

Proučevanje odvisnosti razumevanja in trajnosti znanja od različnih pristopov poučevanja bioloških vsebin

Janja Plazar

Univerza na Primorskem

janja.plazar@pef.upr.si

Namen raziskave je bil ugotoviti, kateri pristopi poučevanja bioloških vsebin pri predmetu Naravoslovje 1 so bili najučinkovitejši v smislu razumevanja in trajnosti znanja pri študentih študijskega programa Razredni pouk Pedagoške fakultete Univerze na Primorskem. V raziskavo so bili vključeni 104 študentje 2., 3. in 4. letnika študija. Pri poučevanju bioloških vsebin smo uporabili različne pristope z uporabo nekaterih učnih pripomočkov: razlago, drsnice, izdelane v programu PowerPoint, prikaz kratkih filmov, fotografij in shem o obravnavani tematiki ter izkustveni pouk, pri katerem so študentje s pomočjo navodil sami izvajali poskuse in opazovali žive organizme. V raziskavi smo uporabili deskriptivno in kavzalno-neeksperimentalno metodo pedagoškega raziskovanja. Rezultati so pokazali, da je študentom pri razumevanju in pomnjenju bioloških vsebin bolj kot uporaba informacijsko-komunikacijske komunikologije (IKT) pomagalo izkustveno učenje, pri težje razumljivih bioloških vsebinah pa je k razumevanju in trajnosti znanja po mnenju študentov najbolj pripomogla razlaga predavateljice.

Ključne besede: poučevanje biologije, pristopi poučevanja, IKT, izkustveno učenje, razlaga

Uvod

Dandanes se le še redko srečamo s poukom naravoslovja, ki temelji na tradicionalni obliki dela, pri katerem ima učitelj, ki frontalno podaja naravoslovne vsebine svojim učencem, aktivno vlogo v skupini, učenci, ki sprejemajo učiteljevo razlago, pa pasivno (Skribe Dimec 2009, 170). Učenje ne temelji več le na pridobivanju znanja, spretnosti in navad, pač pa na progresivnem spreminjanju posameznika na osnovi lastne aktivnosti, pri čemer se obstoječe znanje povezuje z novim (Ferjan 2005, 148; Ivanuš Grmek, Čagran in Sadek 2009, 23).

Pomemben didaktični pristop, ki temelji na načelih konstruktivizma, je izkustveno učenje; njegovi začetniki in podporniki so številni teoretiki, kot so Kolb, Piaget, Dewey, Lewin, Neil in drugi (Marentič Požarnik 2000). Osrednja ideja izkustvenega učenja je, da se posameznik najbolje nauči stvari, če jih izkusi sam in je pri učenju aktiven, kar dokazujejo številne raziskave, ki so ugo-

tavljale uspešnost usvojenih naravoslovnih vsebin s področja biologije v povezavi z različnimi aktivnimi metodami poučevanja (Ward idr. 2011; Loxley idr. 2010; Lee idr. 2017; Winterbottom 2017). Vendar pa analize novejših raziskav kažejo, da se tudi načini izkustvenega učenja, ki jih učitelji izvajajo v svojih razredih, med seboj precej razlikujejo in prav od razlik izvajanja izkustvenega pouka se ta izkazuje kot uspešnejši ali manj uspešen od tradicionalno usmerjenega pouka, v smislu pridobljenega znanja, sposobnostih sklepanja in motivacije (Dobber idr. 2017, 195). Furtak idr. (2012) so v svoji raziskavi ugotovili, da je izkustveno učenje, ki je podkrepljeno s strokovnimi razlagami s strani učiteljev, precej učinkovitejše kot enak način pridobivanja znanja brez učiteljeve razlage. Tudi Clark idr. (2006) so mnenja, da je lahko pouk, voden s strani učitelja, učinkovitejši od sodobnih načinov poučevanja, saj lahko učenci z nezadostnim predznanjem na podlagi sodobnih učnih pristopov prihajajo do nepravilnih ali pomanjkljivih zaključkov, kar velikokrat privede do napačnih predstav.

Predstave otrok o naravoslovju so namreč enkrat, ko se izoblikujejo, izredno stabilne in jih je potem, ko se usidrajo v njihovo pojmovanje o svetu okoli njih, zelo težko ovreči. Tudi ko učitelji naravoslovja otrokom ponudijo dokaze o nasprotnem, jih učenci ignorirajo, zavračajo ali poskusijo vsebine razložiti v okviru svojih prejšnjih predstav (Trundle 2014, 127). Zato je pri poučevanju naravoslovja velikega pomena, da naravoslovne pojme in koncepte podajamo na enostaven, vendar kljub temu znanstveno neoporečen način, z uporabo didaktičnih pristopov, ki bodo zmanjšali možnost pojava napačnih predstav pri otrocih. Večino naravoslovnih pojmov učenci najlažje usvojijo prav na podlagi izkustvenega učenja (Lee idr. 2017).

V zadnjem času se pri poučevanju naravoslovnih vsebin vse bolj uporablja informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT), saj ta učiteljem omogoča, da nekatere naravne procese in pojave prikažejo razumljiveje ter nazorneje (Meadows 2007; Bulić in Novoselić 2014; Finžgar, Cotič in Zuljan 2017; Hamzat, Bello in Olakanmi 2017). Poleg tega lahko poučevanje z uporabo IKT pozitivno vpliva na pozornost učencev, radovednost in razvijanje interesov, različnih spretnosti in drugačnega načina razmišljanja (Yadav 2017). Velikokrat se IKT uporablja za dopolnjevanje ostalih načinov poučevanja, navedenih v učnih načrtih za naravoslovne predmete v osnovni šoli, kot so izkustveno učenje, oblikovanje domnev, zbiranje in beleženje podatkov, pri interpretaciji podatkov ter oblikovanju lastnih mnenj in zaključkov (Ministrstvo za šolstvo in šport 2011). Številne študije nakazujejo, da uporaba IKT v obliki računalniških animacij in simulacij ter računalniško vodenih meritev ob razlagi učitelja in eksperimentiranju pozitivno vpliva na znanje in razumevanje številnih bio-

loških vsebin (Williams in Otrell-Cass 2016; Shaheen in Khatoon 2017; Bulić in Mandić Jelaska 2017; Gürbüz idr. 2010; Šorgo, Hajdinjak in Briški 2008; Goff idr. 2016; 2017; Stith 2004). Rutten, van Joolingen in van der Veena (2012) na osnovi rezultatov lastne študije ugotavljajo, da k uspešni implementaciji IKT v pouk naravoslovja v veliki meri vpliva tudi, na kakšen način učitelji računalniške animacije in simulacije vključijo v samo podajanje snovi.

Namen in cilji raziskave

Namen raziskave je bil ugotoviti, kateri pristopi poučevanja bioloških vsebin pri predmetu Naravoslovje 1 so bili najučinkovitejši v smislu razumevanja in trajnosti znanja za študente študijskega programa Razredni pouk Pedagoške fakultete Univerze na Primorskem. V raziskavi smo želeli ugotoviti:

- afiniteto študentov študijskega programa Razredni pouk Pedagoške fakultete do predmeta Naravoslovje 1 in do različnih pristopov poučevanja bioloških vsebin pri tem predmetu;
- kateri pristopi poučevanja z uporabo različnih učnih pripomočkov so študentom po njihovem mnenju najbolj pomagali pri razumevanju težjih bioloških vsebin, kot sta delitev celice in proces fotosinteze, ter s tem znanja tudi ugotoviti, kolikšno je njihovo dejansko znanje in razumevanje omenjenih bioloških vsebin;
- trajnost znanja, ki so ga študentje prejeli s pomočjo treh uporabljenih pristopov poučevanja bioloških vsebin: z ustnim podajanjem vsebin, s pomočjo IKT, kjer smo obravnavano temo obrazložili s pomočjo kratkih filmov, ter s pomočjo izkustvenega učenja, kjer so obravnavano temo spoznavali s pomočjo eksperimentiranja in opazovanja živih organizmov na praktičnih laboratorijskih vajah;
- kateri podatek, vsebinski sklop ali dejavnost pri predmetu Naravoslovje 1 so si študentje najbolj zapomnili in iz tega sklepati, kateri pristop poučevanja bioloških vsebin je bil najuspešnejši z vidika trajnosti znanja.

Metodologija

V raziskavi smo uporabili deskriptivno in kavalno-eksperimentalno metodo pedagoškega raziskovanja.

Opis vzorca

Raziskava temelji na neslučajnostnem, priložnostno izbranem vzorcu. V raziskavo smo vključili 104 študente Pedagoške fakultete Univerze na Primorskem študijskega programa Razredni pouk Pedagoške fakultete Univerze na

Preglednica 1 Število študentov v vzorcu (*f*) in strukturni odstotki števila študentov (*f* %) glede na letnik študija

Letnik študija	2.	3.	4.	Skupaj
<i>f</i>	41	32	31	104
<i>f</i> %	39,4	30,8	29,8	100,0

Primorskem, od tega 41 študentov 2. letnika (39,4 %), 32 študentov 3. letnika (30,8 %) in 31 študentov 4. letnika (29,8 %) (preglednica 1). Študentov 1. letnika študijskega programa v raziskavo nismo vključili, ker predmet Naravoslovje 1, v katerem podajamo biološke vsebine, izvajamo šele v 2. letniku študija.

Merski pripomočki

Za namene raziskave smo pripravili vprašalnik, sestavljen iz uvodnega dela in nadaljnjih štirih tematskih sklopov. V uvodnem delu vprašalnika smo študente povprašali po letniku študija, o navedbi približnega odstotka udeležbe na predavanjih ter o končni oceni izpita pri predmetu Naravoslovje 1.

Prvi sklop, v katerem smo jih spraševali o afiniteti do naravoslovja in do različnih pristopov poučevanja ter o povezavi med razumevanjem in pomnjenjem vsebin ter različnimi pristopi poučevanja snovi s področja biologije, je bil sestavljen iz treh skupin 4-stopenjskih lestvic Likertovega tipa (izbirali so med: sploh se ne strinjam, ne strinjam se, strinjam se in zelo se strinjam).

Drugi sklop vprašalnika, s katerim smo preverjali znanje s področja delitve celic in fotosinteze, je bil sestavljen iz trditve, za katere so se študentje morali opredeliti, ali so pravilne ali napačne. Poleg tega so morali označiti, kateri pristopi poučevanja z uporabo različnih učnih pripomočkov so jim po njihovem mnenju najbolj pomagali pri razumevanju teh dveh bioloških vsebin.

V tretjem sklopu so bile podane trditve, do katerih so se študentje morali opredeliti, ali so pravilne ali napačne. V trditvah so bila podana biološka dejstva iz različnih vsebinskih sklopov, o katerih so študentje slišali pri predavanjih, videli v kratkih filmih o obravnavani tematiki ali so zanje slišali ali jih izkusili sami med laboratorijskimi vajami, pri katerih so sami izvajali poskuse in imeli opravka z živimi organizmi.

Četrty, zadnji sklop vprašalnika je vseboval vprašanje odprtega tipa, kjer so morali študentje navesti, kateri podatki, vsebinski sklopi ali dejavnosti pri predmetu Naravoslovje 1 so jim najbolj ostali v spominu.

Zbiranje in obdelava podatkov

Zbiranje podatkov je potekalo v marcu 2018. Študentje so bili pred anketiranjem obveščeni o raziskavi in njenem namenu. Vprašalnike so sodelujoči v raziskavi izpolnjevali anonimno, samostojno, po metodi papir – svinčnik. Do-

Preglednica 2 Prisotnost študentov v vzorcu na predavanjih, prikazana v odstotkih, in povprečna končna ocena izpita pri predmetu Naravoslovje 1, prikazana po posameznih letnikih

Letnik študija	2.	3.	4.	Skupaj
(a)	66,6	86,7	77,7	77,0
(b)	8,3	8,9	8,7	8,6

Opombe $S_{Skupni} = 104$, $N_2 = 41$, $N_3 = 32$, $N_4 = 31$. Naslovi vrstic: (a) prisotnost na predavanjih (%), (b) povprečna ocena izpita pri predmetu Naravoslovje 1.

bljene vprašalnike smo pregledali ter podatke obdelali s statističnima programskima paketoma SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) in Graph Pad Prism 5 na ravni deskriptivne in inferenčne statistike. Z metodo deskriptivne statistike, s katero smo ugotavljali stopnjo soglašanja s posameznimi trditvami, smo določili frekvenčno porazdelitev podatkov (f , $f\%$), pri obdelavi 4-stopenjskih lestvic Likertovega tipa pa tudi povprečno vrednost ($\bar{x}$), ki smo jo izračunali na podlagi numerično izraženih stopenj odgovorov (1 – sploh se ne strinjam, 2 – ne strinjam se, 3 – strinjam se, 4 – zelo se strinjam). Ker je test normalnosti (D'Agostino & Pearson omnibus normality test) pokazal, da vrednosti niso normalno porazdeljene, smo za analizo razlik med posameznimi trditvami uporabili neparametrična testa, in sicer Kruskal-Wallisov preizkus ter Dunnov posttest (Dunn's Multiple Comparison Test) za prikaz statistično pomembnih razlik za vsako skupino odgovorov posebej.

Podatke, pridobljene na podlagi odgovorov na odprto vprašanje, smo obdelali tako, da smo podobne odgovore združili po kategorijah glede na podobnost in smiselnost ter jih nato kvalitativno obdelali. Predstavili smo odstotne frekvence najpogostejših odgovorov.

Rezultati

V uvodnem delu vprašalnika smo študente povprašali po letniku študija, o navedbi približnega odstotka udeležbe na predavanjih ter o končni oceni izpita pri predmetu Naravoslovje 1. Iz preglednice 2 lahko razberemo, da so študentje na izpitu pri predmetu Naravoslovje 1 v povprečju dosegali visoke ocene, še posebej študentje 3. letnika, ki so obiskovali predavanja v najvišjem odstotku. Ti so se udeležili predavanj eno leto pred izvedbo raziskave.

Prvi sklop

Afiniteta študentov do predmeta Naravoslovje 1 in različnih pristopov poučevanja bioloških vsebin

V prvem sklopu vprašalnika smo študente spraševali o odnosu do predmeta Naravoslovje 1, pri katerem smo obravnavali biološke vsebine. Študente smo

Preglednica 3 Prikaz strukturnih odstotkov ($f\%$) za posamezne stopnje soglašanja s postavljenimi trditvami v povezavi z afiniteto do predmeta Naravoslovje 1 in različnih pristopov poučevanja bioloških vsebin ($N = 104$)

Trditev	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Predmet Naravoslovje 1 mi je bil všeč.	48,08	50,96	0,96	0,00	0,00
Všeč mi je bil zaradi razlage predavateljice.	53,85	38,46	2,88	0,00	4,81
Všeč mi je bil zaradi laboratorijskih in terenskih vaj.	49,04	41,35	8,65	0,00	0,96
Všeč mi je bil zaradi razumljivih drsnic v programu PowerPoint.	58,65	33,65	4,81	0,00	2,88
Všeč mi je bil zaradi animacij in kratkih filmov o obravnavani temi.	44,23	42,31	8,65	0,96	3,85

Opombe Naslovi stolpcev: (1) zelo se strinjam, (2) strinjam se, (3) ne strinjam se, (4) sploh se ne strinjam, (5) ne vem.

prosili, naj s pomočjo 4-stopenjske Likertove lestvice stališč opredelijo tudi afiniteto do različnih pristopov poučevanja in učnih pripomočkov, ki smo jih uporabili pri podajanju bioloških vsebin, in sicer do razlage predavateljice, praktičnih laboratorijskih in terenskih vaj, uporabe drsnic, narejenih v programu PowerPoint, ter do uporabe kratkih filmov in animacij o obravnavani temi.

Iz preglednice 3 lahko razberemo, da je bil večini študentov Razrednega pouka predmet Naravoslovje 1, ki zajema biološke vsebine naravoslovja, všeč. Večina študentov se je pozitivno opredelila tudi do vseh uporabljenih pristopov poučevanja snovi ter učnih pripomočkov. Izračunane povprečne vrednosti za posamezne trditve kažejo, da jim je bil predmet všeč predvsem zaradi razumljivih drsnic v programu PowerPoint ($\bar{x} = 3,56$) in zaradi razlage predavateljice ($\bar{x} = 3,54$), nekoliko manj zaradi laboratorijskih in terenskih vaj ($\bar{x} = 3,41$), najmanj pa zaradi animacij in filmčkov o obravnavani temi ($\bar{x} = 3,35$), vendar med skupinami trditev nismo opazili statistično pomembnih razlik ($P = 0,147$).

Ovrednotenje različnih pristopov poučevanja, ki so po mnenju študentov najbolj pripomogli k razumevanju in pomnjenju bioloških vsebin

Študente smo povprašali, kateri pristopi poučevanja z uporabo različnih učnih pripomočkov so po njihovem mnenju najbolj pripomogli k razumevanju bioloških vsebin pri predmetu Naravoslovje 1. Študenti so ovrednotili naslednje načine: razlaga predavateljice, animacije in kratki filmi o obravnavani temi, fotografije in risbe, prikazane ob ustni razlagi predavateljice, uporaba drsnic v programu PowerPoint ter delo z živimi organizmi na laboratorijskih in terenskih vajah.

Preglednica 4 Prikaz strukturnih odstotkov ($f\%$) za posamezne stopnje soglašanja s postavljenimi trditvami na vprašanje, kaj je študentom po njihovem mnenju najbolj pomagalo pri razumevanju bioloških vsebin pri predmetu Naravoslovje 1 ($N = 104$)

Trditev	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Razlaga predavateljice.	49,04	41,35	5,77	0,00	3,85
Animacije in kratki filmi o temi, ki smo jo obravnavali.	41,35	46,15	9,62	0,00	2,88
Fotografije in risbe.	59,62	35,58	2,88	0,00	1,92
Drsnice v programu PowerPoint.	55,77	38,46	4,81	0,00	0,96
Delo z živimi organizmi na LV in TE.	62,50	30,77	5,77	0,00	0,96

Opombe Naslovi stolpcev: (1) zelo se strinjam, (2) strinjam se, (3) ne strinjam se, (4) sploh se ne strinjam, (5) ne vem.

Preglednica 4 prikazuje, da so študenti mnenja, da so jim pri razumevanju bioloških vsebin pri predmetu Naravoslovje 1 pomagali vsi navedeni pristopi poučevanja in vsi navedeni učni pripomočki, vendar so med njimi najvišje ovrednotili fotografije in risbe, prikazane ob ustni razlagi predavateljice ($\bar{x} = 3,58$), in delo z živimi organizmi na laboratorijskih in terenskih vajah ($\bar{x} = 3,57$). Nekoliko manj je po njihovem mnenju k razumevanju pripomogla uporaba drsnic v programu PowerPoint ($\bar{x} = 3,52$) in sama razlaga predavateljice ($\bar{x} = 3,45$), najmanj pa animacije in kratki filmi o temi, ki smo jo obravnavali ($\bar{x} = 3,33$); zadnja se od prvih dveh tudi statistično pomembno razlikuje.

Nato smo študente prosili, naj se opredelijo, kateri pristopi poučevanja z uporabljenimi učnimi pripomočki so po njihovem mnenju najbolj pripomogli k trajnosti znanja bioloških vsebin, podanih pri predmetu Naravoslovje 1. Tudi tukaj so študentje ovrednotili naslednje pristope poučevanja, učenja in uporabljene učne pripomočke: razlaga predavateljice, animacije in kratki filmi o obravnavani temi, fotografije in risbe, prikazane ob ustni razlagi predavateljice, uporaba drsnic v programu PowerPoint, delo z živimi organizmi na laboratorijskih in terenskih vajah ter kasnejši študij bioloških vsebin z drsnic, iz zapiskov in knjig.

S preglednice 5 je razvidno, da so tudi pri trajnosti znanja po mnenju velike večine študentov pomagali vsi pristopi poučevanja bioloških vsebin in vsi navedeni učni pripomočki; še najbolj je po njihovem mnenju k temu pripomoglo delo z živimi organizmi na laboratorijskih in terenskih vajah ($\bar{x} = 3,52$), sledijo mu drsnice, pripravljene v programu PowerPoint ($\bar{x} = 3,51$), kasnejši študij snovi ($\bar{x} = 3,49$) ter fotografije in risbe, prikazane ob ustni razlagi predavateljice ($\bar{x} = 3,49$). Kot najmanj so jim po njihovem mnenju pri pomnjenju snovi pomagali razlaga predavateljice ($\bar{x} = 3,37$) in animacije ter kratki filmi

Preglednica 5 Prikaz strukturnih odstotkov ($f\%$) za posamezne stopnje soglašanja s postavljenimi trditvami na vprašanje, kaj je študentom po njihovem mnenju najbolj pomagalo pri trajnosti znanja bioloških vsebin pri predmetu Naravoslovje 1 ($N = 104$)

Trditev	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Razlaga predavateljice.	44,23	43,27	8,65	0,00	3,85
Animacije in kratki filmi o temi, ki smo jo obravnavali.	37,50	43,27	15,38	0,00	3,85
Fotografije in risbe.	53,85	39,42	5,77	0,00	0,96
Drsnice v programu PowerPoint.	55,77	39,42	1,92	1,92	0,96
Delo z živimi organizmi na LV in TE.	57,69	33,65	6,73	0,00	1,92
Kasnejši študij z drsnic, zapiskov in študijske literature.	56,73	32,69	6,73	0,96	2,88

Opombe Naslovi stolpcev: (1) zelo se strinjam, (2) strinjam se, (3) ne strinjam se, (4) sploh se ne strinjam, (5) ne vem.

o temi, ki smo jo obravnavali ($\bar{x} = 3,23$). Mediana zadnje trditve se tudi statistično razlikuje od median trditev, da sta jim pri pomnjenju bioloških vsebin pomagala delo z živimi organizmi in uporaba drsnic, narejenih v programu PowerPoint.

Drugi sklop

Preverjanje znanja bioloških vsebin s področja delitve celice in procesa fotosinteze

Drugi sklop vprašalnika je bil oblikovan kot test znanja, s katerim smo preverjali znanje in razumevanje študentov dveh področij biologije, za kateri smo predpostavljali, da sta za študente najtežje razumljivi, in sicer delitev celic in proces fotosinteze. Test je bil sestavljen iz trditev, za katere so se študentje morali opredeliti, ali so pravilne ali napačne.

Pred testom znanja smo jih prosili, naj navedejo, kateri pristopi poučevanja in kateri učni pripomočki so jim po njihovem mnenju najbolj pomagali pri razumevanju teh dveh bioloških vsebin: razlaga predavateljice, drsnice, izdelane v programu PowerPoint, kratki animirani filmi ali kasnejše učenje z drsnic, iz zapiskov in druge študijske literature. Študentje so se največkrat odločili za več načinov poučevanja (preglednici 6 in 7).

Pri vprašanju o razumevanju bioloških vsebin s področja *delitve celice* so študentje največkrat navedli, da jim je pri razumevanju pomagala razlaga predavateljice (66,37%), v nekoliko manjšem odstotku so se odločili za drsnice, izdelane v programu PowerPoint (54, 81%), približno polovici študentov pa je pri razumevanju snovi po njihovem mnenju pomagal kasnejši študij

Preglednica 6 Prikaz strukturnih odstotkov ($f\%$) pritrdilnih odgovorov na vprašanje, kateri pristopi poučevanja in kateri učni pripomočki so študentom po njihovem mnenju najbolj pomagali pri razumevanju bioloških vsebin s področja delitve celice pri predmetu Naravoslovje 1 ($N = 104$)

Trditev	$f\%$
Razlaga predavateljice.	66,35
Drsnice v programu PowerPoint.	54,81
Kratki animirani filmi.	48,08
Kasnejši študij z drsnic, zapiskov in študijske literature.	50,96
Nič, še vedno ne razumem.	1,92

Preglednica 7 Prikaz strukturnih odstotkov ($f\%$) pritrdilnih odgovorov na postavljene trditve na vprašanje, kateri pristopi poučevanja in kateri učni pripomočki so študentom po njihovem mnenju najbolj pomagali pri razumevanju bioloških vsebin, povezanih s procesom fotosinteze pri predmetu Naravoslovje 1 ($N = 104$)

Trditev	$f\%$
Razlaga predavateljice.	70,19
Drsnice v programu PowerPoint.	63,46
Kratki animirani filmi.	31,73
Kasnejši študij z drsnic, zapiskov in študijske literature.	48,08
Nič, še vedno ne razumem.	0,96

z drsnic, iz zapiskov in študijske literature (50,96 %). V najmanjšem odstotku so se odločili za kratke animirane filme o obravnavani temi (48,08 %). Dva študenta četrtega letnika (1,92 %) sta pritrdila trditvi, da so jima vsebine s področja delitve celice še vedno nerazumljive (preglednica 6). Med posameznimi pristopi poučevanja in uporabljenimi učnimi pripomočki nismo zasledili nobenih statistično pomembnih razlik.

Na vprašanje, kateri pristopi poučevanja in kateri učni pripomočki so študentom po njihovem mnenju najbolj pomagali pri razumevanju procesa *fotosinteze*, so ti največkrat navedli razlago predavateljice (70,19 %). Spet so se v nekoliko manjšem odstotku odločili za drsnice, izdelane v programu PowerPoint (63,46 %), nekoliko manj kot polovici študentov pa je pri razumevanju pomagal kasnejši študij z drsnic, iz zapiskov in študijske literature (50,96 %). V najmanjši meri so jim po njihovem mnenju pri razumevanju pomagali kratki animirani filmi (31,73 %); mediana tega odgovora se tudi statistično pomembno razlikuje od mediane prvih dveh najpogostejših odgovorov. En študent (0,96 %) drugega letnika je pritrdil izjavi, da mu proces fotosinteze še vedno ni jasen (preglednica 7).

Preglednica 8 Prikaz strukturnih odstotkov ($f\%$) pritrdilnih odgovorov na postavljene trditve s področja delitve celice; pravilne trditve so označene s (P), nepravilne pa z (N) ($N = 104$)

Trditev	$f\%$
Pri procesu mejoze nastajajo spolne celice (P).	56,73
Mejoza je pomembna za raznolikost živih bitij, saj se med delitvijo zamenjajo deli kromosomov (P).	50,96
Pri mitotzi se število kromosomov razpolovi (N).	45,19
Bakterije se razmnožujejo s pomočjo mitoze (N).	20,19
Delitev celic služi tudi obnovi večceličnih organizmov; takrat se celice delijo z mitotzo (N).	31,73

Da bi preverili, koliko so se študentje naučili pri predmetu Naravoslovje 1 in kako kakovostno ter trajno je njihovo znanje, smo jim postavili vprašanja s področij delitve celice in procesa fotosinteze.

V prvem testu znanja smo postavili pet trditev v povezavi z delitvijo celice ter anketirance prosili, naj se opredelijo, ali so pravilne ali napačne. Dve trditvi sta bili pravilni (P), tri pa nepravilne (N):

1. Pri procesu mejoze nastajajo spolne celice (P).
2. Mejoza je pomembna za raznolikost živih bitij, saj se med delitvijo zamenjajo deli kromosomov (P).
3. Pri mitotzi se število kromosomov razpolovi (N; pri mitoze število kromosomov ostaja enako; število kromosomov se razpolovi pri mejozi).
4. Bakterije se razmnožujejo s pomočjo mitoze (N; bakterije so prokarioti brez celičnega jedra in se razmnožujejo s cepitvijo).
5. Delitev celic služi tudi obnovi večceličnih organizmov; takrat se celice delijo z mejozo (N; pri obnovi organizma se celice delijo z mitotzo).

S preglednice 8 lahko razberemo, da je prvo, pravilno trditev kot pravilno označila več kot polovica anketiranih študentov (56,73 %), naslednjo, tudi pravilno, pa približno polovica anketirancev (50,96 %). Relativno visok odstotek študentov je kot pravilno označilo tretjo (45,19 %) in zadnjo (31,73 %), nepravilno trditev, in sicer, da se pri mitotzi število kromosomov razpolovi ter da se večcelični organizmi obnavljajo s pomočjo mitoze, kar kaže na to, da študentje kljub podrobni razlagi, drsnicam, kratkim animacijam in ponavljanju bioloških vsebin, s katerimi so se srečali že v osnovni in srednji šoli, še vedno zamenjujejo procesa mitoze in mejoze. Nepravilno trditev o delitvi bakterijske celice je pravilno označilo le 20,19 % študentov.

V drugem testu znanja smo navedli trditve, v katerih smo zajeli biološke

Preglednica 9 Prikaz strukturnih odstotkov ($f\%$) pritrdilnih odgovorov na postavljene trditve, povezanih s procesom fotosinteze; pravilne trditve so označene s (P), nepravilne pa z (N) ($N = 104$)

Trditev	$f\%$
(P) Pri procesu fotosinteze nastajajo sladkorji, kot stranski produkt nastaja kisik.	70,19
(P) Pri procesu fotosinteze iz svetlobne energije nastaja kemična energija.	63,46
(N) Rastline s koreninami iz tal srkajo vodo in hranilne snovi.	72,12
(N) Rastline kisik proizvajajo, samo živali, glive, bakterije in ljudje pa ga porabljamo.	13,46

vsebine, povezane s procesom fotosinteze; študente smo prosili, naj se opredelijo, ali so pravilne ali napačne. Dve izjavi sta bili pravilni (P), dve pa napačni (N):

1. Pri procesu fotosinteze nastajajo sladkorji, kot stranski produkt nastaja kisik (P).
2. Pri procesu fotosinteze iz svetlobne energije nastaja kemična energija (P).
3. Rastline s koreninami iz tal srkajo vodo in hranilne snovi (N; rastline iz tal ne srkajo hranilnih snovi; te si izdelajo same v procesu fotosinteze s pomočjo vode, ogljikovega kisika in svetlobe).
4. Rastline kisik proizvajajo, samo živali, glive, bakterije in ljudje pa ga porabljamo (N; vsa živa bitja, vključno z rastlinami, porabljamo kisik za tvorjenje energije v procesu celičnega dihanja).

Preglednica 9 prikazuje, da je obe pravilni trditvi kot pravilni označilo 76,71 % in 65,75 % anketiranih študentov, zadnjo, nepravilno trditev pa le 12,33 % študentov, kar kaže na to, da so študentje pri predavanjih osvojili večino osnovnega znanja, povezanega s procesom fotosinteze.

Tretji sklop

Trajnost znanja, pridobljenega pri poslušanju predavanj, med gledanjem kratkih filmov in pri izvajanju praktičnih laboratorijskih vaj

Nadalje smo želeli ugotoviti trajnost znanja, ki so ga študentje prejeli s pomočjo treh uporabljenih pristopov poučevanja bioloških vsebin: z ustnim podajanjem vsebin, z uporabo IKT, kjer smo obravnavano temo obrazložili s pomočjo kratkih filmov, ter s pomočjo izkustvenega učenja, kjer so študentje obravnavano temo spoznavali s pomočjo eksperimentiranja in opazovanja živih organizmov na laboratorijskih vajah. V ta namen smo v tretjem sklopu

Preglednica 10 Prikaz strukturnih odstotkov ($f\%$) pritrdilnih odgovorov na postavljene trditve; podatke, zajete v prve tri trditve, so študentje slišali pri predavanjih, podatki v naslednjih treh so bili prikazani v kratkih filmih, znanje iz zadnjih treh pa so pridobili na laboratorijskih vajah; pravilne trditve so označene s (P), nepravilne pa z (N) ($N = 104$)

Trditev	$f\%$
Najobsežnejša skupina živih bitij, ki jih poznamo, so pipalkarji (N).	0,96
Najmanjša živa bitja so virusi (N).	24,04
Največji človeški organ so jetra (N).	10,58
Žrtve komodoškega varana umrejo zaradi okužbe ob ugrizu (P).	39,42
Kameleon lahko vrti svoje oči neodvisno drugo od druge in je zato izvrsten plenilec (P).	58,65
Majhne brazilske opice kapucinke znajo uporabljati orodje pri trenju orehov (P).	48,08
Da z jezikom okusimo sladkor, se mora ta najprej raztopiti v slini (P).	88,46
Dvospolni cvet pri kritosemenkah je zgrajen iz čašnih in venčnih listov, prašnikov in pestiča (N).	72,12
Pri popolni preobrazbi žuželk ni prisotnega stadija bube (N).	7,69

vprašalnika podali trditve, za katere so se študentje morali opredeliti, ali so pravilne ali napačne (preglednica 10).

Vse tri trditve, ki so zajemale znanje, ki so ga študentje pridobili pri predavanjih le preko poslušanja predavateljice, so bile napačne (N):

1. Najobsežnejša skupina živih bitij, ki jih poznamo, so pipalkarji (N; najobsežnejša skupina živih bitij, ki jih poznamo, so žuželke).
2. Najmanjša živa bitja so virusi (N; virusi niso živa bitja – najmanjša živa bitja so enocelična bitja – bakterije).
3. Največji človeški organ so jetra (N; največji človeški organ je koža).

Preglednica 10 nam prikazuje odstotek pritrdilnih odgovorov na zastavljene pravilne in nepravilne trditve. Prvo trditev o najobsežnejši skupini živih bitij, ki jih poznamo, je kot pravilno označil le en študent (0,97 %). Drugo trditev, ki trdi, da so najmanjša živa bitja virusi, je kot pravilno označilo 24 % študentov, od tega večinoma študentje 4. letnika, ki so predmet Naravoslovje 1 poslušali več kot dve leti pred anketiranjem. Tretjo trditev o največjem človeškem organu je kot pravilno označilo le 11 študentov (10,6 %).

Vse tri trditve, ki so zajemale podatke, ki so jih študentje pridobili med gledanjem kratkih filmov, so bile pravilne (P). Izbrali smo podatke iz kratkih filmov, ki so si jih študentje ogledali med obveznimi laboratorijskimi vajami, pri katerih so bili prisotni vsi študentje. Trditve so se glasile:

1. Žrtve komodoškega varana umrejo zaradi okužbe ob ugrizu (P).

2. Kameleon lahko vrti svoje oči neodvisno drugo od druge in je zato izvrsten plenilec (P).
3. Majhne brazilske opice kapucinke znajo uporabljati orodje pri trenju orehov (P).

Prvo trditev je pravilno označilo le 41 študentov (39,42 %), drugo trditev 60 študentov (58,65 %) in tretjo trditev 50 študentov (48,08 %). Ugotovimo lahko, da si je podatke, pridobljene s pomočjo IKT, kjer so si študentje med obravnavo teme ogledali kratke filme, zapomnila polovica študentov.

Trditve, ki so zajemale znanje, ki so ga študentje pridobili med praktičnimi laboratorijskimi vajami, s pomočjo izkustvenega učenja, so bile izbrane glede na tematiko: prva je bila s področja poznavanja človeškega telesa, druga s področja poznavanja rastlin in tretja s področja poznavanja živali. Dve trditvi sta bili pravilni (P), ena pa napačna (N):

1. Da z jezikom okusimo sladkor, se mora ta najprej raztopiti v slini (P).
2. Dvospolni cvet pri kritosemenkah je zgrajen iz čašnih in venčnih listov, prašnikov in pestiča (P).
3. Pri popolni preobrazbi žuželk ni prisotnega stadija bube (N; pri nepopolni preobrazbi žuželk ni prisotnega stadija bube, pri popolni pa je).

Trditev, da se mora sladkor najprej raztopiti v slini, preden ga okusimo, so študentje označili kot pravilno v kar 88,05 % primerov, kar je razumljivo glede na to, da so študentje ta poskus med laboratorijskimi vajami izvajali na sebi. Tudi trditev o zgradbi dvospolnega cveta pri kritosemenkah, ki so ga med vajami opazovali pod stereomikroskopom, je kot pravilno označilo 75 študentov (72,12 %). Tretjo, nepravilno trditev o razvojnih stadijih žuželk, ki so jih prav tako opazovali pri vajah, je kot pravilno označilo le 8 študentov (7,70 %).

Rezultati kažejo, da so si študentje najbolj zapomnili podatke, ki so jih pridobili med laboratorijskimi vajami, pri katerih so sami izvajali poskuse in opazovali rastline ter živali, kjer so se posluževali izkustvenega učenja. Veliko podatkov so si zapomnili tudi med ustnim podajanjem bioloških vsebin, le približno v polovici primerov pa so si zapomnili vsebine, ki so jih pridobili s pomočjo IKT, med gledanjem kratkih filmov o obravnavanih bioloških vsebinah.

Četrty sklop

*Uspešnost različnih pristopov poučevanja bioloških vsebin
z vidika trajnosti znanja*

S pomočjo četrtega sklopa vprašalnika smo želeli ugotoviti, kateri podatek, vsebinski sklop ali dejavnost pri predmetu Naravoslovje 1 so si študentje naj-

Preglednica 11 Prikaz najpogostejših odgovorov na odprto vprašanje »Kateri podatek, vsebinski sklop ali dejavnost pri predmetu Naravoslovje 1 vam je najbolj ostal/-a v spominu?«

Postavka	<i>f</i>
Če se gekon počuti ogroženega, odvrže svoj rep. Zaradi tega lahko tudi pogine.	10
Vse, kar se tiče rastlin in živali.	7
Predavanje o ekologiji in ozonski luknji.	6
Zgradba cveta pri kritosemenkah.	4
Morski psi nimajo mehurja in sečno kislino izločajo v kri; zato ima meso značilen okus.	4
Opazovanje rastlin in živali pod mikroskopom.	4
Razdelitev živalskega kraljestva.	4
Popolna in nepopolna preobrazba pri žuželkah.	4

bolj zapomnili, in iz tega sklepati, kateri pristop poučevanja bioloških vsebin je bil najuspešnejši z vidika trajnosti znanja. Postavili smo jim vprašanje odprtega tipa, v katerem smo jih prosili, naj navedejo, kateri podatek, vsebinski sklop ali dejavnost pri predmetu Naravoslovje 1, bodisi pri predavanjih, laboratorijskih ali terenskih vajah, jim je najbolj ostal ali ostala v spominu.

Na vprašanje je odgovorilo 99 študentov (95,2 %); nanj smo prejeli 46 različnih odgovorov.

Osem najpogostejših odgovorov, na katere je odgovorilo 43 študentov (41,35 %), je predstavljenih v preglednici 11.

Iz odgovorov lahko razberemo, da so študentom najbolj ostali v spominu podatki in znanje, ki so jih pridobili s pomočjo izkustvenega učenja na laboratorijskih vajah, kjer so opazovali rastline in živali, med njimi gekona in različne stadije razvoja pri žuželkah s popolno in nepopolno preobrazbo, ter opazovali zgradbo rastlin pod stereomikroskopom, med drugim tudi cvet kritosemenke.

V spominu so jim ostali tudi določeni podatki, ki so jim bili podani ustno med predavanji, kot je predavanje o ekologiji, za katero smo poudarili, da ni sinonim za varstvo narave, temveč se ukvarja z odnosi med okoljem in organizmi, ki v njem živijo; v okviru predavanja so posebej omenili razlago o zadnja leta vse aktualnejši ozonski luknji. Študentje so odgovorili tudi, da jim je v spominu ostalo vse, kar se tiče rastlin in živali, razdelitev živalskega kraljestva, izpostavili pa so tudi več zanimivosti o živalih, ki so bile dodane predavanjem kot popestritev učne snovi. Med njimi so največkrat omenili posebnost pri morskih psih, ki za razliko od rib kostnic sečno kislino izločajo v kri.

Analiza odgovorov kaže, da so si študentje najbolj zapomnili podatke in naravoslovne vsebine, ki so jih pridobili pri praktičnih laboratorijskih vajah,

kjer so se posluževali izkustvenega učenja in na katerih so imeli opravka z živim materialom, ter pri predavanjih, kjer so si zapomnili podatke, ki so jim bili predani z ustno razlago učne snovi.

Razprava

V raziskavi smo želeli ugotoviti, kateri pristopi poučevanja bioloških vsebin pri predmetu Naravoslovje 1 so bili najučinkovitejši v smislu razumevanja in trajnosti znanja za študente študijskega programa Razredni pouk Pedagoške fakultete Univerze na Primorskem.

V prvem sklopu raziskave, v katerem smo ugotavljali afiniteto študentov do predmeta in do različnih načinov podajanja snovi, smo ugotovili, da je večini študentov predmet Naravoslovje 1 všeč. Pozitivno so se opredelili tudi do vseh uporabljenih pristopov poučevanja bioloških vsebin ter vseh uporabljenih učnih pripomočkov, še posebej do drsnic, narejenih v programu PowerPoint, in do razlage predavateljice. Pri ugotavljanju, kateri pristopi poučevanja vsebin in kateri uporabljeni učni pripomočki so jim najbolj pomagali pri razumevanju bioloških vsebin, so najbolj izpostavili prikaz fotografij in risb ob razlagi predavateljice ter delo z živimi organizmi na laboratorijskih in terenskih vajah, pri trajnosti znanja pa delo z živimi organizmi in drsnice, pripravljene v programu PowerPoint, po vsej verjetnosti tudi zato, ker so te uporabljali tudi pri kasnejši pripravi na izpit.

V drugem sklopu raziskave smo ugotavljali, kateri pristopi poučevanja in kateri učni pripomočki so študentom po njihovem mnenju najbolj pomagali pri razumevanju težjih bioloških vsebin, kot sta delitev celice in proces fotosinteze. Tukaj so študentje navedli, da jim je pri razumevanju v največji meri pomagala razlaga predavateljice. Študentom je pri razumevanju omenjenih bioloških vsebin po njihovem mnenju najmanj pomagal prikaz kratkih animiranih filmov o obravnavani temi, kar je bilo nepričakovano glede na številne nove raziskave, ki trdijo, da k razumevanju obeh obravnavanih bioloških procesov in težko razumljivih bioloških vsebin pripomorejo predvsem dinamične animacije, kratki animirani filmi in igrice (Goff idr. 2016; 2017; Stith 2004). Vendar pa nekatere raziskave kažejo, da je pri poučevanju zahtevnejših naravoslovnih vsebin, predvsem s področja biologije in medicine, najprimernejša metoda poučevanja tradicionalno usmerjen pouk, ki je v tem primeru prekašal izkustveno učenje in učenje z uporabo IKT (Sadeghi, Sedaghat in Ahmadi 2014).

Po analizi testov znanja s področja delitve celice in fotosinteze smo ugotovili, da študentje kljub podrobni razlagi, drsnicam, kratkim animacijam in ponavljanju bioloških vsebin, s katerimi so se srečali že v osnovni in srednji šoli,

še vedno zamenjujejo procesa mitoze in mejoze. Biološke vsebine, ki obravnavajo proces mejoze, uvrščamo med tiste, na podlagi katerih se v obdobju šolanja razvije največ napačnih predstav (Brown 1990; Kindfield 1994; Newman, Catavero in Wright 2012; Goff idr. 2017). Glede na to, da številne študije dokazujejo, da je aktivno učenje ključ k izboljšanju učenčevega konceptualnega znanja, so kot primer aktivnega učenja celične biologije Goff idr. (2017) razvili računalniški program, ki je učencem višjih razredov osnovne šole predstavil princip celične delitve na interaktiven, dinamičen način, na podlagi katerega so učenci reševali teste znanja uspešneje od sovrstnikov, ki so jim bile omenjene biološke vsebine predstavljene na tradicionalen način. Čeprav so bili študentje v naši raziskavi mnenja, da jim pri razumevanju delitve celice bolj kot uporaba IKT pomaga razlaga predavateljice, bi bilo v prihodnosti dobro podobne računalniške programe preizkusiti tudi na študentih, bodočih osnovnošolskih učiteljih. Te moramo namreč pripraviti na to, da bodo znanje s področja celične delitve na znanstveno neoporečen način prenašali na svoje učence.

Test znanja s področja delitve celice je pokazal precej boljše rezultate, vendar smo opazili visok odstotek napačno opredeljene nepravilne trditve (68,49 %), v kateri smo trdili, da rastline s koreninami iz tal srkajo vodo in hranilne snovi. To lahko pripisujemo močno ukoreninjenim napačnim predstavam pri študentih, ki jih z našimi načini poučevanja nismo uspeli zatreti in ki si jih učenci izoblikujejo že v predšolskem ali osnovnošolskem obdobju (Storey 1989; Keleş in Kefeli 2010; Özay in Öztaş 2010). Velikokrat se namreč zgodi, da vzgojitelji in osnovnošolski učitelji otroke naravoslovne koncepte učijo napačno, na podlagi svojih lastnih napačnih predstav, pridobljenih v otroštvu. Ena najpogostejših napačnih predstav v naravoslovju je prav ta, da rastline s koreninami iz zemlje srkajo hranilne snovi, čeprav se strinjajo tudi, da si rastline hranilne snovi pridobivajo same v procesu fotosinteze (Keleş in Kefeli 2010).

V tretjem sklopu raziskave smo preko postavljenih trditev, podanih s pomočjo treh različnih pristopov poučevanja bioloških vsebin, želeli dognati, kateri pristop je najbolj pripomogel k trajnosti znanja študentov. Ugotovili smo, da so si študentje najbolj zapomnili podatke, ki so jih pridobili med praktičnimi laboratorijskimi vajami, kjer so biološke vsebine usvajali s pomočjo izkustvenega učenja, nekoliko manj podatke, pridobljene med ustno razlago, najmanj pa pri poučevanju z uporabo IKT, ko so bile obravnavane biološke vsebine obogatene z gledanjem kratkih filmov.

Tudi v četrtem sklopu raziskave smo prišli do podobnih rezultatov, na podlagi katerih lahko sklepamo, da je k trajnosti znanja v največji meri pripomo-

gel izkustveno naravnan pouk. Ti so v skladu z izsledki iz literature, v katerih dokazujejo prednosti izkustvenega pred ostalimi pristopi poučevanja v smislu razumevanja bioloških vsebin (Loxley idr. 2010; Ward idr. 2011; Lee idr. 2017; Winterbottom 2017), ugotovili pa smo, da je k zapomnitvi bioloških vsebin veliko pripomogla tudi razlaga predavateljice. Nekoliko je presenetljivo, da je razlaga vplivala na pomnjenje v večji meri kot uporaba animacij in kratkih filmov, s pomočjo katerih smo želeli še dodatno obrazložiti obravnavano snov, vendar nekatere raziskave kažejo, da je pri obravnavi težjih bioloških vsebin tradicionalni način podajanja vsebin uspešnejši od uporabe IKT (Sadeghi, Sedaghat in Ahmadi 2014).

Zaključki

Rezultati naše študije kažejo, da je k razumevanju in trajnosti znanja, pridobljenega pri predmetu Naravoslovje 1, v največji meri pripomogel izkustveno naravnan pouk, ki so ga bili študentje študijskega programa Razredni pouk deležni pri laboratorijskih in terenskih vajah. Presenetljivi so rezultati, ki kažejo, da so študentje pridobili več trajnega znanja na podlagi tradicionalnega podajanja bioloških vsebin kot pri poučevanju z uporabo IKT, pri katerem so si študentje ogledali animacije in kratke filme o obravnavni temi, vendar smo razlago pri vseh bioloških vsebinah podkrepili s slikami, shemami in fotografijami ter z drsnicami v programu PowerPoint, tako da se nekaterih segmentov uporabe IKT ne da ostro ločiti od same razlage bioloških vsebin. Izsledke raziskave bomo lahko uporabili pri nadaljnjem načrtovanju in izboljševanju podajanja bioloških vsebin pri predmetu Naravoslovje 1.

Literatura

- Brown, C. R. 1990. »Some Misconceptions in Meiosis Shown by Students Responding to an Advances Level Practical Examination Question in Biology.« *Journal of Biological Education* 24 (3): 182–186.
- Bulić, Mila, in Petra Mandić Jelaska. 2017. »The Effect of E-Learning on the Acquisition of Learning Outcomes in Teaching Science and Biology.« *Croatian Journal of Education* 19 (2): 447–477.
- Bulić, Mila, in Daniela Novoselić. 2014. »E-Learning in a Biology Classroom.« *ICT in Practice*, 1. april. <http://www.ictinpractice.com/e-learning-in-a-biology-classroom/>
- Clark, Richard E., Paul A. Kirschner in John Sweller. 2006. »Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching.« *Educational Psychologist* 41 (2): 75–86.
- Dobber, Marjolijn, Rosanne Zwart, Marijn Tanis in Bert van Oers. 2017. »Litera-

- ture Review: The Role of the Teacher in Inquiry-Based Education.« *Educational Research Review* 22:194–214.
- Ferjan, Tatjana. 2005. »Nekaj misli o konstruktivistično naravnem pouku.« *Pedagoška obzorja* 20 (3–4): 147–150.
- Finžgar, Blaž, Nastja Cotič in Darjo Zuljan. 2017. »Uporaba informacijsko-komunikacijske tehnologije med poukom naravoslovja in tehnike.« V *Razsežnosti sodobnih učnih okolij*, ur. Silva Bratož, 197–209. Koper: Založba Univerze na Primorskem.
- Furtak, Erin Marie, Tina Seidel, Heidi Iverson in Derek C. Briggs. 2012. »Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis.« *Review of Educational Research* 82 (3): 300–329.
- Goff, Eric E., Katie M. Reindl, Christina Johnson, Phillip McClean, Erika G. Offerdahl, Noah L. Schroeder in Alan R. White. 2016. »Variation in External Representations as Part of the Classroom Lecture.« *Biochemistry and Molecular Biology Education* 45 (3): 226–234.
- . 2017. »Efficacy of a Meiosis Learning Module Developed for the Virtual Cell Animation Collection.« *CBE Life Science Education* 16 (1): 1–12.
- Gürbüz, Hasan, Mustafa Kışoğlu, Mehmet Erkol, Ali Alaş in Sakıp Kahraman. 2010. »The Effect of PowerPoint Presentations Prepared and Presented by Prospective Teachers on Biology Achievement and Attitudes toward Biology.« *Procedia: Social and Behavioural Sciences* 2 (2): 3043–3047.
- Hamzat, Abdulrasaq, Ganiyu Bello in Isaac Olakanmi. 2017. »Effects of Computer Animation Instructional Package on Students' Achievement in Practical Biology.« *Cypriot Journal of Educational Sciences* 12 (4): 218–227.
- Ivanuš Grmek, Milena, Branka Čagran in Lidija Sadek. 2009. *Didaktični pristopi pri poučevanju predmeta Spoznavanje okolja v tretjem razredu osnovne šole*. Znanstvena poročila Pedagoškega inštituta 03/09. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
- Keleş, Esra, in Pinar Kefeli. 2010. »Determination of Student Misconceptions in 'Photosynthesis and Respiration Unit' and Correcting Them with the Help of Cai Material.« *Procedia: Social and Behavioural Sciences* 2 (2): 3111–3118.
- Kindfield, Ann C. H. 1994. »Understanding a Basic Biological Process: Expert and Novice Models of Meiosis.« *Science Education* 78 (3): 255–283.
- Lee, Tze Jiun, Nurzatulshima Kamarudin, Othman Talib in Aminuddin Hassan. 2017. »How Does Inquiry-Based Instruction Affect Learning in a Secondary School Science Class?« V *Empowering 21st Century Learners through Holistic and Enterprising Learning*, ur. Geok Bee Teh in Siew Chee Choy, 103–113. Singapur: Springer.
- Loxley, Peter, Lyn Dawe, Linda Nicholls in Babs Dore. 2010. *Teaching Primary Science: Promoting Enjoyment and Developing Understanding*. Edinburgh: Pearson Education.
- Marentič Požarnik, Barica. 2000. *Psihologija učenja in pouka*. Ljubljana: DZS.

- Meadows, John. 2007. *Science and ICT in the Primary Scholl: A Creative Approach to Big Ideas*. London: David Fulton Publishers.
- Newman, Dina L., Christina M. Catavero in Leslie Kate Wright. 2012. »Students Fail to Transfer Knowledge of Chromosome Structure to Topics Pertaining to Cell Division.« *CBE Life Science Education* 11 (4): 425–436.
- Özay, Esra, in Haydar Öztaş. 2010. »Secondary Students' Interpretations of Photosynthesis and Plant Nutrition.« *Journal of Biological Education* 37 (2): 68–70.
- Rutten, Nico, Wouter R. van Joolingen in Jan T. van der Veena. 2012. »The Learning Effects of Computer Simulation in Science Education.« *Computers & Education* 58 (1): 136–153.
- Sadeghi, Roya, Mohammad Mehdi Sedaghat in Faramarz Sha Ahmadi. 2014. »Comparison of the Effect of Lecture and Blended Teaching Methods on Students' Learning and Satisfaction.« *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism* 2 (4): 146–150.
- Shaheen, Saima, in Sufiana Khatoon. 2017. »Impact of ICT Enriched Modular Approach on Academic Achievement of Biology Students.« *Journal of Research and Reflections in Education* 11 (1): 49–59.
- Skribe Dimec, Darja. 2009. »Motivacija kot pomembna vez med cilji, osrednjim delom in zaključnim delom učne ure pri pouku naravoslovja.« *V Pouk v družbi znanja*, ur. Vida Medved Udovič, Mara Cotič in Majda Cencič, 170–182. Koper: Pedagoška fakulteta.
- Stith, Bradley J. 2004. »Use of Animation in Teaching Cell Biology.« *Cellular Biological Education* 3 (3): 181–188.
- Storey, Richard D. 1989. »Textbook Errors & Misconceptions in Biology: Photosynthesis.« *The American Biology Teacher* 51 (5): 271–274.
- Šorgo, Andrej, Zdravka Hajdinjak in Darko Briški. 2008. »The Journey of a Sandwich: A Computer-Based Laboratory Experiments about the Human Digestive System in High School Biology Teaching.« *Advanced Physiology Education* 32 (1): 92–99.
- Trundle, Kathy C. 2014. »Teaching Young Children Science.« *V Contemporary Perspectives and Research on Early Childhood Education*, ur. Mustafa Yasar, Ozkan Ozgun in Jeanne Galbraith, 126–134. Newcastle: Cambridge Scholars.
- Ministrstvo za šolstvo in šport. 2011. *Program osnovna šola: naravoslovje in tehnika; učni načrt* Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport in Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Ward, Hellen, Judith Roden, Claire Hewlett in Julie Foreman. 2011. *Teaching Science in the Primary Classroom*. Los Angeles: Sage.
- Williams, John, in Kathrin Otrell-Cass. 2016. »Teacher and Student Reflections on ICT-Rich Science Inquiry.« *Research in Science & Technological Education* 35 (1): 88–107.

- Winterbottom, Mark. 2017. »Teaching and Learning Biology.« *V Science Education: New Directions in Mathematics and Science Education*, ur. Keith S. Taber in Ben Akpan, 343–353. Rotterdam: Sense.
- Yadav, Bhishm Vrat. 2017. »ICT in Quality Science Teaching-Learning.« *International Journal of Applied Research* 3 (3): 107–109.

Effectiveness of Different Teaching Approaches to Understand and Remember Biological Concepts

The aim of the present study was to determine, which teaching approaches during the course of natural sciences were the most effective in terms of understanding and remembering biological concepts. The study included 104 students of the Faculty of Education of the University of Primorska, during their 2nd, 3rd and 4th years of study. The tested teaching approaches were: (1) lecturing, (2) PowerPoint Presentations, (3) presentations through short movies and animations, (4) displaying photographs and diagrams, and (5) hands-on practical course and field work, where the students, under the supervision of the lecturer, handled and observed living organisms. Questionnaires conducted after the courses, showed that the most effective method of learning biological principles and concepts was not the use of information communication technology, but inquiry-based learning. However, in the case of more difficult concepts, the most effective educational method was the traditional way of transferring knowledge: lecturing.

Keywords: teaching biological sciences, didactical methods, ICT, inquiry-based learning, lecturing