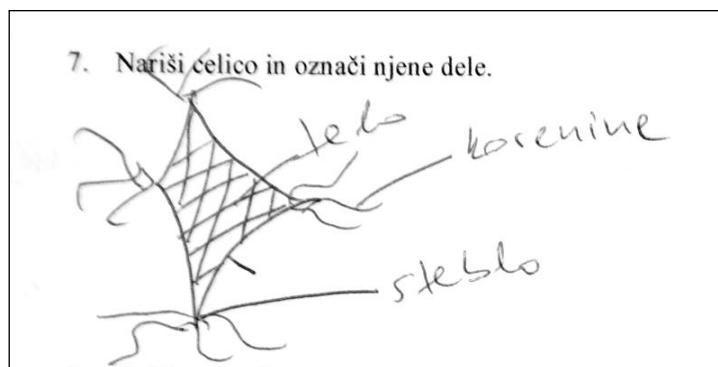
Primeri risb celice dijakov srednje strokovne šole:



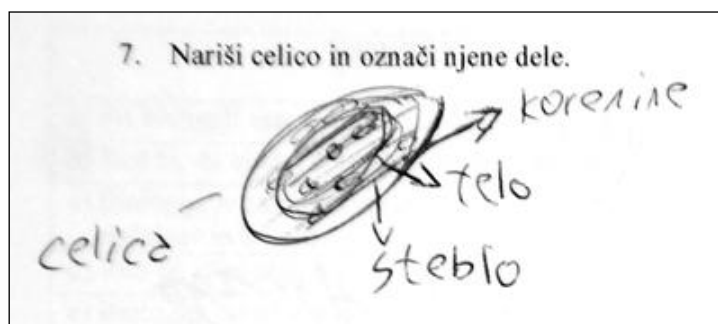
Slika 25: Na sliki je najpopolnejša risba celice. Označeni so vsi narisani deli rastlinske celice.



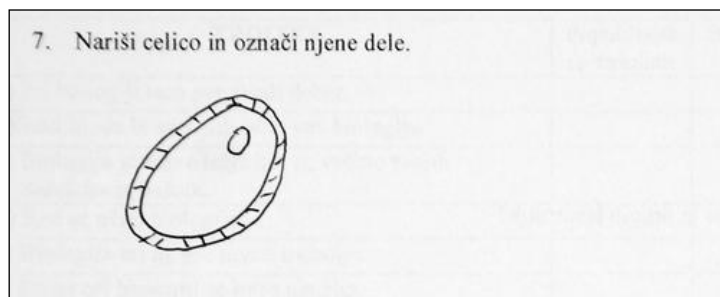
Slika 26: Slika enoceličnega organizma.



Slika 27: Risba verjetno predstavlja živčno celico. Dijak je pomešal pojme zgradbe celice z zgradbo rastlin.



Slika 28: Dijak je pomešal pojme zgradbe celice z zgradbo rastlin.



Slika 29: Dijak ima približno predstavo o zgradbi celice.

Vprašanje 8: Kaj je celica?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kaj to celica.

Na vprašanje je odgovorila samo dobra petina dijakov (21,4 %). Napisali so, da je celica osnovna gradbena enota vsakega organizma, osnovna gradbena enota našega telesa, je najmanjši del človeka, je v telesu, je živ organizem, je mikroskopski del. Vsi ti odgovori so pravilni in kažejo, da ti dijaki imajo osnovno znanje o celici.

Vprašanje 9: Katere razlike med rastlinsko in živalsko celico poznaš?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali navesti razlike med dvema vrstama celic.

Na vprašanje je odgovorilo samo 7,1 % učencev, od tega je bil samo en odgovor deloma pravilen. Iz tega sklepamo, da učenci razlik med rastlinskimi in živalskimi celicami ne poznajo.

Vprašanje 10: Kakšen je pomen celice v živem bitju?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali pojasniti vlogo celice v živem bitju.

Na vprašanje je odgovorilo samo 16,7 % učencev, približno polovica teh odgovorov je bila nesmiselnih, druga polovica pa je bila ustreznih, saj so dijaki napisali, da celice gradijo telo, obnavljajo tkivo, ki se poškoduje te da v celicah potekajo različni procesi, kot na primer celično dihanje.

Vprašanje 11: Celice se množijo. Nariši, kako si to predstavljaš.

Vprašanje je bilo vključeno v predtest in potest. Dijaki so morali narisati, kako si predstavljajo množenje celic.

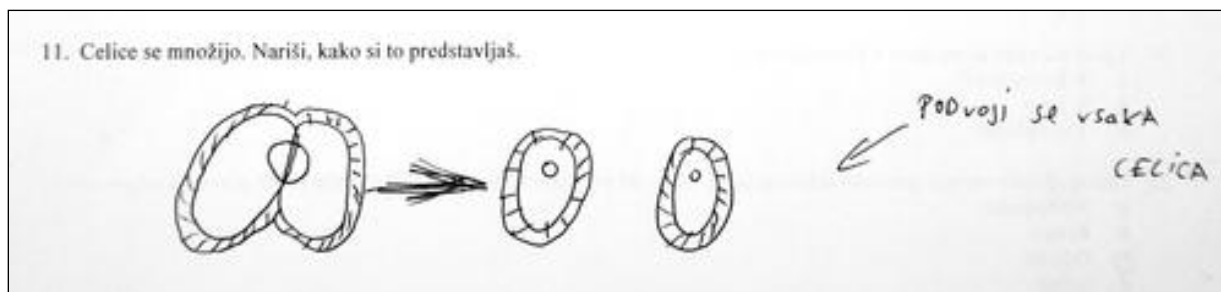
Preverili smo predstave o delitvi celice pri dijakih srednje strokovne šole (ŠŠ3) in rezultate primerjali s populacijo osnovnošolcev v osmem razredu (OŠ). Od 42 dijakov srednje strokovne šole je svojo predstavo narisalo 14 dijakov (33,3%; preglednica 4). 1 dijak je dodal zapis in eden je svojo predstavo le zapisal. Sedem dijakov je narisalo proces, da je celic vedno več, od tega je na štirih risbah prikazana preprost pravilen potek delitve celice. Večina ostalih risb vsebuje številne celice, iz katerih delitev ni razvidna. Jedro v celicah je narisalo 5 dijakov.

Iz risb dijakov je razvidno, da ima le malo dijakov tako jasno predstavo, kako se celice razmnožujejo, da lahko to shematsko prikažejo. Delitev celice je po učnem načrtu prvič na programu v devetem razredu osnovne šole. Rezultate dijakov srednje strokovne šole smo primerjali z rezultati učencev osmega razreda osnovne šole. Ker je tematika delitve celice po učnem načrtu postavljena v deveti razred, smo pričakovali, da bodo rezultati dijakov srednje strokovne šole, ki so to tematiko nazadnje obravnavali v devetem razredu, boljši od učencev osmega razreda. Rezultati so pokazali obratno, da so predstave o razmnoževanju celic pri dijakih slabši od rezultatov osmošolcev. Najverjetnejši vzrok za slabe predstave o razmnoževanju celic je verjetno enak kot pri poznavanju zgradbe celice. To je, da je pri vpisu na strokovno šolo negativna selekcija, ker se na šolo vpíšejo pretežno učenci s podpovprečnim uspehom v osnovni šoli. Rezultati kažejo tudi na to, da v osnovni šoli dijaki s slabšim uspehom, čeprav s pozitivno oceno iz biologije, na področju predstav o delitvi celice ne dosegajo minimalnega standarda.

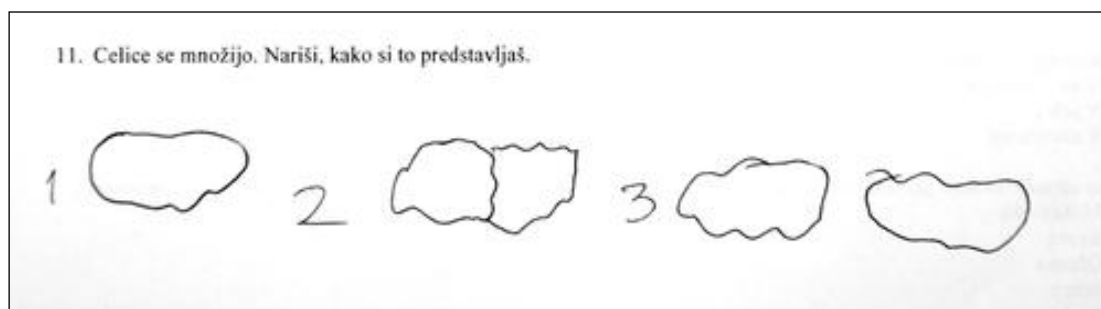
Preglednica 4: Odgovori vseh učencev na vprašanje 11.

	Odgovori učencev (frekvence)				
	Risba	Besedilo	Risba in besedilo	Učenci, ki so odgovorili	Ni odgovora
SŠ3	14	2	1	14	28
OŠ	31	15	14	64	9

Primeri risb delitve celice dijakov srednje strokovne šole:



Slika 30: Dijak ima pravilno predstavo, kako se celica deli. Risba vključuje tudi delitev jedra.



Slika 31: Dijak si pravilno predstavlja delitev celice. Jedro mu pri tem ni pomembno.

11. Celice se množijo. Nariši, kako si to predstavljaš.



Slika 32: Dijak si predstavlja, da se celice množijo z brstenjem.

11. Celice se množijo. Nariši, kako si to predstavljaš.



Slika 33: Tu ni razvidno, kako si dijak predstavlja razmnoževanje celic. Verjetno svojo predstavo povezuje s spolnim razmnoževanjem.

11. Celice se množijo. Nariši, kako si to predstavljaš.



Slika 34: Tu ni razvidno, kako si dijak predstavlja razmnoževanje celic.

11. Celice se množijo. Nariši, kako si to predstavljaš.

Ema celica se zdruzi. L drugo in karstareta >

Slika 35: Zapis predstave o razmnoževanju celic. Svojo predstavo povezuje s spolnim razmnoževanjem.

Vprašanje 12: Kaj so spolne celice?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kako si predstavljajo spolne celice.

Na vprašanje je odgovorilo 31,0 % dijakov, vendar je bila samo slaba polovica odgovorov smiselnih oziroma pravilnih, in sicer: navedli so, da so spolne celice



spermiji, da so povezane s spolno aktivnostjo in da so povezane z razmnoževanjem.

Vprašanje 13: Kako nastanejo spolne celice?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kako si predstavljajo nastajanje spolnih celic.

Na vprašanje je odgovorilo samo 16,7 % dijakov, vendar je bilo samo nekaj odgovorov smiselnih, in sicer: spolne celice nastanejo z delitvijo, nastanejo v modu.

Vprašanje 14: Kaj je DNK? Opiši ali nariši.

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati ali narisati, kako si predstavljajo molekulo DNA.

Risbo je narisalo le nekaj dijakov in kaže osnovno vijačno zgradbo molekule DNA.

Opis je napisalo 38,1 % dijakov. Opisi so bili sledeči:

- to ima vsako živo bitje. Na njem so zapisani podatki npr. če dobimo otroka, se naš DNK na njih prenese.
- vsak človek ima svojo DNK. To je identiteta.
- DNK je v kosteh,
- Je dednost,
- Je naš genski zapis, ki ga dedujemo od staršev.
- DNK je zapis človeka kot je barva las itd.,
- DNK je v krvi,
- DNK to je dedni zapis,
- To je dednost,
- DNK je deoksiribonukleinska kislina,
- DNKA je test, ki ga opraviš pri zdravniku.
- DNK po tem prepoznaš človeka.

Odgovori dijakov kažejo na to, da pri večini pojem izmed njih ta pojem ni povsem razjasnjen, pogoste so napačne predstave in informacije, pobrane v vsakdanjem življenju.

Vprašanje 15: Ali vsa živa bitja dedujejo lastnosti?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so se morali odločiti med odgovoroma »da« in »ne«.

60,5 % dijakov je odgovorilo, da vsa živa bitja dedujejo lastnosti, preostalih kar 39,5 % pa meni, da se lastnosti ne dedujejo pri vseh živih bitjih.

Vprašanje 16: Kaj je kromosom?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kako si predstavljajo kromosom.



Na vprašanje je odgovorilo samo 11,9 % dijakov. Njihovi odgovori so bili sledeči:

- kromosom je tisto, kar omogoča delitev celice, v posamezni celici jih je 54,
- je genski zapis,
- je nek zapis v celici,
- kromosom je nekaj v jajčecu – spermiju.

Nekateri deli njihovih odgovorov so pravilni, drugi pa ne, vsekakor je razvidna negotovost pri razlaganju tega pojma.

Vprašanje 17: Kaj je gen?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kako si predstavljajo gen.

Na vprašanje je odgovorilo samo 19,1 % dijakov. Njihovi odgovori so bili sledeči:

- gen je to, kar lahko dedujemo po naših prednikih, naši potomci pa po nas,
- to je celica, ki jih imajo že naši predniki,
- nekaj kar podedujemo po naših prednikih,
- tam se nahaja nekaj od očeta in nekaj od matere,
- ja, da se v eni družini prenaša in da ga imajo,
- nekaj, kar imaš po starših,
- ko si v nečem zelo dober.

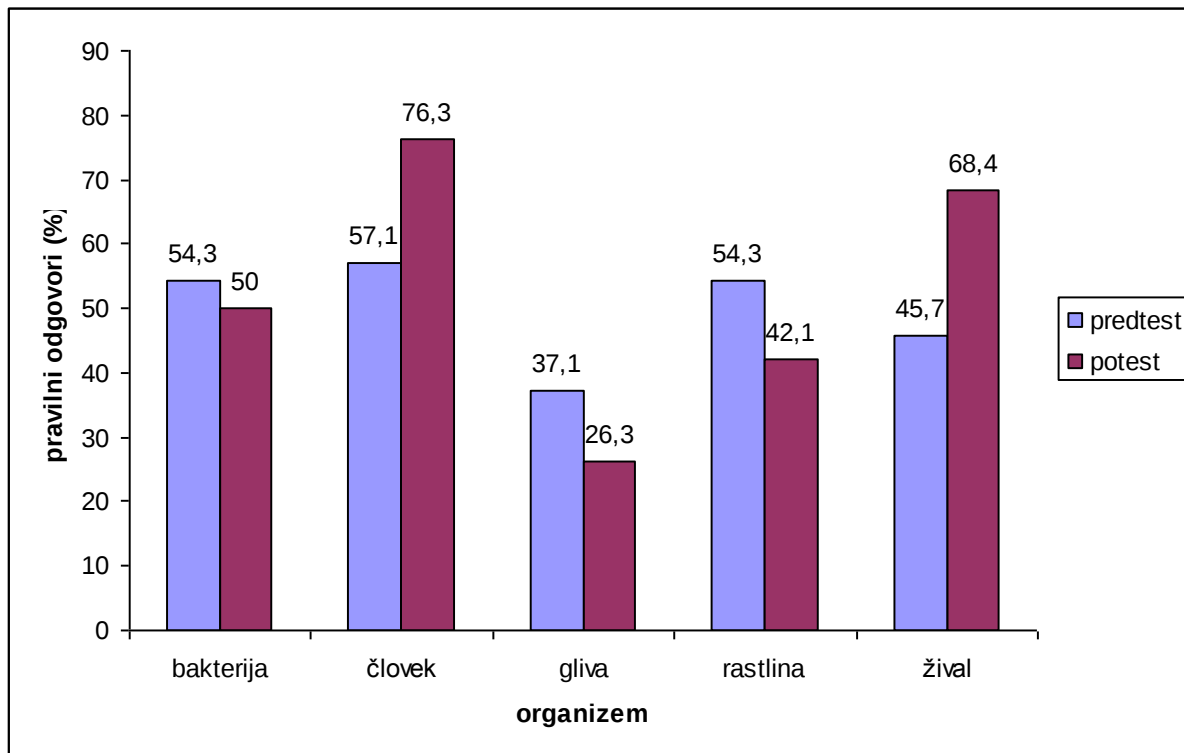
Med odgovori, ki so jih napisali dijaki, so nekateri pravilni ali gredo vsaj v pravo smer, medtem ko se pri drugih kažejo zanimive napačne predstave, pobrane iz vsakodnevne rabe izraza gen.

Vprašanje 18: Pri katerih živih bitjih poteka celična delitev?

Vprašanje je bilo vključeno v predtest in potest. Dijaki so se morali med 5 možnostmi odločiti, pri katerih organizmih po njihovem mnenju poteka celična delitev. Izbrali smo organizme, ki jih dijaki poznajo: bakterija, človek, gliva, rastlina, žival.. Na vprašanje je od 42 dijakov v predtestu odgovorilo 35 dijakov in v potestu 38 dijakov. Hkrati smo s tem tudi navzkrižno preverjali prvo vprašanje, ki je spraševalo, ali vedo, katera živa bitja so zgrajena iz celic.

Največ dijakov se je opredelilo, da celična delitev poteka pri človeku, v predtestu 57,1% in v potestu znatno več, 76,3%. Presenetljivo je, da v potestu še vedno četrtnina dijakov ni izbrala opcije, da celična delitev poteka v človeku. Razlika med pretestom in potestom je največja pri človeku in živalih, V obeh primerih se je pravilen izbor povečal za četrtno. Presenetljivo je, da se je pri ostalih primerih rezultat v potestu poslabšal, kar kaže na to, da predstave o celični delitvi pri organizmih tudi v predtestu niso bile zanesljive in stabilne. Najmanj dijakov meni, da poteka celična delitev pri glivah (predtest 37,1%, potest 26,3%). Kar je skladno z odgovori na vprašanje 1, kjer najmanj dijakov meni, da je rdeča mušnica zgrajena iz celic. Test je pokazal, da manj kot polovica dijakov srednje strokovne šole nima predstave o celični delitvi kot

procesu, ki poteka pri vseh živih organizmih. Celično delitev pripisujejo bolj živalim kot rastlinam.



Graf 7: Odgovori dijakov na vprašanje, pri katerih organizmih poteka celična delitev.

Vprašanje 19: Kako si predstavljaš, da se prenašajo lastnosti staršev na potomce?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami opisati, kako si predstavljajo, da se prenašajo lastnosti s staršev na potomce. Na vprašanje je odgovorilo samo 28,6 % dijakov. Njihovi odgovori so bili sledeči:

- z dedovanjem,
- s kromosomi, eden jih prispeva 27 in drugi prav tako,
- z DNK,
- da s semeni spolno prenašajo,
- s celicami, ki jih potomec podeduje.
- z delitvijo molekule DNK,
- po genih
- preko genskih zapisov (formul),
- preko krvi,
- potomci jih oponašajo,
- Ne predstavljam si. Ampak vem približno, kaj sem podedovala po mami in kaj po očetu.



Pri teh odgovorih vidimo, da nekaj dijakov pozna pravilni odgovor, drugi pa sicer očitno imajo nekaj osnovnih informacij, vendar ne razumejo prenašanja lastnosti na potomce, pri nekaterih pa smo ugotovili napačne predstave.

Vprašanje 20: Kje v celici se nahaja genetska informacija?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami povedati, kje se po njihovem mnenju nahaja genetska informacija.

Na vprašanje je odgovorilo samo 14,3 % dijakov. Njihovi odgovori so bili sledeči:

- Genetska informacija se nahaja v genih.
- v jedru celice,
- na začetku,
- v srcu,
- v telesu na sredini.

Dijaki o tem, kje se nahaja genetska informacija, nimajo izoblikovane predstave. Samo nekaj odgovorov je bilo pravilnih, večina odgovorov pa kaže na napačne predstave (ki so sicer močno potrebne za pedagoške delavce, ko načrtujejo učne ure.)

Vprašanje 21: Kako to, da se ljudje razlikujemo med seboj po videzu in drugih lastnostih?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami razložiti, zakaj se ljudje med seboj razlikujemo po različnih lastnostih.

Na vprašanje je odgovorilo samo 26,1 % dijakov. Njihovi odgovori so bili sledeči:

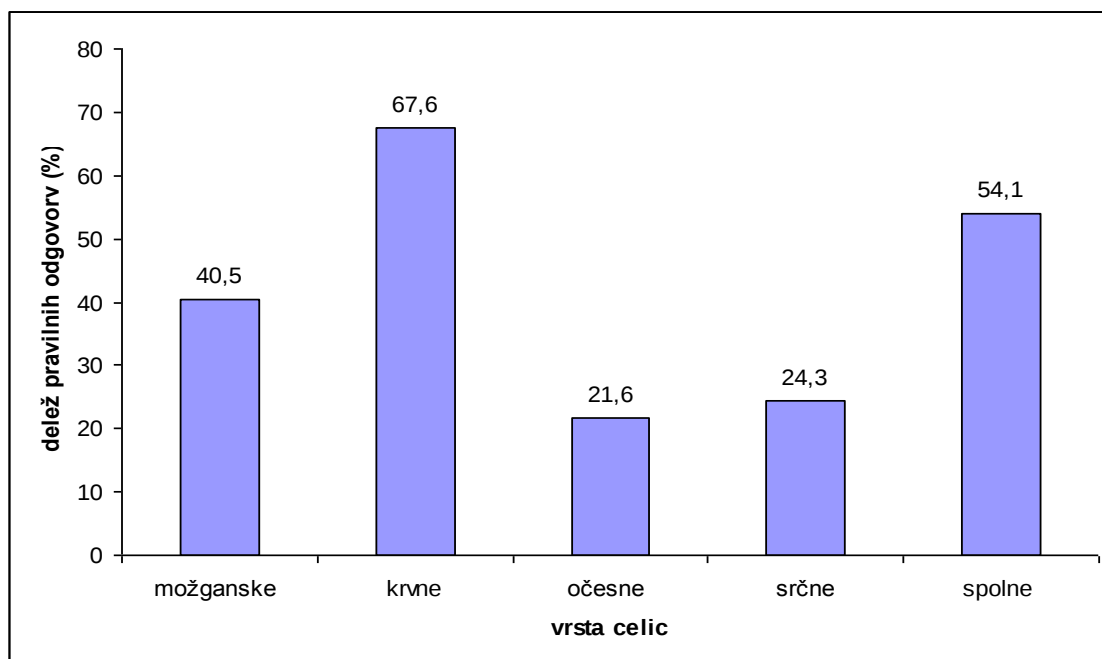
- Zato, ker imamo drugačne gene.
- ker si ne delimo istih genov,
- ker nismo isti vsi neke druge podedujemo,
- drugačni geni, DNK,
- ker se tudi celice razlikujejo,
- ker nimajo vsi istih celic.

Dijaki tudi o tem, zakaj se ljudje med seboj razlikujemo, nimajo izoblikovane predstave. Samo nekaj odgovorov je bilo pravilnih, nekateri odgovori pa kažejo na napačne predstave.

Vprašanje 22: V katerih celicah v tvojem telesu se nahajajo geni?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so se morali med 5 možnostmi odločiti, v katerih celicah v njihovem telesu se nahajajo geni. Možnih je bilo več pravilnih odgovorov.

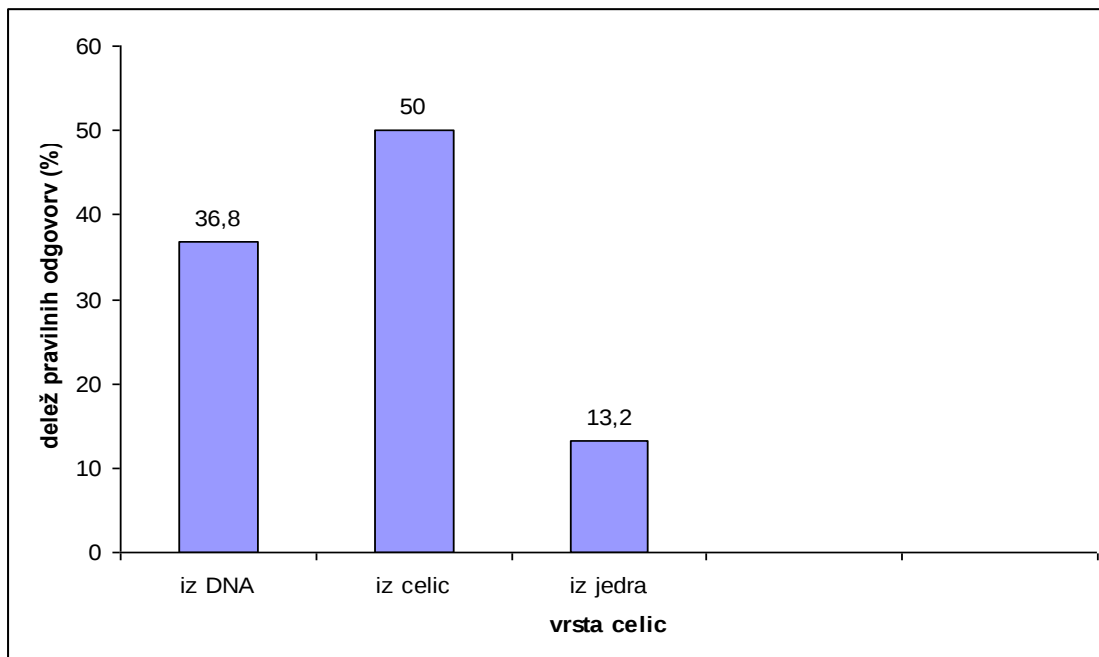
Odgovori dijakov so bili presenetljivi (graf 8). Dve tretjini (67,6 %) jih je menila, da se geni v njihovem telesu nahajajo v krvnih celicah, dobra polovica (54,1 %) je menila, da se nahajajo v spolnih celicah, 40, 5 % jih je menilo, da se nahajajo v možganskih celicah, dobrih 20% (21, 6 % in 24,3 %) pa, da so v srčnih in očesnih celicah. Pravilni odgovor je bil, da se geni nahajajo v vseh navedenih celicah. Tak odgovor je dal o samo 4,8 % dijakov.



Graf 8: Deleži dijakov, ki so odgovorili, da se geni nahajajo v posameznih vrstah celic v njihovem telesu.

Vprašanje 23: Iz česa so zgrajeni kromosomi?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so se morali med 3 možnostmi odločiti, iz česa so zgrajeni kromosomi. Možen je bil en sam pravilni odgovor. Polovica dijakov (50,0 %) se odločila, da so kromosomi zgrajeni iz celic, 13,2 % dijakov pa meni, da so kromosomi zgrajeni iz celic (graf 9). Pravilni odgovor, da so kromosomi zgrajeni iz DNA, je izbrala samo dobra tretjina (36,8 %) dijakov. To torej pomeni, da dve tretjini dijakov nima ustrezne predstave o kromosomih.

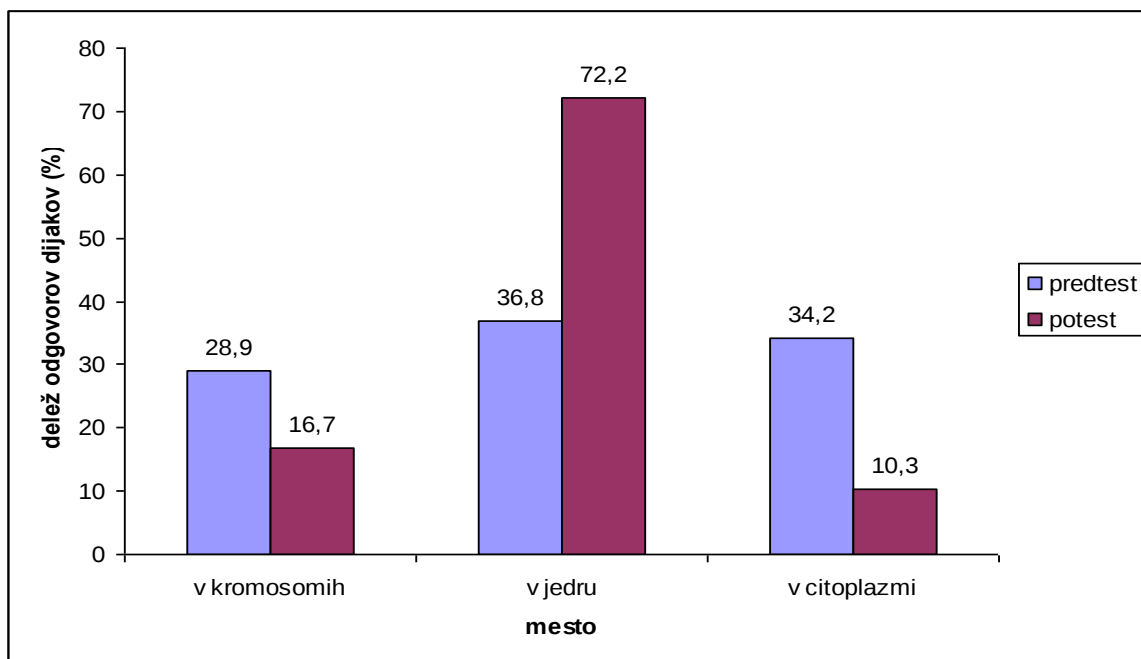


Graf 9: Deleži dijakov, ki so odgovorili, da se geni nahajajo v posameznih vrstah celic v njihovem telesu.

Vprašanje 24: Kje se nahajajo kromosomi v človeški celici?

Vprašanje je bilo vključeno v predtest in potest. Dijaki so se morali med 3 možnostmi odločiti, kje v človeški celici se nahajajo kromosomi. Možen je bil en sam pravilni odgovor.

Pri predtestu so bili odgovori dijakov na grobo rečeno po tretjinah (28,9 – 36,8 %) razporejeni med vse tri mogoče odgovore (graf 10). Pri potestu pa je očitna velika sprememba, in sicer kar 72,2 % dijakov je pravilno odgovorila, da se kromosomi nahajajo v jedru. Samo še 27,0 % dijakov je obdržalo svojo začetno napačno predstavo, kar je nedvomno posledica uče ure, v kateri je ves čas tekla beseda o jedru in kromosomih, tako da so dijaki uspeli ta dva pojma smiselno povezati.

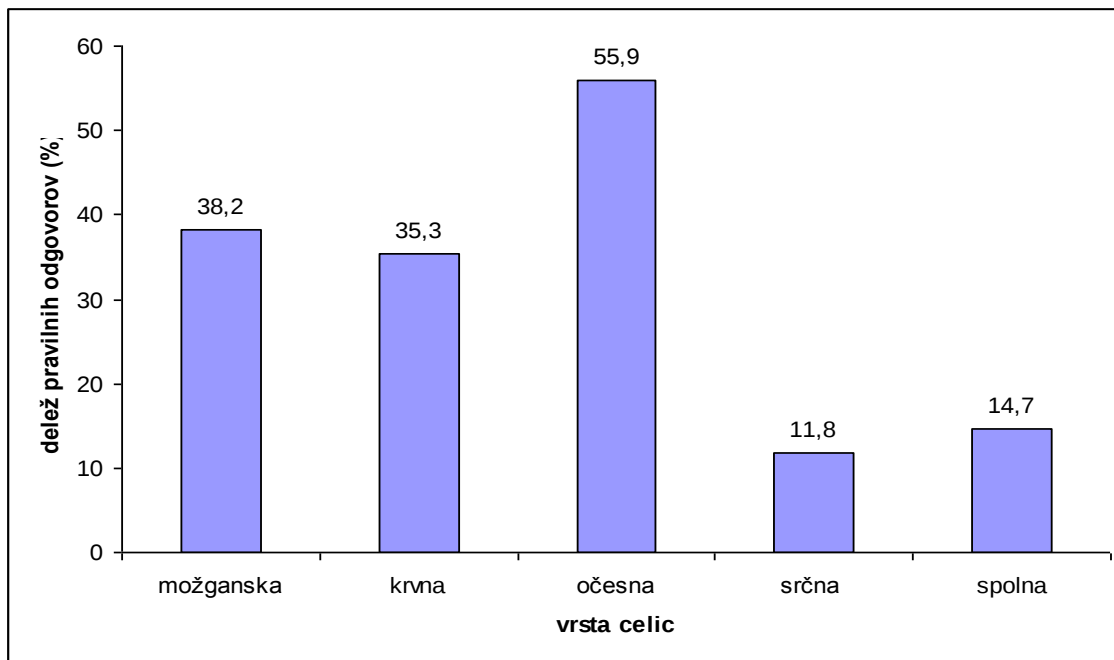


Graf 10: Deleži dijakov, ki so odgovorili, da se geni nahajajo v posameznih vrstah celic v njihovem telesu.

Vprašanje 25: Katera od celic vsebuje genetsko informacijo za barvo oči pri nekem živem bitju?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so se morali med 5 možnostmi odločiti, katera izmed navedenih celic vsebuje genetsko informacijo za barvo oči pri nekem živem bitju. Možnih je bilo več pravih odgovorov.

Najpogosteje so se dijaki odločili, da genetsko informacijo za barvo oči vsebujejo očesne celice (55,9 %; graf 11). Taki odgovor niso bili presenečenje, saj smo že v preliminarnih raziskavah ugotovili podoben trend. Približno enako dijakov (35,3 in 38,2 %) se je odločilo, da je informacija za barvo oči shranjena v možganskih ali krvnih celicah, zelo majhen delež dijakov (11,8 in 14,7 %) pa je izbral srčen in spolne celice. Pravilnega odgovora, da se namreč informacija za barvo oči nahaja v vseh navedenih celicah, ni navedel nihče izmed dijakov.



Graf 11: Deleži dijakov, ki so odgovorili, da se geni nahajajo v posameznih vrstah celic v njihovem telesu.

Vprašanje 26: Kaj pomeni izraz "genetski kod"?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami razložiti, kaj pomeni izraz genetski kod.

Na vprašanje je odgovorilo samo 7,1 % dijakov. Kljub temu navajamo njihove odgovore, ki so bili sledeči:

- to je koda, ki jo ima vsako živo bitje,
- da ima vsaj človek svoj genetski kod, s tem je "označen",
- da je nekje to zapisano.

Vprašanje 27: Kaj odloča o tem, ali se bo rodila deklica ali deček?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami pojasniti, kaj odloča o spolu bodočega otroka.

Na vprašanje je odgovorilo 28,6 % dijakov. Njihovi odgovori so bili sledeči:

- spolna celica,
- genski zapis,
- verjetno geni,
- kromosomi,
- spermij - za deklico je tekoč, za fantka pa bolj gost,
- xx ali xy,
- xy ali xx al yy,
- Grejo na pregled in na ultra zvok in jim zdravnik pove.
- Če sta obe spolni celici enaki, se bo rodila deklica, če pa bo xy pa se bo rodil fantek.
- Odvisno, koliko je kromosomov za ženski spol in koliko za moški in glede na to - tistih, ki je več tisti zmagajo.



Odgovori so dober pokazatelj, kako zelo nejasno je znanje dijakov na tem področju, ki bi moralo že zaradi splošne razgledanosti biti srednješolcem veliko bolj razčiščeno.

Vprašanje 28: Ali imate zdaj ali pa ste imeli v preteklosti doma živali?

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali povedati, ali so imeli kdaj v preteklosti oziroma imajo sedaj doma živali, bodisi rejen živali ali hišne živali. Ta podatek je pomemben, saj lahko vpliva na odgovore na nekatera vprašanja v tem vprašalniku.

Velika večina dijakov je potrdila, da imajo ali so imeli doma živali, in sicer večinoma hišne živali (89,7 %), približno petina (28,2 %) pa rejne živali. Ker je bilo dijakov, ki so bili na ta način v rednem stiku z živalmi izredno veliko, v nadaljnji analizi podatkov tega podatkov potem nismo upoštevali, saj ni bil več smiseln.

Vprašanje 29: Ali je mogoče, da ima črna mačka mladiče tigraste barve? Pojasni.

Vprašanje je bilo zajeto samo v predtestu. Dijaki so morali s svojimi besedami pojasniti, ali je mogoče, da ima črna mačka mladiče tigraste barve.

Na vprašanje je odgovorilo 35,7 % dijakov, kar je bilo veliko v primerjavi z drugimi vprašanji. To pomeni, da ima relativno več učencev občutek, da to tematiko razume. Njihovi odgovori so bili sledeči:

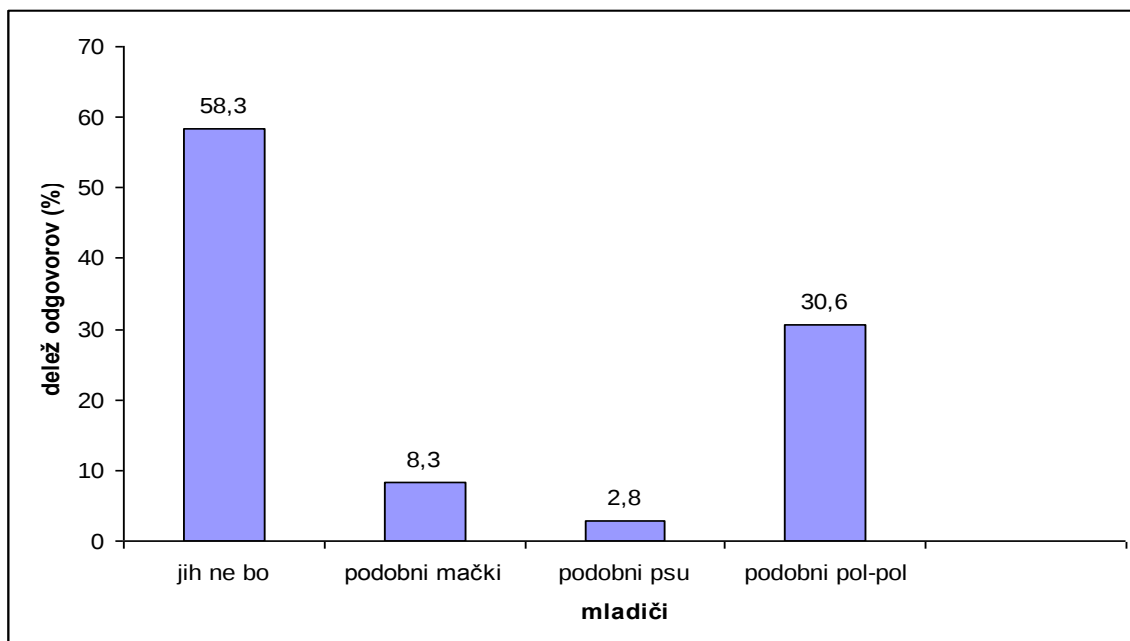
- ja odvisno ker DNK je močnejši od mačke ki je tigraste barve ali pa od črne,
- ja, če se samca ne pozna, je možno,
- da, če se pari z drugimi vrstami,
- črna mačka se je gonila iz tigrastim mačkom,
- zaradi genov,
- da zaradi partnerja,
- da. Ima jih lahko če se pari z mačko tigraste barve.
- da odvisno s kom se pari.

Vidimo torej, da načeloma res razumejo, da o spolu odločata samec in samica, čeprav včasih to zapišejo na neroden način.

Vprašanje 30: Parila sta se pes in mačka. Katera trditev je pravilna?

Vprašanje je bilo vključeno samo v predtest. Dijaki so se morali med 4 možnostmi odločiti, katera trditev je pravilna. Možen je bil en sam pravilni odgovor.

Več kot polovica dijakov (58,3 %) se je pravilno odločila, da če se parita pes ima mačka, mladičev ne bo (graf 12). Presenetljivo pa je bilo, da je skoraj tretjina dijakov (30,6 %) menila, da mladiči bodo, in celo to, da bodo na pol podobni psu na pol pa mački. Le majhen delež dijakov (11,1 %) je menil, mladiči bodo in da bodo podobni samo psu ali samo mački. Skupaj je torej 41,7 % srednješolcev bilo prepričanih, da je mogoče uspešno pariti mačka in psa.



Graf 12: Deleži dijakov, ki so odgovorili, da se geni nahajajo v posameznih vrstah celic v njihovem telesu.

Vprašanje 31: Čemu se celice v tvojem telesu delijo?

Vprašanje je bilo vključeno samo v predtest. Dijaki so morali s svojimi besedami pojasniti, čemu se celice v njihovem telesu delijo.

Na vprašanje je odgovorilo samo 16,7 % dijakov. Njihovi odgovori so bili sledeči:

- da naše telo deluje,
- zato, ker nekatere odmirajo in morajo nastajati nove,
- za zaceljevanje, imunost itd.,
- da zrastem,
- Nekatere celice umrejo, nove pa nastajajo zato, ker se množijo in delijo.

Odgovorov je bilo sicer zelo malo, vendar tisti kažejo, da dijaki razumejo, čemu je potrebna delitev celic.

Vprašanje 32: Če si raniš kožo, tako da krvavi, se po nekaj tednih zaraste. Zapiši, kako si predstavljaš zaraščanje rane?

Vprašanje je bilo vključeno samo v predtest in potest. Dijaki so morali s svojimi besedami pojasniti, kako si predstavljajo celjenje ran.

Pri predtestu je na vprašanje odgovorilo samo 23,8 % dijakov, ravno tako pa tudi pri potestu. Njihovi odgovori pri predtestu so bili sledeči:

- koža se obnavlja, ker je živa,
- ker se kri strjuje, tako nastane krasta in pod njo nova koža,
- skupaj se koža zaraste ker se celice združijo,
- da se združijo celice,
- nastane hrasta ki naredi novo kožo,



- Vedno več slojev kože gre čez rano,
- Ja na koži bo krsta.

Odgovorov je bilo torej malo, pa še ti so zelo splošni, in samo nekateri povezujejo celjenje ran z nastajanjem novih celic.

Pri potestu so se še vedno pojavljali podobni odgovori kot pri predtestu, razlika pa je bila v tem, da je bilo nekoliko več odgovorov v naslednjem smislu:

- celice se delijo in se zato koža obnavlja,
- celice se delijo in tako nastajajo nove, te celijo rano.
- Nove celice nastajajo.

Nekaj več dijakov je torej poznalo povezavo med nastajanjem novih celic in celjenjem ran.



PRILOGA 1

VPRAŠALNIK

Program		
Letnik SŠ	1	2
Spol	Ž	M

- Katera živa bitja so zgrajena iz celic? (Mogočih je več pravih odgovorov.)
 - Bakterija
 - Čebela
 - Človek
 - Hrast
 - Paramecij
 - Rdeča mušnica
- Vse celice v človeškem telesu so enake. DA NE
- Ali veš, kaj je mitoz? DA NE
Če veš, napiši.
- Ali morda veš, kje poteka mitoz? DA NE
Če veš, napiši.
- Ali morda veš, kdaj poteka mitoz? DA NE
Če veš, napiši.
- Ali morda veš, zakaj je potrebna mitoz? DA NE
Če veš, napiši.
- Nariši celico in označi njene dele.
- Kaj je celica?
- Katere razlike med rastlinsko in živalsko celico poznaš?
- Kakšen je pomen celice v živem bitju?
- Celice se množijo. Nariši, kako si to predstavljaš.
- Kaj so spolne celice?
- Kako nastanejo spolne celice?
- Kaj je DNK? Opiši ali nariši.
- Ali vsa živa bitja dedujejo lastnosti? DA NE
- Kaj je kromosom?
- Kaj je gen?
- Pri katerih živih bitjih poteka celična delitev? (Mogočih je več pravih odgovorov.)
 - Pri bakterijah
 - Pri človeku



- c. Pri glivah
- d. Pri rastlinah.
- e. Pri živalih

19. Kako si predstavljaš, da se prenašajo lastnosti staršev na potomce?

20. Kje v celici se nahaja genetska informacija?

21. Kako to, da se ljudje razlikujemo med seboj po videzu in drugih lastnostih?

22. V katerih celicah v tvojem telesu se nahajajo geni? (Mogočih je več pravih odgovorov.)

- a. V možganskih celicah
- b. V krvnih celicah
- c. V očesnih celicah
- d. V srčnih celicah
- e. V spolnih celicah

23. Iz česa so zgrajeni kromosomi?

- a. Iz DNA
- b. Iz celic
- c. Iz jedra

24. Kje se nahajajo kromosomi v človeški celici?

- a. V kromosomih
- b. V jedru
- c. V citoplazmi

25. Katera od celic vsebuje genetsko informacijo za barvo oči pri nekem živem bitju? (Mogočih je več pravih odgovorov.)

- a. Možganska
- b. Krvna
- c. Očesna
- d. Srčna
- e. Spolna

26. Kaj pomeni izraz "genetski kod"?

27. Kaj odloča o tem, ali se bo rodila deklica ali deček?

28. Ali imate zdaj ali pa ste imeli v preteklosti doma živali?

DA

NE

Katere živali?

- a. hišne živali (mačke, papige, hrčke, ribe, kače...)
- b. rejne živali (krave, konje, prašiče, kokoši, ovce, koze...)

29. Ali je mogoče, da ima črna mačka mladiče tigraste barve? Pojasni.

30. Parila sta se pes in mačka. Katera trditev je pravilna?

- a. Mladičev ne bo.
- b. Mladiči bodo bolj podobni mački.
- c. Mladiči bodo bolj podobni psu.
- d. Mladiči bodo na pol podobni mački, na pol pa psu.



31. Čemu se celice v tvojem telesu delijo?

32. Če si raniš kožo, tako da krvavi, se po nekaj tednih zaraste. Zapiši, kako si predstavljaš zaraščanje rane?

33. Koliko se strinjaš z naslednjimi trditvami v zvezi z biologijo?

V vsaki vrstici označi samo **en** križec.

TRDITEV	Popolno ma se strinjam	Strinjam se	Ne morem se odločiti	Ne strinjam se	Sploh se ne strinjam
a) Pri biologiji sem ponavadi dober.					
b) Rad bi, da bi se v šoli učili več biologije.					
c) Biologija je zame težja kot za večino mojih sošolcev in sošolk.					
d) Rad se učim biologijo.					
e) Biologija mi ne gre ravno najbolje.					
f) Snovi pri biologiji se hitro naučim.					
g) Mislim, da mi bo znanje biologije pomagalo v vsakdanjem življenju.					
h) Rad bi imel službo, v kateri bi uporabljal biologijo.					

34. Koliko se strinjaš z naslednjima trditvama v zvezi s to raziskavo?

TRDITEV	Popolno ma se strinjam	Strinjam se	Ne morem se odločiti	Ne strinjam se	Sploh se ne strinjam
a) Vprašanja v tem vprašalniku so bila razumljiva.					
b) Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.					

Če nam želiš še kaj sporočiti, lahko napišeš tukaj.

Hvala za sodelovanje.



PRILOGA 2

VPRAŠALNIK

Program		
Letnik SŠ	1	2
Spol	Ž	M

- Katera živa bitja so zgrajena iz celic? (Mogočih je več pravih odgovorov.)
 - Bakterija
 - Čebela
 - Človek
 - Hrast
 - Paramecij
 - Rdeča mušnica
- Kaj je mitoz?
- Kje poteka mitoz?
- Kdaj poteka mitoz?
- Zakaj je potrebna mitoz?
- Celice se množijo. Nariši, kako si to predstavljaš.
- Pri katerih živih bitjih poteka celična delitev? (Mogočih je več pravih odgovorov.)
 - Pri bakterijah
 - Pri človeku
 - Pri glivah
 - Pri rastlinah.
 - Pri živalih
- Kje se nahajajo kromosomi v človeški celici?
 - V kromosomih
 - V jedru
 - V citoplazmi
- Če si raniš kožo, tako da krvavi, se po nekaj tednih zaraste. Zapiši, kako si predstavljaš zaraščanje rane?
- Koliko se strinjaš z naslednjima trditvama v zvezi s to raziskavo?

TRDITEV	Popolnoma se strinjam	Strinjam se	Ne morem se odločiti	Ne strinjam se	Sploh se ne strinjam
a) Vprašanja v tem vprašalniku so bila razumljiva.					
b) Všeč mi je bilo sodelovati v tej raziskavi.					

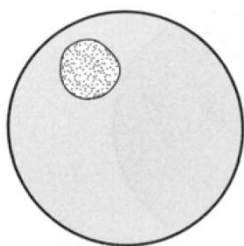
Če nam želiš še kaj sporočiti, lahko napišeš tukaj.
Hvala za sodelovanje.

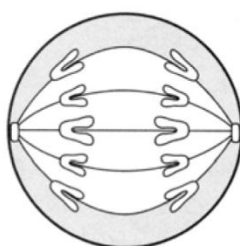


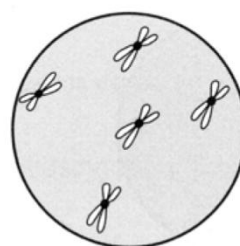
PRILOGA 3

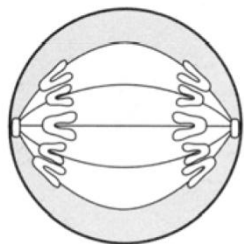
DELOVNI LIST:

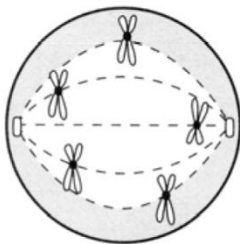
Navodilo: Narisan je niz zaporednih dogodkov. Dogodki so pomešani.
S številko ob vsaki sliki označi, kako si dogodki verjetno sledijo.

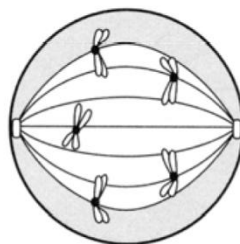


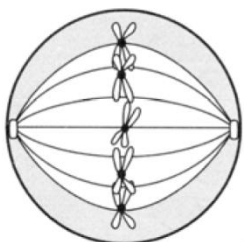




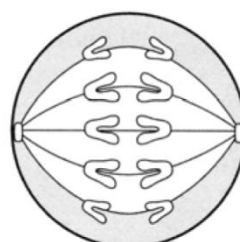


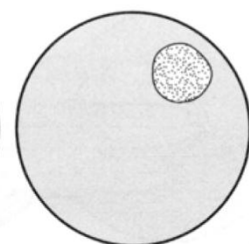
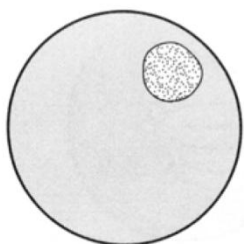


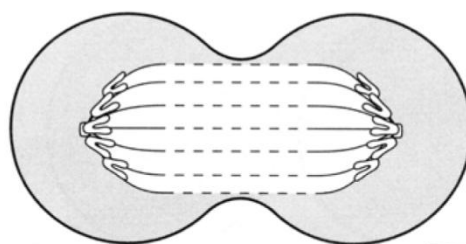


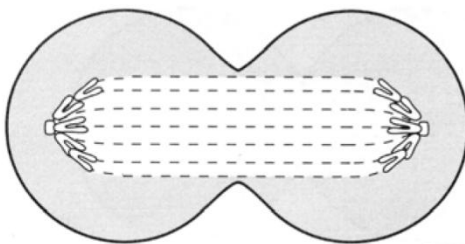


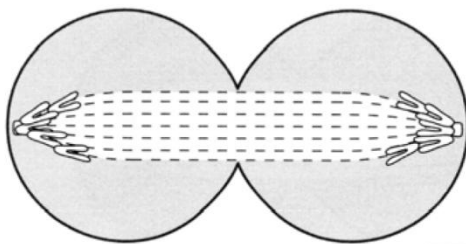


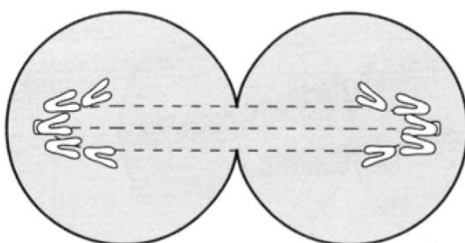


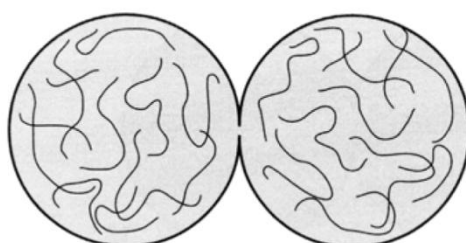












Avtor(ja) gradiva:

Iztok Tomažič, Tatjana Vidic



Institucija:

UL Biotehniška fakulteta, Ljubljana; OŠ Simona Jenka, Kranj

Biodiverziteta - žuželke

Strategija (metoda):

- klasičen pouk in izkustveno učenje (experiential learning HANDS-ON)

Starostna skupina, razred:

- 6. in 7. razred OŠ

Kompetence, ki se razvijajo:

a) generične:

- ✓ **Gk1.** sposobnost zbiranja informacij,
- ✓ **Gk2.** sposobnost analize in organizacija informacij,
- ✓ **Gk3.** sposobnost interpretacije,
- ✓ **Gk4.** sposobnost sinteze zaključkov,
- ✓ **Gk5.** sposobnost učenja in reševanja problemov,
- Gk6.** prenos teorije v prakso,
- ✓ **Gk7.** uporaba matematičnih idej in tehnik,
- ✓ **Gk8.** prilagajanje novim situacijam,
- ✓ **Gk9.** skrb za kakovost,
- ✓ **Gk10.** sposobnost samostojnega in timskega dela,
- ✓ **Gk11.** organiziranje in načrtovanje dela,
- ✓ **Gk12.** verbalna in pisna komunikacija,
- ✓ **Gk13.** medosebna interakcija,
- ✓ **Gk14.** varnost.

b) predmetno-specifične: odnos do organizmov, okoljske vrednote, pro-
okoljsko delovanje ter

c) procesna znanja in spretnosti: opazovanje, sklepanje, predvidevanje,
sporazumevanje, primerjanje, uporaba časovno-prostorskih dimenzij,
oblikovanje hipoteze, določanje in kontrola spremenljivk,
eksperimentiranje, raziskovanje

Medpredmetne povezave:

- čebelarstvo, likovni pouk, kemija (dihanje, plini).

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

- ekosistemi (6. in 7. razred);
- povezava s sistematiko in ekologijo (8. razred);
- primerjava strukture in funkcije ter ekologija in biodiverziteta
(predlagani učni načrti)

Predviden način evalvacije:



- pred/po-test; čustva/odnos/znanje, mnenje učencev / dijakov, anketa učitelji

Gradivo je bilo testirano s študenti, bodočimi učitelji biologije z vezavami in učenci šestega in sedmega razreda osnovne šole. Nekateri podatki so še v postopku analize, zato v tem gradivu ne bodo predstavljeni.

V namen preverjanja predznanja in stališč do žuželk so sodelujoči najprej rešili krajši vprašalnik. Nato je sledil pouk o žuželkah, ki je temeljil na samostojnem delu učencev in študentov. Po kratkih uvodnih navodilih so se sodelujoči razporedili v skupine s po največ petimi člani. Delo je potekalo v obliki rotirajočih skupin. Na vsaki točki so udeleženci reševali temo vezano na žuželke (glej gradiva v nadaljevanju besedila).

Evalvirane teme

- a) Žuželka, kaj je to? Primerjava več vrst žuželk (odraslih živali).
- b) Tako različne, ampak...? Raziskovanje popolne in nepopolne preobrazbe.
- c) Kako dihamo žuželke? Opazovanje dihanja žuželk, meritve CO₂.
- d) Striga in strigalica? Katera je žuželka? Preverjanje razumevanja pojma žuželke in dilema poimenovanja posameznega organizma.

Za razliko od učencev, je bil namen vaje o žuželkah za študente, dvojen. Študenti so najprej spoznavali biologijo žuželk in ob tem spoznavali načine organizacije in vodenja praktičnega pouka v razredu z uporabo živih organizmov.

Učenci pa bodo (so) spoznavali samo biologijo žuželk.

Primeri živih žuželk, ki smo jih uporabili pri pouku



Slika 36: *Pseudocreobotra wahlbergii*



Slika 37: *Blaptica dubia*



Slika 38: *Tenebrio molitor*



Slika 39: *Sypiloidea sypilus*

Sodelujoči

V raziskavi je sodelovalo 58 študentov 2. letnika in 3. letnika študija biologije z vezavami. Študenti so rešili vprašalnik o gnusu, odnosu in znanju o žuželkah ter bili vključeni v učne ure o žuželkah.

Učenci šestega razreda (N=44) in sedmega razreda (N=23) so tako kot študenti rešili vprašalnik o žuželkah.



Analiza vprašalnika pred poukom

V evalvaciji so prikazani rezultati anketnega vprašalnika za učence 6. razreda osnovne šole. Podatki za študente so še v postopku obdelave. Vprašalnik je bil sestavljen iz štirih delov.

Prvi del

Sodelujoči v raziskavi so poleg spola, starosti, letnika in smeri študija ali razreda navedli še kolikokrat hodijo v naravo, kje živijo in ali so že rokovali z žuželkami (glej vprašalnik).

Drugi del

Drugi del vprašalnika je bil sestavljen iz 16 trditev, ki so opisovale dogodke, povezane z žuželkami. Učenci / študenti so na 5 (od 0 do 4) stopenjski lestvici ovrednotili, kako se jim zdijo dogodki, povezani z žuželkami, nagnusni. Vrednosti lestvice pomenijo; 0 = *ni nagnusna*, 1 = *rahlo nagnusna*, 2 = *nagnusna*, 3 = *zelo nagnusna*, 4 = *tako nagnusna, da bi bruhal* (glej vprašalnik).

Tretji del

Tretji del vprašalnika je sestavljalo 15 trditev, s katerimi smo preverjali odnos učencev / študentov do žuželk in poznavanje žuželk.

Sodelujoči v raziskavi so z uporabo 5 stopenjske lestvice ocenili, stopnjo (ne)strinjanja s posamezno trditvijo. Pomen vrednosti 1 = *se nikakor ne strinjam*, 2 = *se ne strinjam*, 3 = *nimam posebnega mnenja*, 4 = *se strinjam* in 5 = *se popolnoma strinjam* (glej vprašalnik).

Četrti del

Zadnji del vprašalnika je bil sestavljen iz 20 trditev, s katerimi smo preverjali znanje učencev o žuželkah. Učenci / študenti so obkrožili možnost, da trditev *ali drži* ali *ne drži*. Če odgovora niso poznali, so obkrožili *ne vem* (glej vprašalnik).



VPRAŠALNIK: BIODIVERZITETA - ŽUŽELKE

Spol: M Ž Starost _____ ; Letnik (razred): _____, Smer: _____

V naravo hodim

- a) enkrat dnevno. b) enkrat tedensko. c) enkrat na mesec. d) _____ le
izjemoma.

Živim v: a) mestu b) na podeželnju

V rokah se že držal/a razne vrste žuželk: DA NE

KAKO NAGNUSNI SE TI ZDIJO SPODAJ OMENJENI DOGODKI?

0 = ni nagnusna; 1 = rahlo nagnusna; 2 = nagnusna; 3 = zelo nagnusna; 4 = tako nagnusna,
da bi bruhal

Trditve	Vrednosti				
1. Začutiš ščurka, ki ti hodi po roki.	0	1	2	3	4
2. Opazuješ metulje na cvetju.	0	1	2	3	4
3. Pomotoma primeš kobilico.	0	1	2	3	4
4. Hrošč se zaplete v tvoje lase.	0	1	2	3	4
5. Opazuješ čebele na cvetovih.	0	1	2	3	4
6. Popikajo te komarji.	0	1	2	3	4
7. Vidiš ličinke muh na mrtvi živali.	0	1	2	3	4
8. Opazuješ rogača, ki hodi po veji.	0	1	2	3	4
9. Med kolesarjenjem zapelješ skozi roj mušic.	0	1	2	3	4
10. Na podstrešju naletiš na osje gnezdo.	0	1	2	3	4
11. Ponoči se sprehajaš med kresničkami.	0	1	2	3	4
12. Najdeš molje v živilu.	0	1	2	3	4
13. Zdravijo ti rano z ličinkami muh.	0	1	2	3	4
14. Za hišo naletiš na gnezdo mravelj.	0	1	2	3	4
15. Vešče letajo okoli luči.	0	1	2	3	4
16. Vidiš pikapolonico, ki ti leze po roki.	0	1	2	3	4

VPRAŠALNIK O ODNOSU DO IN POZNAVANJU ŽUŽELK

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

Trditve	Vrednost				
1. Žuželk se bojim.	1	2	3	4	5
2. Žuželke bi z veseljem proučeval v naravi.	1	2	3	4	5
3. Žuželke so nagražne (nagnusne).	1	2	3	4	5
4. Žuželke so v naravi zelo pomembne.	1	2	3	4	5
5. Žuželke bi bilo najbolje kar pobiti.	1	2	3	4	5
6. Rad bi spoznaval različne vrste žuželk.	1	2	3	4	5



7. Ubijanje žuželk za zabavo je kruto.	1	2	3	4	5
8. Žuželke bi bilo najbolje uničiti z insekticidi.	1	2	3	4	5
9. Žuželke so dolgočasne.	1	2	3	4	5
10. Želim izvedeti, kako živijo žuželke.	1	2	3	4	5
11. Žuželke so premajhne, da bi bile pomembne.	1	2	3	4	5
12. Rad bi bral o žuželkah.	1	2	3	4	5
13. Tudi žuželke imajo pravico živeti.	1	2	3	4	5
14. Želim izvedeti, kako se žuželke razmnožujejo.	1	2	3	4	5
15. Nobene škode ne bi bilo, če bi žuželke izumrle.	1	2	3	4	5

Natančno preberi spodnje trditve in se opredeli glede njihove pravilnosti.

Trditve	Odgovor (obkroži)
1. Večina žuželk je strupenih.	drži / ne drži / ne vem
2. Odrasle žuželke imajo 4 pare nog.	drži / ne drži / ne vem
3. Ličinke komarjev živijo v vodi.	drži / ne drži / ne vem
4. Pikapolonica je plenilec.	drži / ne drži / ne vem
5. Komarji imajo želo.	drži / ne drži / ne vem
6. Vodni drsalci so vrsta komarjev.	drži / ne drži / ne vem
7. Odrasle žuželke se levijo le nekajkrat.	drži / ne drži / ne vem
8. Vse odrasle žuželke dihamo s preprostimi pljuči.	drži / ne drži / ne vem
9. Ličinke mladoletnic si izdelujejo tulce.	drži / ne drži / ne vem
10. Kačji pastirji so se razvili pred nekaj milijoni let.	drži / ne drži / ne vem
11. Čebele nabirajo med na cvetovih rastlin.	drži / ne drži / ne vem
12. Ščurek je ličinka hrošča.	drži / ne drži / ne vem
13. Bogomolke so žuželke s popolno preobrazbo.	drži / ne drži / ne vem
14. Socialne žuželke živijo le v bližini človekovih bivališč.	drži / ne drži / ne vem
15. Žuželke so prenašalci mnogih bolezni.	drži / ne drži / ne vem
16. Vešče krožijo okoli žarnice, da bi se pogrele.	drži / ne drži / ne



	vem
17. Žuželke imajo telo zgrajeno iz glavoprsja in zadka.	drži / ne drži / ne vem
18. Insekticidi škodujejo le tistim žuželkam, za katere so namenjeni.	drži / ne drži / ne vem
19. Pajki so žuželke s 3 pari nog.	drži / ne drži / ne vem
20. Nekatere žuželke potrebujejo za preobrazbo tudi več let.	drži / ne drži / ne vem

Analiza vprašalnika

Prikazani so rezultati učencev 6. razredov osnovne šole.

Tabela 21: Nagnusna situacija

Trditev	fantje		dekleta		skupaj		razlik a	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
Zdravijo ti rano z ličinkami muh.	3,0	1,2	2,6	1,4	2,8	1,3	0,4	NZ
Hrošč se zaplete v tvoje lase.	2,8	1,1	2,1	1,4	2,5	1,2	0,7	NZ
Najdeš molje v živilu.	2,6	1,4	2,2	1,5	2,4	1,4	0,3	NZ
Vidiš ličinke muh na mrtvi živali.	2,1	1,6	1,7	1,5	2,0	1,6	0,4	NZ
Začutiš ščurka, ki ti hodi po roki.	2,0	1,1	1,2	0,9	1,7	1,1	0,8	0,012
Na podstrešju naleti na osje gnezdo.	1,7	1,5	1,2	1,4	1,5	1,5	0,5	NZ
Med kolesarjenjem zapelješ skozi roj mušic.	1,4	1,3	1,3	1,1	1,3	1,2	0,0	NZ
Pomotoma primeš kobilico.	1,1	1,3	0,8	0,9	1,0	1,2	0,2	NZ
Popikajo te komarji.	1,0	1,3	0,4	0,6	0,8	1,1	0,7	NZ
Za hišo naleti na gnezdo mravelj.	0,7	1,1	0,7	1,2	0,7	1,2	-0,1	NZ
Vešče letajo okoli luči.	0,5	0,8	0,7	1,2	0,6	1,0	-0,3	NZ
Opazuješ rogača, ki hodi po veji.	0,4	0,9	0,6	1,1	0,5	1,0	-0,2	NZ
Ponoči se sprehajaš med kresničkami.	0,4	1,1	0,2	0,7	0,3	0,9	0,3	NZ
Vidiš pikapolonico, ki ti leze po roki.	0,0	0,2	0,3	0,9	0,2	0,6	-0,3	NZ
Opazuješ čebele na cvetovih.	0,0	0,2	0,3	0,9	0,1	0,6	-0,2	NZ
Opazuješ metulje na cvetju.	0,0	0,0	0,2	0,9	0,1	0,6	-0,2	NZ

Učencem se zdijo situacije, da zdravijo rano z ličinkami muh, da se hrošč zaplete v lase, in da najdeš molje v živilu, zelo nagnusne (Tabela 21). Kot zelo nagnusno situacijo so opredelili zdravljenje rane z ličinkami muh.

Kot nagnusne ali rahlo nagnusne so ovrednotili situacije, da vidiš ličinke muh na mrtvi živali, da začutiš ščurka, ki ti hodi po roki, da na podstrešju naleti na osje gnezdo, da med kolesarjenjem zapelješ skozi roj mušic ter pomotoma primeš kobilico (Tabela 21).

Kot nenagnusne so ovrednotili sledeče situacije / dogodke; koža popikana od komarjev, gnezdo mravelj za hišo, let vešč okoli luči, rogač na veji, sprehod med kresničkami, pikapolonico na roki, čebele na cvetovih ter metulji na cvetju (Tabela 21).

Ocene posameznih situacij se niso statistično značilno razlikovale med fanti in dekleti razen za oceno, situacije, da začutiš ščurka, ki ti hodi po roki. Fantje so tej situaciji pripisali višjo vrednost kot dekleta (Tabela 21).

Tabela 22: Odnos učencev 6. razredov do žuželk

Trditve	fantje		dekleta		skupaj		razlik a	p
	M	SD	M	SD	M	SD		
Tudi žuželke imajo pravico živeti.	4,6	0,6	4,7	0,6	4,7	0,6	-0,1	NZ
Žuželke so v naravi zelo pomembne.	4,5	0,9	4,2	1,1	4,4	1,0	0,3	NZ
Želim izvedeti, kako živijo žuželke.	3,2	1,3	4,2	1,1	3,6	1,3	-1,0	0,01 2
Ubijanje žuželk za zabavo je kruto.	3,4	1,5	3,4	1,9	3,4	1,7	0,0	NZ
Želim izvedeti, kako se žuželke razmnožujejo.	3,2	1,2	3,4	1,5	3,3	1,3	-0,2	NZ
Rad bi spoznaval različne vrste žuželk.	2,9	1,3	3,5	1,5	3,2	1,4	-0,6	NZ
Žuželke bi z veseljem proučeval v naravi.	2,8	1,0	3,6	1,4	3,1	1,3	-0,8	0,04 1
Rad bi bral o žuželkah.	2,5	1,1	3,3	1,3	2,9	1,2	-0,8	0,03 5
Žuželke so dolgočasne.	2,8	1,2	2,6	1,1	2,7	1,2	0,3	NZ
Žuželke so nagravnice (nagnusne).	2,7	1,4	2,8	1,4	2,7	1,4	-0,1	NZ
Žuželk se bojim.	2,0	1,0	2,5	1,2	2,2	1,1	-0,5	NZ
Žuželke bi bilo najbolje uničiti z insekticidi.	1,9	1,1	1,8	1,1	1,8	1,1	0,1	NZ
Žuželke so premajhne, da bi bile pomembne.	1,5	0,6	1,8	1,3	1,6	1,0	-0,4	NZ
Nobene škode ne bi bilo, če bi žuželke izumrle.	1,6	1,1	1,6	0,8	1,6	1,0	0,0	NZ
Žuželke bi bilo najbolje kar pobiti.	1,6	0,7	1,4	0,8	1,5	0,7	0,2	NZ

Trditve, ki opisujejo odnos do žuželk, smo razvrstili na kategorije moralističen, ekologičen, znanstveni in negativistični odnos. Zaradi majhnega vzorca nismo naredili faktorske analize.

- Moralističen odnos (1, 4)

Učenci se popolnoma strinjajo s trditvijo, da imajo žuželke pravico živeti. O tem, da je ubijanje žuželk za zabavo kruto, nimajo izoblikovanega posebnega mnenja. Med ocenami fantov in deklet ni bilo statistično pomembnih razlik (Tabela 12).

- Ekologičen odnos (2, 12, 13, 14)

Učenci se strinjajo, da so žuželke v naravi pomembne. Ne strinjajo pa se, da bi bilo žuželke najbolje uničiti z insekticidi, da so žuželke premajhne, da bi bile pomembne in da ne bi bilo nobene škode, če bi izumrle. Med ocenami fantov in deklet ni bilo statistično pomembnih razlik (Tabela 22).

- Znanstveni odnos (3, 5, 6, 7, 8)

Učenci so izkazali precejšnjo mero zanimanja o tem, kako živijo žuželke. Želijo izvedeti, kako se žuželke razmnožujejo, katere vrste žuželk poznamo. Učenci bi žuželke radi proučevali v naravi ter o njih tudi brali (Tabela 22).

Fantje in dekleta so se razlikovali v ocenah za želim izvedeti, kako živijo žuželke, z veseljem bi preučeval žuželke v naravi ter rad bi bral o žuželkah. Pri naštetih primerih so dekleta navajala višje vrednosti (večje strinjanje) od fantov (Tabela 22).

- Negativistični odnos (9, 10, 11)

Učencem se žuželke ne gnusijo, niti se jih ne bojijo. S trditvijo, da bi bilo žuželke najbolje uničiti z insekticidi, se nikakor ne strinjajo. Prav tako se ne strinjajo s trditvijo, da bi bilo žuželke najbolje kar pobiti (Tabela 22).

Tabela 23: Znanje o žuželkah

TRDITEV	F(%)			
	drži	ne drži	ne vem	% napačnih
Večina žuželk je strupenih.	14	55	32	45
Odrasle žuželke imajo 4 pare nog.	23	45	32	55
Ličinke komarjev živijo v vodi.	30	27	43	70
Pikapolonica je plenilec.	30	55	16	70
Komarji imajo želo.	32	39	30	61
Vodni drsalci so vrsta komarjev.	34	23	43	77
Odrasle žuželke se levijo le nekajkrat.	18	14	68	86
Vse odrasle žuželke dihamo s preprostimi pljuči.	16	11	73	89
Ličinke mladoletnic si izdelujejo tulce.	9	9	82	91
Kačji pastirji so se razvili pred nekaj milijoni let.	23	5	73	95
Čebele nabirajo med na cvetovih rastlin.	75	16	9	84
Ščurek je ličinka hrošča.	18	30	52	70
Bogomolke so žuželke s popolno preobrazbo.	14	27	59	73
Socialne žuželke živijo le v bližini človekovih bivališč.	18	30	52	70
Žuželke so prenašalci mnogih bolezni.	48	27	25	52
Vešče krožijo okoli žarnice, da bi se pogrele.	16	70	14	30
Žuželke imajo telo zgrajeno iz glavoprsja in zadka.	45	9	45	91
Insekticidi škodujejo le tistim žuželkam, za katere so namenjeni.	16	57	27	43
Pajki so žuželke s 3 pari nog.	39	50	11	50
Nekatere žuželke potrebujejo za	32	16	52	68



preobrazbo tudi več let.				
--------------------------	--	--	--	--

Učenci 6. razredov niso izkazali veliko znanja o žuželkah (Tabela 23), čeprav so (naj bi) se o njih učili v nižjih razredih.

Manj kot polovica učencev je vedela, da odrasle žuželke nimajo 4 parov nog. 50% učencev se je strinjalo s trditvijo, da pajek ni žuželka s 3 pari nog. Slabih 15% učencev je pravilno vedelo, da se odrasle žuželke ne levijo, 11%, da odrasle žuželke ne dihajo s pljuči in 9%, kako je zgrajeno telo žuželk.

Le 16% učencev je vedelo, da čebele ne nabirajo medu na cvetovih rastlin. Okoli 30% učencev je navajalo, da so bogomolke žuželke s popolno preobrazbo, da ščurek ni ličinka hrošča in da socialne žuželke ne živijo le v bližini človekovih bivališč.

Zanimivo pa je, da je kar 70% učencev vedelo, da vešče ne letijo okoli žarnic, da bi se pogrele.

Rezultati za ostale trditve so prikazani v tabeli 23.



Analiza dejavnosti - delo študentov

Dejavnost 1 - Žuželka, kaj je to?

Pri tej vaji so študenti rešili učne liste (Ž1a in Ž1b), ki so bili pripravljeni za učni proces, ki vključuje uporabo živih organizmov kot tudi za učni proces brez uporabe živih organizmov. Spodaj zapisana navodila za izvedbo pouka so študenti evalvirali po izvedbi vaje. Primera reševanja učnega lista sta predstavljena za učnimi listi.

Navodila za učitelja

Materiali

- učni list za učence "Žuželka, kaj je to?"

Če delate z živimi živalmi

- petrijevke (za vsako vrsto po 1 na skupino) in ročne lupe (vsaj 1 na skupino),
- različne vrste odraslih žuželk (na primer: paličnjaki, ščurki, mokaerji),
- ravnilo,
- pisalo.

Izvedba

V primeru, da pri pouku ne boste uporabili živih živali, pred poukom namnožite le učni list **Ž1a**.

V primeru, da boste pri pouku delali z živimi živalmi, namnožite učni list **Ž1b**. Pred izvedbo pouka z živimi živalmi je potrebno v petrijevke pripraviti žuželke različnih razvojnih stopenj. Za vsako skupino učencev pripravite toliko petrijevk, kolikor vrst žuželk boste uporabili. V posamezno petrijevko dajte po eno ali dve odrasli živali. Petrijevke zalepite s selotejpom. Pripravite ročne lupe, vsaj eno na skupino. Petrijevke so primerne zato, ker lahko učenci enostavno opazujejo živali iz zgornje in spodnje strani. Pripravite tudi ravnila, zopet vsaj eno ravnilo na skupino.

Pouk naj se prične z oblikovanjem skupin. Če je v razredu na primer 24 učencev, oblikujte skupne po tri ali štiri učence. Za posamezno vrsto živali potrebujete toliko petrijevk, kot je skupin učencev. Po kratkem uvodu, ki naj bo namenjen informacijam o primernem delu z živalmi in varnosti, učencem razdelite petrijevke z živalmi. Najprej naj jih v miru opazujejo in se o njih pogovorijo med seboj. Po nekaj minutah jim razdelite učne liste in usmerite učence v reševanje le-teh. Učenci naj najprej ugotovijo in zapišejo, v čem se živali razlikujejo in v čem so si podobne. Živali naj skicirajo in jih poskusijo poimenovati. Poskusijo naj opredeliti posamezne telesne dele živali. Pri risanju skic naj bodo natančni, saj lahko le z natančnim opazovanjem zares dobro spoznajo živali.

V nadaljevanju jih besedilo učnega lista usmeri na skico kobilice s številkami označenimi deli. V razpredelnici pod sliko so imena, ki jim bodo učenci morali pripisati številko iz slike. V drugi stolpec tabele učenci posamezne skupine



vnesejo svoje rešitve. Nato učenci skupaj z učiteljem preverijo pravilnost njihovega poimenovanja in pravilne rešitve vnesejo v tretji stolpec iste tabele. Učencem omogočite tudi neposreden stik z živalmi, saj se odnos do živali najbolj spremeni le, če omogočimo, da se učenci dotaknejo ali v rokah držijo žival. Kako to narediti, je natančno opisal Očepek (2001). Povzeto besedilo je v prilogi 1. V isti prilogi so tudi informacije, ki se nanašajo na izražanje negativnih čustev, kot sta strah in gnus ter razlogi za takšno vedenje ljudi (povzeto po Tomažič, 2009).

Analiza dela enega izmed študentov po spoznavanju živali iz listnega opada kaže na utemeljenost navodil zgornjega besedila ter učinek, ki ga metodologija zagotavlja (priloga 2).



Člani skupine: _____, _____, _____.

Žuželka, kaj je to? (Ž1a)

1. Spodnje fotografije prikazujejo nekaj vrst žuželk. Poskusite ugotoviti, kaj je vsem živalim skupno in v čem se razlikujejo.



a) Kaj je skupno vsem živalim?

b) V čem se živali razlikujejo med seboj?

2. Skupaj z učiteljem se pogovorite o rešitvah in po potrebi dopolnite svoje ugotovitve.





Člani skupine: _____, _____, _____.

Žuželka, kaj je to? (Ž1b)

1. Na mizah imate nekaj vrst žuželk. Najprej jih dobro opazujte. O njih poskusite ugotoviti čim več. Zapišite vaše ugotovitve.

2. Skicirajte živali. Pri risanju skic bodite natančni. Poskusite poimenovati živali. Lahko si pomagata z različnimi slikovnimi določevalnimi ključi.

3. Poskusite ugotoviti, kaj je skupno vsem živalim in v čem se razlikujejo.

a) Kaj je skupno vsem živalim?

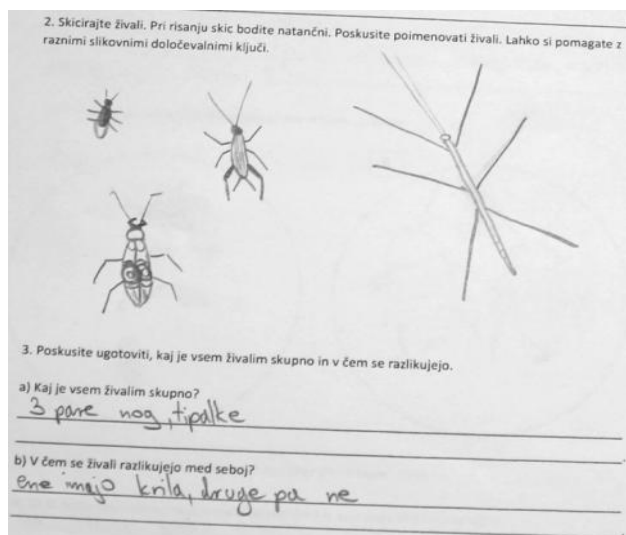
b) V čem se živali razlikujejo med seboj?

4. Skupaj z učiteljem se pogovorite o rešitvah in po potrebi dopolnite svoje ugotovitve.

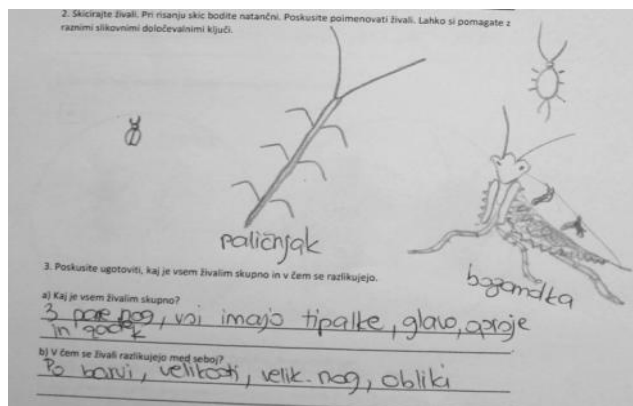
Evalvacija dejavnosti 1

Del evalvacije gradiva predstavljajo skice (slike 40 – 42), ki so jih narisali študenti. Iz spodnjih slik je razvidno, da so skice kljub jasnim navodilom dokaj nenatančne. Živali so redko poimenovane, iz česar je moč sklepati, da študenti slabo poznajo živali, s katerimi so se srečali pri pouku. Imena živali, ki so jih navajali, so splošna. Za učinkovito prepoznavanje raznih nevretenčarskih skupin je poleg natančnega opazovanja pomembno tudi natančno skiciranje opazovanih organizmov. Študenti so pri izvedbi pouka večkrat omenjali prepričanje glede svojih nizkih sposobnosti risanja skic, kar bi bila lahko posledica nizke motivacije za risanje in/ali prenasičenost skic. Prav tako lahko razlog za nemotiviranost risanja skic pripišemo tudi temu, da študenti tudi pri drugih predmetih rišejo skice. Vsekakor pa skice, ki so jih izdelali študenti jasno kažejo, da le-ti natančno ne vedo, iz katerega dela telesa izraščajo posamezne okončine. Le nekaj študentov je ob svojih skicah narisalo tudi merila.

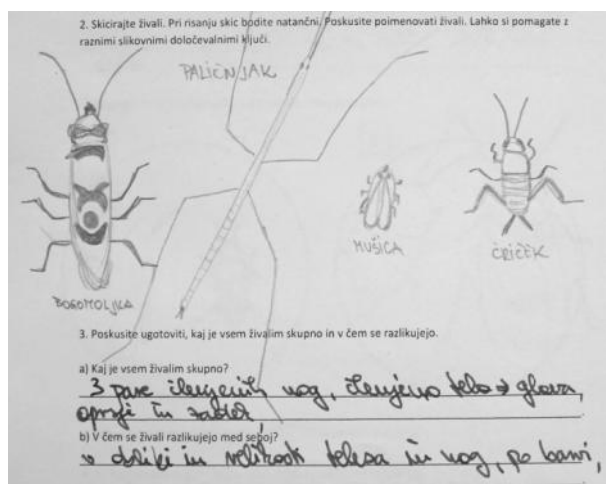
Posledica površnega in hitrega opazovanja so razvidne tudi iz zapisanih primerjav živali, ki so jih po vsej verjetnosti črpali tako iz opazovanja živali, kot tudi predhodnega (ne)znanja.



Slika 40: Risanje skic in primerjava živali; študent 1



Slika 41: Risanje skic in primerjava živali; študent 2



Slika 42: Risanje skic in primerjava živali; študent 3



Dejavnost 2 - Tako različne, ampak...

Pri tej dejavnosti so udeleženci primerjali dva načina preobrazbe pri žuželkah. V ta namen smo uporabili žive živali, ki smo jih pripravili pred izvedbo pouka. V posamezni petrijevki so bili različni stadiji posamezne vrste žuželk. Udeleženci so odgovorili na vprašanje, koliko vrst živali je v posamezni petrijevki. Živali so morali tudi skicirati.

Navodila in učni listi so prikazani na naslednjih straneh. Za učnimi listi je zapisana analiza dejavnosti.

Navodila za učitelja

Materiali

- petrijevke (za vsako vrsto po 1 na skupino) in ročne lupe (vsaj 1 na skupino)
- posoda z mokarji in posoda s ščurki,
- ščurki in mokarji v različnih razvojnih fazah,
- ravnila,
- pisalo.

Izvedba

Pred poukom je potrebno v petrijevke pripraviti žuželke različnih razvojnih stopenj. Na primer, v eno petrijevko za mokarje dajte vsaj po eno odraslo žival, eno bubo in nekaj različno velikih ličink. V drugo petrijevko dajte vsaj enega odraslega ščurka ter nekaj različno starih (velikih) ličink ščurkov. Petrijevke zalepite s selotejpom. Pripravite ročne lupe, vsaj eno na skupino. Petrijevke so primerne, ker lahko učenci enostavno opazujejo živali iz zgornje in spodnje strani. Pripravite tudi ravnila, zopet vsaj eno ravnilo na skupino. Namnožite še učne liste za učence.

Pouk naj se prične z oblikovanjem skupin. Če je v razredu na primer 24 učencev, oblikujte skupine po tri ali štiri učence. Za posamezno vrsto živali potrebujete toliko petrijevk, kot je skupin učencev. Po kratkem uvodu, ki naj bo namenjen informacijam o primernem delu z živalmi in varnosti, učencem razdelite petrijevke z živalmi. Najprej naj jih v miru opazujejo in se o njih pogovorijo. Po nekaj minutah jim razdelite učne liste in usmerite učence v reševanje le-teh. Učenci naj najprej zapišejo, koliko vrst živali je v posamezni posodi in navedejo razloge za svoje odločitve. Živali naj skicirajo in jih skupaj poimenujejo. Poskusijo naj opredeliti posamezne telesne dele živali. Pri risanju skic naj bodo natančni saj lahko le z natančnim opazovanjem zares dobro spoznajo živali.

V nadaljevanju jih besedilo učnega lista usmeri v razmišljanje o tem, da je v vsaki posodi le po ena vrsta živali. Ponujena sta dva razvojna kroga žuželk. Učenci naj se opredelijo, kateri je kateri (na podlagi slik in shem). Na koncu naj učenci skupaj z učiteljem opredelijo pojma kot sta popolna in nepopolna preobrazba.



Učencem omogočite tudi neposreden stik z živalmi, saj se odnos do živali najbolj spremeni le, če omogočimo, da se dotaknejo ali v rokah držijo žival. Kako to narediti, je natančno opisal Ocepek (2001). Povzeto besedilo je v **prilogi 1**. V isti prilogi so tudi informacije, ki se nanašajo na izražanje negativnih čustev, kot sta strah in gnus ter razlogi za takšno vedenje ljudi (povzeto po Tomažič, 2009).

Analiza dela enega izmed študentov po spoznavanju živali iz listnega opada kaže na utemeljenost navodil zgornjega besedila ter učinek, ki ga metodologija zagotavlja (**priloga 2**).



Člani skupine: _____, _____, _____.

Tako različne, ampak... (Ž2)

Navodilo

1. Dobro ste si ogledali živali v obeh petrijevkah. Skupaj poskusite ugotoviti, koliko različnih vrst živali je v posamezni petrijevki.

Koliko vrst živali je v posodi A? _____

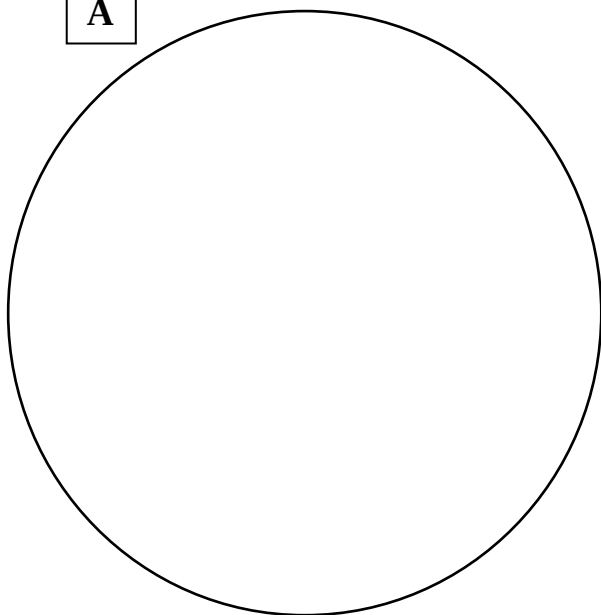
Koliko vrst živali je v posodi B? _____

Utemeljite odgovora: _____

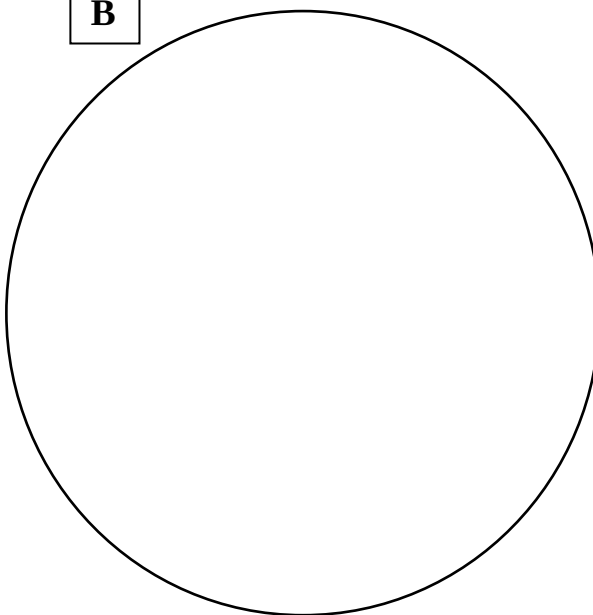
_____.

2. Skicirajte živali (natančno opazujte njihovo telesno zgradbo).

A



B



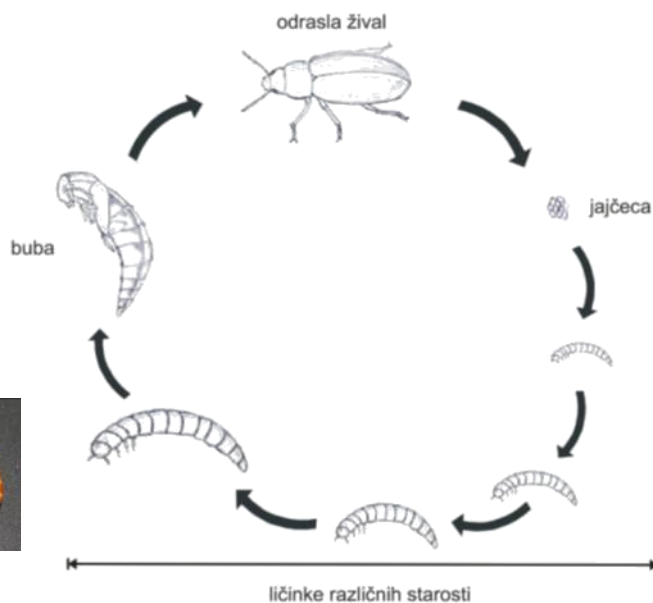
3. Katere telesne dele živali prepoznate? Označite jih na skicah živali.

4. Ali bi bila lahko rešitev, da je v vsaki od petrijevk le ena vrsta živali, pravilna?
Utemeljite.

_____.

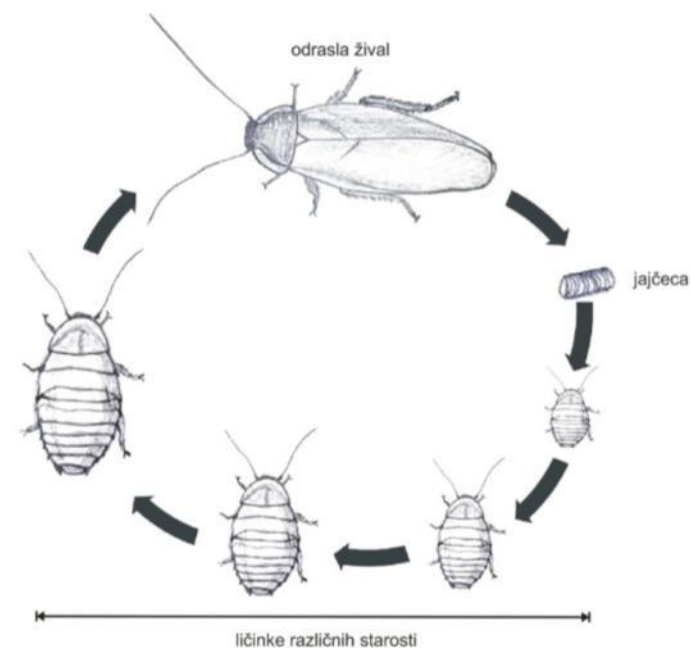
5. Oglejte si, kako poteka razvoj živali iz petrijevke A in kako razvoj živali iz petrijevke B. V čem sta si oba razvojna kroga podobna in v čem se razlikujeta? Kakšni so vaši zaključki? Zapišite.

Mokar



Preobrazba: _____

Ščurek

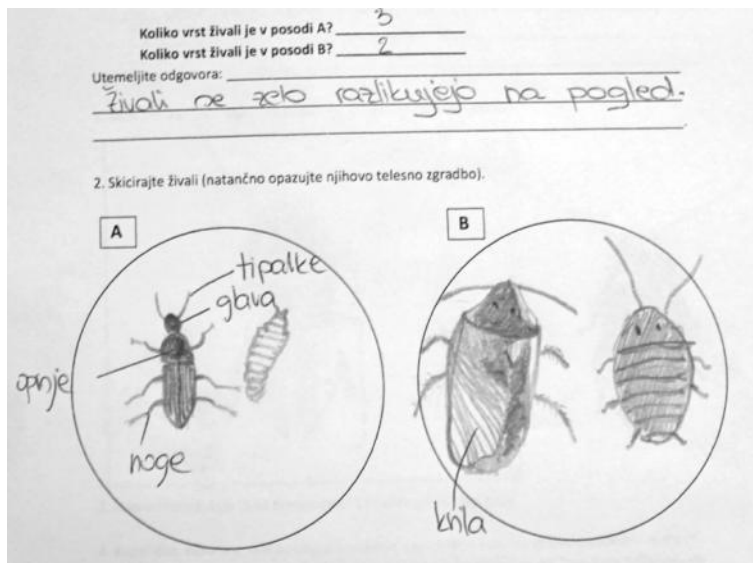


Preobrazba: _____

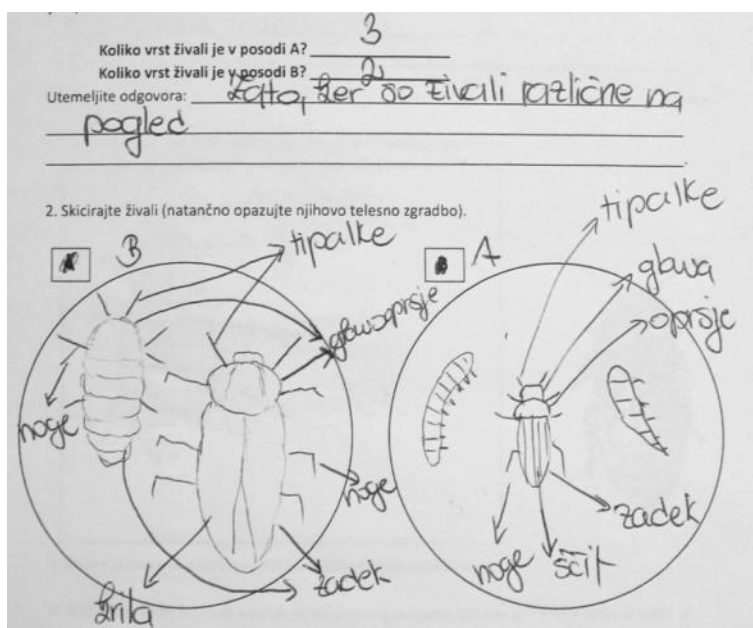


Evalvacija dejavnosti 2

Pri pregledu učnih listov smo podobno kot pri prvi dejavnosti ugotovili, da so skice (slike 43 – 51), ki so jih narisali študenti v večini primerov pomanjkljive. Zaskrbljujoča pa je ugotovitev, da so se v večini primerov študenti opredelili za večje število vrst v posamezni posodi, kljub temu, da je bila v posamezni posodi le ena vrsta živali (le razvojne faze so bile različne). Ob posamezni sliki je na kratko zapisan verjeten nivo razumevanja posameznega študenta glede razvojnih krogov pri žuželkah.



Slika 43: Prepozna kot žuželke, vendar izkazuje nerazumevanje razvojnih krogov pri žuželkah; popolne in nepopolne preobrazbe.



Slika 44: Prepozna kot žuželke, vendar izkazuje nerazumevanje razvojnih krogov pri žuželkah; popolne in nepopolne preobrazbe. Podrobno označene skice, razume odrasel stadij žuželk.

Koliko vrst živali je v posodi A? 2 1
Koliko vrst živali je v posodi B? 2

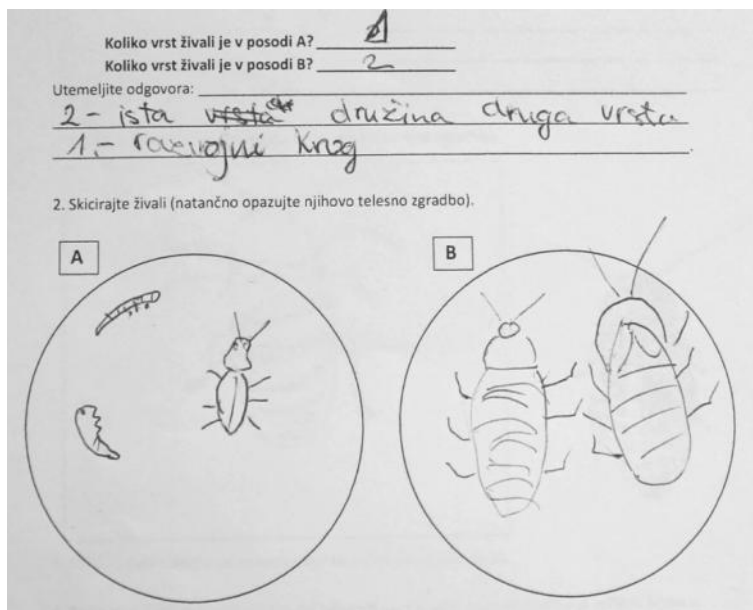
Utemeljite odgovora: v posodi A so tri stopnje preobrazbe mokarja

2. Skicirajte živali (natančno opazujte njihovo telesno zgradbo).

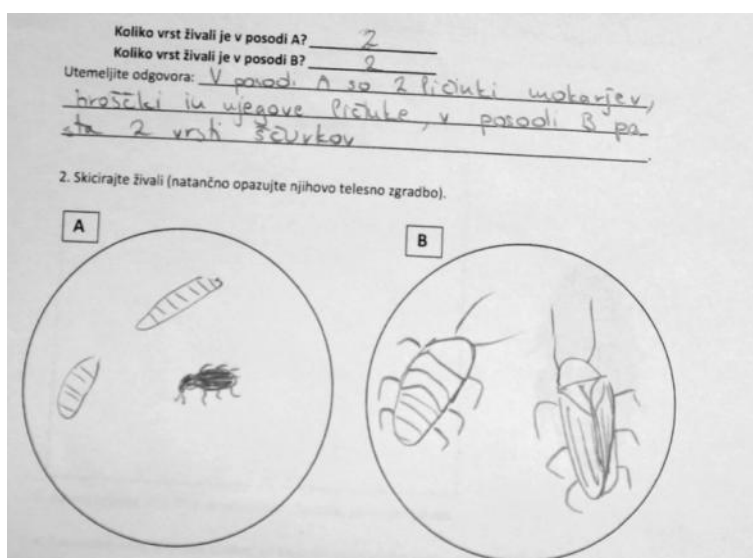
A

B

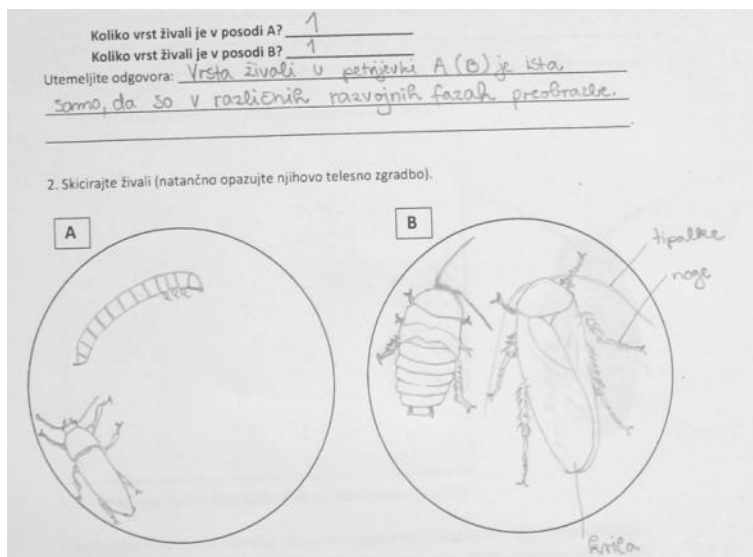
Slika 45: Loči preobrazbo mokarja, vendar zaradi podobnosti med ličinko in odraslo živaljo ne loči nepopolne preobrazbe ščurka. Neoznačeno.



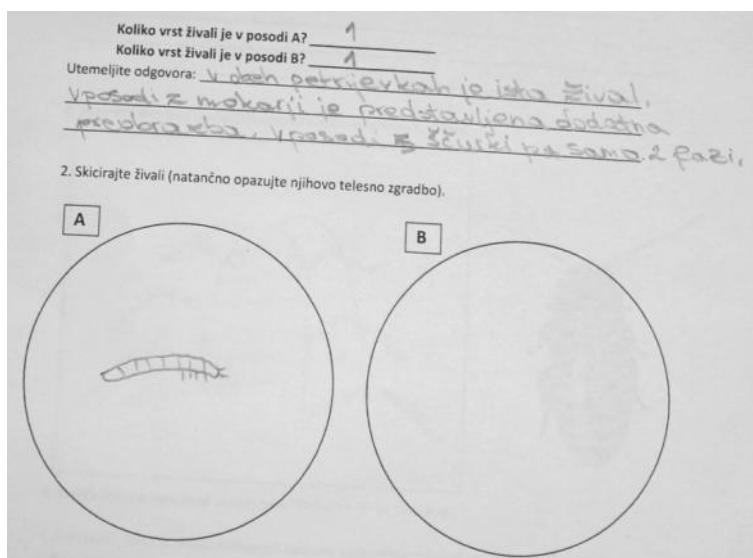
Slika 46: Loči preobrazbo mokarja, ne loči nepopolne preobrazbe ščurka. Neoznačeno, nejasno risanje skic.



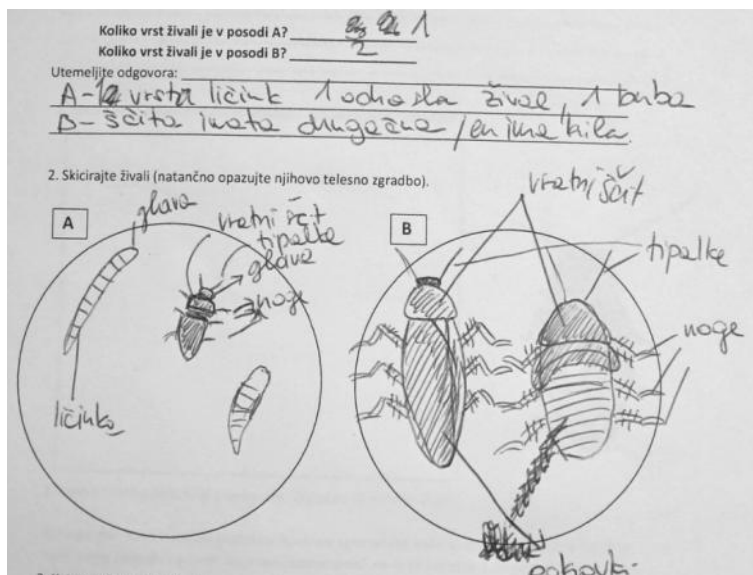
Slika 47: Loči preobrazbo mokarja vendar vseeno zapiše dve vrsti. Ne prepozna nepopolne preobrazbe. Skice nejasne in površne.



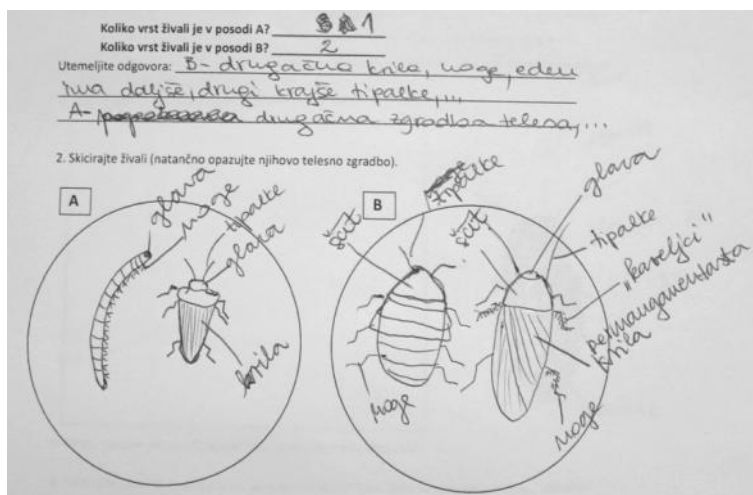
Slika 48: Loči preobrazbo mokarja in ščurka in poveže z načinom razvoja živali. Slike natančne.



Slika 49: Izkazuje razumevanje preobrazbe (popolne, za nepopolno zapisano nejasno), nizka motivacija za risanje skic.



Slika 50: Loči preobrazbo mokarja, ne loči nepopolne preobrazbe ščurka, motivacija za risanje skic visoka.



Slika 51: Loči preobrazbo mokarja, ne loči nepopolne preobrazbe ščurka, motivacija za risanje skic visoka.



Dejavnost 3 - Kako dihaajo žuželke?

Pri tej dejavnosti so študenti samostojno načrtovali in izvedli poskus, s katerim so preverili, ali žuželke dihaajo. Na voljo so imeli določene materiale, na podlagi katerih so se morali odločiti, kako jih bodo uporabili. Navodila za učitelja in učni listi so na naslednjih straneh. Sledi krajša evalvacija rešitev študentov.

Navodila za učitelja

Materiali

- druga stran učnega lista za učence "Žuželka, kaj je to?"
- učni list za učence "Kako dihaajo žuželke?";
- posoda za živali,
- madagaskarski sikajoči ščurki (*Gromphadorhina portentosa*),
- Vernier - vmesnik,
- CO₂ senzor,
- O₂ senzor,
- posoda za meritve,
- osebni računalnik,
- pisalo.



Izvedba

Pred poukom je potrebno pripraviti posode s ščurki. Za vsako skupino učencev pripravite po eno posodo s po petimi ščurki. Posode naj bodo zaprte, saj živali lahko plezajo po različnih materialih. Pripravite ročne lupe, vsaj eno na skupino. Namnožite učni list **Ž3**.

Pouk naj se prične z oblikovanjem skupin. Če je v razredu na primer 24 učencev, oblikujte skupine po tri ali štiri učence. Za posamezno vrsto živali potrebujete toliko petrijevk, kot je skupin učencev. Po kratkem uvodu, ki naj bo namenjen informacijam o primernem delu z živalmi in varnosti, učencem razdelite petrijevke z živalmi. Najprej naj jih v miru opazujejo in se med seboj pogovorijo o dihanju živali.

Po nekaj minutah jim razdelite učne liste in usmerite učence v reševanje le-teh. Učenci naj najprej zapišejo svoje ugotovitve. Natančno naj skicirajo živali. Pri risanju skic naj bodo natančni, saj lahko le z natančnim opazovanjem zares dobro spoznajo živali.

V nadaljevanju jih besedilo učnega lista usmeri na fotografijo ščurka s številkami označenimi deli, tudi na spirakle, ki so odprtine v trahealnem sistemu žuželke.

Učenci lahko s pomočjo IKT opreme (Vernier) opazujejo, kaj se dogaja s koncentracijami kisika in ogljikovega dioksida v posodi, kjer so zaprti ščurki. Ta vaja učence spodbuja k eksperimentalnemu delu. Vajo lahko izpeljete kot demonstracijo ali kot vajo, pri kateri učenci sami določijo elemente poskusa



(glej tabelo na naslednji strani). V primeru učiteljeve demonstracije najprej izmerite koncentracije plinov posodi brez živali in nato v isti posodi z živalmi. V posodo dajte pet odraslih živali.

Učencem omogočite tudi neposreden stik z živalmi, saj se odnos do živali najbolj spremeni le, če omogočimo, da se dotaknejo ali v rokah držijo žival. Kako to narediti, je natančno opisal Ocepek (2001). Povzeto besedilo je v **prilogi 1**. V isti prilogi so tudi informacije, ki se nanašajo na izražanje negativnih čustev, kot sta strah in gnus ter razlogi za takšno vedenje ljudi (povzeto po Tomažič, 2009).

Analiza dela enega izmed študentov po spoznavanju živali iz listnega opada kaže na utemeljenost navodil zgornjega besedila ter učinek, ki ga metodologija zagotavlja (**priloga 2**).

Madagaskarski sikajoči ščurki so za učence še posebej zanimivi, saj so dokaj velike živali, ki plezajo po različnih materialih in se oglašajo (sikajo), kadar se počutijo ogrožene. Učencem je zanimivo tudi njihovo hitro gibanje.

Člani skupine: _____, _____, _____.

Kako dihajo žuželke? (Ž3)

Navodilo

1. Dobro ste si ogledali živali v posodi. Poskusite ugotoviti, na katerem delu telesa in kako te živali dihajo.

Ugotovitve zapišite:

2. Skicirajte eno žival (natančno opazujte njihovo telesno zgradbo).



3. Katere telesne dele živali prepoznate? Označite jih na skici živali.

4. Razmislite, kako bi izvedli poskus, pri katerem ugotavljate, kako se spreminja količina kisika in ogljikovega dioksida v posodi. Izpolnite razpredelnico na naslednji strani. Za pomoč lahko prosite učitelja.

Materiali, ki jih imate na voljo za poskus so sledeči.

Posoda za živali, živali, posoda za meritve plinov, senzorji za pline, vmesnik za senzorje, osebni računalnik.



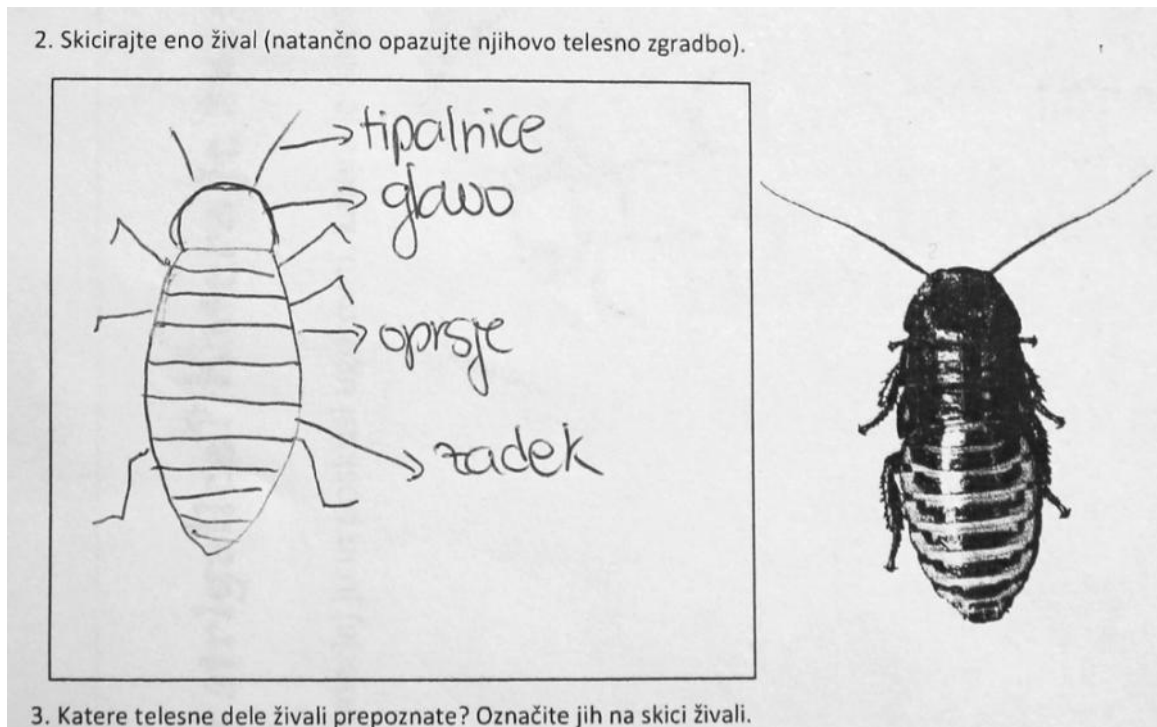
Tabela 24: Eksperiment.

NAČRTOVANJE POSKUSA	
Kakšno je vaše raziskovalno vprašanje?	
Oblikujte in napišite hipotezo.	
Kaj boste merili?	
Katere pogoje boste v naprej določili?	
Oblikujte kontrolo.	
Ali lahko ponovite poskus? Kako?	
Kaj v poskusu se ne spreminja?	
RAZLAGA NAČRTOVANEGA	
Kako ste zagotovili zanesljivost in veljavnost?	
IZVEDBA	
Izvedite poskus.	
INTERPRETACIJA	
Kaj ste opazili?	
Razložite graf.	
Kakšni so vaši zaključki?	
POROČANJE	
Predstavite svoje ugotovitve.	

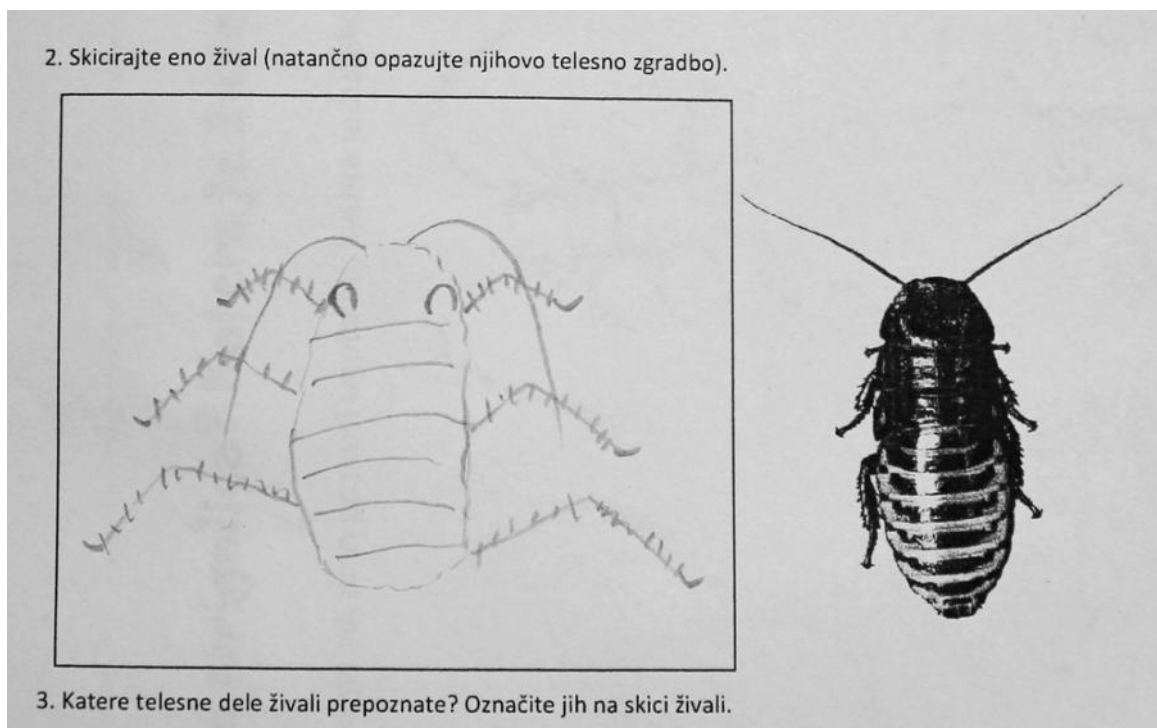
5. Tukaj prilepite natisnjen graf. Na naslednji strani zapišite ugotovitve. Zapišite zaključke. Svojim sošolcem poročajte o svojih ugotovitvah in zaključkih.

Evalvacija dejavnosti 3

Udeleženci so morali žival najprej opazovati, jo skicirati in označiti telesne dele. Skice (17 - 20) so bile tudi v tem primeru dokaj nenatančno izdelane.



Slika 52: Označena skica ščurka.



Slika 53: Neoznačena skica ščurka.

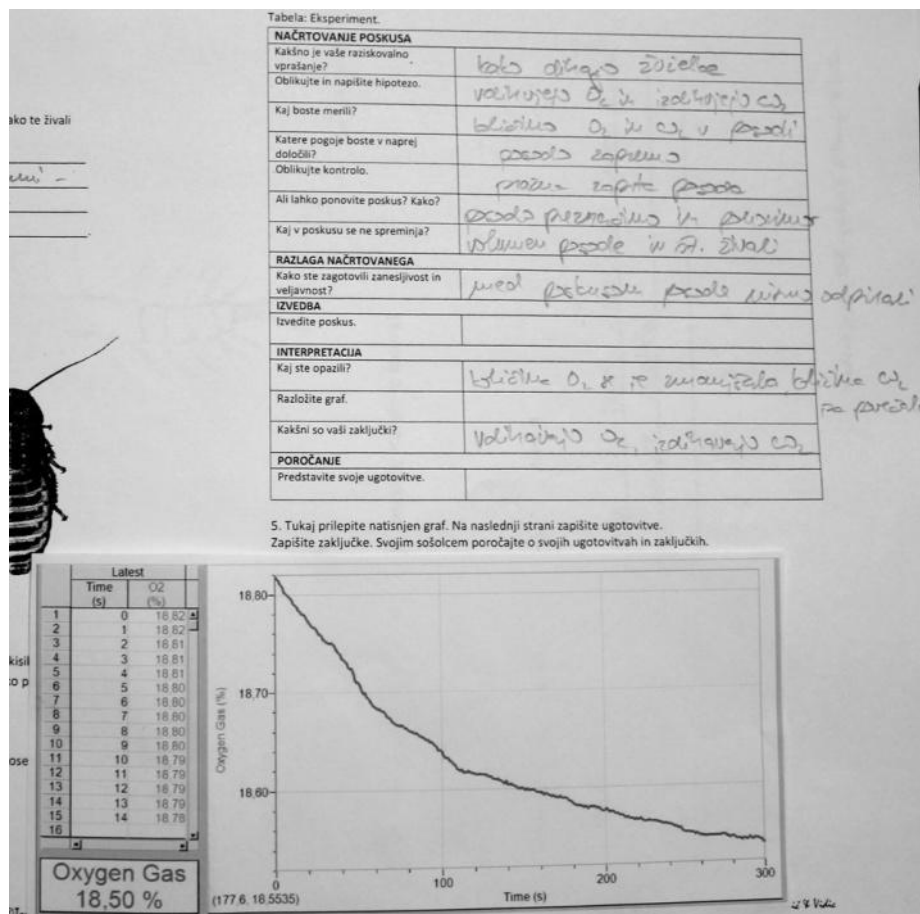
V naslednji fazi so morali udeleženci samostojno načrtovati in izvesti poskus, kjer so preverili, ali žuželke dihaajo. Kot predznanje je bilo predvideno le, da vedo, da živali dihaajo (izmenjujejo plin). Pri tej vaji se ni opredeljevalo, ali podrobneje spoznavalo razlik med "fizičnim" in celičnim dihanjem. Ta vaja naj bi bila iztočnica za podrobnejše raziskovanje mehanizmov celičnega dihanja. Udeleženci so imeli na voljo tudi razpredelnico, ki naj bi jim bila v pomoč pri načrtovanju, izvedbi in evalvaciji poskusov.

Mnogi udeleženci so imeli največ težav pri določevanju spremenljivk. Še največ težav so imeli pri oblikovanju kontrole. Kontrola naj bi bila po mnenju mnogih stalno spremljanje dogajanja v poskusu in ne referenca meritvam eksperimentalne skupine (eksperimentalnega vzorca). Tudi potrditev ali zavrnitev hipoteze je temeljila predvsem ozirom le na podlagi ene izvedene meritve in brez uporabe ustrezne kontrole skupine. Pri drugi sliki je nakazano tudi nerazumevanje (neprimerna uporaba terminologije) sestave zraka, saj naj bi živali pri vdihu sprejemale le kisik in pri izdihu izdihale le ogljikov dioksid. Prav tako iz zapisanega ni bilo razvidno, ali so udeleženci preverjali koncentracije le enega ali dveh plinov v posodi.

Tabela: Eksperiment.

NAČRTOVANJE POSKUSA	
Kakšno je vaše raziskovalno vprašanje?	Ali se koncentracija kisika v zaprti posodi s čurki nika?
Oblikujte in napišite hipotezo.	Pričakujemo nižanje koncentracije v posodi
Kaj boste merili?	Količina O_2 v posodi s čurki
Katere pogoje boste v naprej določili?	Zaprta posoda, zač. konc. kisika
Oblikujte kontrolo.	
Ali lahko ponovite poskus? Kako?	Da, z drugimi čurki
Kaj v poskusu se ne spreminja?	Količina čurkov, prostornina posode
RAZLAGA NAČRTOVANEGA	
Kako ste zagotovili zanesljivost in veljavnost?	Neprodušna posoda
IZVEDBA	
Izvedite poskus.	
INTERPRETACIJA	
Kaj ste opazili?	Količina O_2 pada
Razložite graf.	
Kakšni so vaši zaključki?	Naša hipoteza je potrjena
POROČANJE	
Predstavite svoje ugotovitve.	S čonom se je konc. O_2 nicala.

Slika 54: Primer izpolnjenega poteka raziskovanja.



Slika 55: Primer izpolnjenega poteka raziskovanja.

Skupni zaključki

Podatki, ki smo jih pridobili z reševanjem predtesta študentov so v postopku analize. Rezultati predtesta učencev pa so pokazali, da učenci žuželk ne pojmujejo kot nagnusne živali. Učenci menijo, da so žuželke v naravi pomembne. Prav tako so izkazali zanimanje, da bi se o njih radi učili. Z veseljem bi tudi žuželke preučevali v naravi ter o njih brali. Na drugi strani pa je kljub izkazanemu zanimanju za učenje, znanje učencev o žuželkah pomanjkljivo. Rezultati naše evalvacije so v skladu z rezultati raziskav v tujini, ki so pokazali, da je znanje učencev o žuželkah dokaj nizko. Odnos učencev te starostne skupine ni presenetljiv, saj so se učenci te starosti pripravljani učiti o različnih živalih. Zanimajo jih predvsem biološke značilnosti živali. Želijo si pridobiti čim več izkušenj z živalmi.

Evalvacija gradiva pri študentih je pokazala, da so skice študentov pomanjkljive, neoznačene in pri nekaterih študentih kažejo na nerazumevanje popolne in nepopolne preobrazbe. Prav tako študenti vseh organizmov niso prepoznali, čeprav so imeli na voljo za prepoznavanje določevalne ključne in predvsem že opravljene obveznosti sistematike iz prvega letnika. O tej skupini organizmov so se študenti učili pri Zoologiji nevretenčarjev.

Avtor(ji) gradiva:

dr. Andreja Špernjak

Institucija:

Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru

Evalvator(ji) gradiva:

Učiteljici Marjeta KRIŽAJ in Romana TANCER, študentki 3. letnika biologija in na Fakulteti za naravoslovje in matematiko UM: Maruša FABČIČ, Nives GRAJ, Helena MASTEN

Institucija:

Osnovna šola Rada Robiča Limbuš in Osnovna šola bratov Polančičev Maribor

Ravnotežni organ

Strategija (metoda):

- Samostojno učenje z modelom

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole):

- 9. razred osnovne šole, alternativno tudi srednje poklicne šole in gimnazije

Alternativna (med predmetna) uporaba učila za fiziko in naravoslovje



Trije polkrožni kanali v notranjem ušesu človeka za zaznavo ravnotežja

Slika 56: Notranje uho pri človeku s tremi polkrožnimi kanali za zaznavanje ravnotežja

Kompetence, ki jih učenci razvijajo:

1. generične:

- sposobnost načrtovanja,
- sposobnost analize in organizacija informacij,
- interpretacije dobljenih podatkov,
- prenos teorije v prakso,
- prilagajanje novim situacijam,
- uporaba matematičnih in fizikalnih idej ter tehnik,
- skrb za kakovost,

2. predmetno-specifične:

- poznavanje temeljnih dejstev in zakonitosti živega sveta,
- poznavanje in razumevanje principov zgradbe in delovanja živih bitij,

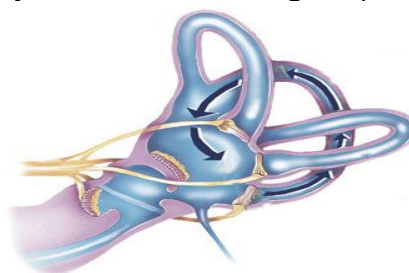
- spoznavanje delovanja ravnotežnega organa pri človeku,
3. ključne:
- matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji,
 - učenje učenja,
 - socialna kompetenca zmožnosti medsebojnega sodelovanja.

V osnovni šoli so o ravnotežnem organu podane osnovne informacije, a si učenci delovanje ravnotežnega organa težko predstavljajo, saj do sedaj nam poznanim modelom, še nobeden ne ponazori delovanje ravnotežnega organa (slika 56).

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

Učilo Ravnotežni organ lahko uporabijo učenci po obstoječih učnih načrtih za osnovno šolo v (Biologija, 2000):

- 9. razredu pri predmetu Biologija, pri učni temi Čutila, kot motivacijski uvod v spoznavanje pojma ravnotežni organ (slika 57).



Slika 57: Ravnotežni organ pri človeku

Učilo Ravnotežni organ lahko uporabijo učenci po obstoječih učnih načrtih za osnovno šolo pri predmetu fizika (Fizika, 2000):

- 8. razredu pri predmetu Fizika, pri učni temi O silah, kot spoznavanje in utrjevanje pojma sila in kako delujejo na naše telo.
- 9. razredu pri predmetu Fizika, pri učni temi Gibanje, Sila in pospešek ter Kroženje

Učilo lahko uporabljamo na različnih starostnih stopnjah in pri različnih predmetih, kar nam omogoča njegova univerzalnost.

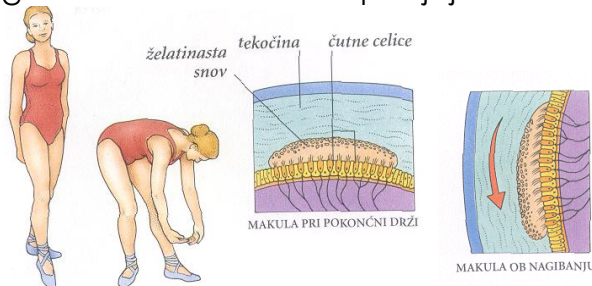
Način evalvacije: s vprašalnikom in testom znanja kontrolne skupine (brez učila) in testne skupine (z učilom).

Kratek povzetek samega gradiva (nekaj komentarjev):

Z nekaj letnimi izkušnjami na področju poučevanja sem ugotovila, da pri učni enoti Čutila in temi Uho ter Ravnotežni organ pri človeku, sem ugotovila, da učenci ne razumejo ali težko razumejo delovanje ravnotežnega organa. To

me je vzpodbudilo k razmišljanju kako jim vsebino predstaviti na njim primeren in dostopen način.

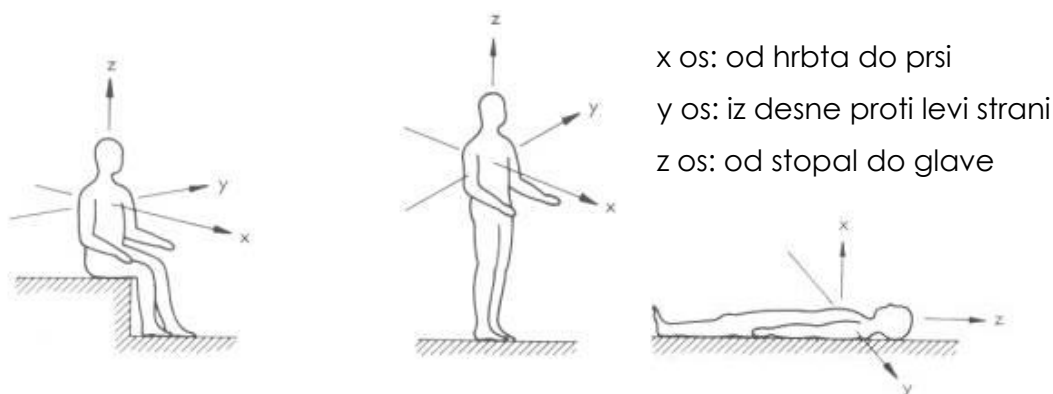
Trije polkrožni kanali leže pravokotno drug na drugega in zato lahko zaznajo položaj glave v kakršnikoli ravnini. Na koncu polkrožnih kanalov so votline (kamrice), ki vsebujejo šope čutilnih dlačic, povezanih z živci. Dlačice obdaja zdrizasta snov, ki vsebuje kristale kalcijevega karbonata (otolite)-AMPULA. Zgradba mešička in vrečice je enaka. Sestavljajo ju čutnice in oporne celice, ki se dvigajo nad nizko plastjo temeljnih celic. Odeva jih zdrizasta membrana z otoliti. V zdrizasto plast molijo šopi dlačic, v katerih so sprejemni organi živčnih vlakenc. Pegica mešička je vodoravno, pegica vrečice pa pravokotno v prostoru-MAKULA.(slika 58). Ko premaknemo ali zavrtimo glavo, tekočina v kanalih zaradi vztrajnosti zaostane na mestu, želatinasta masa pa se odkloni v nasprotni smeri kot glava (slika 58). Dlačice se premaknejo in povzročijo v dlačnih celicah spremembo napetosti. O tej spremembi je kodirano sporočilo o premiku glave, ki ga dlačne celice nato pošljejo v male možgane.



Slika 58: Premik makule ob gibanju

(<http://www.gimvic.org/projekti/timko/biologija/urska/timko/r-organ.html>)

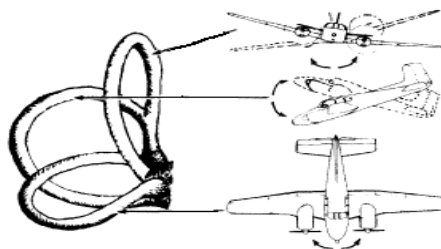
Ker prihajajo podatki iz treh kanalov hkrati, lahko možgani izredno natančno prostorsko ocenijo smer (slika 59) in hitrost pospeška glave.



Slika 59: Zaznavanje prostorske smeri glede na položaj telesa

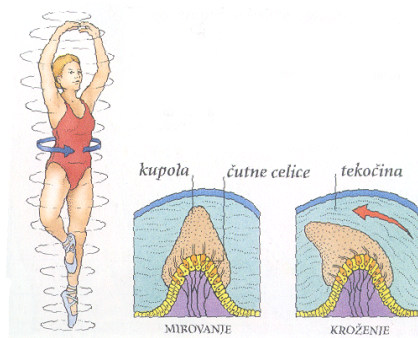
(http://www.studentroadster.com/vibracije/vibracije_clovek.htm)

Za večjo nazornost lahko učencem delovanje ravnotežnega organa predstavimo z gibanjem letala na sliki 60.



Slika 60: Nazornejša predstavite delovanje ravnotežnega organa

Če glavo nekaj časa vrtimo, se po ustavitvi zaradi vztrajnosti tekočina še nekaj časa pretaka v polkrožnih kanalih in ravnotežni organi nas lažno obveščajo o premikanju glave (slika 61).



Slika 61: Položaj čutilnih celic ob premikanju glave
(<http://www.gimvic.org/projekti/timko/biologija/urska/timko/r-organ.html>)

Kljub mnogim fotografijam in računalniškim animacijam razumevanje delovanja ravnotežnega organa ni bilo na stopnji zadovoljivega zato je bil za lažje razumevanje in nazornost delovanja ravnotežnega organa izdelan model (slika 62). Ali so s pomočjo modela učenci res bolje razumeli delovanje ravnotežnega organa, bo z rezultati predstavljeno v nadaljevanju gradiva. S pripravljenim učilom (slika 62) želimo učencem približati in nazorneje predstaviti delovanje ravnotežnega organa.



Slika 62: Učilo ravnotežnega organa

Literatura



1. http://www.studentroadster.com/vibracije/vibracije_clovek.htm
(pridobljeno, 3. avgust 2010).
2. <http://www.gimvic.org/projekti/timko/biologija/urska/timko/r-organ.htm>
(pridobljeno, 3. avgust 2010).
3. Korodiš, T. 2002. Moje telo, Biologija za 9. razred devetletne osnovne šole. Modrijan, Ljubljana.



Vprašalnik ali njegov del (predtest, potest, delovni list,...), ki se ga je reševalo za evalvacijo

Trditve o uporabi in namembnosti modela za ravnotežni organ: PRILOGA 1

	1 zame zagotovo ne velja	2 bolj ne velja kot velja	3 včasih velja, včasih ne velja	4 bolj velja kot ne velja	5 zame zagotovo velja
1	Verjamem, da zaradi uporabe modela bolje razumem zgradbo in delovanje ravnotežnega organa.				
2	Manj bi se naučil-a, če bi to isto stvar učitelj-ica predstavil-a z video posnetkom na računalniku.				
3	Podoben model bi lahko sami naredili pri tehnični vzgoji.				
4	Delo z modeli mi je všeč.				
5	Če bi dobil-a model brez učiteljeve razlage, ne bi vedela čemu služi, kaj predstavlja in kaj z njim početi.				
6	Delo z modeli pritegne mojo pozornost in me motivira za učenje.				
7	S podobnimi modeli bi lahko učitelji bolj nazorno razložili zgradbo in delovanje drugih organov v človeškem telesu.				
8	Kljub temu, da je model veliko večji od resničnega me to ne moti in imam realno predstavo o njem.				
9	Več bi se naučil-a, če bi to isto stvar predstavil-a učitelj-ica brez modela.				
10	Sedaj razumem zakaj prepovedujejo vinjenim voznikom upravljanje z avtomobilom.				
11	Pridobljeno znanje o ravnotežju bom lahko uporabi-a v vsakdanjem življenju.				
12	Procesi, ki se dogajajo v nas in jih ne vidimo, so zelo pomembni in je prav, da se o njih učimo.				

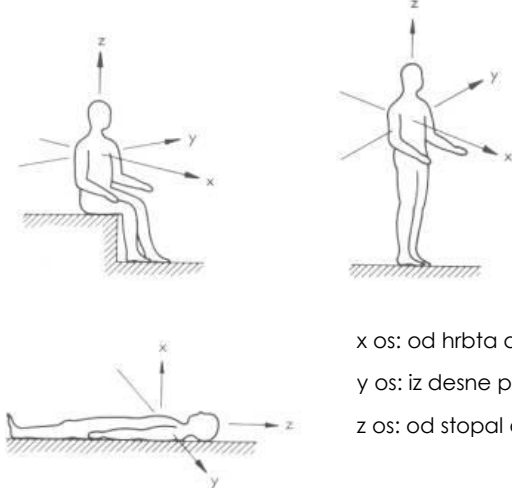
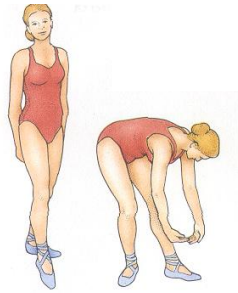
Delovni list

PRILOGA 2

Pri uri ste se učili o ravnotežnem organu. Skrbno preberi navodila za naloge in jih čim bolje reši, saj nas zanima koliko znanja si pridobil.

1. NALOGA

Kateri od treh polkrožnih ravnotežnih kanalov, ki so na sliki predstavljeni s koordinatami x, y in z zaznava naš stoječ ali ležeč položaj. Obkroži odgovor.

 x os: od hrbta do prsi y os: iz desne proti levi strani z os: od stopal do glave	a) kanal, ki ga predstavlja x os b) kanal, ki ga predstavlja y os c) kanal, ki ga predstavlja z
2. NALOGA Baletka, na spodnji sliki, je spremenila položaj telesa. V katerem polkrožnem kanalu se je premaknila tudi tekočina in čutilne celice, da je telo zaznalo spremembo položaja telesa. Pomagaj si sliko iz naloge 1, kjer koordinate prikazujejo posamezne polkrožne kanale. Obkroži pravilen odgovor.	
	a) kanal, ki ga predstavlja x os, b) kanal, ki ga predstavlja y os, c) kanal, ki ga predstavlja z os, d) kanal, ki ga predstavljata x in y os, e) kanal, ki ga predstavlja x in z os, f) kanal, ki ga predstavlja y in z os.
3. NALOGA Odgovori na vprašanje: Kaj se zgodi s človekom, ki ima poškodovan center za ravnotežje?	

Odgovor:

4. NALOGA

Odgovori na vprašanje: Zakaj je pomembno, da so trije polkrožni kanali orientirani v treh ravninah pravokotnih druga na drugo?

Odgovor:

5. NALOGA

Če stopimo na eno nogo in zapremo oči nimamo tako dobrega ravnotežja kot z odprtimi očmi. Zapiši svoje mnenje zakaj je tako.

Odgovor:

6. NALOGA

Med seboj poveži pojme iz prvega stolpca v urejene pare iz drugega stolpca. Pravilne dvojice zapiši pod: UREJENI PARI.

- 1) dinamično ravnotežje
- 2) center za ravnotežje
- 3) čutilne celice v ravnotežnem organu zaznavajo
- 4) notranje uho
- 5) alkohol, mamila, poživila,

- a) smer in hitrost gibanja telesa
- b) lega ravnotežnega organa
- c) mali možgani
- d) ohromljenost ravnotežnega organa
- e) trije polkrožni kanali

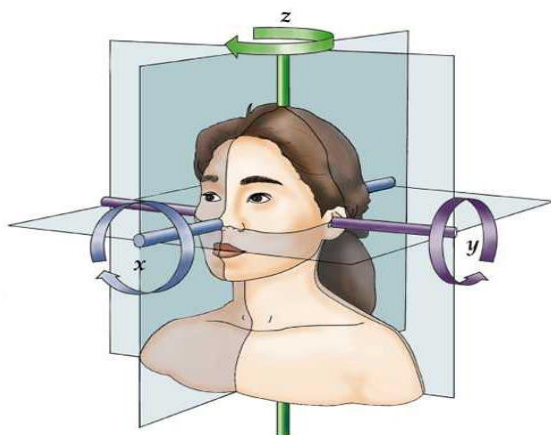
Urejeni pari:

1____, 2____, 3____, 4____, 5____

7. NALOGA

Pri razlago spodnje slike si pomagaj s sliko iz 1. naloge in pojasni predstavitev puščic x, y in z.

Odgovor:



Poročilo učiteljev o rezultatih in poteku evalvacije (s komentarji avtorja)

✓ **Zapisala Romana Tancer, prof. biol. in kem.**

Vedno vzpodbujam nove in drugačen pristope poučevanja, čeprav je delo z modeli že ustaljena šolska praksa. Kljub temu, sem ugotovila, da so učenci uživali pri delu z modelom ravnotežnega organa, saj so z njim lahko raziskovali. To jim je omogočala kroglica v polkrožnem kanalu, ki je ponazarjala premikanje tekočine in s tem premik čutilnih celic.

Menim, da je razred, ki je pri uri imel model bolje razumel njegovo delovanje in, da bo zaradi tega njihovo znanje trajnejše. Učenci, ki so pri delu imeli modele, so bili še bolj motivirani za delo in njihova nadobudnost in vedoželjnost je bila še večja kot običajno. Učenci, ki modela pri uri niso imeli, so ga kljub temu po uri želeli videti in vedeti kaj je delala druga testna skupina.

Modeli so zaradi večje nazornosti in lažje razlage snovi v šolstvu zelo koristni. Žal ob obilici dela, učitelji nimamo časa za razvoj enostavnih, doma izdelanih pripomočkov, industrijsko izdelani pa imajo svojo ceno, ki si je šola ne more privoščiti. Ravno slednje je razlog zakaj so ideje o preprosto izdelanih modelih pri učiteljih dobro sprejete in dobrodošle. Takih idej bi morali več dobiti, zamisli bi si morali medsebojno izmenjevati in deliti primere dobre prakse. Projekt Razvoj naravoslovnih kompetenc je dober primer, kjer verjamem, da smo sodelujoči učitelji že dobili veliko zamisli in novosti.

✓ **Zapisala Marjeta Križaj, prof. biol. in kem.**

Človeško telo in procesi, ki potekajo v njem so za učence osnovne šole vedno zelo zanimiva tema. Vendar iz leta v leto opažam, da je še vedno zelo veliko učnih ur, ki temeljijo predvsem na frontalni obliki pouka, čeprav se učitelji poslužujemo tudi laboratorijskih vaj, dela z različnimi viri in drugih oblik aktivnega dela učencev.

Zato je bila oblika dela skupinskega dela z modelom ravnotežnega organa pri človeku zanimiva, razgibana in poučna. Verjamem, da so s pomočjo modela učenci delovanje bolje razumeli, saj smo bili priča dodatnemu zanimanju učencev o vsebini. Marsikatera metoda dela, pri kateri učenci aktivno sodelujejo, je pokazala boljše rezultate ter večjo kvaliteto usvojenega znanja kot nekdanja utečena frontalna oblika predavanja. Opažamo, da si učenci s poskusom veliko lažje predstavljajo delovanje določenih organov (v tem primeru ravnotežnega organa) in organskih sistemov, kot če bi se o tem samo pogovarjali.

V razgovoru in po analizi z učenci po tej učni uri sem ugotovila, da je biologija za otroke veliko bolj zanimiva, če usvajajo novo snov na aktivni način in vsekakor bi bilo potrebno čim večkrat uporabiti podobne metodo dela, saj tako učencem popestrimo učno uro in jih lažje motiviramo za samostojno in aktivno usvajanje novih učnih vsebin.

Poročilo (povzetek) avtorja o evalvaciji



Metode dela in rezultati meritev

Pri testiranju gradiva so sodelovali učenci 9. razreda OŠ Rada Robiča Limbuš in OŠ bratov Polančičev Maribor, in sicer 31 (50,8 %) fantov in 30 (49,2 %) deklet iz štirih razredov, skupaj 61 testiranih učencev. Pri testiranju je model videlo in uporabilo 33 (54 %) učencev in odgovarjalo na vprašalnik o uporabi in namembnosti modela za ravnotežni organ. Ostalih 29 (46 %) učencev modela pri obravnavi snovi ni imeli in so izpolnili le test znanja.

Gradivo je obsegalo dva dela:

- trditve o uporabi in namembnosti modela za ravnotežni organ in
- test znanja.

Pri anketnem vprašalniku o načinu izvedbe laboratorijskega dela so učenci obkrožali odgovore na 5-stopenjski lestvici, s čimer so pokazali svoje strinjanje ali nestrinjanje. Kategorije mnenjske lestvice so bile naslednje: 0 – brez odgovora, 1 – trditev zame zagotovo ne velja; 2 – trditev bolj ne velja kot velja; 3 – včasih velja, včasih ne velja; 4 – bolj velja kot ne velja; 5 – zame zagotovo velja.

Podatke sem obdelala s statističnim programom SPSS 17.0. Zanesljivost vprašalnika sem testirala z izračunom Cronbachovega α , katerega vrednost je 0,72. Podatke sem obdelala glede na spol in zaključno oceno učencev iz prejšnjega leta iz biologije, pri čemer smo dobili naslednje rezultate:

- Razliko med spoloma o uporabi in namembnosti modela.
- Razliko med učenci z različnim učnim uspehom o uporabi in namembnosti modela.
- Razliko med rezultati testa znanja učencev, ki so imeli model in učencev brez modela.

Razlika med spoloma in zaključno oceno učencev iz prejšnjega leta iz biologije o uporabi in namembnosti modela za ravnotežje pri človeku

Pri odgovorih o uporabi in namembnosti modela za ravnotežje pri človeku med učenci in učenkami ni statistično značilnih razlik. Statistično značilnih razlik tudi ni med učenci z različno zaključno oceno iz biologije v preteklem letu. V tabeli 25 so prikazane frekvence odgovorov učencev o uporabi in namembnosti modela za ravnotežje pri človeku.

Tabela 25: Število odgovorov za posamezno trditve.

Trditve	0	1	2	3	4	5	M	SD
Verjamem, da zaradi uporabe modela bolje razumem zgradbo in delovanje ravnotežnega organa.	0	0	2	4	18	9	4,03	0,81
Manj bi se naučil-a, če bi to isto stvar učitelj-ica predstavil-a z video posnetkom na računalniku.	0	3	4	10	13	3	3,27	1,10
Podoben model bi lahko sami naredili pri tehnični vzgoji.	1	12	7	7	5	1	2,25	1,22
Delo z modeli mi je všeč.	0	1	3	7	14	8	3,76	1,03
Če bi dobil-a model brez učiteljeve razlage, ne bi vedela čemu služi, kaj predstavlja in kaj z njim početi.	1	4	8	6	6	8	3,19	1,40
Delo z modeli pritegne mojo pozornost in me motivira za učenje.	0	2	0	15	8	8	3,61	1,06
S podobnimi modeli bi lahko učitelji bolj nazorno razložili zgradbo in delovanje drugih organov v človeškem telesu.	0	0	2	7	12	12	4,03	0,92
Kljub temu, da je model veliko večji od resničnega me to ne moti in imam realno predstavo o njem.	0	0	1	4	9	19	4,39	0,83
Več bi se naučil-a, če bi to isto stvar predstavil-a učitelj-ica brez modela.	0	17	11	4	1	0	1,67	0,82
Sedaj razumem zakaj prepovedujejo vinjenim voznikom upravljanje z avtomobilom.	0	1	1	6	7	18	4,21	1,05
Pridobljeno znanje o ravnotežju bom lahko uporabi-a v vsakdanjem življenju.	0	1	3	9	13	7	3,67	1,02
Procesi, ki se dogajajo v nas in jih ne vidimo, so zelo pomembni in je prav, da se o njih učimo.	0	0	2	1	11	19	4,42	0,83

Glede na rezultate iz tabele 25 lahko sklepamo, da učenci zaradi uporabe modela za ravnotežje pri človeku bolje razumejo njegovo delovanje. Večini učencev je delo z modeli všeč, jih motivirajo k delu, sodelovanju in učenju. Iz frekvence odgovorov lahko sklepamo, da si učenci želijo podobnega dela z modeli, saj jih 24 (73 %) meni, da bi lahko učitelji z modeli bolj nazorno razložijo zgradbo in delovanje organov v človeškem telesu. Učeni sami so v večini mnenja, da se ne bi toliko naučili, če bi učiteljica isto stvar razlagala brez modela oz. z računalniškimi simulacijami.

Presenetljivo, vendar v negativnem smislu je dejstvo, da 12 (36 %) učencev meni, da podobnega modela pri tehnični vzgoji ne bi mogli narediti in od tega je 7 fantov. Škodo je v tem, da učenci ne vidijo medpredmetega



povezovanja in smiselnega prelivanja in dopolnjevanja znanja iz enega na drug predmet.

Pozitivno pa sta slednji dve trditvi, kjer večina učencev meni, da bodo pridobljeno znanje o ravnotežju lahko uporabili v vsakdanjem življenju in podobno so se strinjali, da sedaj razumejo zakaj prepovedujejo vinjenim voznikom upravljanje z avtomobilom, kar se takoj nanaša na prenos znanja v vsakdanje življenje.

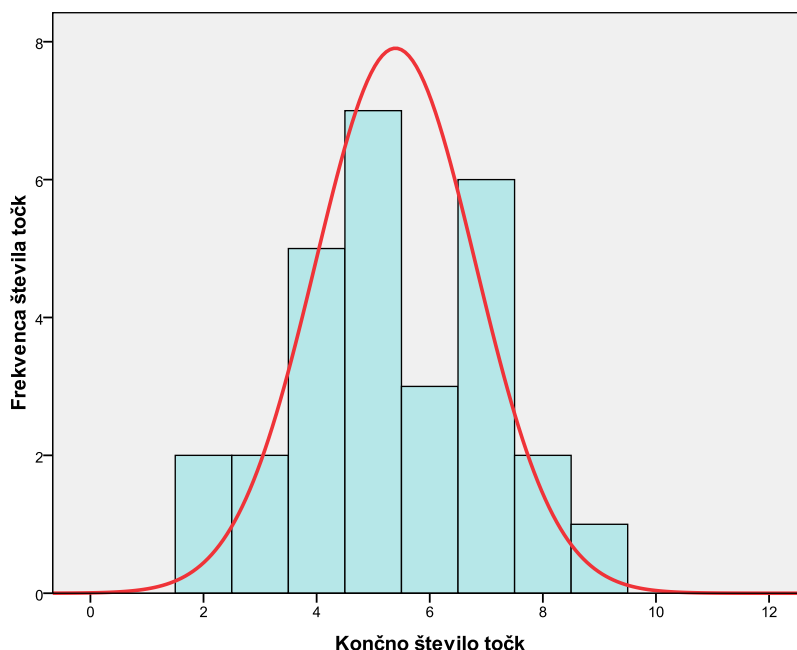
Iz slednje analize rezultatov lahko sklepam, da je gradivo "Ravnotežni organ" pri človeku za učence zelo motivacijsko. Ob enem je še bolj pomemben faktor načelo nazornosti katerega samo s slikami in animacijami ne moremo tako dobro udejanjiti do prav z modelom. Model in gradivo je povezano z vsakdanjim življenjem kar je učence še dodatno motiviralo za delo in jim dvignilo nivo zanimanja za obravnavano snov. Učenci so pri delu z modelom videli smisel in njegovo uporabnost. Slednje lahko sklepamo iz njihovih reakcijah.

Test znanja:

Na sliki 63 lahko vidimo frekvenco končnega števila točk pri učencih po izvedeni uri in rešenem testu znanja, ki niso imeli modela, na sliki 9 pa so prikazane frekvenco končnega števila točk pri učencih po izvedeni uri in rešenem testu znanja, ki so pri uri imeli model. Učenci so lahko usvojili največ 11 točk. Tega nivoja ni dosegel noben učenec. Deset (10) točk je dosegel učenec, ki je pri razlagi imel model, devet (9) točk pa učenec, ki pri razlagi ni imel modela.

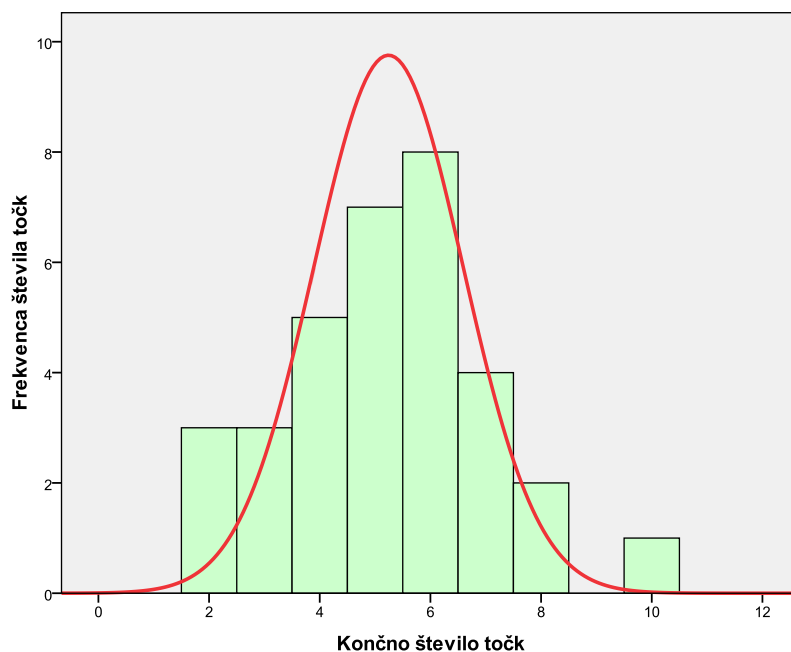
Pri končnem seštevku točk testa znanja med učenci, ki so pri razlagi imeli model in učenci, ki modela pri uri niso imeli ni bilo statistično značilnih razlik ($F_{(1, 60)} = 0,10, p = 0,76$). Test znanja so bolje rešili učenci, ki modela pri uri niso imeli ($M = 5,36, SD = 1,81$) (slika 8), v primerjavi z učenci, ki so pri razlagi imeli model ($M = 5,21, SD = 1,85$) (slika 9).

Sedma naloga je bila naloga višjega kognitivnega nivoja, kjer bi učenci morali uporabiti logično mišljenje in povezati usvojeno znanje. Sledni rezultat ni vzpodbuden za ali pa je naloga bila pretežka oz. nerazumljivo zastavljena. Obe porazdelitveni krivulji normalnosti sta pomaknjeni nekoliko v desno iz česar lahko sklepamo, da je test bil nekoliko pretežak, oz. če ne bi vključili zadnje – sedme naloge, bi porazdelitvena krivulja sledila normalni porazdelitvi.



Slika 63: Porazdelitev doseženih točk po rešenem testu znanja pri učencih, ki pri uri niso imeli modela.

Vsi učenci so največ težav imeli z zadnjo enajsto nalogo. Nihče od učencev ni pravilno odgovoril na zastavljeno vprašanje.



Slika 64: Porazdelitev doseženih točk po rešenem testu znanja pri učencih, ki so pri uri imeli model.

Pri rezultatih posameznih nalog učencev, ki so imeli model in učencih, ki modela niso imeli je statistično značilna razlika pri peti nalogi ($F_{(1, 60)} = 6,79, p =$



0,01). Nalogo pet so s statistično značilnimi razlikami nalogo bolje rešili učenci, ki so pri uri imeli model. Veliko težav so imeli učenci z drugo nalogo, saj so morali povezati dve komponenti premika in uporabiti logično mišljenje ter povezati usvojeno znanje. Na slednjo nalogo so boljše odgovorili učenci, ki so pri uri imeli model ($M = 0,33$, $SD = 0,48$) v primerjavi z učenci, ki modela niso imeli ($M = 0,21$, $SD = 0,42$).

Pri nalogah vedenja in razumevanja učenci niso imeli težav in so jih skoraj popolnoma pravilno rešili, tam kjer pa je potrebno samostojno razmišljanje ali uporaba znanja v novih situacijah, pa ne pokažejo več tako zadovoljivega znanja.

Morebitni predlog avtorja za dopolnitev/izboljšavo gradiva

Gradivo bi bilo potrebno testirati na večji populaciji. Glede na statistične rezultate in odzive učencev menim, da je gradivo smiselno in uporabno strukturirano ter nastavljeno. Glede na rezultate testa znanja, bi bilo dobro na večji populaciji preveriti ali je zadnja – sedma naloga resnično pretežka in jo skladno z rezultati spremeniti. Obseg nalog za izbrano vsebino je zadosten. Težavnost nalog je primerna razvojni stopnji (razen sedme naloge).

V osnovi je bil zastavljen le test znanja, brez pre-testa, a smiselno bi ga bilo narediti, da se res prepričamo, da je vso znanje usvojeno na uri in, da ni to njihovo predznanje.

Kljub temu, da je razlika med uspešnostjo rešena testa znanja med učenci, ki so pri uri imeli model in učenci, ki modela pri uri niso imeli statistično značilna, menim da je uporaba modela pri uri smiselna, saj so učenci vidno bili bolj motivirani in delovni (vsekakor so razlogi za tako vedenje lahko tudi drugačni, ki pa ga mi ne poznamo in jih nismo raziskovali).



Avtor(ji) gradiva:

mag. Bojana Mencinger Vračko

Institucija:

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko

Evalvator(ji) gradiva:

prof. Marjetka Križaj,

prof. Romana Čuješ (analize še niso bile opravljene v celoti)

Institucija:

OŠ Rado Robič, OŠ bratov Polančičev

Oko

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): Osnovna šola, 9. razred

Kompetence, ki se razvijajo:

1. generične: sposobnost interpretacije in analize informacij, sposobnost samostojnega in timskega dela, verbalna komunikacija, medosebna interakcija, sposobnost sinteze zaključkov
2. predmetno-specifične: obvladovanje veščin modeliranja organov človeka, poznavanje zakonitosti živega sveta
3. dodatne: sposobnost napovedovanja rezultatov (hipoteze)

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina: Čutila - oko

Način evalvacije: reševanje testa

Kratek povzetek samega gradiva (nekaj komentarjev):

Gradivo obsega:

- Učni list - navodila za učence »Modeliranje očesa«
- vprašalnik za učence
- test – preverjanje znanja,
- navodila za učitelje.

Pri načrtovanju usvajanja učne snovi s pomočjo modeliranja očesa smo upoštevali:

- interes učencev ,
- aktivno sodelovanje vseh učencev,
- finančno stanje šol, zato smo uporabili plastelin, ki ne zahteva velikih finančnih stroškov,
- varnost.

Z nalogo na testu smo želeli ugotoviti:

- poznavanje zgradbe očesa,



- poznavanje funkcij posameznih struktur očesa.

Vprašalnik za učence

Z vprašanji na Vprašalniku za učence smo želeli ugotoviti naslednje:

- mnenje učencev o modeliranju očesa,
- ali so učenci med modeliranjem lahko sledili učiteljevi razlagi,
- katere učne snovi bi želeli spoznavati s pomočjo modeliranja,
- predlogi učencev pri spoznavanju učne snovi s pomočjo modeliranja.

Poročilo učiteljev o rezultatih in poteku evalvacije (s komentarji avtorja)

Priloženo:

- poročilo prof. Marjetke Križaj

Poročilo (povzetek) avtorja o evalvaciji

Učenci so s pomočjo modeliranja očesa iz plastelina spoznavali strukture očesa, njihovo lego in funkcijo. Delo je potekalo individualno, v dvojicah ali v skupini treh učencev. Učitelj jih je vodil tako, da je skupaj z njimi modeliral svoj model očesa in hkrati pojasnjeval funkcije določenih delov očesa ter vodil razgovor. Po končanem modeliranju so učenci izpolnili tabelo na učnem listu, s katero smo preverili poznavanje zgradbe očesa in funkcijo posameznih struktur. Za primerjavo so test rešili tudi učenci v kontrolni skupini, ki je spoznavala novo učno snov z metodo vodenega razgovora in frontalno obliko dela. Pri tem so uporabili stensko sliko, šolski model očesa in delovni list.

Učenci pred testiranjem naših gradiv še niso spoznavali učne snovi tako, da bi med izdelovanjem modela osvajali novo učno snov. Metodo so sprejeli zelo pozitivno in z velikim navdušenjem. Vsi so bili aktivni. S časovnega vidika je trajalo osvajanje učne snovi z modeliranjem očesa dalj časa v primerjavi z osvajanjem učne snovi s pomočjo metode vodenega razgovora in frontalne oblike dela. Pri tem moramo upoštevati ročne spretnosti učencev in zapletenost zgradbe organa. Izkazalo se je, da je delo v dvojicah s časovnega vidika najbolj optimalna oblika dela. Pri individualnem delu mora posameznik vse strukture izdelati sam, kar je zelo zamudno, v skupini s tremi učenci, pa se je včasih zgodilo, da so se posamezni člani zaradi postopnega izdelovanja struktur, ki je sledilo učiteljevi razlagi, dolgočasili.

Preverjanje usvojenega znanja je potekalo takoj po modeliranju z reševanjem tabele, čez 3 dni, 1 in 3 mesece v eksperimentalni in kontrolni skupini. Slednjega preverjanja še nismo opravili.

Rezultati preverjanja znanja takoj po obravnavi učne snovi so pokazali, da so učenci kontrolne skupine pravilneje in natančneje zapisali odgovore kot učenci eksperimentalne skupine. Verjetno je to posledica pomanjkanja časa



za temeljito obravnavanje učne snovi med modeliranjem in osredotočanjem pozornosti učencev na oblikovanje modela, manj pa na razlago učne snovi. Pri tretjem testiranju ni bilo razlik med kontrolno in eksperimentalno skupino, ker so se učenci morali pripraviti za redno izpraševanje. Zaradi tega ni bilo mogoče ugotoviti trajnosti znanja pri spoznavanju učne snovi s pomočjo modeliranja.

Učencem je bilo modeliranje zelo zanimivo. Bili so mnenja, da med modeliranjem niso imeli težav pri poslušanju učiteljeve razlage in vključevanju v razgovor. Želijo si, da bi na ta način obravnavali tudi druge organe človeka. Nekateri so celo mnenja, da je ta oblika učinkovitejša od učenja snovi iz knjige.

Morebitni predlog avtorja za dopolnitev/izboljšavo gradiva

Modeliranje s plastelinom je ustrezna metoda pri obravnavi določenih procesov, zgradbe rastlin, živali in človeka. Je časovno zelo zahtevna oblika. V našem primeru, kjer so učenci modelirali s pomočjo plastelina, bi lahko nekaj časa pridobili tako, da bi učenci doma pripravili posamezne kose plastelina v obliki svaljkov ali v ploščati obliki z upoštevanjem navodil in jih v šoli sestavili glede na učiteljevo razlago. Ena izmed možnosti bi bila tudi ta, da bi učenci modelirali, kadar bi imeli blok uro.

Pri osvajanju učne snovi s pomočjo modeliranja je nujno, da učitelj pri razlagi posamezne zgradbe in funkcije dela očesa uporabi dodatno še sliko organa zaradi lažjega razumevanja lege določene strukture. Po razlagi mora učitelj sproti preveriti razumevanje učne snovi s postavljanjem problemskih vprašanj, npr. pri obravnavi zgradbe in funkcije mrežnice postavi vprašanje: »Kaj bi se zgodilo, če ne bi imeli mrežnice?« ali »Kakšno sliko bi videli, če na mrežnici ne bi bilo čepkov?«.



Avtorica gradiva:

Bojana Mencinger

Evalvator gradiva:

Marjeta Križaj (OŠ Rada Robiča Limbuš)

Modeliranje očesa

Razredi in število učencev:

- 9. A razred – 19 učencev (kontrolna skupina)
- 9. B razred – 16 učencev (eksperimentalna skupina)
- SKUPAJ: 35 učencev

Evalvacija je potekala v dveh stopnjah:

- Frontalna oblika po metodi vodenega razgovora z učenci po končanem delu in testu
- Evalvacija na podlagi izpolnjenih delovnih listov

1. Z učenci 9. B sem usvajala novo učno vsebino s pomočjo modeliranja očesa, 9. A razred, ki je bil kontrolna skupina, pa je snov o zgradbi očesa spoznaval preko frontalne oblike dela s pomočjo stenske slike, šolskega modela očesa in delovnim listom.
2. Po prvem ustnem preverjanju znanja, ki sem ga izvedla v vsakem razredu takoj po usvajanju snovi še isto šolsko uro, nisem imela občutka, da bi katera izstopala po usvojenem znanju in sem bila zadovoljna z odgovori ter sodelovanjem učencev. Učenci 9. B razreda so bili le nekoliko bolj razigrani in sproščeni kot učenci v 9. A razredu. V glavnem so bili v 9. B mnjenja, da je modeliranje očesa bilo zelo zabavno in zanimivo pa tudi poučno. Izrazili so željo, da bi se podobne metode aktivnega dela še večkrat uporabile pri pouku biologije za spoznavanje posameznih organov.
3. Ko sem pregledala izpolnjene delovne liste obeh razredov, pa sem ugotovila, da je 9. B, ki je bil eksperimentalna skupina, izpolnil delovni list za preverjanje veliko slabše kot učenci 9. A. V 9. A so bili zapisi natančnejši in pravilnejši, medtem ko je v 9. B prevladoval samo opis zrkla brez razlage. Ko smo z učenci analizirali, zakaj so tako malo zapisali, so razložili, da se niso spomnili posameznih dejstev, kot npr. nalog in lege delov očesa. Dejali so, da so si sicer predstavljali model očesa predvsem zaradi različnih barvnih slojev, vendar se niso mogli spomniti vrstnega reda posameznih ovojnic in nalog, ki jih imajo deli očesa. Mislim, da je glavni vzrok za takšno pozabljanje predvsem v tem, da se učenci pri modeliranju najbolj skoncentrirajo na samo izdelavo modela, niso pa pozorni na sprotno razlago.



Vsekakor predstavlja takšen način usvajanja učnih vsebin zabaven in zanimiv pouk pri biologiji, predvsem v 9. razredu, ko zaradi same vsebine poteka večina ur v frontalni obliki. Moje mnenje je, da je to zelo dobra metoda aktivnega dela učencev, vendar bi bilo potrebno razmisliti, kako bi prišli do boljšega in kvalitetnejšega znanja. Moji predlogi:

- Modeliranje zahteva vsaj blok uro, da učence ne preganjamo z modeliranjem ter razlago nove snovi zato samo preletimo.
- Ko učitelj razlaga, morajo učenci prekiniti z delom. Vsekakor moramo paziti, da ni preveč časa posvečenega estetskemu videzu očesa kot usvajanju znanja o njegovi zgradbi.
- Nekoliko nerodno je tudi, da ko učenci model izdelajo, notranjosti očesa ne morejo več videti. Ena izmed možnosti je, da izdelano zrklo z večjim nožem prerežemo na polovico (plastelin je dovolj mehek, nekoliko težje gre prerezati folijo). Tako bi si učenci lahko ponovno ogledali zgradbo očesa še od strani, podobno kot imamo narisano na večini delovnih listov, v učbenikih ipd.
- Ena izmed variant je lahko tudi, da modeliranje uporabimo za preverjanje znanja o zgradbi očesa. Učenci najprej usvojijo snov po ustaljeni metodi, nato pa preverimo njihovo znanje z modeliranjem.

Evalvacija je povzeta na podlagi izpolnjenih delovnih listov.

1. Ko sem pregledala izpolnjene delovne liste obeh razredov v preverjanju znanja po enem in treh mesecih sem ugotovila, da se rezultati ne razlikujejo od tistih pri prvem preverjanju. Tako je 9. B, ki je bil eksperimentalna skupina, izpolnil delovni list za preverjanje veliko slabše kot učenci 9. A. V 9. A so bili zapisi natančnejši in pravilnejši, medtem ko je v 9. B prevladoval samo opis zrkla brez obširnejše razlage.
2. Ugotovila sme tudi, da učenci lažje opišejo zgradbo očesa tako, da samo zapišejo dele očesa ob shemi, medtem ko imajo precej težav v pisnem izražanju, ko morajo navesti lego in funkcijo posameznega dela očesa. Zato menim, da bi morali dati tudi večji poudarek na izražanju ne samo na opisovanju ter naštevanju. Učenci z opisovanjem ter razlago urijo spretnost izražanja hkrati s prikazovanjem nekega modela. V osnovni šoli učitelji na splošno ugotavljamo, da imajo učenci zelo velike težave z naravoslovno pismenostjo, saj so pri testih vajeni večinoma nalog s kratkimi odgovori, pa tudi za ustno ocenjevanje znanja je po navadi premalo časa, da bi od učencev zahtevali natančno in poglobljeno razlago pojmov.
3. Kakor sem napisala že pri prvi evalvaciji, predstavlja takšen način usvajanja učnih vsebin zabaven in zanimiv pouk pri biologiji, predvsem v 9. razredu, ko zaradi same vsebine poteka večina ur v frontalni obliki. Moje mnenje je, da je to zelo dobra metoda aktivnega dela učencev



in da bi bilo modeliranje najbolj uporabno za preverjanje znanja o zgradbi očesa. Učenci najprej usvojijo snov po ustaljeni metodi, nato pa preverimo njihovo znanje z modeliranjem. Pri tem morajo učenci ob vsakem delu očesa razložiti njegovo lego ter funkcijo. Seveda je za takšno delo priporočljiva blok ura, da lahko delo kakovostno izpeljemo.

VPRAŠALNIK ZA UČENCE

1.	Zapiši tvoje mnenje o modeliranju očesa (ali je bilo zanimivo, težavno, dolgočasno)	
	Delo je bilo zabavno in zanimivo.	13
	Delo je bilo vsekakor ZELO zanimivo, malo težavno, saj so bili modeli majhni, vendar smo se ob delu zelo zabavali.	1
	Bilo je zanimivo, malo težko in zabavno.	3
	Delo je bilo zanimivo, vendar bom snov še vseeno morala dobro predelati, da si bom vse zapomnila.	1

2.	Ali si lahko ob modeliranju sledil učiteljevi razlagi in se vključeval v razgovor?	
	Da, saj učiteljica ni hitela.	6
	Da.	5
	Da, saj zelo dobro razlaga, zraven pa nas vključuje s vprašanji.	2
	Da, če kaj nismo vedeli, pa smo vprašali.	1
	Da, saj je bilo enostavno, učiteljičina razlaga je bila razumljiva. Vse sem si zapomnila.	1
	Vse skupaj je potekalo precej hitro, zato je bilo sledenje ter vključitev malo težavno.	1
	Da. Če si spreten in hitro opraviš določeno nalogo, lahko nato slediš razgovoru.	1
	Da, ker sem bil dovolj hiter.	1

3.	Ali želiš, da bi s pomočjo modeliranja spoznaval tudi drugo učno snov (npr. druge dele telesa)? Katere?	
	Da, vse.	2
	Da, seveda. Bilo bi zelo zabavno in tudi poučno, saj mislim, da je bilo modeliranje bolj poučno, kot pa le teorija zapisana na listu. Vseeno katere dele bi izdelovali.	1
	Da – čim več, npr. spolne organe, možgane, srce, želodec, črevesje, nos, ušesa	10
	Da – zgradba roke, noge (predvsem mišic)	1
	Ne, nobene.	1
	Da - organske sisteme.	2
	Da, samo ne intimne dele.	1

4.	Zapiši svoje predloge in pripombe pri spoznavanju učne snovi s pomočjo modeliranja.	
	Nimam posebnih predlogov.	5
	Nimam nobenih pripomb. Za predloge pa ne vem, saj tako, kot delamo, mi je zelo všeč in bi na tak način z delom nadaljevala.	1
	Učiteljica lahko dela z nami in nam sproti govori, kaj je kaj ter razlaga definicije.	1
	Predlagam, da bi to počeli večkrat.	5
	Rad imam biologijo.	1
	Način je zelo zanimiv in po mojem mnenju veliko bolj učinkovit kot učenje iz knjige.	3
	Boljše je kot navadna ura, saj si več zapomnimo.	1
	Premalo je bilo razloženo.	1





Evalvator: mag. Katja Stopar, Celica. Presnova: Delovanje encimov.

Institucija: ŠC Ravne na Koroškem, Gimnazija Ravne na Koroškem, šolsko leto 2010/2011

LABORATORIJSKO DELO: DELOVANJE ENCIMOV

Katalizator je vsaka snov, ki vpliva na hitrost kemijske reakcije tako, da jo pospeši, sam pa ostane po končani reakciji nespremenjen. Encimi so biokatalizatorji, ker so po svoji zgradbi beljakovine, ki jih proizvajajo žive celice. Vsi encimi omogočajo potek biokemijskih reakcij v organizmih pri temperaturah, pri katerih organizmi živijo.

VES ČAS EKSPERIMENTA UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OBLAČILA IN ZAŠČITNA OČALA!

VPLIV KONCENTRACIJE ENCIMA NA HITROST ENCIMSKE REAKCIJE

NAMEN IN CILJI:

- Dijak spozna, kako na hitrost encimske reakcije vpliva koncentracija encima.

HIPOTEZE:

Zaradi boljše preglednosti jih zapišite v Tabelo 26.

Tabela 26: Vpliv koncentracije encima

št. epruvete	DODANE SNOVI		HIPOTEZE
	Tiste, katerih količina SE SPREMINJA.	Tiste, katerih količina je NESPREMENJENA.	
1			
2			
3			

MATERIAL IN METODE DELA

Material:

- epruvete
- encim (vir encimov so glive kvasovke)
- 1,5% H_2O_2
- merilni valj
- brizga
- računalnik
- senzor za merjenje tlaka

Metode dela:

Najprej si pripravite računalnik. Vključite ga in zaženite program *Logger Pro*.



V prvo epruveto z merilnim valjem najprej odmerite 3 ml 1,5% H_2O_2 nato pa prav tako z merilnim valjem dodate 3 ml destilirane H_2O . V prvo epruveto z brizgo dodajte 0,5 ml kvasovk. Takoj nato epruveto zamašite in kliknite *Collect*. Čas, ki je nastavljen za zbiranje podatkov, je 240 s ali 4 minute. Po 4minutah zamašek iz epruvete odstranite. V programu *Logger Pro*, v zavihku *Experiment* kliknite *Store Latest Run*. Pripravite si drugo epruveto, v katero prav tako z merilnim valjem najprej odmerite 3 ml 1,5% H_2O_2 nato pa prav tako z merilnim valjem dodate 3 ml destilirane H_2O . Nato z brizgo dodajte 1,5 ml kvasovk in ponovite postopek merjenja sprememb tlaka plina: kliknete *Collect*. Po 4minutah zamašek iz epruvete odstranite. V programu *Logger Pro*, v zavihku *Experiment* pa kliknite *Store Latest Run*.

Po končani meritvi poskus ponovite še s tretjo epruveto, v katero z merilnim valjem najprej odmerite 3 ml 1,5% H_2O_2 nato pa prav tako z merilnim valjem dodate 3 ml destilirane H_2O . Z brizgo dodajte 2,5 ml kvasovk in izvedete meritve.

Po končanih meritvah vse rezultate shranite v datoteko. Datoteko poimenujte z imenom razreda in dejavnikom, katerega vpliv ste preučevali.

Na primer: *1s - Vpliv koncentracije encima* Shranite jo na namizje.

REZULTATI

Komentar:

RAZPRAVA

Pomagajte si z naslednjimi vprašanji:

Kako se je spreminjal tlak plinov ali plina? Katerih plinov ali plina? Zakaj? Kaj vam pove naklon krivulje? Predvidite potek krivulje, če bi uporabili še večjo koncentracijo encimov.

S čim ste imeli težave? Zakaj? Na kaj niste bili pozorni?

6 ZAKLJUČKI

Člani skupine:

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____



LABORATORIJSKO DELO: DELOVANJE ENCIMOV

Katalizator je vsaka snov, ki vpliva na hitrost kemijske reakcije tako, da jo pospeši, sam pa ostane po končani reakciji nespremenjen. Encimi so biokatalizatorji, ker so po svoji zgradbi beljakovine, ki jih proizvajajo žive celice. Vsi encimi omogočajo potek biokemijskih reakcij v organizmih pri temperaturah, pri katerih organizmi živijo.

VES ČAS EKSPERIMENTA UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OBLAČILA IN ZAŠČITNA OČALA!

VPLIV KONCENTRACIJE SUBSTRATA NA HITROST ENCIMSKE REAKCIJE

NAMEN IN CILJI:

- Dijak spozna, kako na hitrost encimske reakcije vpliva koncentracija substrata.

HIPOTEZE:

Zaradi boljše preglednosti jih zapišite v Tabelo 27.

Tabela 27: Vpliv koncentracije substrata

št. epruvete	DODANE SNOVI		HIPOTEZE
	Tiste, katerih količina SE SPREMINJA.	Tiste, katerih količina je NESPREMENJENA.	
1			
2			
3			
4			
5			

MATERIAL IN METODE DELA

Material:

- epruvete
- encim (vir encimov so glive kvasovke)
- 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% H_2O_2
- brizga
- merilni valj
- računalnik
- senzor za merjenje tlaka

Metode dela:

Najprej si pripravite računalnik. Vključite ga in zaženite program *Logger Pro*.



V prvo epruveto z merilnim valjem najprej odmerite 3 ml 1% H_2O_2 in nato pa prav tako z merilnim valjem dodate 3 ml destilirane H_2O . V prvo epruveto z brizgo dodajte 2 ml kvasovk. Takoj nato epruveto zamašite in kliknite *Collect*. Čas, ki je nastavljen za zbiranje podatkov, je 240 s ali 4 minute. Po 4 minutah zamašek iz epruvete odstranite. V programu *Logger Pro*, v zavihku *Experiment* kliknite *Store Latest Run*. Pripravite si drugo epruveto, v katero prav tako z merilnim valjem najprej odmerite 3 ml 1,5% H_2O_2 in s pomočjo merilnega valja dodate 3 ml destilirane H_2O .

Nato z brizgo dodate 2 ml kvasovk in ponovite postopek merjenja sprememb tlaka plina: kliknete *Collect* in izvedete meritve ter po končani meritvi rezultate shranite.

Po končani meritvi poskus ponovite s tretjo epruveto, v katero z merilnim valjem najprej odmerite 3 ml 2% H_2O_2 in nato pa prav tako z merilnim valjem dodate 3 ml destilirane H_2O . Nato z brizgo dodate 2 ml kvasovk in izvedete meritve ter po končani meritvi rezultate shranite.

Po končani meritvi poskus ponovite s četrto epruveto, v katero v katero z merilnim valjem najprej odmerite 3 ml 2,5% H_2O_2 in nato pa prav tako z merilnim valjem dodate 3 ml destilirane H_2O . Nato z brizgo dodate 2 ml kvasovk in izvedete meritve ter po končani meritvi rezultate shranite.

Po končani meritvi poskus ponovite s peto epruveto, v katero v katero v katero z merilnim valjem najprej odmerite 3 ml 3% H_2O_2 in nato pa prav tako z merilnim valjem dodate 3 ml destilirane H_2O . Nato z brizgo dodate 2 ml kvasovk in izvedete meritve ter po končani meritvi rezultate shranite.

Po končanih meritvah vse rezultate shranite v datoteko. Datoteko poimenujte z imenom razreda in dejavnikom, katerega vpliv ste preučevali.

Na primer: 1s - Vpliv koncentracije substrata Shranite jo na namizje.

REZULTATI

Komentar:

RAZPRAVA

Pomagajte si z naslednjimi vprašanji:

Kako se je spreminjal tlak plinov ali plina? katerih plinov ali plina? Zakaj? Kaj vam pove naklon krivulje? Predvidite potek krivulje, če bi uporabili še večjo koncentracijo encimov.

S čim ste imeli težave? Zakaj? Na kaj niste bili pozorni?

ZAKLJUČKI

Člani skupine:

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____



Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

LABORATORIJSKO DELO: DELOVANJE ENCIMOV

Katalizator je vsaka snov, ki vpliva na hitrost kemijske reakcije tako, da jo pospeši, sam pa ostane po končani reakciji nespremenjen. Encimi so biokatalizatorji, ker so po svoji zgradbi beljakovine, ki jih proizvajajo žive celice. Vsi encimi omogočajo potek biokemijskih reakcij v organizmih pri temperaturah, pri katerih organizmi živijo.

VES ČAS EKSPERIMENTA UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OBLAČILA IN ZAŠČITNA OČALA!

VPLIV TEMPERATURE NA HITROST ENCIMSKE EAKCIJE

NAMEN IN CILJI:

- Dijak spozna, kako na hitrost encimske reakcije vpliva temperatura.

HIPOTEZE:

Zaradi boljše preglednosti jih zapišite v Tabelo 28.

Tabela 28: Vpliv temperature

št. epruvete	DODANE SNOVI		HIPOTEZE
	Tiste, katerih količina SE SPREMINJA.	Tiste, katerih količina je NESPREMENJENA.	
1			
2			
3			
4			

MATERIAL IN METODE DELA

Material:

- epruvete
- encim (vir encimov so glive kvasovke)
- 1,5% H₂O₂
- brizga
- merilni valj
- vodne kopeli
- termometer
- računalnik



- senzor za merjenje tlaka

Metode dela:

Najprej si pripravite računalnik. Vključite ga in zaženite program *Logger Pro*.

Nato si v čašah od 1 do 4 pripravite vodne kopeli. In sicer: vodno kopel 1, ki naj ima ves čas poskusa od 0 do 5°C, vodno kopel 2, ki naj ima ves čas poskusa od 20 do 25°C, vodno kopel 3, ki naj ima ves čas poskusa od 30 do 35°C ter vodno kopel 4 z dovoljenim razponom od 70 do 80°C. Temperaturo vodnih kopeli preverjate s termometri.

Pred izvedbo poskusa mora imeti enako temperaturo tudi ves material, torej raztopina kvasovk in raztopina 1,5% H₂O₂.

To dosežete tako, da pred začetkom poskusa material v epruvetah postavite za 5 minut v izbrano kopel. V vsako izmed vodnih kopeli od 1 do 3 postavite epruveto, v katero ste s pomočjo merilnega valja odmerili 3 ml 1,5% H₂O₂ ter 3 ml destilirane H₂O. Prav tako v vsako izmed vodnih kopeli od 1 do 3 postavite brizgo, v kateri naj bo 2 ml kvasovk. Temperaturo materiala v epruveti preverite s termometri, ki naj bodo čisti. V **vodno kopel 4** postavite **samo brizgo s kvasovkami**.

Po 5 minutah začnite z izvedbo poskusa **vodne kopeli 2**. Iz vodne kopeli vzemite epruveto in brizgo ter vsebino brizge dodajte v epruveto. Takoj nato epruveto zamašite in kliknite *Collect*. Čas, ki je nastavljen za zbiranje podatkov, je 240 s ali 4 minute. Po 4 minutah zamašek iz epruvete odstranite. V programu *Logger Pro*, v zavihku *Experiment* kliknite *Store Latest Run*.

Nato poskus ponovite z epruveto in brizgo **iz vodne kopeli 3**. Pred tem preverite temperaturo materiala. Postopek ponovite in izvedete meritev ter po končani meritvi rezultate shranite.

Nato poskus ponovite z epruveto in brizgo **iz vodne kopeli 1**. Pred tem preverite temperaturo materiala. Postopek ponovite in izvedete meritev ter po končani meritvi rezultate shranite.

Nazadnje poskus ponovite z brizgo **iz vodne kopeli 4**. Material za epruveto si pripravite tako, da v epruveto z merilnim valjem odmerite 3 ml 1,5% H₂O₂ ter 3 ml destilirane H₂O. Postopek ponovite in izvedete meritev ter po končani meritvi rezultate shranite.

Po končanih meritvah vse rezultate shranite v datoteko. Datoteko poimenujte z imenom razreda in dejavnikom, katerega vpliv ste preučevali.

Na primer: 1s – Encimi vpliv temperature Shranite jo na namizje.

REZULTATI

Komentar:

RAZPRAVA

Pomagajte si z naslednjimi vprašanji:

Kako se je spreminjal tlak plinov ali plina? Katerih plinov ali plina? Zakaj? Kaj vam pove naklon krivulje? Predvidite potek krivulje, če bi uporabili še večjo koncentracijo encimov.



S čim ste imeli težave? Zakaj? Na kaj niste bili pozorni?

ZAKLJUČKI

Člani skupine:

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____



LABORATORIJSKO DELO: DELOVANJE ENCIMOV

Katalizator je vsaka snov, ki vpliva na hitrost kemijske reakcije tako, da jo pospeši, sam pa ostane po končani reakciji nespremenjen. Encimi so biokatalizatorji, ker so po svoji zgradbi beljakovine, ki jih proizvajajo žive celice. Vsi encimi omogočajo potek biokemijskih reakcij v organizmih pri temperaturah, pri katerih organizmi živijo.

VES ČAS EKSPERIMENTA UPORABLJAJTE ZAŠČITNA OBLAČILA IN ZAŠČITNA OČALA!

VPLIV pH NA HITROST ENCIMSKE EAKCIJE

NAMEN IN CILJI:

- Dijak spozna, kako na hitrost encimske reakcije vpliva pH.

HIPOTEZE:

Zaradi boljše preglednosti jih zapišite v Tabelo 29.

Tabela 29: Vpliv pH

št. epruvete	dodane snovi	Izmerjen pH	HIPOTEZE
1			
2			
3			

MATERIAL IN METODE DELA

Material:

- epruvete
- encim (vir encimov so glive kvasovke)
- 1,5% H₂O₂
- brizga
- merilni valj
- destilirana voda
- baza
- kislina
- pH lističi
- računalnik
- senzor za merjenje tlaka

Metode dela:

Najprej si pripravite računalnik. Vključite ga in zaženite program *Logger Pro*. V epruveto 1 s pomočjo merilnega valja dodajte 3 ml destilirane H₂O in nato pa prav tako z merilnim valjem dodajte 3 ml 1,5% H₂O₂. S pH lističi izmerite pH in ga zapišite v Tabelo 1. S brizgo v epruveto dodajte 2 ml raztopine kvasovk.



Takoj nato epruveto zamašite in kliknite *Collect*. Čas, ki je nastavljen za zbiranje podatkov, je 240 s ali 4 minute. Po 4 minutah zamašek iz epruvete odstranite. V programu *Logger Pro*, v zavihku *Experiment*, kliknite *Store Latest Run*.

Poskus ponovite z epruveto 2, v katero najprej z merilnim valjem odmerite 3 ml NaOH in nato pa prav tako z merilnim valjem dodajte 3 ml 1,5% H₂O₂. Izmerite pH. Nato z brizgo dodajte kvasovke in ponovite ves postopek meritev.

Poskus ponovite še z epruveto 3, v katero najprej odmerite 3 ml raztopine HCl, nato pa prav tako z merilnim valjem 3 ml 1,5% H₂O₂. Izmerite pH. Nato z brizgo dodajte kvasovke in ponovite ves postopek meritev.

Po končanih meritvah vse rezultate shranite v datoteko. Datoteko poimenujte z imenom razreda in dejavnikom, katerega vpliv ste preučevali.

Na primer: 1s – encimi vpliv pH Shranite jo na namizje.

REZULTATI

Komentar:

RAZPRAVA

Pomagajte si z naslednjimi vprašanji:

Kako se je spreminjal tlak plinov ali plina? Katerih plinov ali plina? Zakaj? Kaj vam pove naklon krivulje? Predvidite potek krivulje, če bi uporabili še večjo koncentracijo encimov.

S čim ste imeli težave? Zakaj? Na kaj niste bili pozorni?

ZAKLJUČKI

Člani skupine:

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

Ime in priimek: _____

