

Konceptualno povezivanje faza životnih ciklusa odabranih organizama uz primjenu kumulativnog učenja

Vrbanović, Dorotea

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:089282>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno - matematički fakultet
Biološki odsjek

Dorotea Vrbanović

**KONCEPTUALNO POVEZIVANJE FAZA ŽIVOTNIH
CIKLUSA ODABRANIH ORGANIZAMA UZ PRIMJENU
KUMULATIVNOG UČENJA**

Diplomski rad

Zagreb, 2018.

Ovaj rad je izrađen pri katedri za Metodiku nastave biologije na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno–matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ines Radanović. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno– matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.



Zahvala

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Ines Radanović na iskazanom povjerenju, razumijevanju, sigurnom vođenju te prije svega pristupačnosti i trudu prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se Valeriji Begić na pomoći prilikom izrade materijala za provjeru.

Zahvaljujem se svim profesorima i učenicima koji su sudjelovali u istraživanju.

Zahvaljujem se svojoj obitelji, roditeljima Tamari i Jurici te sestrama Ani i Sari na podršci i razumijevanju. Bez njih ovaj put do kraja studija ne bih bio moguć.

Zahvaljujem se Hrvoju na ljubavi, motivaciji, podršci i poticanju da uvijek dam sve od sebe i budem bolja.

Zahvaljujem se svim prijateljima koji su bili uz mene, posebice Lei na prijateljstvu i druženju tijekom cijelog studija.



TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Konceptualno povezivanje faza životnih ciklusa odabranih organizama uz primjenu kumulativnog učenja

Dorotea Vrbanović

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

Cilj ovog istraživanja je odrediti usvojenost i konceptualno razumijevanje koncepta *Životni ciklusi* kod učenika osnovne i srednje škole. U svrhu ostvarenja cilja učenici su rješavali provjeru u on-line sustavu e-učenja MoD. Analiza učeničkih odgovora uključivala je specifično kodiranje odgovora i tumačenje biološkog značenja. Izdvojeni su i objašnjeni problemi i miskoncepcije vezani uz koncept životnih ciklusa te je analizirana uspješnost učinka kumulativnog provjeravanja. Mnogi učenici pogrešno su odabirali slike za pojedine faze unutar životnog ciklusa, što upućuje na nedovoljnu vizualizaciju bioloških sadržaja od strane učenika, nedovoljnu upotrebu nastavnih pomagala od strane nastavnika te u konačnici slabije razumijevanje principa koji su okosnica životnih ciklusa organizama. Istraživanjem je utvrđena umjerena povezanost uspješnosti u rješavanju provjere i usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa. Utvrđene miskoncepcije i problemi ukazuju na potrebu uvođenja nastavnih strategija kao što su kumulativno učenje uz izraženiju potrebu za vizualnom i iskustvenom potporom te uspostavljenjem uzročno-posljedičnih veza pri učenju, koja će doprinijeti razvoju sposobnosti stvaranja iskustva i akumuliranja znanja.

(stranica 107, slika 72, tablica 8, literaturnih navoda 35, priloga 14, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Centralnoj biblioteci Biološkog odsjeka, Rooseveltov trg 6.

Ključne riječi: osnovna škola, srednja škola, koncept životnih ciklusa, konceptualno razumijevanje, kumulativno učenje i provjeravanje

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Ines Radanović

Povjerenstvo: izv. prof. dr. sc. Ines Radanović, izv. prof. dr. sc. Vesna Petrović Peroković i prof. dr. sc. Zlatko Liber, zamjena izv. prof. dr. sc. Iva Juranović Cindrić

Rad prihvaćen: 4.7.2018.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation thesis

Conceptual association of different phases in a life cycle of chosen organisms by using the method of Cumulative learning

Dorotea Vrbanović

Rooseveltovej trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

The goal of this research is to determine the adoption and conceptual understanding of the Life cycle concept among middle school and high school students. For the purpose of achieving this goal students had to take an online quiz through the e-learning application MoD. The analysis of the students' answers included a specific coding and interpretation of the biological meaning. The problems and misconceptions regarding the life cycle concept are isolated and explained, also the success of the cumulative method of review is analysed. A lot of students picked out wrong images for different phases within a life cycle. That points to the students' inadequate visualisation of the biological content, the inadequate usage of school materials by teachers and ultimately a weaker understanding of the principles that are the cornerstone of life-cycle organisms. The research ascertained a moderate connection of the success in solving the test question and adopting the cumulative model of the life cycle. The identified misconceptions and problems point to the need of implementing new teaching strategies as cumulative learning, with a more pronounced need for visual and experiential support and the establishment of causal relationships in learning, which will contribute to the development of the ability to create experience and accumulation of knowledge.

(pages 107, figures 72, tables 8, references 35, attachment 14, original in: croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library, Rooseveltov trg 6.

Key words: middle school, high school, Life cycle concept, conceptual understanding, cumulative learning and cumulative method of review

Supervisor: dr. Ines Radanović, assoc. prof.

Reviewers: dr. Ines Radanović, assoc. prof., dr. Zlatko Liber, prof. and dr. Vesna Petrović Peroković, assoc. prof., replacement dr. Iva Juranović Cindrić, assoc. prof.

Thesis accepted: 4.7.2018.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Kumulativno učenje	1
1.2. Kumulativno poučavanje.....	3
1.3. Utvrđivanje miskoncepcija.....	5
1.4. Koncept Životni ciklus u nastavi prirode i biologije u osnovnoj i srednjoj školi.....	6
1.5. Cilj istraživanja.....	9
2. METODE	10
3. REZULTATI.....	14
3.1. Analiza provjere provedene u on-line sustavu e-učenja MoD.....	14
3.1.1. Analiza riješenosti provjere za učenike osnovne i srednje škole.....	14
3.1.2. Analiza zadataka povezivanja faza u životnom ciklusu odabranih organizama.....	16
3.1.3. Analiza dodatnih pitanja za učenike osnovne i srednje škole.....	45
3.1.4. Pojave miskoncepcija učenika osnovne škole uz zadatke popunjavanja faza životnih ciklusa prema klasama riješenosti.....	67
3.1.5. Pojave miskoncepcija učenika srednje škole uz zadatke popunjavanja faza životnih ciklusa prema klasama riješenosti.....	73
3.2. Analiza uspješnosti primjene kumulativnog načina provjeravanja	80
4. RASPRAVA.....	85
5. ZAKLJUČCI.....	91
6. LITERATURA	92
7. PRILOZI.....	95
8. ŽIVOTOPIS	107

1. UVOD

Biologija je jedan od ključnih predmeta prirodoslovnoga područja u hrvatskome obrazovanju. Poučavanje bioloških sadržaja i koncepata počinje u prvome razredu osnovne škole u predmetu Priroda i društvo. Poučavanje Biologije kao zasebnoga predmeta, počinje u sedmome razredu osnovne škole te se nastavlja tijekom srednjoškolskoga obrazovanja u mnogim srednjoškolskim programima (Ristić Dedić i sur., 2011). Iako je biologija jedan od ključnih predmeta, u hrvatskim školama se većim dijelom ne zahtjeva konceptualno razumijevanje, već se većina sadržaja reproduktivno poučava, a od učenika se većim dijelom traži reprodukcija sadržaja (Garašić i sur., 2018). Poučavanje određene biološke teme ne mora rezultirati učenjem. Izlaganje učenika velikom broju informacija može biti kontraproduktivno, te može otjerati i najtalentiranije i najzainteresiranije učenike. Nastavnici biologije ne bi se trebali opterećivati obradom svakog detalja unutar određene teme, već trebaju odlučiti što žele da njihovi učenici znaju ili za što su sposobni na kraju svake nastavne cjeline (AAAS, 2010).

1.1. Kumulativno učenje

Prema Illeris (2003) učenje uključuje dva različita procesa, vanjsku interakciju između učenika i njegovog socijalnog, kulturološkog i materijalnog okruženja te unutarnji psihološki proces prikupljanja i razrađivanja novih informacija i njihovo povezivanje s prethodnim znanjem.

Osnovna ideja kumulativnog učenja je da učenik rješava niz povezanih zadataka u određenom redoslijedu, pri tome se ubrzava rješavanje i razumijevanje sljedećeg u niza zadatka koristeći se naučenim informacijama (Gagne, 1985). Drugim riječima, učeniku se daje prednost pri rješavanju novog zadatka, jer iz prethodno naučenog zadatka ima sve potrebne informacije. Učenik napreduje u svom razvoju, ne zato što je usvojio jedan ili više elemenata, već zato što ih je naučio u određenom redoslijedu koji se nadovezuju jedan na drugi misaonim procesima; diferencijacijom, prisjećanjem i prenošenjem znanja (Furby, 1972). Naglasak se stavlja na reorganizaciju znanja, a ne samo na njezino prikupljanje. Učenik mora naučiti niz vještina prije nego li je sposoban izvesti zadanu radnju. On napreduje prikupljajući niz vještina u hijerarhijskom slijedu. Treba uzeti u obzir da to napredovanje može imati nekoliko različitih puteva (Gagne, 1985). Furby (1972) objašnjava da se svaki zadatak može analizirati na podređene vještine potrebne za uspješno izvođenje zadatka, prema tome svaki zadatak se može

kumulativno naučiti. Takav način olakšava učenje u višim fazama obrazovanja kada je hijerarhija vještina usvojenih za uspješno rješavanje zadatka gotovo završena, jer je potreban samo mali korak, „magični ključ“ za izvršenje zadatka. Međutim, za izvršenje nekih zadataka „magični ključ“ se nikada ne otkrije zbog krivih pretpostavka što bi on mogao biti od strane ispitivača te krive pretpostavke nastavnika da je hijerarhija vještina kod učenika usvojena.

Najbolji argument za kumulativno učenje je prema Swarup i sur. (2005) da ljudi stalno koriste analogije za rješavanje problema, uspoređuju i mijenjaju znanje ovisno o kontekstu. Objasnjavaju da ako su dva problema slična, čovjek može prenijeti znanje iz jednog problema u drugi kako bi ubrzao rješavanje novog problema. Furby (1972) opisuje kako pristup kumulativnog učenja pruža „bonus“ kod učenja generaliziranih zadataka gdje do prijenosa znanja dolazi zbog pojavljivanja identičnog ili jako sličnog elementa, pravilnosti, koncepta ili vještine unutar hijerarhijskog napredovanja kroz zadatke. Količina prijenosa znanja ovisi o sličnosti između zadataka, međutim do prijenosa dolazi i ako zadatci nisu identični. Iz toga se može zaključiti da kumulativno učenje daje prednost pri rješavanju sličnih, ali i različitih problema. Prema Swarup i sur. (2005) kumulativno znanje sastoji se od informacija, njihovih karakteristika i kognitivnih procesa kojima se dolazi do tih informacija, pri čemu se stavlja naglasak na organiziranost i povezanost svih informacija. Najbitniji dio kognitivnog procesa je sposobnost stvaranja iskustva i korištenja tih informacija za buduće zadatke. Odnosno, akumuliranje znanja stečenih tijekom cijelog života i njihovo prenošenje kroz različite kognitivne domene.

Zwirner i Thorton (2015) objasnjavaju kako se sama ljudska kultura akumulira i povećava svoju kompleksnost kroz vrijeme, gradeći se na znanjima prethodnih generacija. Takav oblik kulture naziva se i kumulativna kultura, koja je svojstvena samo za ljudsku populaciju. Provedeno je istraživanje nad kapucina majmunom, čimpanzom i djetetom. Ispitanici istraživanja su bili izloženi slagalici koja se je mogla riješiti u tri sukcesivna stadija. Samo je dijete pokazalo dokaze imitacije i učenja te je uspješno došlo do zadnje faze slagalice, odnosno jedino je dijete bilo sposobno kumulativno učiti. Iako je poznato da životinje imaju neke oblike kulture kao što su oružje, dijalekt i socijalni rituali, nema dokaza da se oni akumuliraju i nadograđuju tijekom vremena. Iako se kumulativno učenje pokazalo uspješnim u mnogim aspektima ljudskog života, do danas nije poznat niti jedan primjer kumulativnog poučavanja u učionici (Yew i sur., 2011).

1.2. Kumulativno poučavanje

Poučavanje često uključuje ponavljajući uzorak primjera koji ovise o kontekstu i pojednostavljenja prikaza znanstvenih činjenica (Maton, 2013). Culyer (1982) objašnjava da dok se svi slažu da je učenje kumulativno, malo ljudi raspravlja o očitj činjenici da je neuspješno poučavanje također kumulativno. Ako učenik ne usvoji pojam ili vještinu tijekom nastave, na idućem satu već počinje sa zaostatkom koji se povećava iz sata u sat. Kako bi se to spriječilo, nastavnik mora biti siguran da je učenik usvojio pojam ili vještinu prije uvođenja novog pojma ili vještine istog tipa. Takav način poučavanja Culyer naziva kumulativnim i predlaže njegov model. Prvo se učenik bazira na samu vještinu, kada savlada tu vještinu uvodi se nova vještina. Slijedi evaluacija naučenih vještina, te se tek onda uvodi treća vještina. Učenik tada evaluira prvu i treću naučenu vještinu itd. Treba naglasiti da svaki učenik ne mora ponoviti naučeno prije uvođenja nove informacije. Model je dizajniran da pomogne svakom učeniku primijeniti znanje u postepeno sve težim zadacima. Može se primijeniti na bilo kojem predmetu i bilo kojoj razini obrazovanja, a građen je na pretpostavkama da se zadatci učenja nadovezuju jedan na drugi te da je prije učenja novog zadatka potrebno usvojiti prethodni. Kako bi sa sigurnošću ustvrdili jesu li učenici usvojili stečeno znanje, nakon svake uvedene vještine trebala bi se izvršiti provjera znanja. Zadatci koji zadovoljavaju model kumulativnog učenja mogu imati vertikalni ili horizontalni slijed. Kada poučavamo individualne vještine prije savladavanja cijelog koncepta, odnosno kada prva naučena vještina služi kao osnova za daljnje učenje govorimo o horizontalnom slijedu poučavanja. Nepovezane vještine uče se vertikalnim slijedom učenja, a to znači da naučena vještina ne pomaže prilikom učenja slijedeće u nizu.

Maton (2009) objašnjava da kako bi učenici uspješno prenijeli svoje znanje iz jednog koncepta u drugi, trebaju imati razvijene određene vještine. Trebaju reflektivno razmišljati o realnosti tih naučenih vještina u svakodnevnom kontekstu. Kako bi to uspješno radili nastavnici im trebaju pružiti znanje i iskustvo u stvarnim životnim događajima. „Autentični okoliš za učenje“ stvara iskustvo koje pomaže učenicima nadograđivati prethodna iskustva i korištenje tog znanja u budućim situacijama. Omogući li se učenicima takav način rada i inzistira li se na primjeni znanja u svakodnevnom kontekstu, u stvari učenici kumulativno uče i povezuju gradivo.

Kao jedan od oblika primjene kumulativnog poučavanja u razredu Yew i sur. (2011) navode problemsko učenje, koje uključuje nekoliko faza individualnog učenja kao i timskog učenja. Prva faza problemskog učenja je predstavljanje problema učenicima, a važno je da učenici nisu upoznati s tim problemom. Nakon što je problem opisan grupi učenika oni ga

analiziraju, predlažu moguća rješenja i nadograđuju međusobne ideje, ovdje je prisutno timsko učenje. Prva faza zahtjeva od učenika asocijaciju problema iz zadatka s već postojećim znanjem. Uloga tima jest da pomogne drugim učenicima aktivirati znanje, odnosno da kada čuju tuđe ideje i razmišljanja učenici dođu do tih teško pristupnih informacija u svojoj memoriji te da sami dođu do zaključaka koje znanje im nedostaje za rješavanje problema. Objašnjavanje i razgovor o problemu u maloj grupi, prije rješavanja istog, pomaže učenicima usvojiti i prisjetiti se znanja. Aktivacija znanja ključna je za prijenos znanja između koncepata i njihovu reorganizaciju. Slijedeća faza uključuje individualno učenje, gdje učenici promišljaju o identificiranim problemima i nedostacima u znanju. Učenici individualno uče potrebno gradivo i istražuju probleme i informacije kojih su se dotakli u prvoj fazi. Na kraju se učenici vraćaju timskom učenju, predlažu svoja rješenja i vraćaju se na osnovnu pretpostavku i analiziraju njezinu točnost. Ovdje svaki učenik ima priliku iznijeti svoje mišljenje, objasniti ga i obraniti ga, te usput rekonstruirati svoje znanje. Slijedi rješavanje novog problema, ili dodatno učenje vezano za prvotni problem. Problemsko učenje je oblik kumulativnog učenja, jer učenici nadograđuju znanje iz jedne faze u drugu, faze su međuoavisne pa učenici ne mogu prijeći na drugu fazu ako nisu uspješno prošli prvu fazu itd. Uloga nastavnika u problemskom učenju jest vođenje učenika i njihovo usmjeravanje na specifične zadatke kroz pojedine faze problemskog učenja. Kako je to oblik aktivnog učenja, većinu zadataka i aktivnosti obavlja sam učenik.

Kumulativno organiziranje znanja prema klasterima opisuju Bharadwaj i Kanddwal (2008). Važan dio kumulativnog organiziranja znanja jest prema sličnosti i povezanosti koncepata. Jedan od načina kojim to možemo prikazati su klasteri, odnosno klaster u obliku drva. Korijen predstavlja najosnovniji koncept, svaka manja grana je detaljnija i sve užeg koncepta od veće roditeljske grane. Kako se pomičemo prema sve manjim granama, koncept je sve specifičniji. Svaka manja grana nasljeđuje opće pravilnosti i svojstva roditeljske grane, pa prilikom izrade klastera te informacije nije potrebno posebno navoditi. Takav način koncipiranja znanja sakuplja fragmente znanja i prezentira ih kao jedan kolektiv te kao takav reducira veličinu baze znanja. Time se olakšava uspješnost u budućem poučavanju, također se učenicima olakšava pristup određenim dijelovima znanja i smještanju tog znanja u koncepte. Huang i Frey (2008) opisuju sličan način organiziranja znanja, ali oni ga nazivaju kumulativna distribucijska mreža. Navode da se problem grupiranja povezanih podataka može smanjiti upotrebom kumulativnih mreža kroz više različitih primjera.

Culyer (1982) upozorava da treba obratiti pažnju na prirodu i brojnost pojmova i vještina koje su propisane planom i programom. Njihov veliki broj daje malo prostora nastavniku da

osigura kvalitetno učenje. Također, navodi da treba voditi računa o odabiru nastavnih pomagala, jer mnoge radne bilježnice pružaju više vježbe za jednu vještinu nego što pružaju sistematičan pregled prethodno usvojenih vještina. Kako bi pospješili učenje treba doći do promjene kurikuluma. Ako do promjene ne dođe, sami nastavnici mogu pospješiti kumulativno učenje uvođenjem tehnike kumulativnog poučavanja i provjeravanja. Također, Kilpert i Shay (2013) navode da je kumulativno učenje ograničeno kurikulumom, jer se od učenika očekuje korištenje znanja „viših“ razina prije nego li su svladali one „nižih“ razina. Kao što navodi Illeris (2003) na učenje više ne možemo gledati samo kao na prikupljanje znanja i vještina propisanih programom ili kurikulumom.

Nathanson i sur. (2004) navode da standardna pedagogija drži do toga da je školski program kumulativan. Osnovnoškolski predmeti stvaraju gradivne blokove koji će poslužiti u daljnjem obrazovanju. Gradivni blokovi uključuju upoznavanje s gradivom, procesom razmišljanja i osnovnim činjenicama. Učenici se s biološkim procesima i pojmovima susreću od samog rođenja, tijekom osnovne i srednje škole te daljnjeg obrazovanja, pa iz toga proizlazi da je učenje biologije kumulativan proces.

1.3. Utvrđivanje miskonceptija

Učenici dolaze u školu s različitim idejama i objašnjenjima svijeta oko njih. Te ideje se razlikuju od učenika do učenika i ovise o njihovim životnim okolnostima. Različita iskustva, razgovori s drugim vršnjacima, starijim osobama i mediji mogu znatno utjecati na njihov pogled na svijet. Takva razmišljanja često se razlikuju od mišljenja znanstvenika, a opisana su kao miskonceptije. Općenito, miskonceptije odgovaraju konceptima koji imaju individualne interpretacije i značenja u artikulacijama učenika koja nisu znanstveno točna (Bahar, 2003). Većina učenika ne zna da su njihove ideje krive, a kada im je rečeno da su u krivu teško odustaju od svojih ideja osobito ako imaju tu miskonceptiju duže vrijeme. Često ne vide razlog za promjenu svojih uvjerenja jer ih mogu objasniti, odnosno opravdati iskustvima iz svakodnevnog života (Tekkaya, 2002).

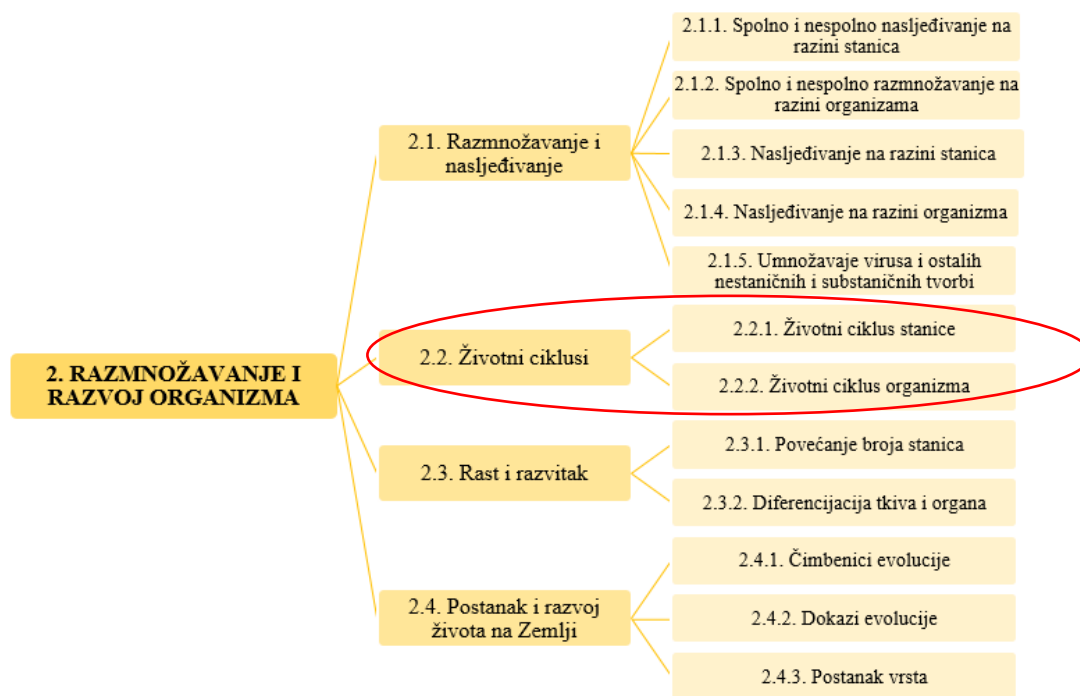
Bahar (2003) navodi metodu strukturne komunikacijske mreže kao dobro dijagnostičko sredstvo za otkrivanje miskonceptija. U njoj su učenicima ponuđeni mnogi podatci, a njihov zadatak je da izaberu potrebne podatke za odgovor na određeno pitanje te da ih poslože određenim redoslijedom koji reprezentira njihovo mišljenje. Rezultat ovakvog testa daje nam uvid u stupanj cjelovitosti i povezanosti učenikova znanja. Često se koriste i pitanja višestrukog

izbora zbog njihove objektivnosti i jednostavnosti ispravljanja, međutim ona ne govore ništa o procesu razmišljanja i ograničena su na određene biološke teme. Kod pisanja pitanja višestrukog izbora kao alternativne odgovore treba uzeti odgovore učenika na esejska pitanja ili pitanja otvorenog tipa, jer ona predstavljaju tipične miskoncepte učenika (Treagust, 1988).

Kako bi promijenili miskoncepte učenika moramo prihvatiti postojanje i vrijednost alternativnih ideja. Zatim moramo proširiti znanje oko tih ideja ili ih modificirati prema mišljenjima znanstvenika. Gilbert i Watts (1983) navode dva moguća puta konceptualne promjene, revolucionarni i evolucionarni. Revolucionarna promjena uključuje velike strukturne promjene znanja u kognitivnoj strukturi koje su uočljive u radu učenika. Dok evolucionarna promjena uključuje olakšavanje proširenja, bogatstva i preciznosti znanja u učenikovo kognitivnoj strukturi. Nastavnici koji žele evolucionarne promjene kod učenika moraju formirati veze između starog i novog gradiva, odnosno stvarati kognitivne mostove. Dok nastavnici koji žele revolucionarne promjene kod učenika mora stvoriti kognitivne konflikte unutar samog učenika. Međutim, napominju da se promjena miskoncepte može dogoditi samo ako učenik nije zadovoljan postojećim konceptima i relativnom razumljivošću, vjerodostojnošću i plodnosti konkurentnih koncepata.

1.4. Koncept *Životni ciklus* u nastavi prirode i biologije u osnovnoj i srednjoj školi

Koncept *Životni ciklus* pripada makrokonceptu *Razmnožavanje i razvoj organizma* (Slika 1), a zastupljen je u nastavnim sadržajima prirode i biologije za učenike od petog razreda osnovne škole do četvrtog razreda srednje škole. Koncept *Životni ciklus* uključuje dva koncepta; *Životni ciklus stanice* i *Životni ciklus organizma*. Oni obuhvaćaju slijedeće ishode učenja; analizirati životni ciklus stanice, objasniti osnovno načelo izmjene generacija i redukcije gametofita u autotrofnih organizama, usporediti životne cikluse životinjskih organizama te usporediti faze u životu čovjeka s obzirom na psihofizičke značajke (NCVVO, 2017). Koncept *Životni ciklus* pojavljuje se u različitoj zastupljenosti u nastavnim sadržajima za pojedini razred osnovne i srednje škole (Tablica 1.).



Slika 1. Opis područja Razmnožavanje i razvoj organizma (NCVVO, 2017)

Tablica 1. Zastupljenost koncepta Životni ciklus u nastavnim sadržajima za pojedini razred osnovne i srednje škole (MZOŠ, 2006; NCVVO, 2017)

Osnovna škola				Srednja škola- gimnazija			
Priroda		Biologija					
5. razred	6. razred	7. razred	8. razred	1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓

Prema nastavnom planu i programu za osnovnu školu (MZOŠ, 2006) u petom razredu osnovne škole u nastavi predmeta Priroda učenici se prvi puta susreću s konceptom *Životnih ciklusa*. U nastavnoj temi *Od stanice do mnogostaničnog organizma* učenici se upoznaju sa diobama stanice, odnosno započinju obradu koncepta *Životnog ciklusa stanice*. Nakon usvojene nastavne teme učenik bi trebao moći povezati diobu stanice s razmnožavanjem jednostaničnih i rastom mnogostaničnih organizama. U nastavnim temama *Razmnožavanje i ponašanje životinja* te *Cvijet i plod - građa i uloga*, učenici se upoznaju sa dijelovima životnog ciklusa životinja i biljaka, odnosno konceptom *Životnog ciklusa organizma*. Usvajanjem nastavnih sadržaja učenik bi trebao moći prikazati temeljne značajke razmnožavanja riba, ptica i sisavaca, te opisati građu ploda i njegovu ulogu u životu biljke cvjetnjače. Sa životnim ciklusom čovjeka učenici se upoznaju u nastavnoj temi *Pubertet - promjene i teškoće u sazrijevanju*, nakon koje bi učenici trebali moći prepoznati promjene (fizičke, spolne i psihičke) koje se događaju u pubertetu te povezati pojave mjesečnice i polucije sa spolnim sazrijevanjem.

U šestom razredu osnovne škole u nastavi predmeta Priroda nije zastupljen koncept *Životnih ciklusa*. Općenito je slabo zastupljen makrokoncept *Razmnožavanje i razvoj organizma*, obrađuje ga se površno kroz sve nastavne teme.

U sedmom razredu osnovne škole u nastavi predmeta Biologija koncept *Životnih ciklusa* prisutan je kroz većinu nastavnih tema. U nastavnoj temi *Stanične diobe* učenici se upoznaju sa mitozom i mejozom, odnosno životnim ciklusom stanice. Učenici bi trebali moći razlikovati mejozu i mitozu nakon obrade ove teme. Također, učenici se upoznaju sa životnim ciklusom nametnika prilikom obrade nastavnih tema *Plošnjaci, Oblici te Kukci i ostali člankonošci*. Kao i sa životnim ciklusom predstavnika svake skupine životinja i biljaka prilikom obrade ostalih nastavnih tema. Na kraju sedmog razreda učenik bi trebao biti sposoban uz pomoć predloška opisati životni ciklus riba, vodozemaca, gmazova, ptica, sisavaca, mahovina, papratnjača, golosjemenjača, kritosjemenjača te nametnika.

U osmom razredu osnovne škole u nastavi predmeta Biologija učenici obrađuju koncept *Životnog ciklusa čovjeka*. Kroz nastavne teme *Roditelji i potomci, DNA molekula, Građa i uloga spolnih organa, Začeće i razvitak djeteta prije rođenja te Od rođenja do smrti* prolaze kroz sve faze životnog ciklusa čovjeka. Učenici bi trebali biti sposobni; razlikovati spolno od nespolnog razmnožavanja, istaknuti da pri spolnom razmnožavanju sudjeluju oba roditelja - žena/ženka i muškarac/mužjak, odnosno ženska jajna stanica i muška spolna stanica - spermij te da su potomci raznoliki, obrazložiti važnost genske raznolikosti za opstanak života, opisati pojavu menstruacije i polucije kao znak spolne zrelosti organizma i mogućnosti oplodnje.

Na kraju osnovne škole učenik je upoznat sa životnim ciklusima svih predstavnika živog svijeta. Uz pomoć predloška učenik bi trebao moći opisati sve životne cikluse kao i moguće poteškoće u provedbi svakog od njih. U srednjoj školi, gimnazijskog programa učenici kroz sve četiri godine obrazovanja spominju koncept *Životnih ciklusa*. Tako su učenici kroz srednjoškolsko obrazovanje upoznati sa slijedećom sadržajnom osnovom; opisati ulogu i dijelove interfaze u životnome ciklusu stanice, tijek binarne diobe, faze mitoze i mejoze – sličnosti i razlike, način nastanka, broj i građa kromosoma na početku i kraju diobe, homologni kromosomi, bivalenti, kromatide, diobeno vreteno, centromer, telomera, razine spiralizacije kromosoma, sporofit i gametofit s obzirom na nastanak spora (mejozom) i gameta (mitozom), usporedba sporofita i gametofita mahovina, papratnjača, golosjemenjača i kritosjemenjača; redukcija gametofita tijekom evolucije, izmjena haploidne i diploidne generacije u zelenih alga (na primjeru morske salate), oprašivanje, oplodnja, nastanak sjemenki u kritosjemenjača, izmjena diploidne i haploidne faze (haploidne su spolne stanice), izmjena spolne i nespolne

generacije (na primjeru žarnjaka), metamorfoza vodozemaca, preobrazbe kukaca, partenogeneza na primjeru paličnjaka, rođenje, djetinjstvo, pubertet, mladenaštvo, zrelost, starost, smrt, djelovanje hormona. Odnosno sposobni su; analizirati životni ciklus stanice, objasniti osnovno načelo izmjene generacija i redukcije gametofita u autotrofnih organizama, usporediti životne cikluse životinjskih organizama te usporediti faze u životu čovjeka s obzirom na psihofizičke značajke (NCVVO, 2017). Treba napomenuti kako je koncept *Životnih ciklusa* važno područje ispitivanja na državnoj maturi, ono donosi osam od sto bodova. Za usporedbu jedan bod odnosi se na koncept *Znanstvena misao*, dva boda koncepti *Odnosi veličina u živom svijetu* i *Rast i razvitak*, a dvanaest bodova na koncepte *Porast složenosti i razvoj novih svojstava na višim organizacijskim razinama* te *Održavanje ravnoteže u prirodi*.

1.5. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je analizirati učeničke odgovore na pitanja iz on-line ankete kako bi se utvrdila usvojenost i konceptualno razumijevanje koncepta *Životni ciklusi* kod učenika u različitim fazama obrazovanja. U svrhu ostvarenja cilja, istraživanjem se želi:

1. analizirati učeničke odgovore, tako se utvrdi točnost i razina razumijevanja svakog pojedinog odgovora te odredi značenje odgovora u kontekstu konceptualnog razumijevanja
2. utvrditi uspješnost primjene kumulativnog načina provjere konceptualnog razumijevanja u različitim fazama obrazovanja
3. predložiti konceptualne poveznice koje mogu pospješiti kumulativno poučavanje

Utvrđeni problemi i konceptualne poveznice omogućiti će nastavnicima biologije bolje razumijevanje i uklanjanje miskonceptija kod učenika, te će ih bolje pripremiti za početak primjenjivanja kumulativnog poučavanja u školi.

2. METODE

Istraživanje je provedeno analizom odgovora po oko 100 učenika osnovne škole i srednje škole na provjeru u on-line sustavu e-učenja MoD. Učenici su rješavali pitanja vezana uz životne cikluse različitih organizama s ciljem da prikažu razlikovanje i razumijevanje, ali i uočavanje sličnosti osnovnih konceptualnih faza i procesa koji su zajednički u svim životnim ciklusima, kao i specifičnosti u pojedinim slučajevima te njihove povezanosti s životnim uvjetima tog organizma. Pitanja su se bazirala na popunjavanju osnovne univerzalne sheme životnog ciklusa (Prilog 1.), a organizmi su određeni u skladu s prethodim znanjem učenika. Uz svaki slikovni zadatak dodana su pitanja koja dodatno provjeravaju bitne procese, specifičnosti, povezanost sa životnim uvjetima i ponašanje organizama iz egzemplarnih primjera te potencijalne iznimke ovisno o razini učenja biologije.

Uz analizu odgovora učenika, procijenila se usvojenosti i konceptualno razumijevanje životnih ciklusa uz primjenu kumulativnog učenja. Analiza se provela u skladu s Nastavnim planom i programom za osnovnu (MZOŠ, 2006) i srednju školu i predviđenim ishodima učenja uz uvažavanje konceptualnog okvira biologije prema ispitnom katalogu državne mature iz Biologije (NCVVO, 2017), na način da se kodiranjem svakog pojedinog odgovora utvrdila točnost i razina razumijevanja učenika te se uz specifično kodiranje odgovora odredilo značenje odgovora u kontekstu konceptualnog razumijevanja.

Alat za provjeru sastojao se od tri dijela, a svaki od njih je bio prilagođen uzrastu. Prvi dio ispitivao je osnovne informacije o učeniku (spol, razred, škola, ocjena iz biologije i opći uspjeh). Drugi dio sastojao se od konceptualne sheme životnih ciklusa u koju su u više navrata uz različite organizme učenici popuniti shemu pripadnim slikama ili upisivanjem traženog podatka (Prilog 2.). Učenici su u shemu trebati povezati slike faza tijekom života različitih živih bića, nekim su slikama trebali pridružiti opise ili odabrati opisnice bitnih procesa ili životnih faza (Prilog 1. – 14.). U trećem dijelu tražila su se dodatna objašnjenja i prikaz razumijevanja prethodno riješene konceptualne sheme.

Analizirala se sposobnost učenika da konceptualno razmišljaju o životnim ciklusima i da pojedinačne informacije o nekom životnom ciklusu, koje su trebali usvojiti tijekom učenja biologije, mogu predstaviti i koristiti u kumulativnom obliku, te kako se ta sposobnost mijenja kroz stupnjeve obrazovanja i tijekom primjene kumulativnog pristupa pri rješavanju provjere. Učenički odgovori analizirali su se metrijski, nakon prethodno provedenog kodiranja uz dodjeljivanje apsolutnih vrijednosti koje omogućavaju statističku analizu prikupljenih podataka

uz njihovo kvantificiranje. Svaki odgovor dodatno je procijenjen prema kriterijima točnosti (Tablica 2.), razine razumijevanja (Tablica 3.) te prisutnosti problema i miskonceptija (Tablica 4.) prema prilagođenoj metodologiji Radanović i sur. (2017).

Tablica 2. Kodiranje točnosti odgovora učenika na dodatna pitanja (a) i pitanja popunjavanja životnih ciklusa odabranih organizama (b)

a) TOČNOST	T
potpuni traženi odgovor	7
djelomično točno	6
krivo ili nespretno napisano, ali točno razmišljanje	5
ispravljeno u točno	4
reproduktivno, djelomično točno	3
točno ispravljeno u netočno	2
prenesen dio pitanja	1
netočno	0
nema odgovora	9

b) TOČNOST	T
potpuni traženi odgovor, sve faze ciklusa točno označene	7
djelomično točno, 2/3 faza ciklusa točno označene	6
slabije djelomično točno, 1/3 faza ciklusa točno označene	3
netočno, manje od 1/3 faza ciklusa točno označene	0
nema odgovora	9

Tablica 3. Kodiranje razine razumijevanja u odgovorima učenika na dodatna pitanja (a) i pitanja popunjavanja životnih ciklusa odabranih organizama (b)

a) RAZINA RAZUMIJEVANJA	RR
besmisleno	0
konceptualno nerazumijevanje	1
reprodukcija	2
prepoznavanje	3
primjena	4
djelomično konceptualno razumijevanje	5
konceptualno razumijevanje	6
nema odgovora	9

b) RAZINA RAZUMIJEVANJA	RR
konceptualno nerazumijevanje	1
prepoznavanje određene faze ciklusa	3
djelomično konceptualno razumijevanje, ispravno primjenjuje odgovore uz većinu faza u ciklusu	5
konceptualno razumijevanje, ispravno primjenjuje odgovore za sve faze u ciklusu	6
nema odgovora	9

Tablica 4. Kodiranje procjene problema i miskonceptija u odgovorima učenika na dodatna pitanja (a) i pitanja popunjavanja životnih ciklusa odabranih organizama (b)

a) PROBLEMI I MISKONCEPCIJE	PIM
moguća miskonceptija	3
problem pri učenju ili poučavanju	2
problem zbog memoriranja	1
točno ili djelomično točno razmišljanje	0
nema odgovora	9

b) PROBLEMI I MISKONCEPCIJE	PIM
moguća miskonceptija	3
problem pri učenju ili poučavanju uz razumijevanje faza ciklusa	2
problem memoriranja specifičnih faza ciklusa	1
točno ili djelomično točno razmišljanje	0
nema odgovora	9

Zbog potrebe interpretacije odgovora u kontekstu biološkog konceptualnog razumijevanja koristila se metodologija specifičnog kodiranja biološkog značenja točnih, odnosno netočnih učeničkih odgovora prema Radanović i sur. (2016). Za usporedbu riješenosti zadataka prema kognitivnim razinama koristila se metodologija svrstavanja učenika u 10 klasa uspješnosti prema ukupnom postignutom uspjehu (Tablica 5.), a za potrebe utvrđivanja razlika frekvencije u uspješnosti pojedinih klasa koristila se χ^2 (Lukša i sur., 2016).

Tablica 5. Definiranje klasa riješenosti učenika prema postotku uspjeha u rješavanju online ankete

Klasa	Uspjeh izražen u %
I	0 – 10
II	10 – 20
III	20 – 30
IV	30 – 40
V	40 – 50
VI	50 – 60
VII	60 – 70
VIII	70 – 80
IX	80 – 90
X	90 – 100

Povezanosti varijabli utvrđena je pomoću Spearmanovog koeficijenta korelacije (ρ) za povezanost uspješnosti pri rješavanju provjere i usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa. Kod interpretacije rezultata korelativne povezanosti koristila se skala prema Hopkinsu (2000).

Tablica 6. Prikaz skale interpretacije korelacija prema Hopkinsu (2000)

Koeficijent korelacije	Opis korelacije
0.0 – 0.1	Trivijalna, vrlo mala, nebitna, malena, praktički nula
0.1 – 0.3	Mala, niska, manja
0.3 – 0.5	Umjerena, srednja
0.5 – 0.7	Velika, visoka, glavna
0.7 – 0.9	Vrlo velika, vrlo visoka, izrazita
0.9 – 1	Gotovo ili praktično, savršena, potpuna, beskonačna

Zbog uočljivog nepotpunog rješavanja većeg dijela zadataka kumulativne provjere poznavanja životnog ciklusa kod različitih organizama uočena je razine pogreške u zaključivanju na osnovu cijelog uzorka od 19,59 % kod učenika osnovne škole i 27,08 % kod učenika gimnazije. Zbog toga je u analizama učinka kumulativnog ciklusa korišten korigiran uzorak koji se sastojao od 78 učenika osnovne škole i 70 učenika gimnazije, ali su napravljene i analize usporedbe rezultata cijelog uzorka i korigiranog dijela uzorka.

Spearmanovim koeficijentom korelacije (ρ) utvrđena je međusobna povezanost rješavanja zadataka tekstualnog i slikovnog oblika te između slikovnih zadataka u kumulativnom slijedu provjere koji je sadržavao element učenja usložavanjem zadataka i njihovom povezanošću na prethodno riješen zadatak. Multidimenzijalnoim (ALSCAL) dvodimenzijalnim skaliranjem kvadratnih udaljenosti te dendogramom na osnovu analize prosječne povezanosti između zadataka kumulativnog rješavanja slikovnih zadataka u on-line okruženju utvrđene su poveznice i razlozi koji su mogli utjecati na riješenost zadataka.

Prema provedenoj analizi utvrdile su se miskoncepcije kao i pogrešno razumijevanje nastavnih sadržaja vezanih uz koncept *Životni ciklusi*. Ograničavajući faktori koji utječu na odgovore učenika su da se istraživanje provodilo na kraju školske godine te da su učenici uglavnom rješavali provjere u školi, na satu informatike ili biologije. Analize su provedene uz pomoć Microsoft Excel proračunskih tablica, a statistički proračuni izrađeni su pomoću programskog paketa SPSS 22 (IBM, 2013) susretljivošću Centra za istraživanje i razvoj obrazovanja (CIRO) Instituta za društvena istraživanja u Zagrebu (IDIZ).

3. REZULTATI

U ovom diplomskom radu analizirani su odgovori učenika osnovne i srednje škole na provjeru u on-line sustavu e-učenja MoD.

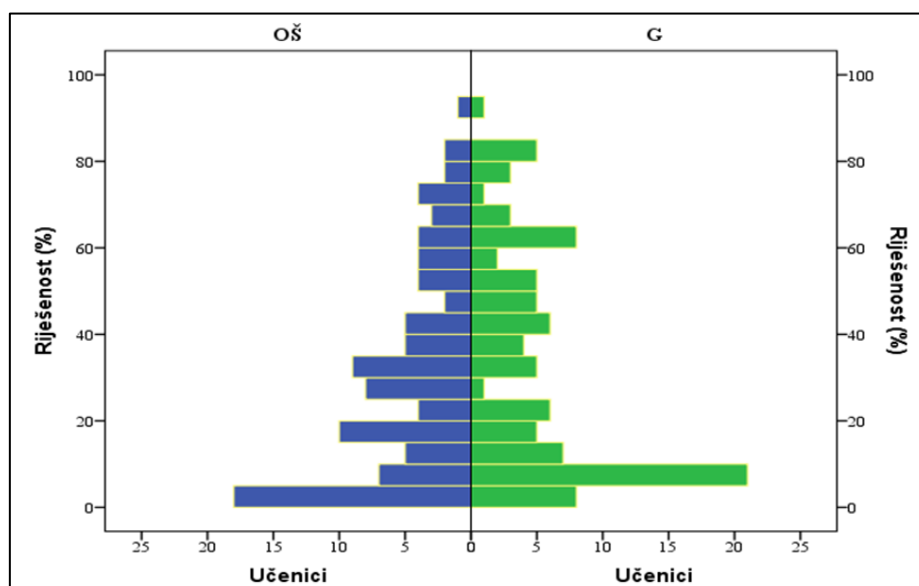
3.1. Analiza provjere provedene u on-line sustavu e-učenja MoD

Analizirane su provjere sudionika ankete u on-line sustavu e-učenja MoD. Rezultati učeničkih odgovora prikazani su na temelju određenog biološkog značenja, točnosti, razine razumijevanja te mogućih uzroka učeničkih pogrešaka. U provjeri su sudjelovale: Osnovna škola "Antun Gustav Matoš" Vinkovci, Osnovna škola Jabukovac Zagreb, Osnovna škola Rapska Zagreb Osnovna škola Sesvete Zagreb, Osnovna škola Sesvetski Kraljevec Zagreb, Gimnazija A. G. Matoš Zabok, Gimnazija Ivana Zakmardija Dijankovečkoga Križevci, Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec, IX. gimnazija Zagreb, V. gimnazija Zagreb, X. gimnazija Zagreb, XI. gimnazija Zagreb, XV. gimnazija Zagreb i XVIII. Gimnazija Zagreb.

3.1.1. Analiza riješenosti provjere za učenike osnovne i srednje škole

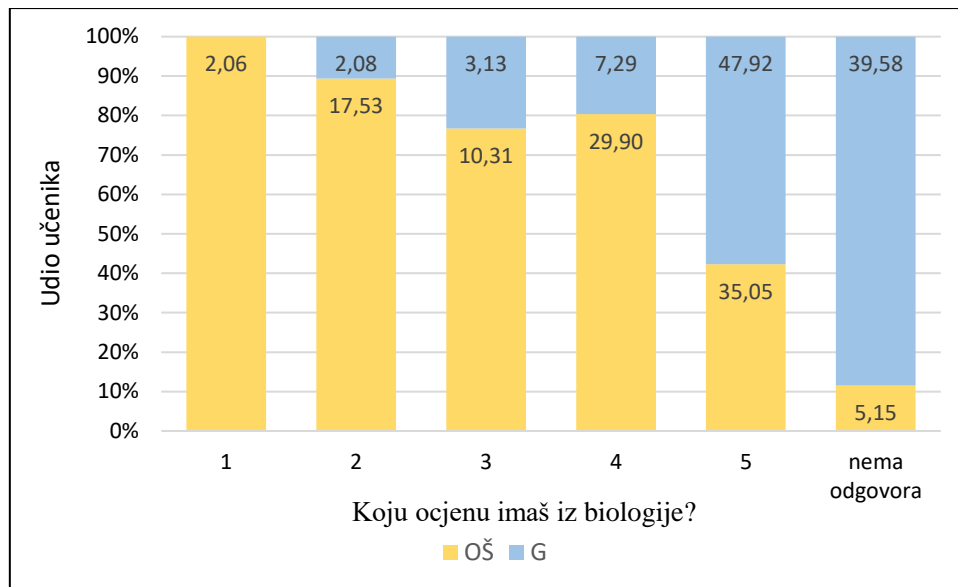
U rješavanju provjere u on-line sustavu e-učenja MoD sudjelovalo je 193 učenika. Od toga je sudjelovalo 97 učenika osnovne škole i 96 učenika srednje škole, gimnazijskog programa. Od 97 učenika osnovne škole njih 95 % pohađa sedmi razred, 3 % šesti razred i 2 % osmi razred osnovne škole, svi učenici srednje škole pohađali su drugi razred.

Prosječna riješenost provjere za osnovnu školu jest 31,86 %, dok za srednju školu ona iznosi 27,48 % (Slika 2).

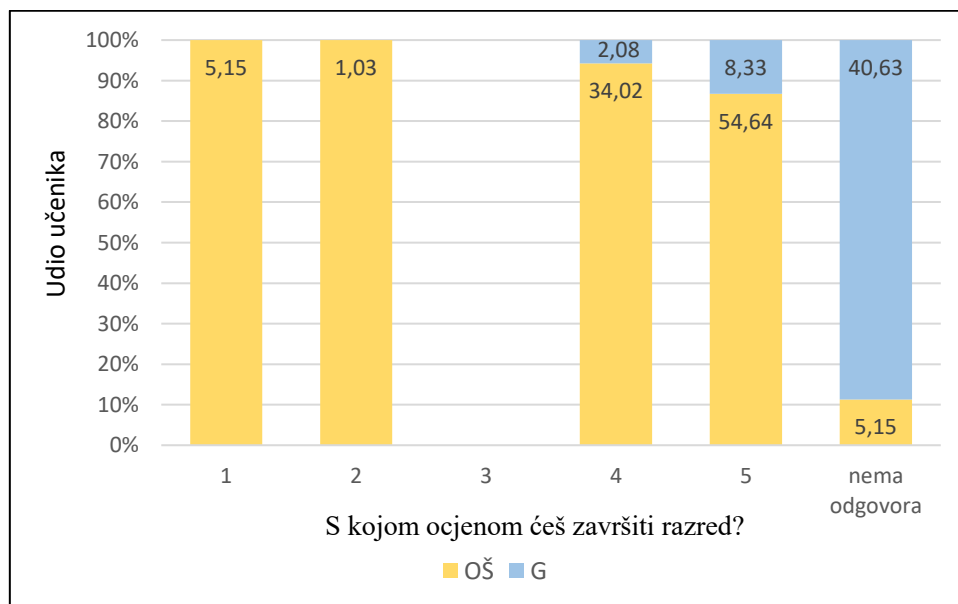


Slika 2. Srednja riješenost provjere za učenike osnovne i srednje škole

Za rezultate anketa ne možemo biti sasvim sigurni jer su učenici ponekad pisali odgovore koji ne odgovaraju istini. Ali nam mogu služiti kao okvirna slika trenda, jer je ipak veći postotak onih koji na anketna pitanja u pravilu odgovaraju točno. Veliki dio učenika koji su sudjelovali u provjeri voli biologiju, ima odličnu ocjenu iz biologije te će s odličnim uspjehom završiti razred (Slika 3).



Slika 3.A. Udio učenika koji su sudjelovali u provjeri prema preferenciji za predmet Biologija



Slika 3.B. Udio učenika koji su sudjelovali u provjeri prema općem uspjehu

3.1.2. Analiza zadataka povezivanja faza u životnom ciklusu odabranih organizama

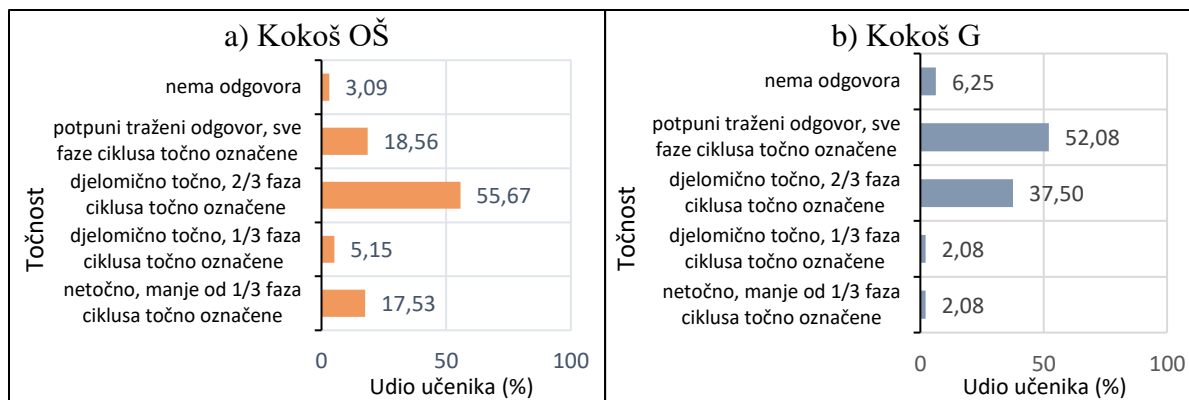
Kako bi uspješno povezali faze životnog ciklusa egzemplarnih organizama, od učenika osnovne škole se očekuje razumijevanje i primjena znanja koja su stekli tijekom obrade nastavnih cjelina u petom i sedmom razredu osnovne škole. Osobito u sedmom razredu osnovne škole kada se upoznaju sa načinima razmnožavanja i životnim ciklusima predstavnika svake od skupine biljaka i životinja.

Od učenika srednje škole očekuje se razumijevanje i primjena znanja stečenih tijekom osnovne i srednje škole. Osobito u drugom razredu srednje škole kada detaljnije obrađuju načine razmnožavanja i životne cikluse predstavnika svake od skupine biljaka, gljiva i životinja.

Prilikom rješavanja svakog slijedećeg zadatka, od učenika se očekuje primjena znanja i pravilnosti koje su stekli tijekom rješavanja prethodnog zadatka. Kako bi se upoznali s načinom rješavanja učenicima su dane video upute i probni zadatak povezivanja faza u životnom ciklusu čovjeka (Prilog 3.). Životni ciklus čovjeka odabran je kao probni zadatak, jer se pretpostavlja da su učenici s njime najbolje upoznati i da mogu konceptualno povezati faze u životnom ciklusu.

Zadatak 1. Životni ciklus kokoši

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu kokoši. Kako bi uspješno riješili zadatak, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi organa u ptica te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina životinja. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenog zadatka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati s fazama u životnom ciklusu kokoši kroz svakodnevni život, promatranjem prirode, konzumacijom kokošnjih jaja, kroz razgovor s roditeljima te kroz nastavu iz prirode i biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole; 63,92 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje dok je 36,08 % učenika odgovorilo tvorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 84,38 % učenika odgovorilo je točno dok je 15,63 % učenika odgovorilo netočno (Slika 4).



Slika 4. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 1.

Potpuni traženi odgovor dalo je 18,56 % učenika osnovne škole i 52,08 % učenika srednje škole. Manjina učenika osnovne škole i većina učenika srednje škole ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa ptica te ga može objasniti na primjeru kokoši. Učenici mogu konceptualno povezati faze u životnom ciklusu kokoši te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze unutar sheme univerzalnog životnog ciklusa. Učenici mogu konceptualno povezati životne uvjete i način oplodnje, te su sposobni iskoristiti znanje i pravilnosti uočene u probnom zadatku povezivanja faza u životnom ciklusu čovjeka.

Djelomično točan odgovor dalo je 55,67 % učenika osnovne škole i 37,50 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu kokoši te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa kokoši. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 5,15 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu kokoši, ali prepoznaju neke od faza. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa kokoši.

Netočan odgovor dalo je 17,53 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa kokoši, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja prije prelaska na nove nastavne cjeline.

9,28 % učenika osnovne škole i 1,04 % učenika srednje škole pogrešno su označili muške i ženske spolne organe. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da jajnici pripadaju muškom spolnom organu, zbog česte upotrebe riječi jaja za testise. Odabirom odgovora učenici ukazuju na nedostatke u konceptualnom povezivanju nastavnih sadržaja različitih nastavnih cjelina, npr. *Građa i uloga spolnih organa, Ptice*. Nastavnici bi trebali

provjeravati usvojenost sadržaja i postojanje miskoncepcija tijekom obrade nastavnih cjelina. Poučavanje bi se trebalo nadograđivati na prethodno znanje uz naglasak na razlike u životnim uvjetima i staništima.

4,12 % učenika osnovne škole i 1,04 % učenika srednje škole pogrešno su označili da dolazi do vanjske oplodnje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da dolazi do vanjske oplodnje, jer povezuju sjedenje kokoši na jajima s njihovom oplodnjom. Odabirom odgovora učenici ukazuju na nerazumijevanje povezanosti životnih uvjeta i načina oplodnje. Nastavnici bi trebali naglasiti da oplodnja ovisi o životnim uvjetima određenih životinja te tijekom obrade nastavnih sadržaja uspoređivati oblike oplodnje za različite organizme.

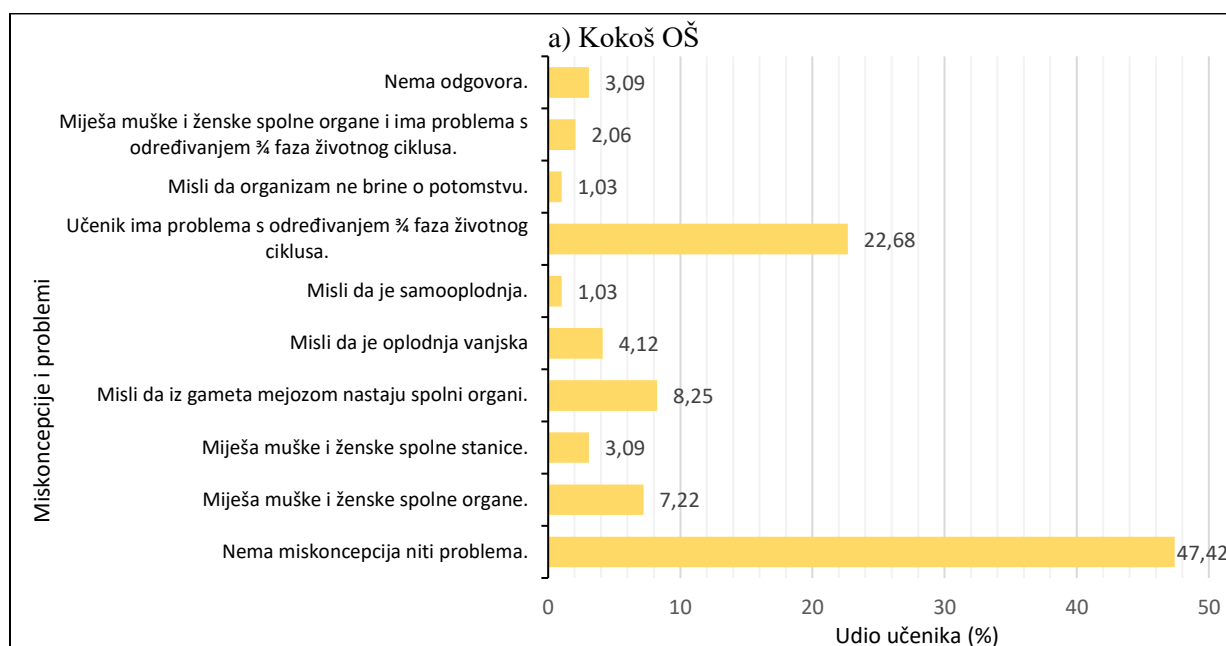
1,03 % učenika osnovne škole pogrešno su označili da dolazi do samooplodnje. Odgovor učenika ukazuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici ne razumiju povezanost životnih uvjeta s načinima oplodnje te ne mogu povezati pojave iz prirode sa životnim ciklusom kokoši. Nastavnici bi trebali naglasiti u kojim uvjetima dolazi do samooplodnje odnosno stranooplodnje i koje su njihove prednosti i nedostaci.

8,25 % učenika osnovne škole pogrešno su označili spolne organe i spolne stanice, odnosno misle da iz spolnih stanica mejozom nastaju spolni organi. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da iz spolnih stanica nastaju spolni organi. Odabirom odgovora učenici ukazuju na konceptualno nerazumijevanje faza u životnom ciklusu te nerazumijevanje procesa mejoze kao redukcijske diobe pri kojoj se smanjuje broj kromosoma. Nastavnici bi trebali zadavati zadatke u kojima učenici trebaju nastaviti niz događaja te time utvrditi postoje li miskoncepcije kod tih učenika.

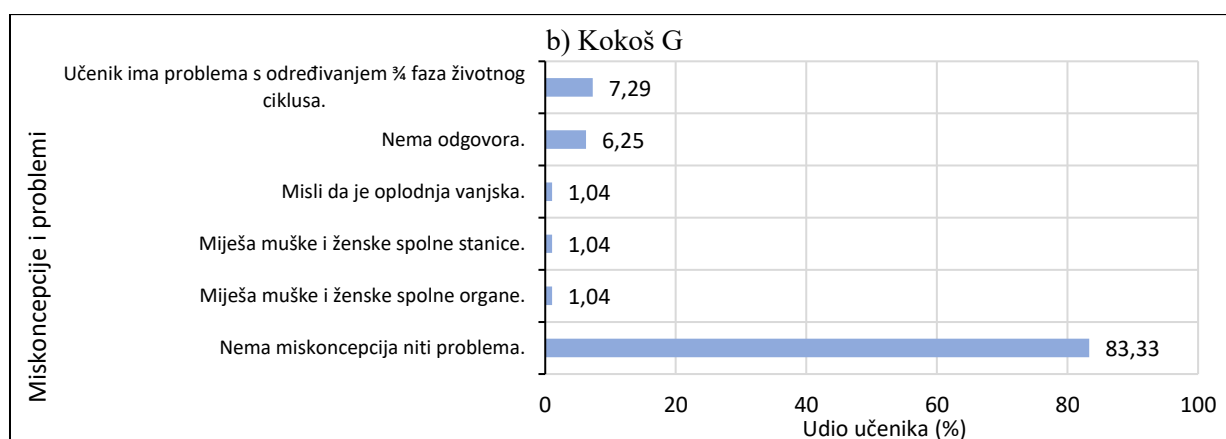
3,09 % učenika osnovne škole i 1,04 % učenika srednje škole pogrešno su označili muške i ženske spolne stanice. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, jer su učenici točno označili muške i ženske spolne organe. Kod tih učenika nije stvorena dobra predodžba kako izgleda jajna stanica, a kako spermij. Nastavnici bi se trebali služiti slikovnim pomagalicama prilikom objašnjavanja oplodnje.

1,03 % učenika osnovne škole pogrešno su označili da kokoš ne brine za mlade. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da kokoš ne brine za mlade, jer su kokošja jaja dio svakodnevne prehrane. Učenici to povezuju kao da kokoš ne brine za mlade, a ne uviđaju da bi se kokoš brinula za mlade da ih čovjek nije uzeo. Nastavnici trebaju

obratiti pažnju na iskustva i razmišljanja s kojima učenici dolaze u školu te primjerima i objašnjenjima pokušati ukloniti krive predodžbe.



Slika 5.A. Analiza problema i miskonceptija učenika osnovne škole uz Zadatak 1.

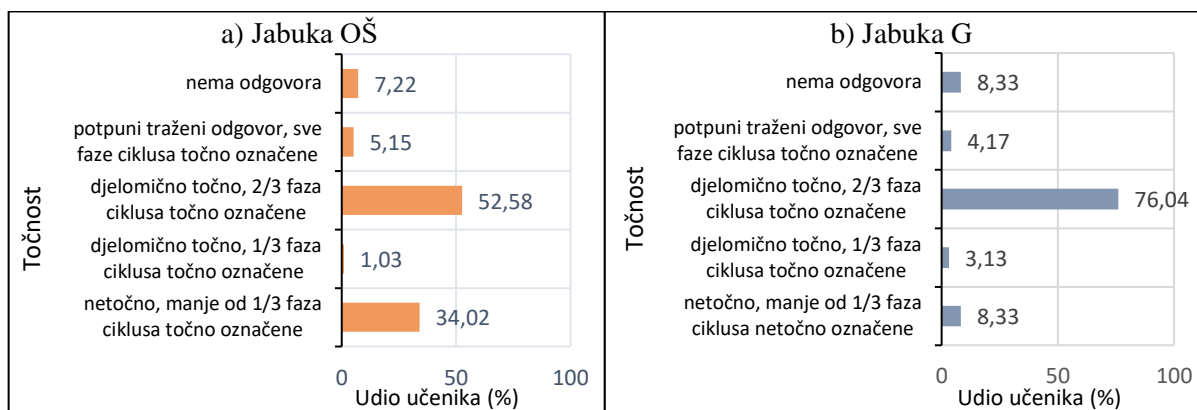


Slika 5.B. Analiza problema i miskonceptija učenika srednje škole uz Zadatak 1.

Zadatak 2. Životni ciklus jabuke

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu jabuke. Kako bi uspješno riješili zadatak, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi cvijeta kritosjemenjača te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina biljaka. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati s pojedinim fazama u životnom ciklusu jabuke, promatranjem drva jabuke u prirodi, konzumacijom ploda jabuke te kroz nastavu iz biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 36,08 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 63,92 %

učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 62,50 % učenika odgovorilo je točno, dok je 37,50 % učenika odgovorilo netočno (Slika 6).



Slika 6. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 2.

Potpuni traženi odgovor dalo je 5,15 % učenika osnovne škole i 4,17 % učenika srednje škole. Manjina učenika osnovne škole i većina učenika srednje škole ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa kritosjemenjača te ga može objasniti na primjeru jabuke. Učenici mogu konceptualno povezati faze u životnom ciklusu jabuke, kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze unutar sheme univerzalnog životnog ciklusa te akumulirati i primijeniti znanje iz prethodno riješenih zadataka. Također, mogu upotrijebiti prethodno stečeno znanje i pravilnosti prilikom rješavanja zadatka.

Djelomično točan odgovor dalo je 52,58 % učenika osnovne škole i 76,04 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu jabuke te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa jabuke. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 1,03 % učenika osnovne škole i 3,13 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu jabuke. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa jabuke.

Netočan odgovor dalo je 34,02 % učenika osnovne škole i 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa jabuke, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

21,64 % učenika osnovne škole i 17,71 % učenika srednje škole netočno je označilo da dolazi do samooplodnje. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici ne povezuju jabuku kao primjer stranooplodnje ili ne razumiju pojam samooplodnja

kod biljaka. Nastavnici bi trebali na primjerima opisati načine samooplodnje i stranooplodnje kod biljaka.

10,30 % učenika osnovne škole i 15,63 % učenika srednje škole netočno je označilo da dolazi do vanjske oplodnje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da do oplodnje dolazi izvan tučka. Učenici vjerojatno oprašivanje kukcima interpretiraju kao da kukci prenose muške gamete, a da iz tučka izađe ženska gameta i oplodnja se događa vani. Odgovor ukazuje na konceptualno nerazumijevanje građe cvijeta kritosjemenjača i načina oplodnje. Nastavnici bi trebali upotrebom modela naznačiti položaj muških i ženskih spolnih organa cvijeta.

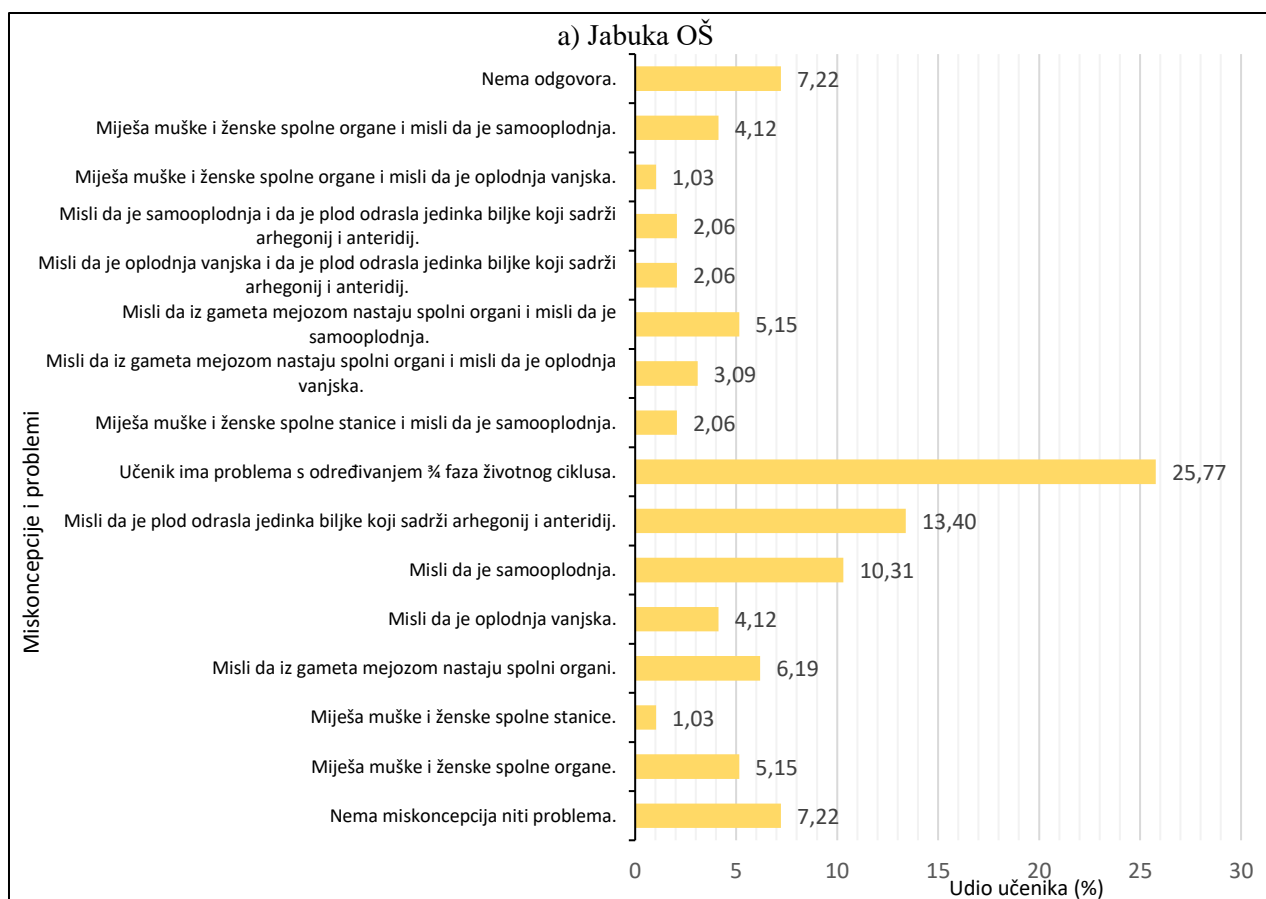
17,52 % učenika osnovne škole i 8,33 % učenika srednje škole netočno su naznačili da je plod odrasla jedinka biljke koja sadrži muške i ženske spolne organe. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se unutar sjemenke (ploda) događa oplodnja koja rezultira nastankom nove biljke koja nikne iz sjemenke. Nastavnici bi trebali naznačiti ulogu ploda i sjemenki, te detaljno opisati faze u životnom ciklusu jabuke.

14,43 % učenika osnovne škole i 5,21 % učenika srednje škole pogrešno su označili spolne organe i spolne stanice, odnosno misle da iz spolnih stanica mejozom nastaju spolni organi. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Nastavnici ne dočaravaju biološke teme vizualnim pomagalicama, stoga učenici ne prepoznaju slike faza.

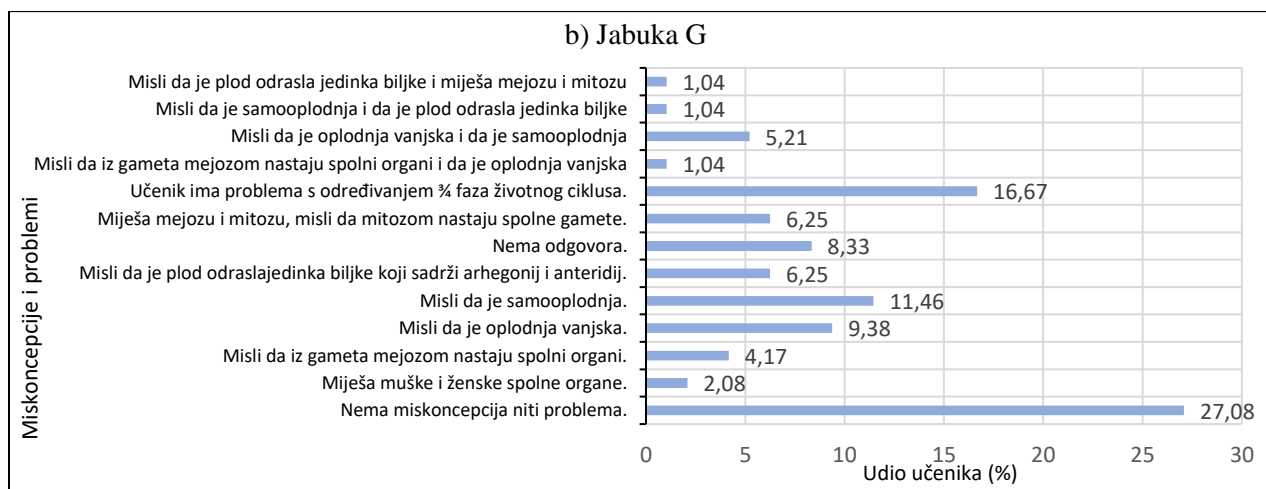
10,30 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole pogrešno su označili muške i ženske spolne organe. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, jer učenici nisu upoznati s izgledom muških i ženskih spolnih organa kritosjemenjača. Nastavnici bi se trebali služiti slikovnim pomagalicama prilikom objašnjavanja građe i oplodnje biljaka.

3,09 % učenika osnovne škole pogrešno su označili muške i ženske spolne stanice. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, jer su učenici točno označili muške i ženske spolne organe. Kod tih učenika nije stvorena dobra predodžba kako izgledaju muški i ženski spolni organi biljke. Nastavnici bi se trebali služiti slikovnim pomagalicama prilikom objašnjavanja oplodnje.

7,29 % učenika srednje škole pogrešno su označili procese mejoze i mitoze. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici su zamijenili nazive procesa, točno određuju da u ciklusu postoji samo jedna redukcijska dioba, ali dodjeljuju joj pogrešan naziv.



Slika 7.A. Analiza problema i miskoncepcija učenika osnovne škole uz Zadatak 2.

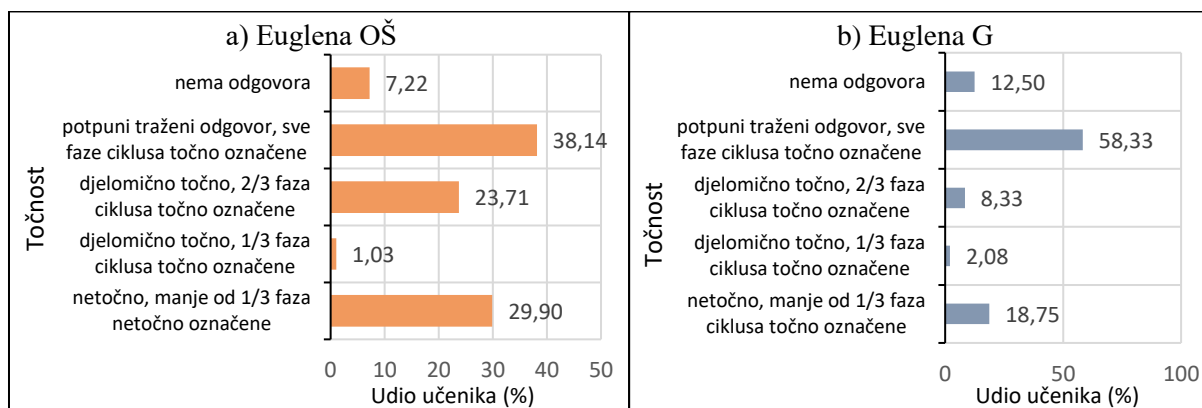


Slika 7.B. Analiza problema i miskoncepcija učenika srednje škole uz Zadatak 2.

Zadatak 3. Životni ciklus euglene

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu euglene. Kako bi uspješno riješili zadatak, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i osobitostima euglene. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom euglene kroz nastavu biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 40,21 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 59,79 %

učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 63,54 % učenika odgovorilo je točno, dok je 36,46 % učenika odgovorilo netočno (Slika 8).



Slika 8. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 3.

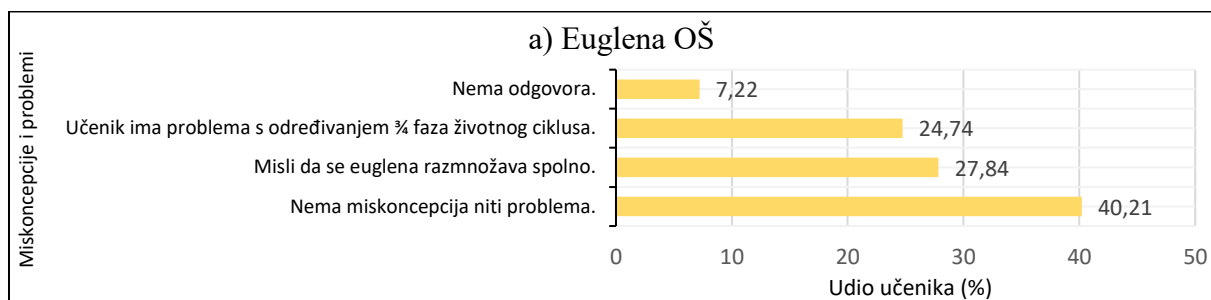
Potpuni traženi odgovor dalo je 38,14 % učenika osnovne škole i 58,33 % učenika srednje škole. Manjina učenika osnovne škole i većina učenika srednje škole ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa praživotinja te ga može objasniti na primjeru euglene. Učenici mogu konceptualno povezati faze u životnom ciklusu euglene i kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze unutar sheme univerzalnog životnog ciklusa.

Djelomično točan odgovor dalo je 23,71 % učenika osnovne škole i 8,33 % učenika srednje škole. Učenici su netočno označili odraslu jedinku kao mladu jedinku, ali prepoznaju da dolazi do binarne diobe. Odgovor upućuje na nesnalaženje u shemi životnog ciklusa. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 1,03 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole. Učenici su netočno označili da iz dvije jedinke binarnom diobom nastaje jedna jedinka, ali prepoznaju da dolazi do binarne diobe. Odgovor učenika upućuje na nesnalaženje u shemi životnog ciklusa.

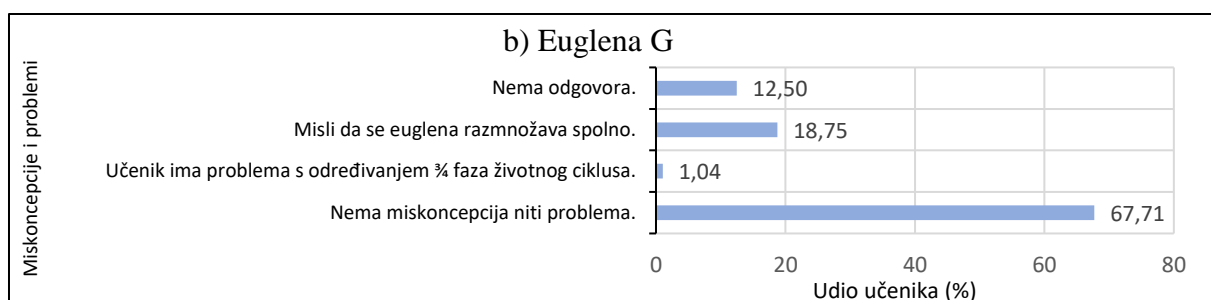
Netočan odgovor dalo je 29,90 % učenika osnovne škole i 18,75 % učenika srednje škole. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer su učenici skloni zanemariti prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

27,84 % učenika osnovne škole i 18,75 % učenika srednje škole netočno su označili da se euglena razmnožava spolno. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da euglena ima spolne organe i da se razmnožava spajanjem muške i ženske spolne stanice. Nastavnici bi trebali naglasiti koji organizmi se razmnožavaju spolno odnosno

nespolno te prilikom obrade svake nove skupine ponoviti načine razmnožavanja prethodne skupine.



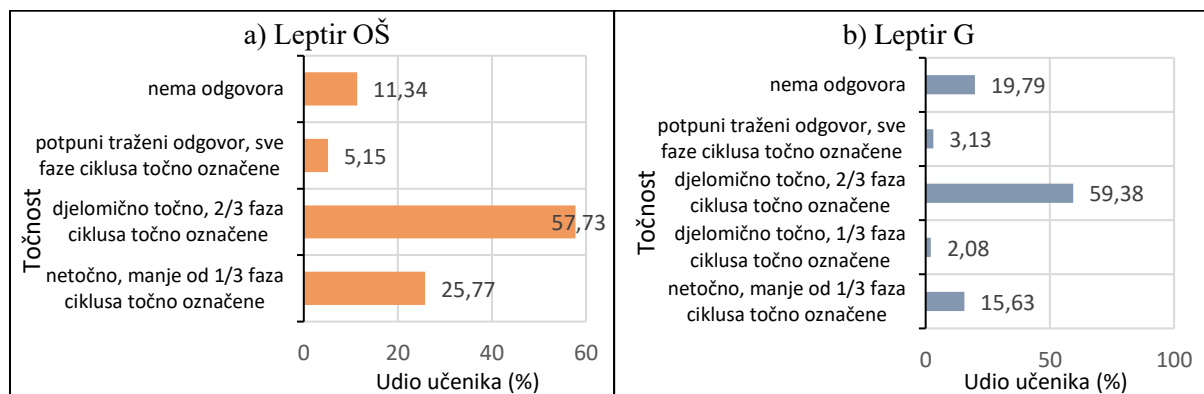
Slika 9.A. Analiza problema i miskonceptija učenika osnovne škole uz Zadatak 3.



Slika 9.B. Analiza problema i miskonceptija učenika srednje škole uz Zadatak 3.

Zadatak 4. Životni ciklus leptira

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu leptira. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi organa u leptira te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina životinja. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom leptira kroz promatranje kukaca, boravkom u prirodi te kroz nastavu biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 50,52 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 49,48 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 42,71 % učenika je odgovorilo točno, dok je 57,29 % učenika odgovorilo netočno (Slika 10).



Slika 10. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 4.

Potpuni traženi odgovor dalo je 5,15 % učenika osnovne škole i 3,13 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa kukaca te ga može objasniti na primjeru leptira. Učenici mogu konceptualno povezati faze u životnom ciklusu leptira i kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze unutar sheme univerzalnog životnog ciklusa. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu te njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu.

Djelomično točan odgovor dalo je 57,73 % učenika osnovne škole i 59,38 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu leptira te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa leptira. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 2,08 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu leptira. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa leptira.

Netočan odgovor dalo je 25,77 % učenika osnovne škole i 15,63 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa leptira, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

10,31 % učenika osnovne škole netočno su označili muške i ženske spolne organe. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu zbog česte upotrebe riječi jaja za testise. Odabirom odgovora učenici ukazuju na nedostatke u konceptualnom povezivanju nastavnih sadržaja različitih nastavnih cjelina, npr. *Građa i uloga spolnih organa, Člankonošci- Kukci*. Nastavnici bi trebali provjeravati učenikovo znanje prilikom obrada prethodnih nastavnih cjelina.

9,28 % učenika osnovne škole i 18,75 % učenika srednje škole netočno su označili da dolazi do vanjske oplodnje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se kukci razmnožavaju vanjskom oplodnjom, jer se u prirodi oplodnja kukaca rijetko može vidjeti. Također učenici ne povezuju oblik oplodnje sa životnim uvjetima organizma. Nastavnici bi trebali naglasiti kako životni uvjeti utječu na oblik oplodnje, te opisati proces razmnožavanja kukaca.

5,15 % učenika osnovne škole pogrešno su označili spolne organe i spolne stanice, odnosno misle da iz spolnih stanica mejozom nastaju spolni organi. Odgovor učenika upućuje

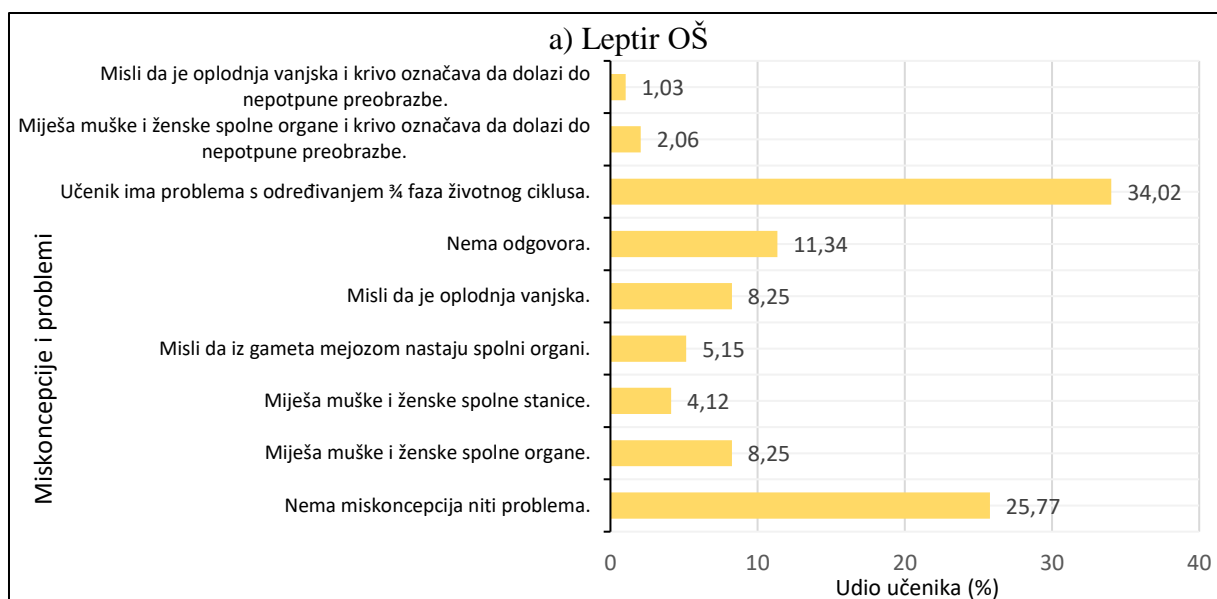
na mogućnost postojanja miskoncepcije da iz spolnih stanica nastaju spolni organi. Odabirom odgovora učenici ukazuju na konceptualno nerazumijevanje faza u životnom ciklusu te nerazumijevanje procesa mejoze kao redukcijske diobe pri kojoj se smanjuje broj kromosoma. Nastavnici bi trebali zadavati zadatke u kojima učenici trebaju nastaviti niz događaja te time utvrditi postoje li miskoncepcije kod tih učenika.

4,12 % učenika osnovne škole i 1,04 % učenika srednje škole pogrešno su označili muške i ženske spolne stanice. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, jer su učenici točno označili muške i ženske spolne organe. Kod tih učenika nije stvorena dobra predodžba kako izgleda jajna stanica, a kako spermij. Nastavnici bi se trebali služiti slikovnim pomagalicama prilikom objašnjavanja oplodnje.

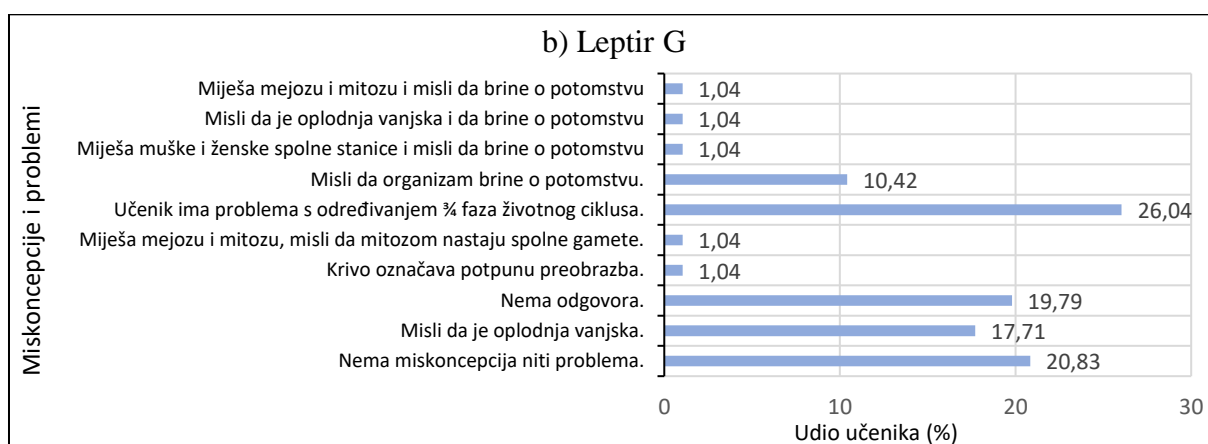
3,09 % učenika osnovne škole i 1,04 % učenika srednje škole netočno je označilo da dolazi do nepotpune preobrazbe. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju, zamijenili su skupine kukaca koji prolaze potpunu i nepotpunu preobrazbu u svom životnom ciklusu.

2,08 % učenika srednje škole pogrešno su označili procese mejoze i mitoze. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici su zamijenili nazive procesa, točno određuju da u ciklusu postoji samo jedna redukcijska dioba, ali dodjeljuju joj pogrešan naziv.

13,54 % učenika srednje škole pogrešno su označili da leptir brine za potomstvo. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Tijekom nastave učenici nisu upoznati s time brinu li kukci za mlade već se životni ciklus bazira na proces oplodnje i potpunu ili nepotpunu preobrazbu kukaca. Nastavnici bi trebali naglasiti koji organizmi brinu za potomstvo i zašto te opisati sve faze unutar životnog ciklusa kukaca ne samo one najistaknutije.



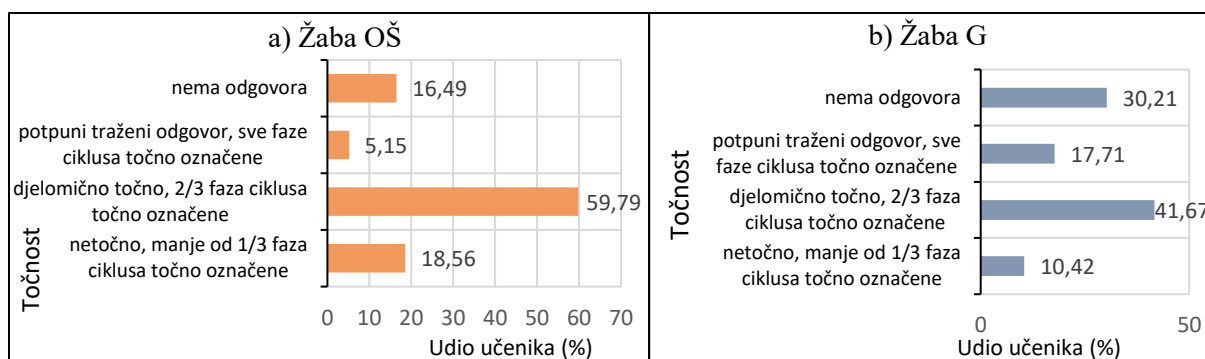
Slika 11.A. Analiza problema i miskonceptija učenika osnovne škole uz Zadatak 4.



Slika 11.B. Analiza problema i miskonceptija učenika srednje škole uz Zadatak 4.

Zadatak 5. Životni ciklus žabe

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu žabe. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi organa u žaba te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina životinja. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom žabe kroz promatranje žaba, boravkom u prirodi te kroz nastavu biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 52,58 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 47,42 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 50,00 % učenika odgovorilo je točno, dok je 50,00 % učenika odgovorilo netočno (Slika 12).



Slika 12. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 5.

Potpuni traženi odgovor dalo je 5,15 % učenika osnovne škole i 17,71 % učenika srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa vodozemaca te ga može objasniti na primjeru žabe, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu žabe i kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze životnog ciklusa. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu te njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu.

Djelomično točan odgovor dalo je 59,79 % učenika osnovne škole i 41,67 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu žabe te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa žabe.

Netočan odgovor dalo je 18,56 % učenika osnovne škole i 10,42 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa žabe, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

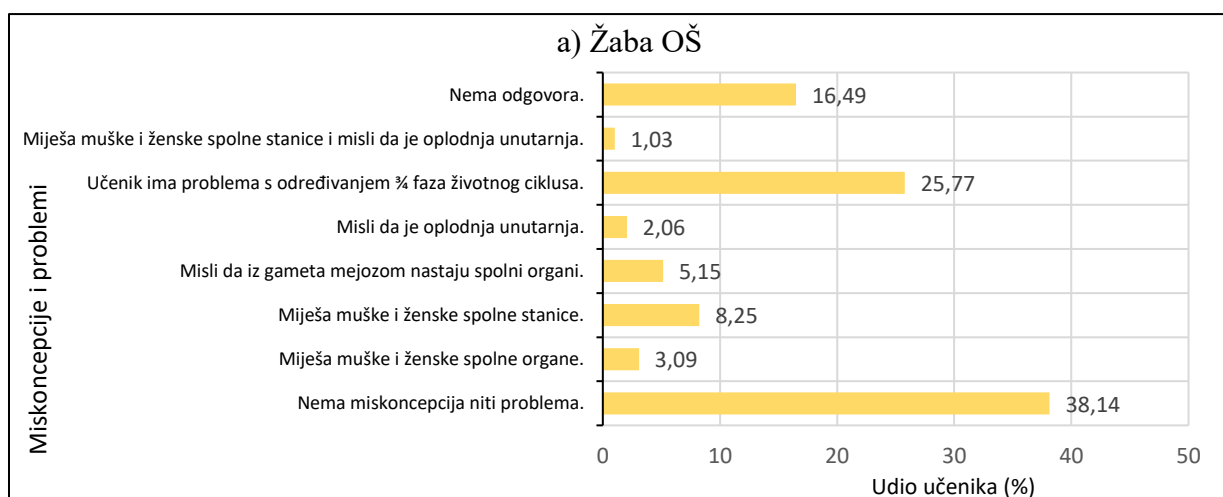
3,09 % učenika osnovne škole netočno je označio muške i ženske spolne organe. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskonceptije da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu, zbog česte upotrebe riječi jaja za testise. Odabirom odgovora učenici ukazuju na nedostatke u konceptualnom povezivanju nastavnih sadržaja različitih nastavnih cjelina, npr. *Grada i uloga spolnih organa, Vodozemci*. Nastavnici bi trebali provjeravati znanje učenika tijekom prethodnih nastavnih cjelina.

5,15 % učenika osnovne škole pogrešno su označili spolne organe i spolne stanice, odnosno misle da iz spolnih stanica mejozom nastaju spolni organi. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskonceptije da iz spolnih stanica nastaju spolni organi. Odabirom odgovora učenici ukazuju na konceptualno nerazumijevanje faza u životnom ciklusu te

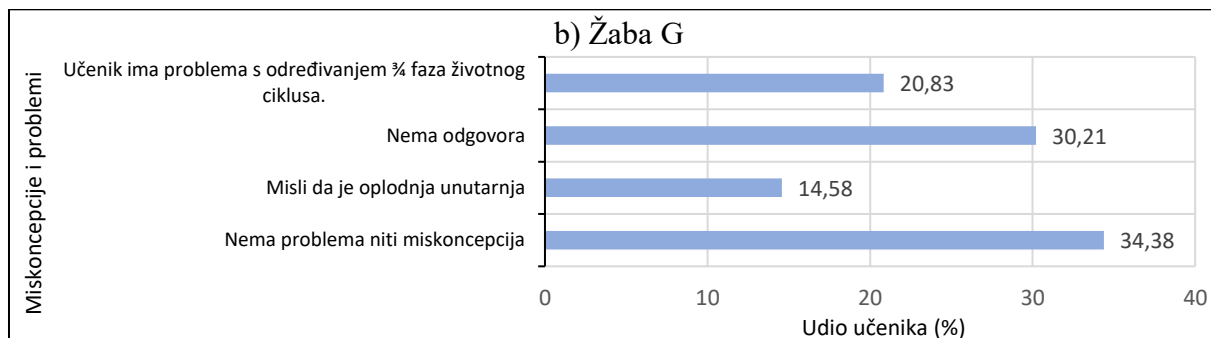
nerazumijevanje procesa mejoze kao redukcijske diobe pri kojoj se smanjuje broj kromosoma. Nastavnici bi trebali zadavati zadatke u kojima učenici trebaju nastaviti niz događaja te time utvrditi postoje li miskoncepcije kod tih učenika.

9,28 % učenika osnovne škole pogrešno su označili muške i ženske spolne stanice. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, jer su učenici točno označili muške i ženske spolne organe. Kod tih učenika nije stvorena dobra predodžba kako izgleda jajna stanica, a kako spermij. Nastavnici bi se trebali služiti slikovnim pomagalima prilikom objašnjavanja oplodnje.

3,09 % učenika osnovne škole i 14,58 % učenika srednje škole netočno je naznačilo da dolazi do unutarnje oplodnje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se žabe razmnožavaju unutarnjom oplodnjom zbog toga što se mužjak tijekom oplodnje uhvati za ženku. Također, odgovor ukazuje na konceptualno nerazumijevanje načina oplodnje s obzirom na životne uvjete. Nastavnici bi trebali naglasiti kako životni uvjeti utječu na oblik oplodnje, te opisati proces razmnožavanja žaba.



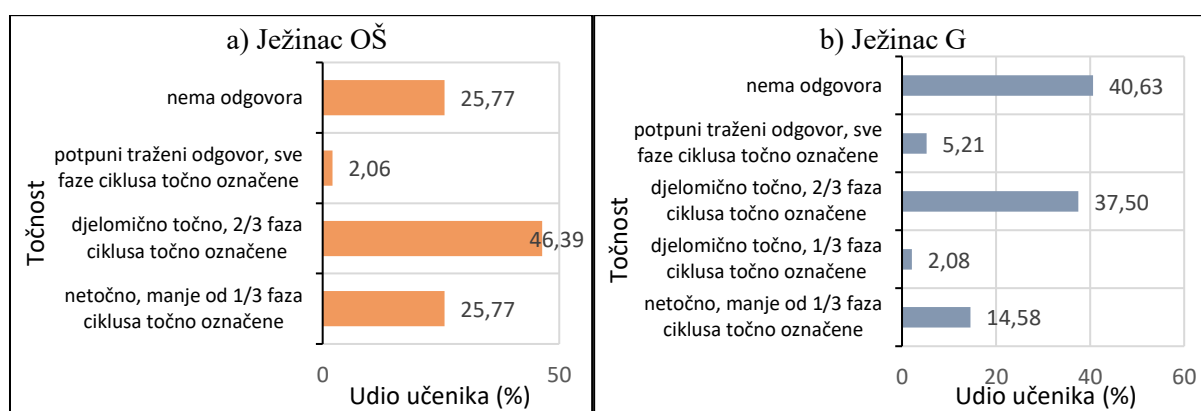
Slika 13.A. Analiza problema i miskoncepcija učenika osnovne škole uz Zadatak 5.



Slika 13.B. Analiza problema i miskoncepcija učenika osnovne škole uz Zadatak 5.

Zadatak 6. Životni ciklus ježinca

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu ježinca. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi organa u ježinca te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina životinja. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom ježinca kroz promatranje ježinaca u moru, boravkom u prirodi te kroz nastavu biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 40,21 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 59,79 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, njih 36,46 % odgovorilo je točno, dok je 63,54 % učenika odgovorilo netočno (Slika 14).



Slika 14. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 6.

Točan odgovor dalo je 40,21 % učenika osnovne škole i 36,46 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa bodljikaša te ga može objasniti na primjeru ježinca, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu ježinca te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze životnog ciklusa. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu te njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu.

Djelomično točan odgovor dalo je 8,25 % učenika osnovne škole i 5,21 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu ježinca te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa ježinca. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 2,08 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu ježinca. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa ježinca.

Netočan odgovor dalo je 25,77 % učenika osnovne škole i 17,7 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa ježinca, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom

učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

14,43 % učenika osnovne škole i 15,62 % učenika srednje škole nije prepoznalo da dolazi do vanjske oplodnje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se ježinac razmnožava unutarnjom oplodnjom ili kod tih učenika postoji konceptualno nerazumijevanje povezanosti životnih uvjeta s načinom oplodnje. Nastavnici bi trebali primjerima raznih životinja i njihovih životnih uvjeta učenicima opisati načine oplodnje.

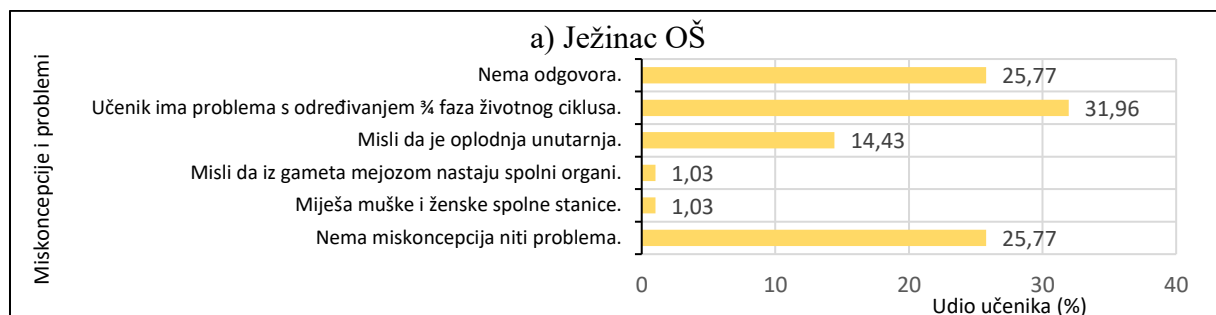
1,03 % učenika osnovne škole pogrešno su označili muške i ženske spolne stanice. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, jer su učenici točno označili muške i ženske spolne organe. Kod tih učenika nije stvorena dobra predodžba kako izgleda jajna stanica, a kako spermij. Nastavnici bi se trebali služiti slikovnim pomagalicama prilikom objašnjavanja oplodnje.

1,03 % učenika osnovne škole pogrešno su označili spolne organe i spolne stanice, odnosno misle da iz spolnih stanica mejozom nastaju spolni organi. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da iz spolnih stanica nastaju spolni organi. Odabirom odgovora učenici ukazuju na konceptualno nerazumijevanje faza u životnom ciklusu te nerazumijevanje procesa mejoze kao redukcijske diobe pri kojoj se smanjuje broj kromosoma. Nastavnici bi trebali zadavati zadatke u kojima učenici trebaju nastaviti niz događaja te time utvrditi postoje li miskoncepcije kod tih učenika.

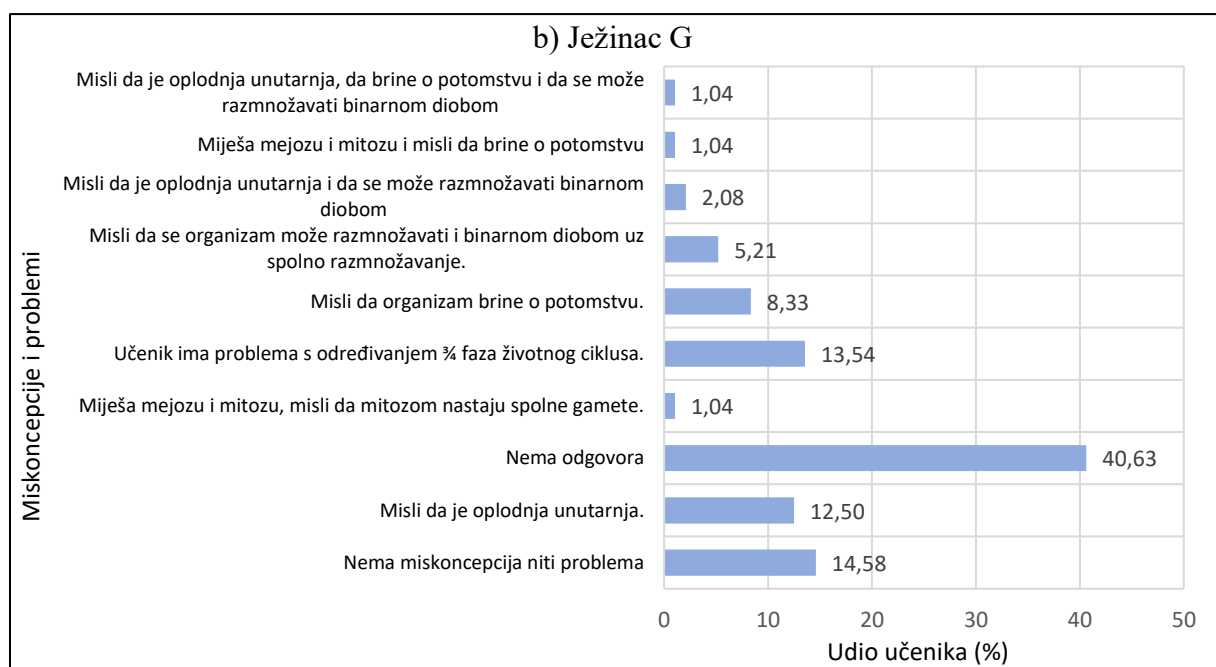
8,33 % učenika srednje škole netočno je označilo da se ježinac razmnožava binarnom diobom. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju, također na nedovoljnu obradu ježinaca unutar skupine bodljikaša. Učenici povezuju ježinca s ostalim skupinama bodljikaša koji se mogu regenerirati i tako stvoriti novu jedinku. Prilikom obrade sadržaja nastavnici bi trebali naglasiti da određene pravilnosti ne vrijede za sve životinje unutar skupine.

10,41 % učenika srednje škole pogrešno je označilo da ježinac brine za potomstvo. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju te na konceptualno nerazumijevanje životnih uvjeta, broja potomaka i brige o potomstvu. Učenici ne povezuju da ježinac stvara veliki broj potomaka i time si osigurava potomstvo te ne mora brinuti o njemu. Nastavnici bi trebali dovesti u vezu životne uvjete, način oplodnje i broj potomaka s brigom o potomstvu.

2,08 % učenika srednje škole pogrešno je označilo procese mejoze i mitoze. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici su zamijenili nazive procesa, točno određuju da u ciklusu postoji samo jedna redukcijska dioba, ali dodjeljuju joj pogrešan naziv.



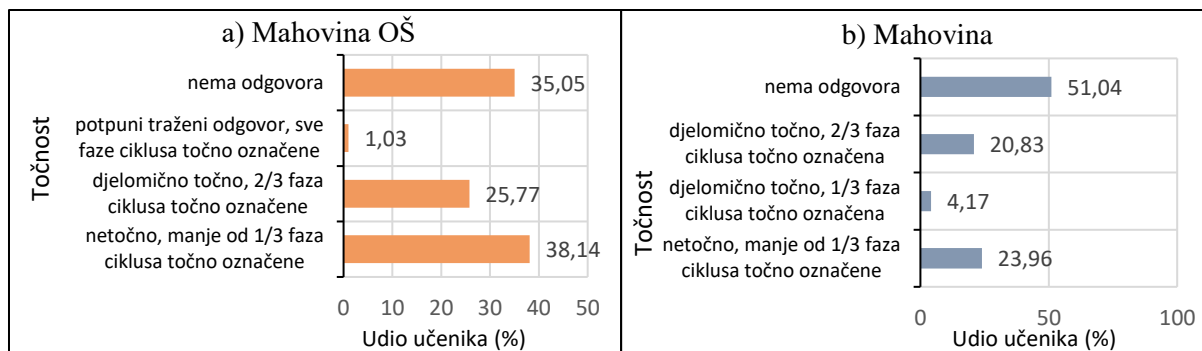
Slika 15.A. Analiza problema i miskonceptija učenika osnovne škole uz Zadatak 6.



Slika 15.B. Analiza problema i miskonceptija učenika osnovne škole uz Zadatak 6.

Zadatak 7. Životni ciklus mahovine

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu mahovine. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi organa u mahovina te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina biljaka. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom mahovina kroz boravak u prirodi i nastavom biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 21,65 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 78,35 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 8,33 % učenika odgovorilo točno, dok je 91,67 % učenika odgovorilo netočno (Slika 16).



Slika 16. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 7.

Potpuni traženi odgovor dalo je 1,03 % učenika osnovne škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa mahovina, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze životnog ciklusa. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu te njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu.

Djelomično točan odgovor dalo je 25,77 % učenika osnovne škole i 20,83 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu mahovine te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa mahovine. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 4,17 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu mahovine. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa mahovine.

Netočan odgovor dalo je 38,14 % učenika osnovne škole i 23,96 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa mahovina, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

6,19 % učenika osnovne škole netočno su označili mušku i žensku gametu. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Tijekom nastave učenici nisu stvorili predodžbu kako izgledaju muške i ženske gamete mahovina. Nastavnici bi trebali naglasiti kako i biljke imaju muške i ženske gamete te ih usporediti s izgledom gameta kod životinja.

2,06 % učenika osnovne škole krivo su označili muški i ženski spolni organ. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici tijekom nastave nisu upoznati sa izgledom muškog i ženskog spolnog organa mahovine. Nastavnici bi se trebali služiti slikovnim prikazom tijekom objašnjavanja razmnožavanja mahovina.

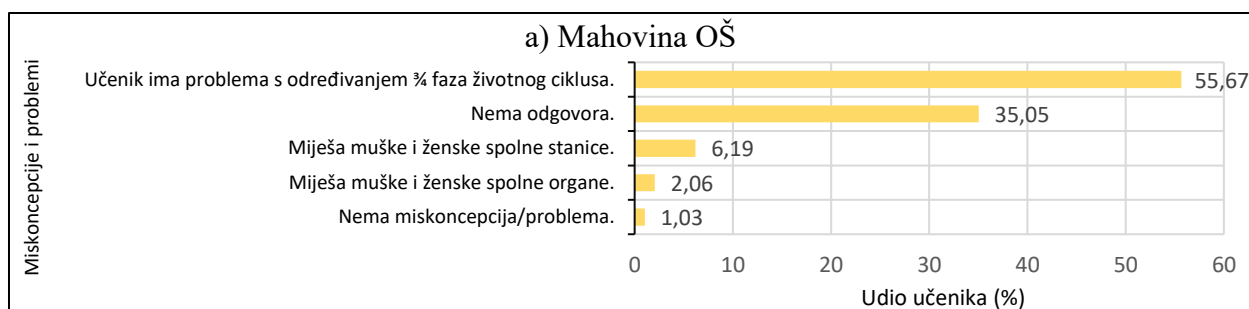
6,24 % učenika srednje škole krivo su označili spolnu generaciju kao odraslu jedinku i 3,12 % učenika srednje škole krivo su označili sporofit kao nespolnu generaciju. Odgovor učenika upućuje na probleme u učenju i memoriranju. Nastavnici bi se trebali koristiti slikovnim prikazom prilikom objašnjavanja izmjene generacije, jer je moguće da učenici znaju imenovati pojedinu fazu ali ne i opisati kako izgleda, odnosno odrediti bi li ona bila odrasla jedinka ili mlada jedinka.

21,87 % učenika srednje škole netočno su označili proces nastanka gameta. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da gamete uvijek nastaju procesom mejoze. Nastavnici bi trebali tijekom obrade pojedinog primjera naznačiti da tome nije slučaj. Problem se može javiti i zbog česte definicije mejoze kao diobe kojom nastaju spolne stanice. Učenici odmah povezuju da spolne stanice nastaju samo procesom gamete i ne uviđaju da neki organizmi imaju haploidne spolne organe. naznačili broj kromosoma.

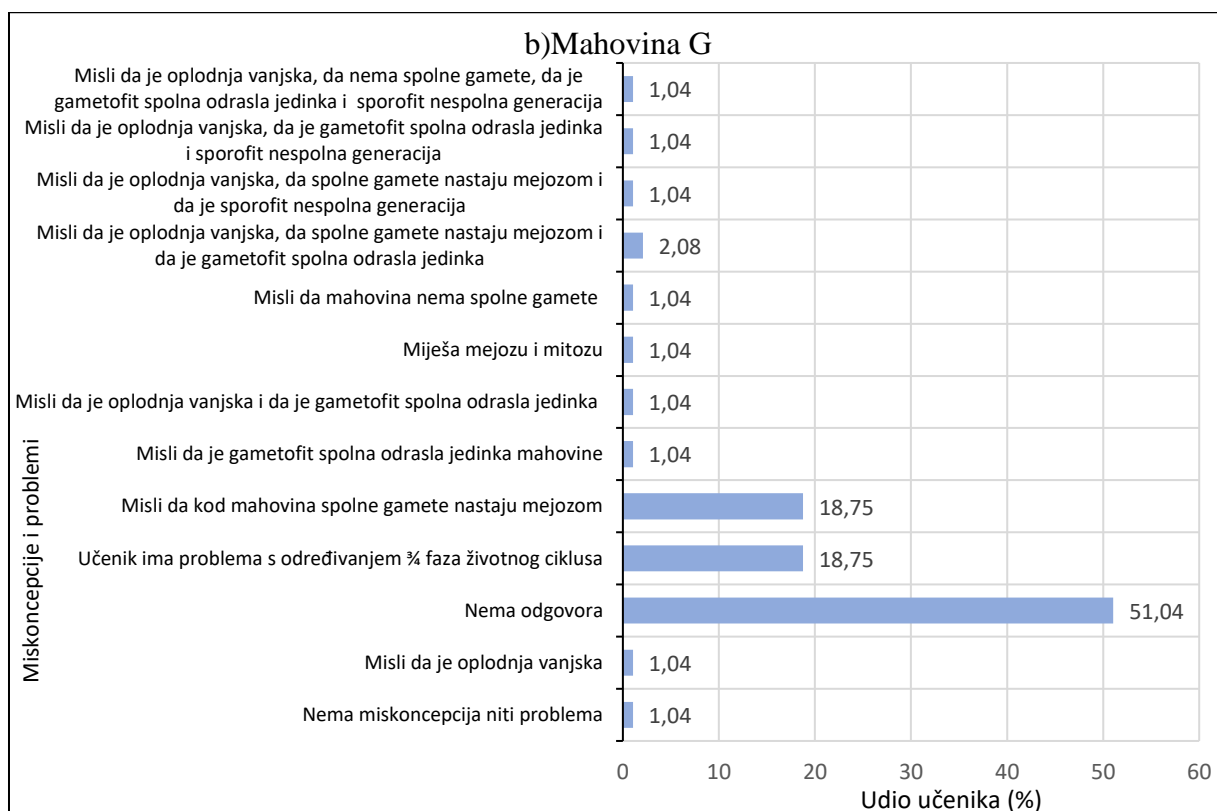
7,28 % učenika srednje škole netočno su označili da dolazi do vanjske oplodnje. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se oplodnja ne događa unutar arhegonija, već da se muške i ženske spolne stanice susreću izvan biljke. Tim odgovorom učenici ukazuju na konceptualno nerazumijevanje oplodnje mahovina. Nastavnici bi trebali naglasiti da je ženska gameta nepokretna i da se nalazi unutar arhegonija. Kod opisivanja oplodnje biljaka, pa tako i mahovina naglasak se stavlja na muške gamete i njihov prijenos, ali se možda dovoljno ne objašnjava smještaj ženske gamete i gdje se oplodnja u konačnici odvija.

1,04 % učenika srednje škole netočno je označilo da mahovina nema muške i ženske gamete. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se mahovine razmnožavaju spajanjem spolnih organa. Do miskoncepcije je moglo doći upravo zbog procesa kojim nastaju gamete kod mahovina. Učenici znaju da je spolna generacija mahovina haploidna te da su gamete isto tako haploidne, pa se u njihovu predodžbu ne uklapa proces mejoze. Učenici zaključuju da spolnih gameta onda uopće nema. Nastavnici moraju obratiti pažnju na sadržaj koji predaju i koji se pojavljuje u knjigama, jer i najmanja nespretno izrečena ili napisana rečenica može kod učenika stvoriti miskoncepcije.

1,04 % učenika srednje škole pogrešno je označilo procese mejoze i mitoze. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici su zamijenili nazive procesa, točno određuju da u ciklusu postoji samo jedna redukcijska dioba, ali dodjeljuju joj pogrešan naziv.



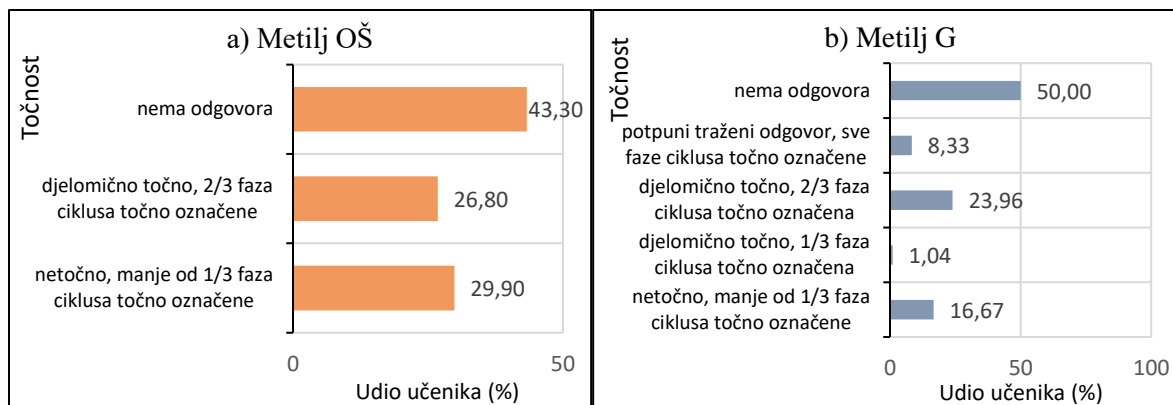
Slika 17.A. Analiza problema i miskoncepcija učenika osnovne škole uz Zadatak 7.



Slika 17.B. Analiza problema i miskoncepcija učenika srednje škole uz Zadatak 7.

Zadatak 8. Životni ciklus metilja

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu metilja. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi organa u metilja te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina životinja. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom metilja kroz nastavu biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 18,56 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 81,44 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 26,04 % učenika odgovorilo je točno, dok je 73,96 % učenika odgovorilo netočno (Slika 18).



Slika 18. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 8.

Potpuni traženi odgovor dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa plošnjaka te ga može objasniti na primjeru metilja, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze životnog ciklusa. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu te njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu.

Djelomično točan odgovor dalo je 26,80 % učenika osnovne škole i 23,96 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu metilja te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa metilja. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 1,04 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu metilja. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa metilja.

Netočan odgovor dalo je 29,90 % učenika osnovne škole i 16,67 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa metilja, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

3,09 % učenika osnovne škole netočno su označili mušku i žensku spolnu stanicu. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici su točno označili muške i ženske spolne organe, što ukazuje na nedovoljnu vizualizaciju bioloških sadržaja tijekom nastave. Učenici znaju kako se naziva muška, a kako ženska spolna stanica ali ne mogu je prepoznati na slici.

3,09 % učenika osnovne škole pogrešno su označili spolne organe i spolne stanice, odnosno misle da iz spolnih stanica mejozom nastaju spolni organi. Odgovor učenika upućuje

na probleme pri učenju i poučavanju. Kroz nastavu učenici nisu upoznati slikama pojedinih organa i gameta, već se sve bazira na pojmovima i tekstualnom prikazu. Nastavnici bi trebali na živom primjeru ili modelu objasniti pojedine organe i njihove uloge.

10,31 % učenika osnovne škole i 8,33 % učenika srednje škole netočno je označilo da dolazi do samooplodnje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se svi nametnici ili svi dvospolci razmnožavaju samooplodnjom. Prilikom objašnjavanja životnog ciklusa metilja nastavnici bi trebali naglasiti da iako su metilji dvospolci većinom dolazi do unakrsne oplodnje, samo rijetko do samooplodnje. Također nastavnici bi trebali opisati razlike životnih uvjeta nametnika koji se razmnožavaju samooplodnjom i stranooplodnjom, odnosno je li nametnik sam u organizmu ili ih je prisutno više te koje su prednosti stranoplodnje u odnosu na samooplodnju.

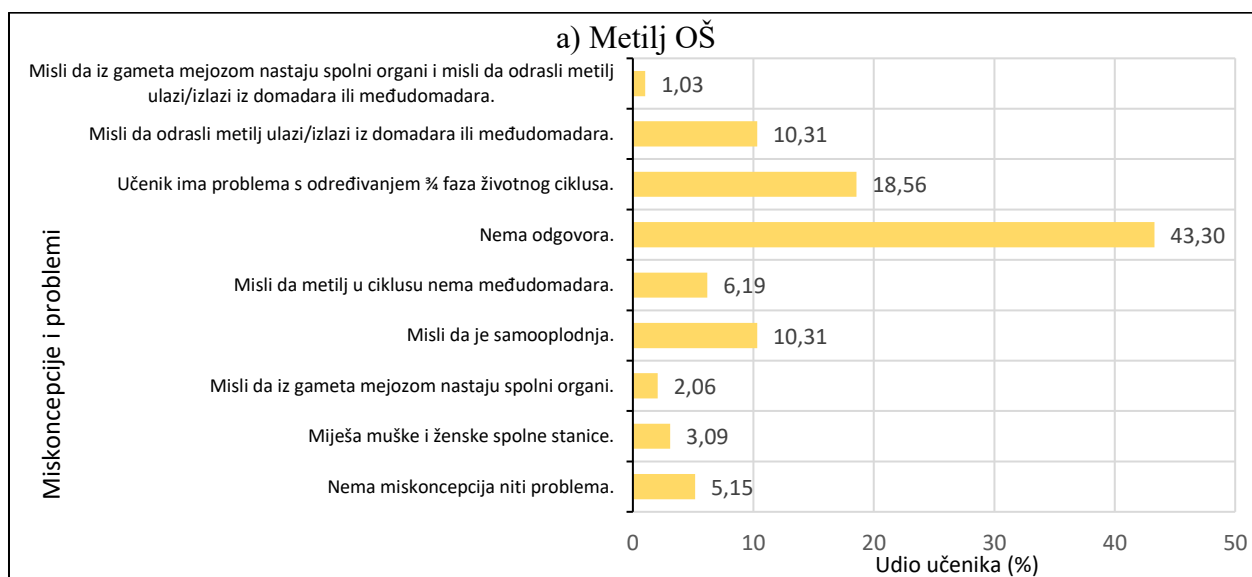
6,19 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole netočno su označili da u životnom ciklusu metilja izostaje međudomadara. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju te ne razumijevanje uloge međudomadara u životnom ciklusu metilja. Nastavnici bi trebali obrazložiti prednosti upotrebe međudomadara, ne samo opisati ciklus zaraze.

11,34 % učenika osnovne škole i 4,17 % učenika srednje škole netočno su označili da odrasli metilj ulazi/izlazi iz međudomadara ili domadara. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se odrasli metilj razvija izvan organizma, te tek kada je spolno zreli ulazi u domadara ili međudomadara. Učenici pokazuju konceptualno nerazumijevanje nametničkog načina života i životnog ciklusa metilja. Nastavnici bi trebali zadati zadatke u kojima učenici slikama moraju prikazati životni ciklus metilja, jer tekstualno pokazuju prividno razumijevanje, tj. znanje.

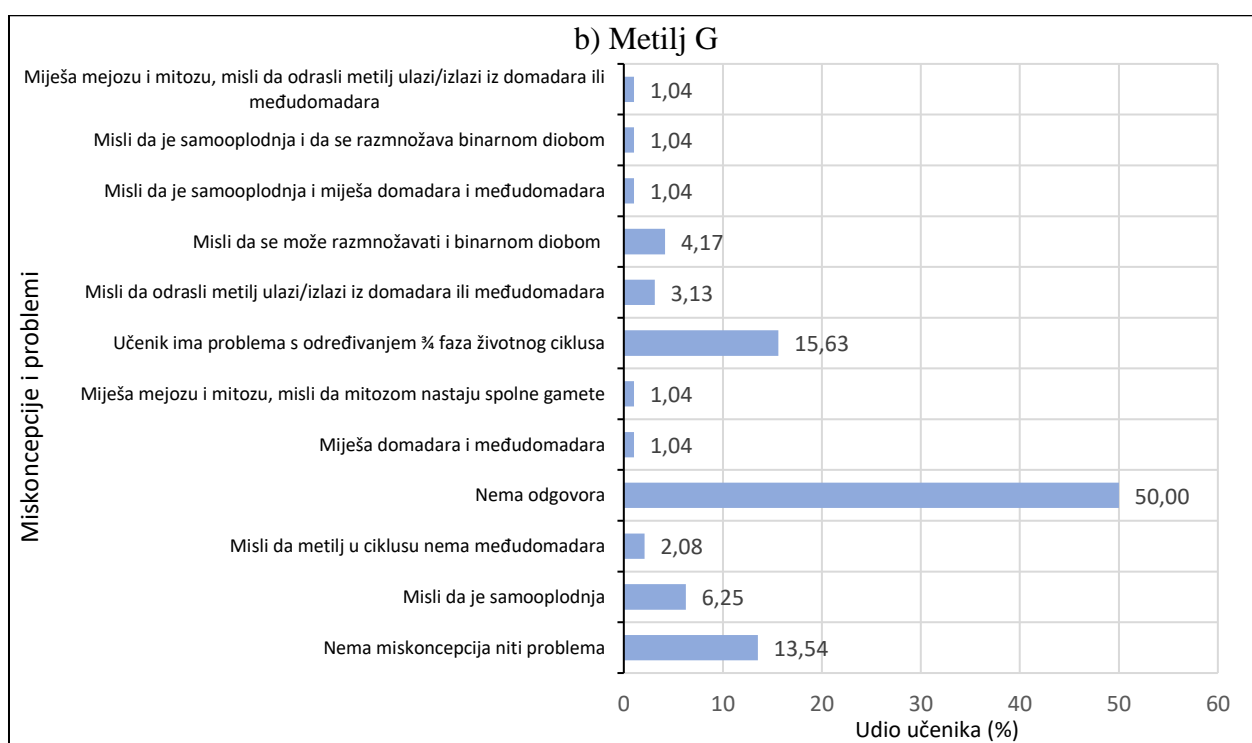
3,12 % učenika srednje škole zamijenili su domadara i međudomadara. Odgovor učenika upućuje na problem pri učenju i memoriranju. Upoznati su sa životnim ciklusom metilja, ali su im se informacije pomiješale što ukazuje na nerazumijevanje sadržaja.

5,21 % učenika srednje škole netočno su označili da se metilj razmnožava binarnom diobom. Odgovor učenika upućuje na problem pri učenju i poučavanju. Učenici povezuju mogućnost regeneracije virnjaka sa cijelom skupinom plošnjaka. Nastavnici bi trebali naglasiti koje osobine pripadaju cijeloj skupini plošnjaka, a koje se pojavljuju za samo određene organizme.

1,04 % učenika srednje škole netočno su naznačili proces mitoze i mejoze. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici su pomiješali nazive dioba, što ukazuje na učenje gotovih definicija i pojmova, a ne njihovu primjenu i razumijevanje.



Slika 19.A. Analiza problema i miskonceptija učenika osnovne škole uz Zadatak 8.

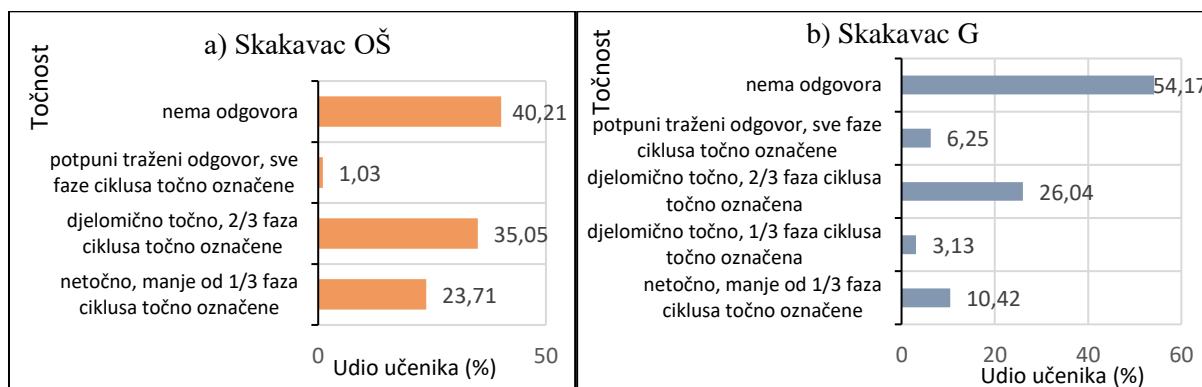


Slika 19.B. Analiza problema i miskonceptija učenika srednje škole uz Zadatak 8.

Zadatak 9. Životni ciklus skakavca

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu skakavca. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi organa u skakavca te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina životinja. Također,

očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom skakavca kroz promatranje kukaca, boravkom u prirodi te kroz nastavu biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 23,71 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 76,29 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 26,04 % učenika odgovorilo je točno, dok je 73,96 % učenika odgovorilo netočno (Slika 20).



Slika 20. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 9.

Potpuni traženi odgovor dalo je 1,03 % učenika osnovne škole i 6,25 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa kukaca te ga može objasniti na primjeru skakavca, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze životnog ciklusa. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu te njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu.

Djelomično točan odgovor dalo je 35,05 % učenika osnovne škole i 26,04 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu skakavca te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa skakavca. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 3,13 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu skakavca. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa skakavca.

Netočan odgovor dalo je 23,71 % učenika osnovne škole i 10,42 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa skakavca, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

2,06 % učenika osnovne škole pogrešno su označili muške i ženske spolne organe. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu, zbog česte upotrebe riječi jaja za testise. Odabirom odgovora učenici ukazuju na nedostatke u konceptualnom povezivanju nastavnih sadržaja različitih nastavnih cjelina, npr. *Građa i uloga spolnih organa, Člankonošci- Kukci*. Nastavnici bi trebali provjeravati znanje učenika tijekom prethodnih nastavnih cjelina.

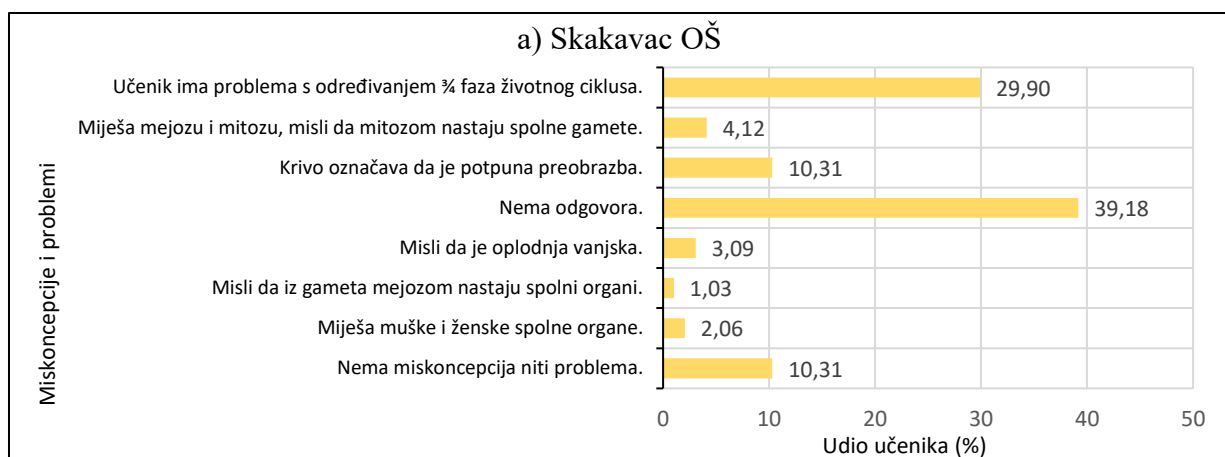
1,03 % učenika osnovne škole i 1,04 % učenika srednje škole pogrešno označio redoslijed spolnih organa i spolnih gameta, odnosno misli da iz spolnih gameta mejozom nastaju spolni organi. Odgovori učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Kroz nastavu učenici nisu upoznati slikama pojedinih organa i gameta, već se sve bazira na pojmovima i tekstualnom prikazu. Nastavnici bi trebali na živom primjeru ili modelu objasniti pojedine organe i njihove uloge.

3,09 % učenika osnovne škole i 3,13 % učenika srednje škole netočno su označili da dolazi do vanjske oplodnje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se kukci razmnožavaju vanjskom oplodnjom, jer se oplodnja kukaca u prirodi rijetko može vidjeti. Također učenici ne povezuju oblik oplodnje sa životnim uvjetima organizma. Nastavnici bi trebali naglasiti kako životni uvjeti utječu na oblik oplodnje te opisati proces razmnožavanja kukaca.

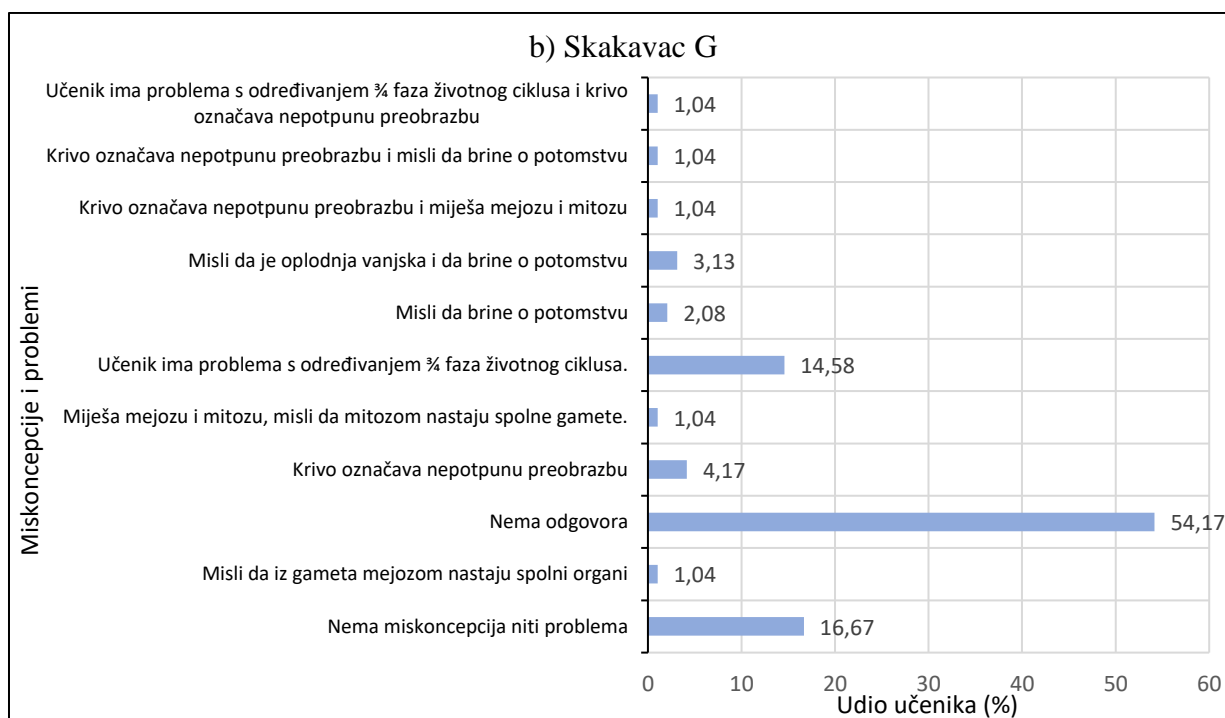
10,31 % učenika osnovne škole i 7,29 % učenika srednje škole netočno su označili da dolazi do potpune preobrazbe. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i memoriranju. Učenicima su se pomiješale informacije vjerojatno zbog toga što ne mogu vizualizirati faze potpune i nepotpune preobrazbe. Kada bi se učenicima osigurao živi preparat svih navedenih faza bolje bi povezali gradivo.

4,12 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole netočno su naznačili proces mitoze i mejoze. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici su pomiješali nazive dioba, što ukazuje na učenje gotovih definicija i pojmova, a ne njihovu primjenu i razumijevanje.

6,25 % učenika srednje škole pogrešno su označili da skakavac brine za potomstvo. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Tijekom nastave učenici nisu upoznati s time brinu li kukci za mlade već se životni ciklus bazira na proces oplodnje i potpunu ili nepotpunu preobrazbu kukaca. Nastavnici bi trebali naglasiti koji organizmi brinu za potomstvo i zašto te opisati sve faze unutar životnog ciklusa kukaca ne samo one najistaknutije.



Slika 21.A. Analiza problema i miskonceptija učenika osnovne škole uz Zadatak 9.

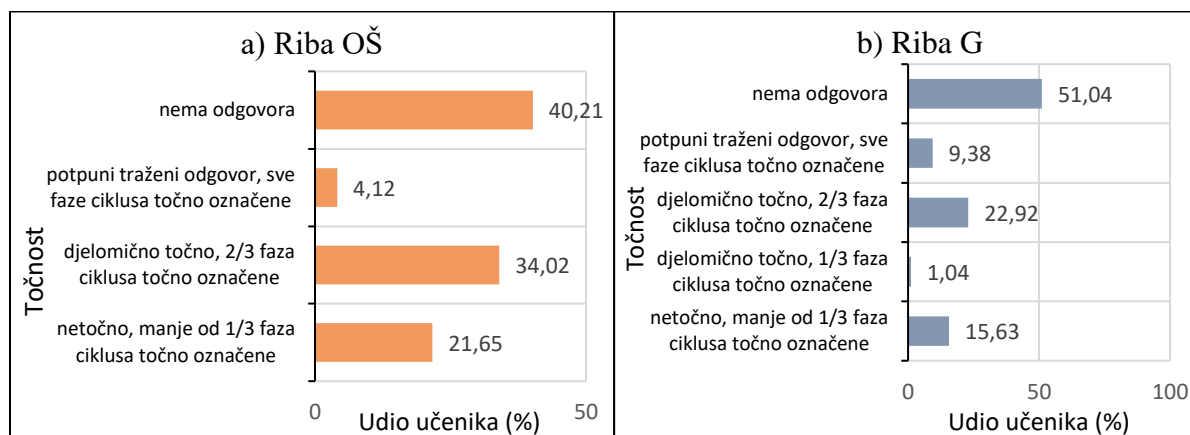


Slika 21.B. Analiza problema i miskonceptija učenika srednje škole uz Zadatak 9.

Zadatak 10. Životni ciklus ribe

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu riba. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici trebaju primijeniti znanje o građi i ulozi organa u riba te se prisjetiti svojih znanja o životnim ciklusima ostalih skupina životinja. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom ribe kroz promatranje riba, konzumacijom riba, boravkom u prirodi te kroz nastavu biologije. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 36,08 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 63,92 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96

učenika srednje škole, 28,13 % učenika odgovorilo je točno, dok 71,88 % učenika je odgovorilo netočno (Slika 22).



Slika 22. Točnost odgovora učenika osnovne škole (a) i učenika srednje škole (b) na Zadatak 10.

Potpuni traženi odgovor dalo je 4,12 % učenika osnovne škole i 9,38 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa riba, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze životnog ciklusa. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu te njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu.

Djelomično točan odgovor dalo je 34,02 % učenika osnovne škole i 22,92 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu ribe te su griješili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa ribe. Slabije djelomično točan odgovor dalo je 1,04 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu ribe. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa ribe.

Netočan odgovor dalo je 21,65 % učenika osnovne i 15,63 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa riba, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

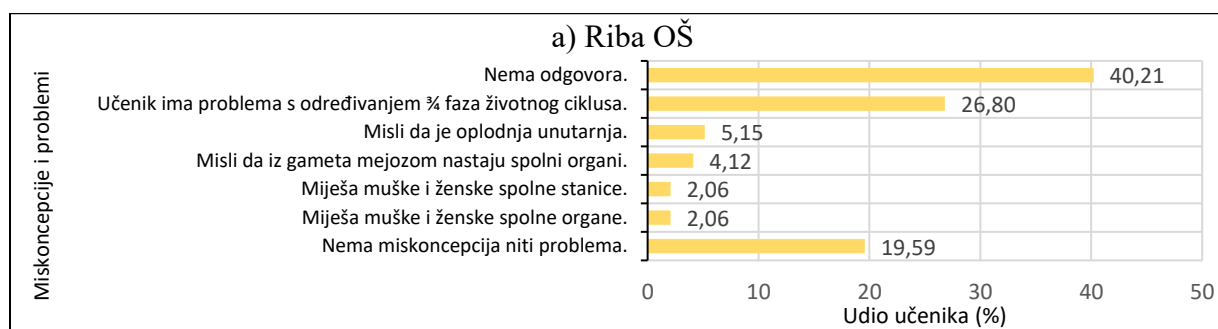
2,06 % učenika osnovne škole pogrešno su označili muške i ženske spolne organe. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da jajnici pripadaju muškom spolnom organu, zbog česte upotrebe riječi jaja za testise. Odabirom odgovora učenici ukazuju na nedostatke u konceptualnom povezivanju nastavnih sadržaja različitih nastavnih cjelina, npr. *Grada i uloga spolnih organa, Riba*. Nastavnici bi trebali provjeravati usvojenost sadržaja i postojanje miskoncepcija tijekom obrade nastavnih cjelina.

4,12 % učenika osnovne škole pogrešno su označili redoslijed spolnih organa i spolnih gameta, odnosno misle da iz gameta mejozom nastaju spolni organi. Odgovori učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da iz gameta mejozom nastaju spolni organi. Odabirom odgovora učenici ukazuju na konceptualno nerazumijevanje faza u životnom ciklusu te nerazumijevanje procesa mejoze kao redukcijske diobe pri kojoj se smanjuje broj kromosoma. Nastavnici bi trebali zadavati zadatke u kojima učenici trebaju nastaviti niz događaja te time utvrditi postoje li miskoncepcije kod tih učenika.

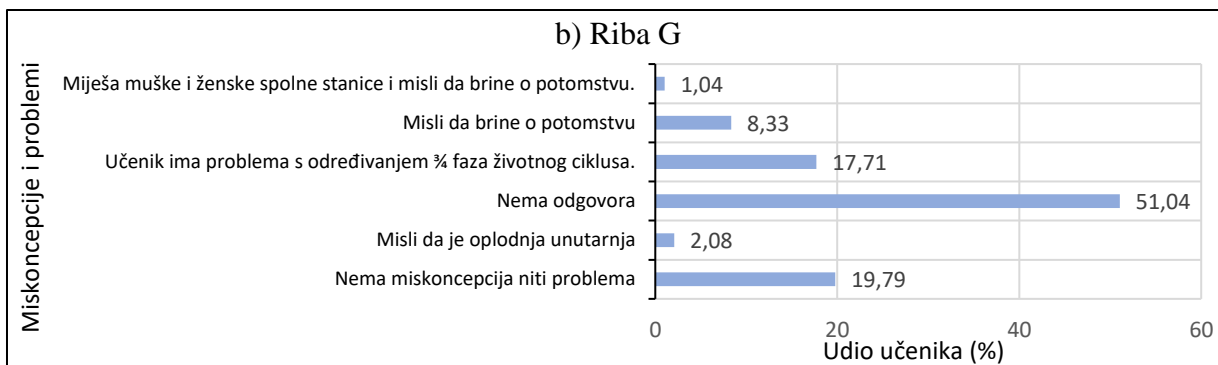
2,06 % učenika osnovne škole i 1,04 % učenika srednje škole netočno su označili mušku i žensku spolnu stanicu. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici su točno označili muške i ženske spolne organe, što ukazuje na nedovoljnu vizualizaciju bioloških sadržaja tijekom nastave. Učenici znaju kako se naziva muška, a kako ženska spolna stanica ali ne mogu je prepoznati na slici.

5,15 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole netočno su označili da dolazi do unutarnje oplodnje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se ribe razmnožavaju unutarnjom oplodnjom ili kod tih učenika postoji konceptualno nerazumijevanje povezanosti životnih uvjeta s načinom oplodnje. Nastavnici bi trebali primjerima raznih životinja i njihovih životnih uvjeta učenicima opisati načine oplodnje.

9,37 % učenika srednje škole netočno je označilo da riba brine za potomstvo. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije koja se mogla stvorit kroz razne crtiće i filmove, kao što je crtić Nemo. Iako riba klaun uistinu brine za svoje potomke kao što je prikazano u crtiću, većina riba ipak to ne čini. Nastavnici bi trebali obratiti pažnju s kojim mislima i idejama učenici dolaze u škole. Također trebali bi proučiti popularne crtiće i filmove te načine kojima su u njima prikazani biološki sadržaji. Treba napomenuti da povezivanje gradiva s crtićima i filmovima može imati pozitivan efekt ako ti sadržaji odgovaraju stvarnosti.



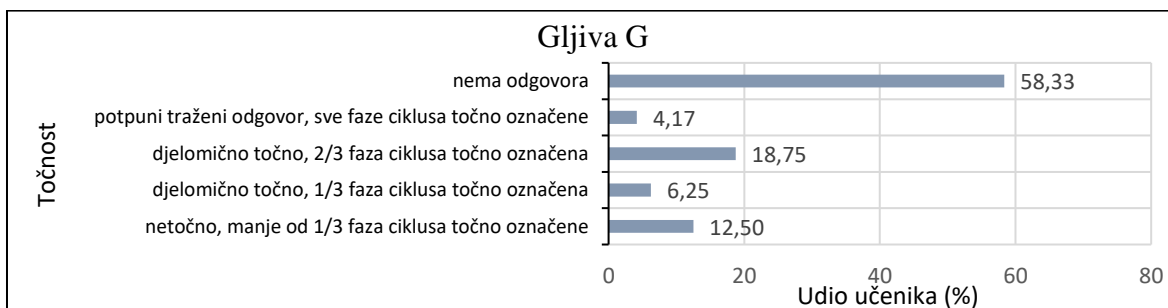
Slika 23.A. Analiza problema i miskoncepcija učenika osnovne škole uz Zadatak 10.



Slika 23.B. Analiza problema i miskoncepcija učenika srednje škole uz Zadatak 10.

Zadatak 11. Životni ciklus Gljive

Zadatkom se ispituje konceptualno povezivanje faza u životnom ciklusu gljiva. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje, učenici trebaju primijeniti znanje o građi gljiva. Također, očekuje se primjena znanja i pravilnosti iz prethodno riješenih zadataka. Pretpostavlja se da su učenici upoznati sa životnim ciklusom gljiva kroz nastavu biologije. Učenici osnovne škole nisu bili pitani životni ciklus gljiva jer se to znanje od njih ne očekuje u osnovnoj školi. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 18,75 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 81,25 % učenika odgovorilo netočno. Učenici osnovne škole nisu bili pitani ovaj zadatak jer nemaju dovoljno predznanja za njegovo rješavanje (Slika 24).



Slika 24. Riješenost Zadatka 11. u on-line sustavu e-učenja MoD

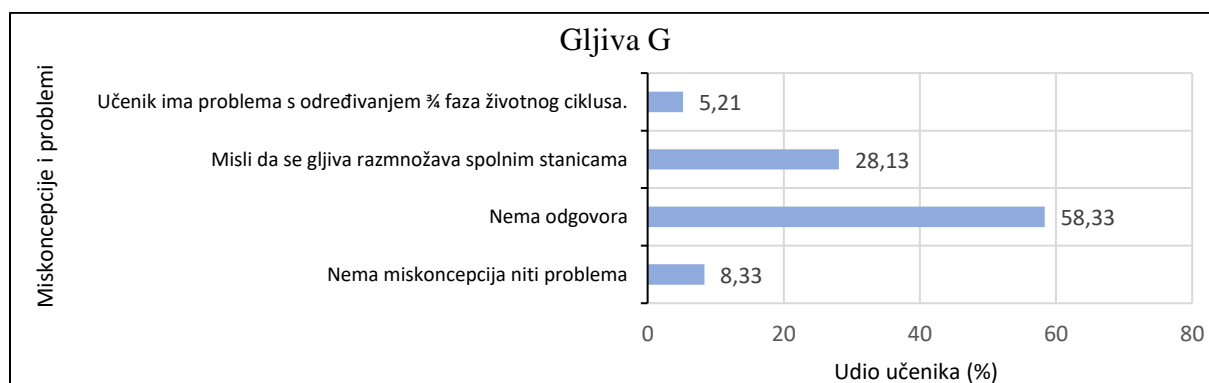
Potpuni traženi odgovor dalo je 4,17 % učenika srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa gljiva, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne faze životnog ciklusa. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu te njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu.

Djelomično točan odgovor dalo je 18,75 % učenika srednje škole. Učenici su točno označili većinu faza u životnom ciklusu ribe te su grijehili u fazama koje ne utječu na konceptualno razumijevanje životnog ciklusa ribe. Slabije djelomično točan odgovor dalo je

1,04 % učenika srednje škole. Učenici su pogrešno označili većinu faza u životnom ciklusu ribe. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa ribe.

Netočan odgovor dalo je 12,50 % učenika srednje škole. Odgovor učenika ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa gljiva, odnosno na probleme pri učenju i memoriranju. Može se pretpostaviti da se problem javlja tijekom učenja, jer učenici zanemaruju prethodno stečena znanja o razmnožavanju živih bića. Uzroci se mogu potražiti i tijekom poučavanja, kad se ne provjerava razumijevanje i usvojenost sadržaja.

28,13 % učenika srednje škole netočno je označilo da do oplodnje dolazi spajanjem gameta. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da do oplodnje može doći samo spajanjem gameta, ne i spajanjem cijelih rasplodnih organa. Kako se kroz cijelu nastavu biologije prilikom oplodnje spominje spajanje muške i ženske gamete moguće je da su učenici to prihvatili kao univerzalno pravilo. Prilikom obrade gljiva, koje u nastavi biologije ne dobivaju preveliku važnost nedovoljno se obrađuje njihov životni ciklus.



Slika 25. Analiza problema i miskoncepcija učenika uz Zadatak 11.

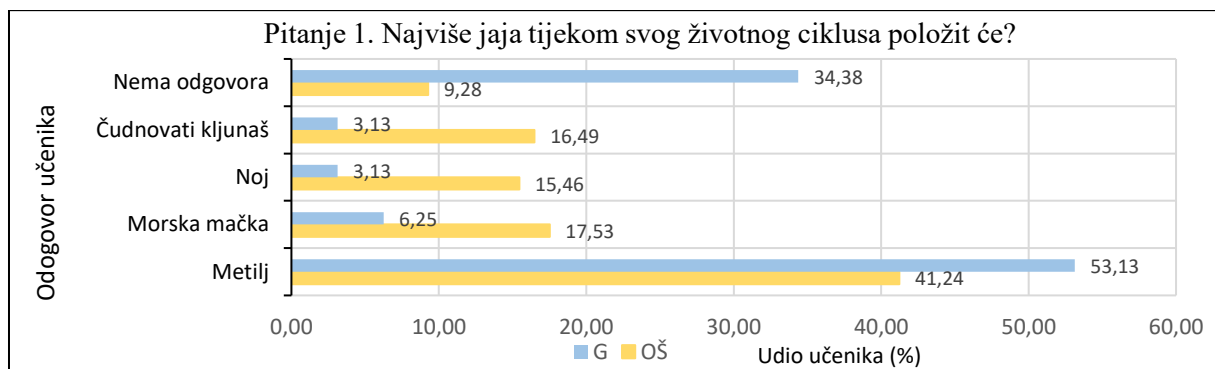
Kroz sve zadatke većina učenika odabrala je pogrešne slike za pojedine faze životnog ciklusa. Pogrešno odabiranje slika upućuje na nedovoljnu vizualizaciju bioloških sadržaja od strane učenika te nedovoljno korištenje živih preparata, modela, slika i videa u nastavi biologije.

3.1.3. Analiza dodatnih pitanja za učenike osnovne i srednje škole

Uz povezivanje faza u životnom ciklusu egzemplarnih organizama učenici osnovne škole bili su pitani jedanaest pitanja vezanih uz koncept *Životni ciklusi*. Učenici srednje škole bili su pitani ista pitanja kao i učenici osnovne škole, kao i dodatnih jedanaest pitanja.

Pitanje 1. Najviše jaja tijekom svog životnog ciklusa položiti će? a) morska mačka, b) noj, c) čudnovati kljunaš, d) metilj

Pitanjem se ispituje razumijevanje faza životnog ciklusa obzirom na način života, odnosno kako način života utječe na broj potomaka. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o životnim ciklusima navedenih životinja, njihovim životnim uvjetima i ograničenjima tih životnih uvjeta. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 41,24 % učenika odgovorilo je točno na ovo pitanje, dok je 58,76 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 53,13 % učenika odgovorilo je točno, dok je 46,88 % učenika odgovorilo netočno (Slika 26).



Slika 26. Odgovori učenika na Pitanje 1. u on-line sustavu e-učenja MoD

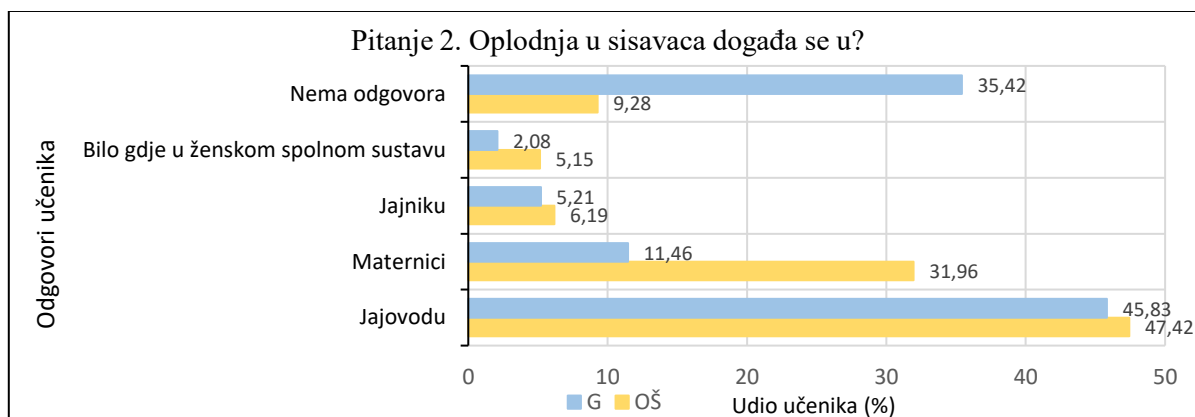
Točan odgovor *metilj* dalo je 41,24 % učenika osnovne škole i 53,13 % učenika srednje škole. Manjina učenika osnovne škole i većina učenika srednje škole ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa metilja, može konceptualno povezati životne uvjete s načinom razmnožavanja te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne odgovore.

Odgovor *morska mačka* dalo je 17,53 % učenika osnovne škole i 6,25 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici prepoznaju morskou mačku kao životinju koja stvara veliki broj jaja, međutim zanemaruje se nametnički način života metilja. Nastavnici bi trebali usporediti brojnost potomaka za svaku vrstu te njihove životne uvjete.

Odgovor *noj* dalo je 15,46 % učenika osnovne škole i 3,13 % učenika srednje škole. Odgovor *čudnovati kljunaš* dalo je 16,49 % učenika osnovne škole i 3,13 % učenika srednje škole. Odgovori upućuju na probleme pri učenju i memoriranju, jer učenici zanemaruju povezanost životnih uvjeta, odnosno načina života i broj potomaka. Odgovori upućuju na mogući problem pri poučavanju, gdje nije doveden u vezu odnos između načina života i broj potomaka. Učenicima bi trebali usporediti različite životinje, njihove životne uvjete i staništa te broj potomaka.

Pitanje 2. Oplodnja u sisavaca događa se u? a) maternici, b) jajovodu, c) jajniku, d) bilo gdje u ženskom spolnom sustavu

Pitanjem se ispituje razumijevanje faza u životnom ciklusu sisavaca. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o životnom ciklusu sisavaca, građi spolnih organa i njihovoj ulozi. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, njih 47,42 % odgovorilo je točno, dok je 52,58 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 46,63 % učenika odgovorilo je točno, dok je 53,37 % učenika odgovorilo netočno (Slika 27).



Slika 27. Odgovori učenika na Pitanje 2. u on-line sustavu e-učenja MoD

Točan odgovor *jajovod* dalo je 47,42 % učenika osnovne škole i 45,83 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa sisavca, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne odgovore.

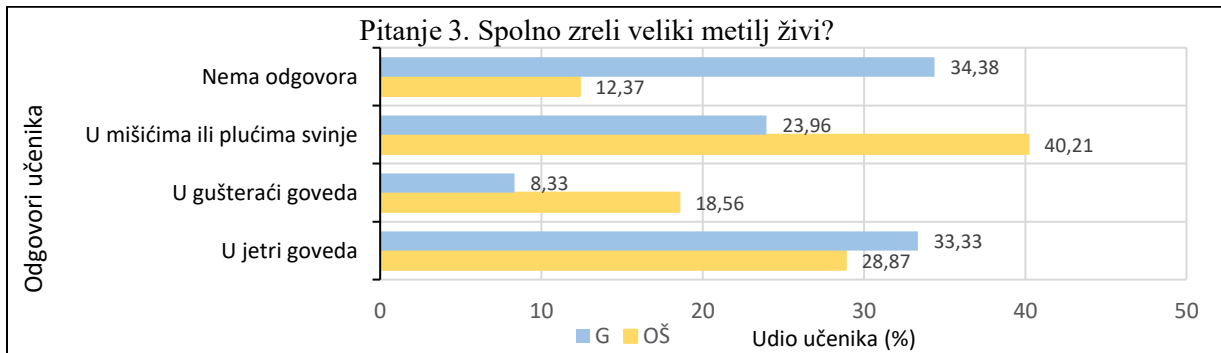
Odgovor *maternica* dalo je 31,96 % učenika osnovne škole i 11,46 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se oplodnja događa u maternici jer je to mjesto razvoja mladih. Do pojave miskoncepcije može doći jer nastavnici ne naglašavaju gdje se događa oplodnja dok se ne počinje obrađivati čovjek, a do tada učenici već stvore miskoncepcije.

Odgovor *jajnik* dalo je 6,19 % učenika osnovne škole i 5,21 % učenika srednje škole. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se oplodnja događa u jajniku jer je jajna stanica statična kao kod biljaka, a spermij putuje do nje i oplođuje ju. Kako bi otklonili miskoncepcije nastavnici se mogu poslužiti animacijama i videima oplodnje.

Odgovor *bilo gdje u ženskom spolnom sustavu* dalo je 5,15 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole. Odgovori učenika upućuju na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici prepoznaju da do oplodnje dolazi u ženskom spolnom sustavu ali ne prepoznaju točno mjesto oplodnje.

Pitanje 3. Spolno zreli veliki metilj živi? a) u jetri goveda, b) u gušterači goveda, c) u mišićima svinje, d) u plućima svinje

Pitanjem se ispituje razumijevanje životnog ciklusa metilja. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o faza životnog ciklusa metilja i njegovim životnim uvjetima. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, njih 27,84 % odgovorilo je točno, dok je 72,16 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 33,33 % učenika odgovorilo je točno, dok je 66,67 % učenika odgovorilo netočno (Slika 28).



Slika 28. Odgovori učenika na Pitanje 3. u on-line sustavu e-učenja MoD

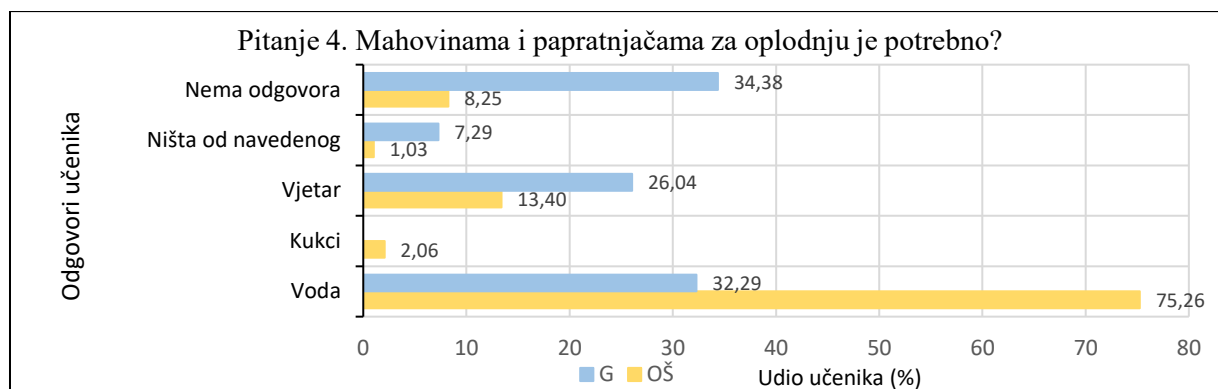
Točan odgovor *u jetri goveda* dalo je 28,87 % učenika osnovne škole i 33,33 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnog ciklusa metilja, može konceptualno povezati faze u životnom ciklusu te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne odgovore. Točan odgovor pokazuje i razumijevanje životnih uvjeta u staništu, njihovu povezanost sa prilagodbama različitih stadija u životnom ciklusu kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne odgovore.

Odgovor *u gušterači goveda* dalo je 18,56 % učenika osnovne škole i 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor *u mišićima ili plućima svinje* dalo je 40,21 % učenika osnovne škole i 23,96 % učenika srednje škole. Odgovori upućuju na probleme pri učenju i memoriranju, učenici prepoznaju svinju i govedo kao domadara ali ne i u kojem sustavu parazitira metilj. Nastavnici bi trebali povezati u kojem organu parazitira metilj tijekom objašnjavanja životnog ciklusa metilja. Mogu se poslužiti i slikama i videima metiljavosti kako bi pomogli učenicima vizualizacijom.

Pitanje 4. Mahovinama i papratnjačama za oplodnju je potrebno? a) voda, b) vjetar, c) kukci, d) ništa od navedenog

Pitanjem se ispituje razumijevanje životnih ciklusa mahovina i papratnjača. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o životnim ciklusima mahovina i papratnjača, njihovim životnim uvjetima i načinima razmnožavanja. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 75,26 % učenika odgovorilo je točno,

dok je 24,74 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 32,29 % učenika je odgovorilo točno, dok je 67,71 % učenika odgovorilo netočno (Slika 29).



Slika 29. Odgovori učenika na Pitanje 4. u on-line sustavu e-učenja MoD

Točan odgovor *voda* dalo je 75,26 % učenika osnovne škole i 32,29 % učenika srednje škole. Većina učenika osnovne škole i manjina učenika srednje škole ima ostvareno dobro razumijevanje životnih ciklusa mahovina i papratnjača, može konceptualno povezati životne uvjete s načinom razmnožavanja te kritičkim razmišljanjem eliminirati netočne odgovore.

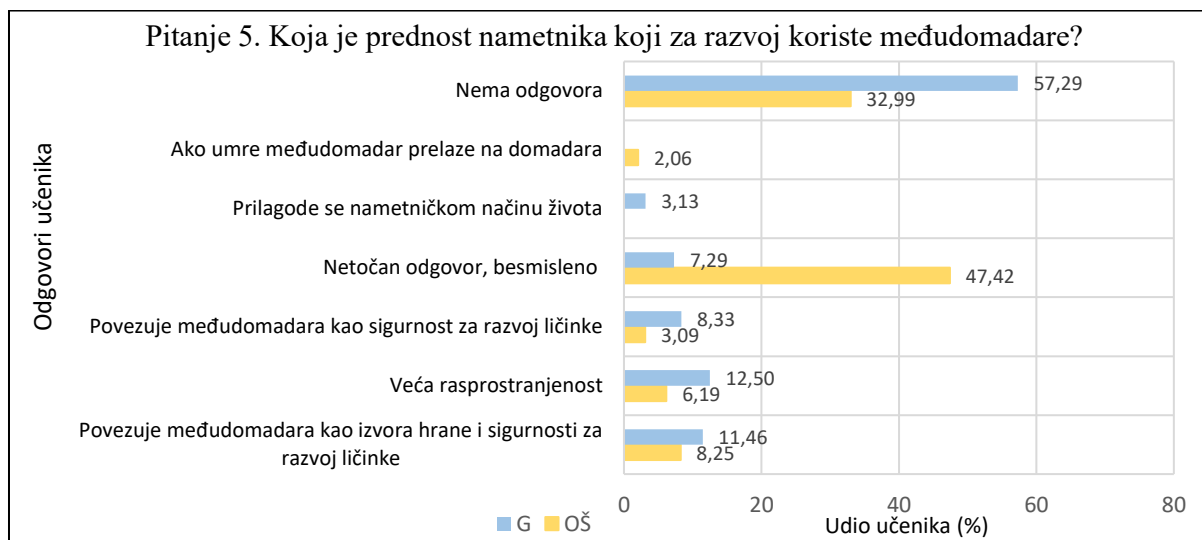
Odgovor *vjetar* dalo je 13,40 % učenika osnovne škole i 26,04 % učenika srednje škole. Odgovori upućuju na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici mogu kritički eliminirati kukce kao način oprašivanja jer mahovine nemaju osobine koje bi privukle kukce, ali upravo zbog toga biraju odgovor vjetar. Nastavnici bi trebali ponavljati načine oprašivanja prilikom obrade svake nove skupine biljaka kako se učenicima ne bih stvorile miskoncepcije. Također nastavnici mogu pokazati animacije muške gamete kako pliva pomoću vode do ženske gamete. Nastavnim pomagalima mogu se objasniti načini oprašivanja i stvoriti slike koje će učenicima onemogućiti stvaranje miskoncepcija.

Odgovor *kukci* dalo je 2,06 % učenika osnovne škole. Odgovor učenika upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici su najbolje upoznati s kritosjemenjačama i njihovim načinima oprašivanja pa to povezuju s ostalim skupinama biljaka. Nastavnici bi trebali usporediti skupine biljaka, njihove načine oprašivanja i osobine koje biljke posjeduju obzirom na način oprašivanja.

Odgovor *ništa od navedenog* dalo je 8,25 % učenika osnovne škole i 34,38 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, učenici vjerojatno nisu upoznati s načinom oprašivanja mahovina.

Pitanje 5. Koja je prednost nametnika koji za razvoj koriste međudomadare?

Pitanjem se ispituje razumijevanje životnih ciklusa nametnika. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o životnim ciklusima nametnika, zašto on uključuje međudomadara te koja je njihova prednost. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 17,53 % učenika odgovorilo je točno, dok je 82,47 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 31,25 % učenika odgovorilo je točno, dok je 68,75 % učenika odgovorilo netočno (Slika 30).



Slika 30. Odgovori učenika na Pitanje 5. u on-line sustavu e-učenja MoD

Barem jedan od točnih odgovora *prolaze stadije razvoja zaštićeni unutar međudomadara, on im je on izvor prehrane i povećava njihovu rasprostranjenost* dalo je 17,53 % učenika osnovne škole i 31,25 % učenika srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje životnih ciklusa nametnika, može konceptualno povezati životne uvjete s načinom razmnožavanja te kritičkim razmišljanjem odrediti prednost korištenja međudomadara u životnom ciklusu.

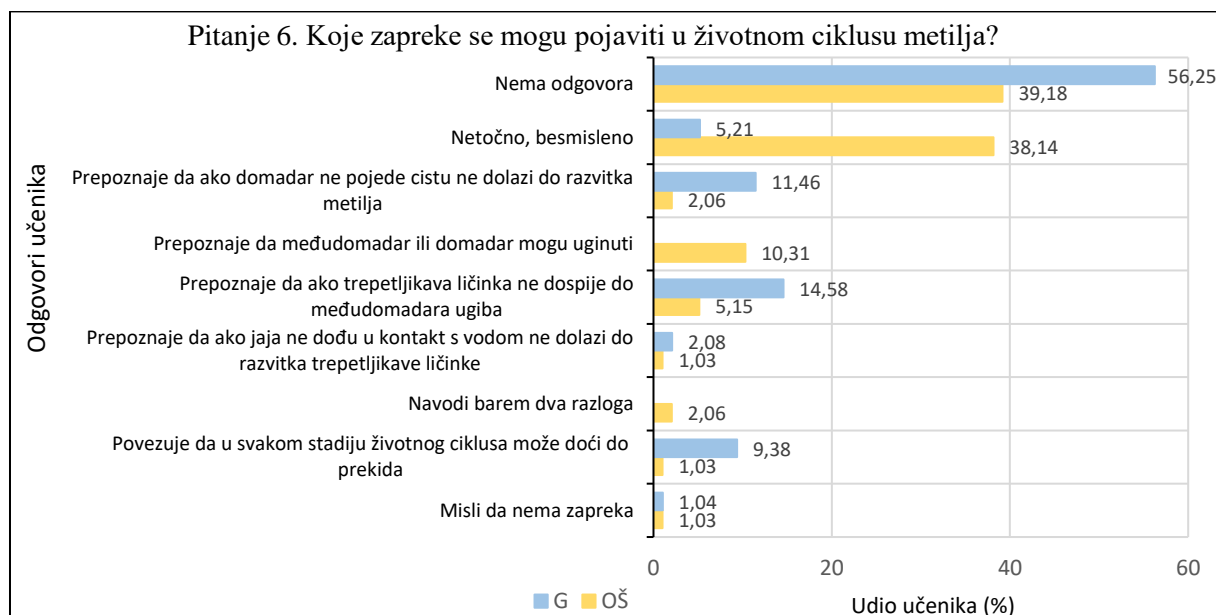
Odgovor *da mogu prijeći na domadara ako umre međudomadara* dalo je 2,06 % učenika osnovne škole. Odgovor upućuje na konceptualno nerazumijevanje faza u životnom ciklusu metilja. Učenici ne razumiju ulogu međudomadara, vjerojatno zato što uče samo slijed događaja ne i ulogu svake pojedine faze u ciklusu i njezine ograničavajuće faktore.

Odgovor *da razvijaju imunitet i prilagodbe na nametnički način života* dalo je 3,13 % učenika srednje škole. Odgovor učenika upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da nametnik stvara prilagodbe tek kada je ušao u organizam. Učenici pokazuju konceptualno nerazumijevanje nametničkog načina života i njihovih prilagodba. Nastavnici bi trebali objasniti ulogu međudomadara prilikom objašnjavanja ciklusa nametnika.

Besmislen odgovor dalo je 47,42 % učenika osnovne škole i 7,29 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje postavljenog pitanja, odnosno odgovor nije povezan s postavljenim pitanjem ili na njega odgovaraju ne znam, nismo to učili i slično.

Pitanje 6. Koje zapreke se mogu pojaviti u životnom ciklusu metilja?

Pitanjem se ispituje razumijevanje pojedinih faza u životnom ciklusu metilja. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o životnom ciklusu metilja, razumijevanje ograničenja za svaku pojedinu fazu životnog ciklusa te načine na koje se čovjek može boriti protiv metiljavosti. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 21,65 % učenika odgovorilo je točno, dok je 78,35 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 37,50 % učenika odgovorilo je točno, dok je 62,50 % učenika odgovorilo netočno (Slika 31).



Slika 31. Odgovori učenika na Pitanje 6. u on-line sustavu e-učenja MoD

Barem jedan od navedenih točnih odgovora; *ako jaja ne dođu u kontakt s vodom ne može se razviti trepetljikava ličinka, ličinka ne mora pronaći puža barnjaka i nastaviti ciklus, domadar ne mora pojesti čahuru metilja, domadar ili međudomadar ugiba i prekida se ciklus* dalo je 21,65 % učenika osnovne škole i 37,50 % učenika srednje škole. U najvećem broju učenici su navodili smrt domadara ili ne pronalazak međudomadara. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje pojedinih faza u životnom ciklusu metilja, može konceptualno povezati životne uvjete s načinom razmnožavanja te kritičkim razmišljanjem odrediti ograničenja unutar životnog ciklusa.

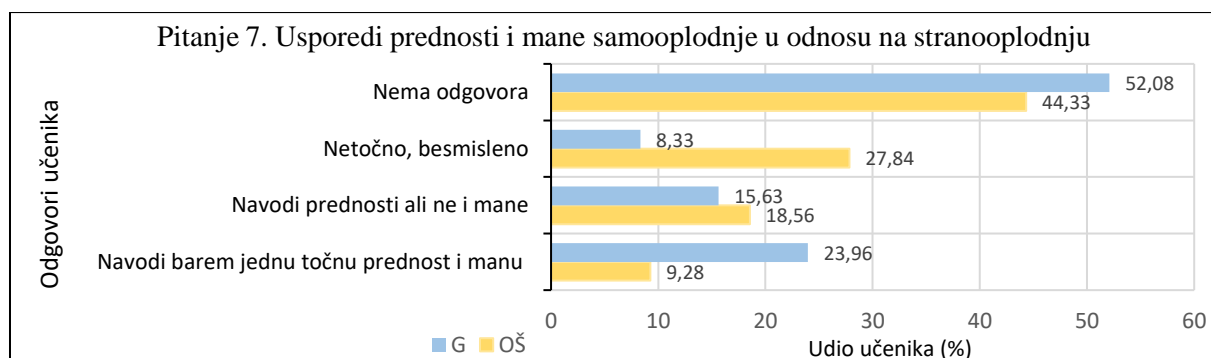
Odgovor *da nema zapreka u životnom ciklusu* dalo je 1,03 % učenika osnovne škole i 1,04 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, učenici

ne uviđaju ograničavajuće faktore u životnom ciklusu. Nastavnici bi prilikom obrade nastavne teme trebali postavljati pitanja koji su ograničavajući faktori u životnom ciklusu.

Besmislen odgovor dalo je 38,14 % učenika osnovne škole i 5,21 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje postavljenog pitanja ili nerazumijevanje životnog ciklusa metilja. Odgovori nisu imali veze s postavljenim pitanjem ili su odgovarali sa ne znam, nismo učili i slično.

Pitanje 7. Usporedi prednosti i mane samooplodnje u odnosu na stranooplodnju.

Pitanjem se ispituje kritičko prosuđivanje prednosti i nedostatka različitih načina oplodnje. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o načinima oplodnje, njihova usporedba, promišljanje o organizmima koji se koriste različitim načinima oplodnje te koje im to koristi ili nedostatke donosi. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 19,59 % učenika odgovorilo je točno, dok je 80,41 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 23,96 % učenika odgovorilo je točno, dok je 76,04 % učenika odgovorilo netočno (Slika 32).



Slika 32. Odgovori učenika na Pitanje 7. u on-line sustavu e-učenja MoD

Barem jednu točnu prednost i manu; *prednosti- organizmu nije potreban partner za reprodukciju, prijenos dobrih gena ako ih majka posjeduje, Nedostaci- populacija neće biti raznolika, spora adaptacija na okoliš* dalo je 19,59 % učenika osnovne škole i 23,96 % učenika srednje škole. Kao prednost samooplodnje učenici su u najvećem broju naveli da organizmu nije potreban partner, dok kao manu da će svi potomci biti jednaki. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje različitih načina oplodnje te mogu kritički analizirati njihove prednosti i nedostatke.

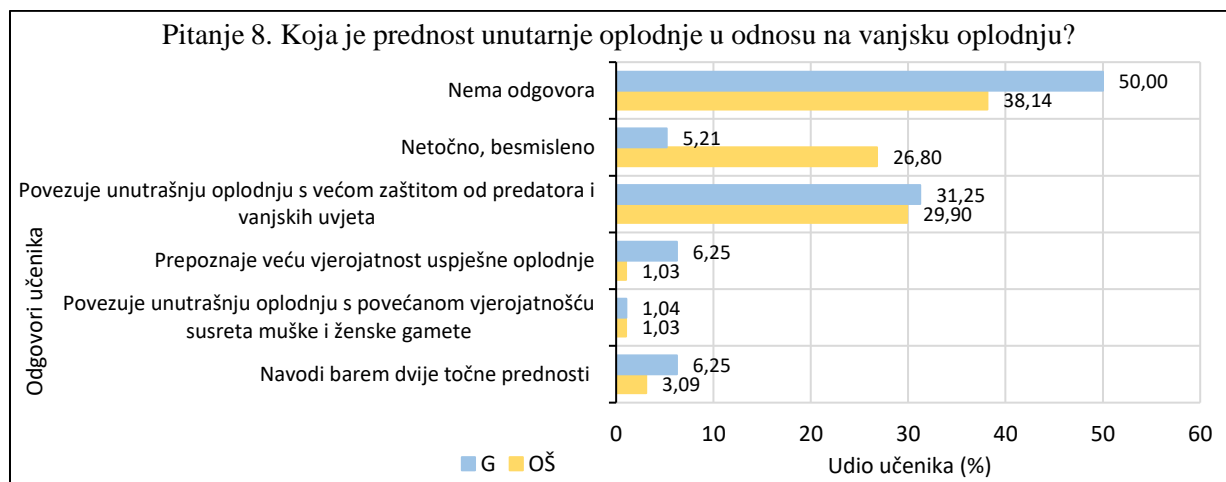
Djelomično točan odgovor, samo prednost *organizmu nije potreban partner za reprodukciju* dalo je 18,56 % učenika osnovne škole i 15,63 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju, učenici mogu prepoznati prednost ali ne i

nedostatak samooplodnje. Nastavnici bi trebali prilikom poučavanja samooplodnje navesti ili tražiti od učenika da zaključe koje bi bile prednosti, a koje mane takvog načina razmnožavanja.

Besmislen odgovor dalo je 27,84 % učenika osnovne škole i 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje samooplodnje. Odgovor nije povezan s pitanjem, ili glasi ne znam, nismo radili i slično.

Pitanje 8. Koja je prednost unutarnje oplodnje u odnosu na vanjsku oplodnju?

Pitanjem se ispituje kritičko prosuđivanje prednosti i nedostatka različitih načina oplodnje. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o načinima oplodnje, njihova usporedba, promišljanje o organizmima koji se koriste različitim načinima oplodnje te koje im to koristi ili nedostatke donosi. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 35,05 % učenika odgovorilo je točno, dok je 64,95 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 44,79 % učenika odgovorilo je točno, dok je 55,21 % učenika odgovorilo netočno (Slika 33).



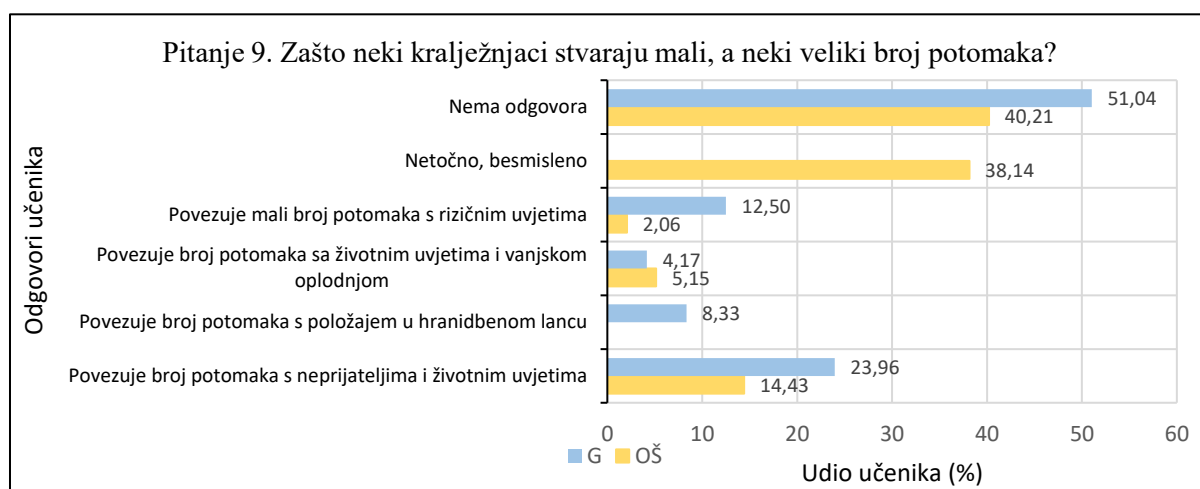
Slika 33. Odgovori učenika na Pitanje 8. u on-line sustavu e-učenja MoD

Barem jedan točan odgovor; *veća je vjerojatnost uspješne oplodnje, veća zaštita od predatora i vanjskih utjecaja, veća selektivnost partnera te manja vjerojatnost propadanja gameta* dalo je 35,05 % učenika osnovne škole i 44,79 % učenika srednje škole. U najvećem broju učenici su navodili zaštitu od predatora i vanjskih utjecaja. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje različitih načina oplodnje te mogu kritički analizirati njihove prednosti i nedostatke.

Besmislen odgovor dalo je 26,80 % učenika osnovne škole i 5,21 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje vanjske i unutarnje oplodnje. Odgovori učenika nisu povezani s pitanjem te odgovaraju sa ne znam i slično.

Pitanje 9. Zašto neki kralježnjaci stvaraju mali, a neki veliki broj potomaka?

Pitanjem se ispituje razumijevanje povezanosti broja potomaka i životnih uvjeta organizma. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o životnim uvjetima kralježnjaka, ograničenjima tih uvjeta te prisustvo i broj predatora koji pojedini organizam ima. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 17,53 % učenika odgovorilo je točno, dok je 82,47 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 30,21 % učenika odgovorilo je točno, dok je 69,79 % učenika odgovorilo netočno (Slika 34).



Slika 34. Odgovori učenika na Pitanje 9. u on-line sustavu e-učenja MoD

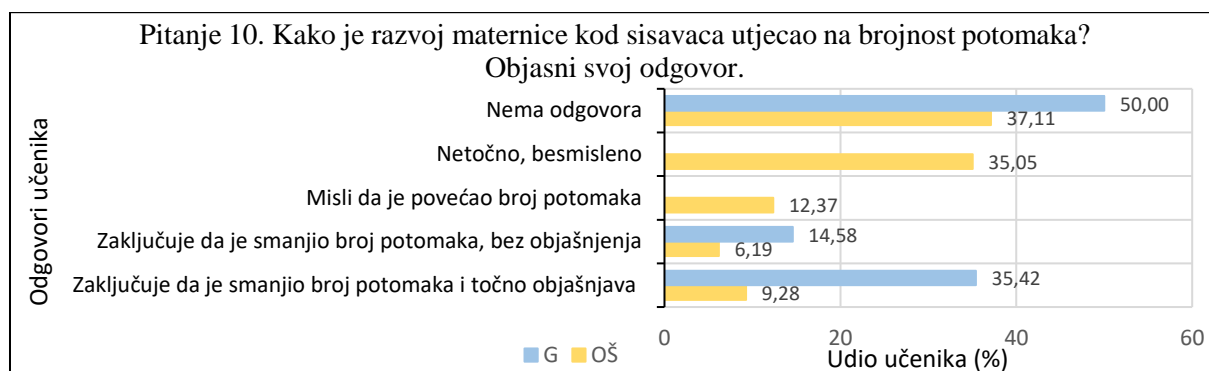
Barem jedan točan odgovor veći broj potomaka stvaraju *kralježnjaci koji žive u nepovoljnim uvjetima, imaju mnoštvo predatora i razmnožavaju se vanjskom oplodnjom* dalo je 19,58 % učenika osnovne škole i 36,46 % učenika srednje škole. Najveći broj učenika naveo je kao razlog nepovoljne životne uvjete i veliki broj predatora. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje različitih načina oplodnje te mogu kritički analizirati njihove prednosti i nedostatke.

Odgovor *stvaraju mali broj potomaka zbog rizičnih uvjeta* dalo je 2,06 % učenika osnovne škole i 12,50 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskonceptije da organizam stvara mali broj potomaka jer ima loše životne uvjete. Učenici ne povezuju da organizam treba stvarati veći broj potomaka u rizičnim uvjetima kako bi osigurao potomstvo. Nastavnici bi trebali dovesti u vezu broj potomaka i životne uvjete organizma te na primjerima opisati razlike u brojnosti.

Besmislen odgovor dalo je 38,14 % učenika osnovne škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje odnosa broja potomaka i životnih uvjeta organizma. Učenici su odgovarali ne znam, zato što mogu i slično.

Pitanje 10. Kako je razvoj maternice kod sisavaca utjecao na brojnost potomaka? Objasni svoj odgovor.

Pitanjem se ispituje razumijevanje razvoja sisavaca, građe spolnog sustava te kako ona utječe na broj potomaka. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o građi spolnog sustava životinja, usporedbu broja potomaka sisavaca i neke druge skupine životinja te razvoj sisavaca. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 15,46 % učenika odgovorilo je točno, dok je 84,54 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 6,46 % učenika odgovorilo je točno, dok je 63,54 % učenika odgovorilo netočno (Slika 35).



Slika 35. Odgovori učenika na Pitanje 10. u on-line sustavu e-učenja MoD

Točan odgovor *smanjio je brojnost potomaka, jer se mlado nalazi u maternici određeno vrijeme, a nakon rođenja slijedi i briga za potomstvo* dalo je 9,28 % učenika osnovne škole i 35,42 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje uloge maternice kod kralježnjaka te povezivanje brige za potomstvo s manjim brojem potomaka.

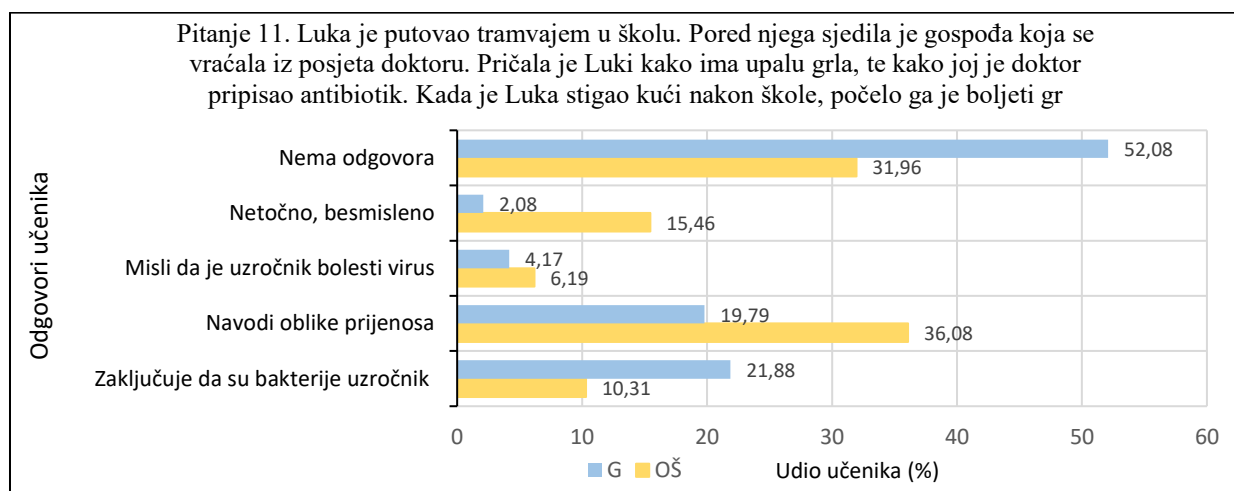
6,19 % učenika osnovne škole i 14,58 % učenika srednje škole točno zaključuju da je razvoj maternice smanjio broj potomaka, ali ne navode objašnjenje. Odgovor učenika upućuje na mogućnost nerazumijevanja razvoja maternice i broja potomstva.

Odgovor *povećava se broj potomaka* dalo je 12,37 % učenika osnovne škole. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da maternica omogućuje stvaranje većeg broja potomaka jer je rastezljiva i velika. Učenici ne povezuju životne uvjete s brojem potomaka jer povezuju mnoštvo ljudi na planeti kao veliki broj potomaka, a ne razmišljaju o velikoj stopi preživljavanja jedinki. Nastavnici bi trebali raspraviti s učenicima zašto je jako puno ljudi na planeti i kako je to povezano sa životnim uvjetima.

Besmislen odgovor dalo je 35,05 % učenika osnovne škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili uloge maternice pri razmnožavanju. Učenici su odgovarali ne znam, sperma utječe na broj potomaka i slično.

Pitanje 11. Luka je putovao tramvajem u školu. Pored njega sjedila je gospođa koja se vraćala iz posjeta doktoru. Pričala je Luki kako ima upalu grla, te kako joj je doktor pripisao antibiotik. Kada je Luka stigao kući nakon škole, počelo ga je boljeti grlo. Što može objasniti brzu zarazu?

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o svojstvima bakterija i njihovog životnog ciklusa. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o bakterijama kao uzročnicima bolesti te načinima zaštite od bakterija. Od ukupno 97 učenika osnovne škole, 42,27 % učenika odgovorilo je točno, dok je 57,73 % učenika odgovorilo netočno. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 28,13 % učenika odgovorilo je točno, dok je 71,88 % učenika odgovorilo točno (Slika 36).



Slika 36. Odgovori učenika na Pitanje 11. u on-line sustavu e-učenja MoD

Točan odgovor *Luka se zarazio bakterijom* dalo je 10,31 % učenika osnovne škole i 21,88 % učenika srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje bakterija kao uzročnika bolesti te može prepoznati da se bakterijske bolesti lijeće antibiotikom. 36,08 % učenika osnovne škole i 19,79 % učenika srednje škole naveli su točan oblik prijenosa zaraznih čestica, ali nisu precizirali o kojoj se radi. Odgovor upućuje na loše sastavljeno pitanje jer se u njemu ne precizira da učenici navedu uzročnika bolesti.

Odgovor *Luka se zarazio virusom* dalo je 6,19 % učenika osnovne škole i 4,17 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskonceptije da se virusne bolesti lijeće antibiotikom. Učenicima je doktor vjerojatno pripisao antibiotik kod virusne bolesti, ali nije im pojašnjeno da se time lijeće samo simptomi. Nastavnici bi trebali objasniti bakterijske i virusne bolesti koristeći se primjerima koje ponude sami učenici.

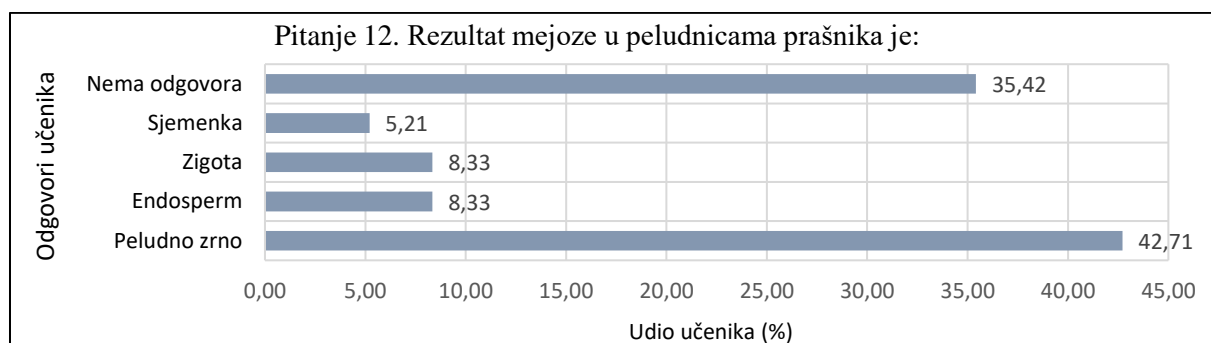
Besmislen odgovor dalo je 15,46 % učenika osnovne škole i 2,08 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje načina

zaraze i uzročnika bolesti. Odgovori učenika uključivali su ne znam, jadan Luka, putovanje autobusom i slično.

Slijedeća pitanja odnose se samo na učenike srednje škole. Učenici osnovne škole ne raspolažu s dovoljno informacija kako bi kritički mogli odgovoriti na pitanja i eliminirati netočne odgovore.

Pitanje 12. Rezultat mejoze u peludnicama prašnika je: a) endosperm, b) zigota, c) sjemenka, d) peludno zrno

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o građi cvijeta, njegovoj ulozi i načinu razmnožavanja kritosjemenjača. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o građi cvijeta i procesa kojim nastaju gamete. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 42,71 % učenika odgovorilo je točno, dok je 57,29 % učenika odgovorilo netočno (Slika 37).



Slika 37. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 12. u on-line sustavu e-učenja MoD

Točan odgovor *peludno zrno* dalo je 42,71 % učenika srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje nastajanja gameta kod kritosjemenjača, prepoznaje prašnike kao muške spolne organe i kritičkim razmišljanjem mogu eliminirati netočne odgovore.

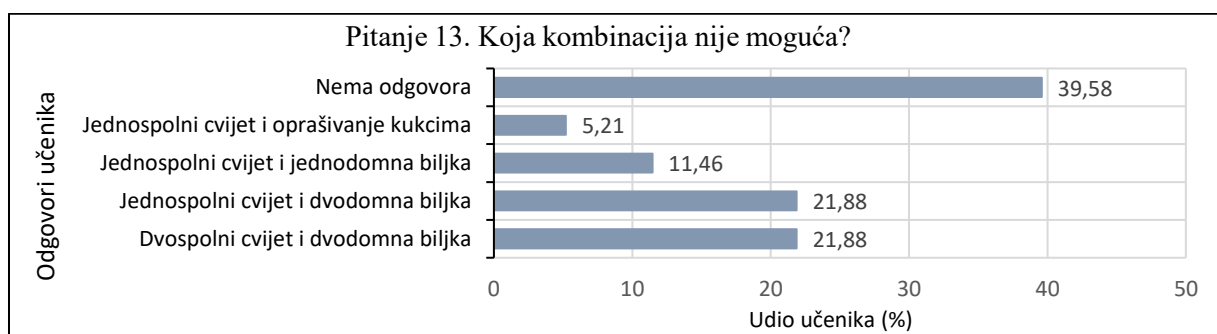
Odgovor *endosperm* dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici mogu eliminirati sjemenku i zigotu kao odgovor jer prepoznaju da imaju diploidan broj kromosoma i ne mogu nastati procesom mejoze. Ne prepoznaju endosperm kao hranjivo tkivo koje je $3n$, te ga biraju kao točan odgovor zbog neznanja. Nastavnici bi trebali naglasiti broj kromosoma endosperma i njegovu funkciju kako ne bi dolazilo do pogrešnog zaključivanja zbog nepoznavanja pojma.

Odgovor *zigota* dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor *sjemenka* dalo je 5,21 % učenika srednje škole. Odgovori učenika upućuju na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici ne razumiju proces mejoze ili nisu upoznati s životnim ciklusom biljke. Učenici ne mogu

kritičkim razmišljanjem eliminirati sjemenku i zigotu zbog broja kromosoma, što upućuje na nerazumijevanje procesa oplodnje. Nastavnici bi trebali naglasiti koji proces se događa prije svake faze u životnom ciklusu.

Pitanje 13. Koja kombinacija nije moguća? a) dvospolni cvijet i dvodomna biljka, b) jednospolni cvijet i dvodomna biljka, c) jednospolni cvijet i jednodomna biljka, d) jednodomna biljka i oprašivanje kukcima

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o građi cvijeta, njegovoj ulozi i načinu razmnožavanja kritosjemenjača. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o građi cvijeta i o načinima oplodnje kritosjemenjača. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 21,88 % učenika odgovorilo je točno, dok je 78,13 % učenika odgovorilo netočno (Slika 38).



Slika 38. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 13. u on-line sustavu e-učenja MoD

Točan odgovor *dvospolni cvijet i dvodomna biljka* dalo je 21,88 % srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje pojmova dvodomnih i jednodomnih biljaka te kritičkim razmišljanjem mogu eliminirati netočne odgovore.

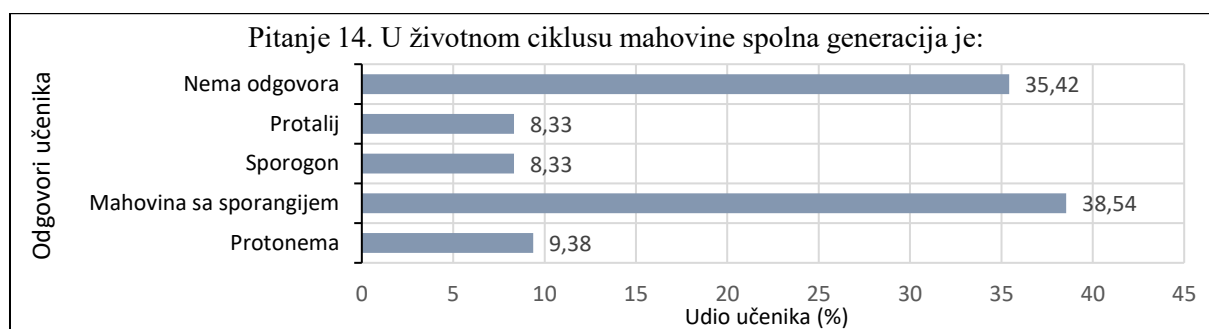
Odgovor *jednospolni cvijet i dvodomna biljka* dalo je 21,88 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da „muški“ i „ženski“ cvijet moraju biti na istoj biljci. Učenici misle da ista biljka mora sadržavati cvjetove oba spola kako bi se mogli oploditi. Nastavnici bi trebali dati primjere prilikom objašnjavanja oplodnje biljaka, te približiti značenje jednodomna i dvodomna biljka učenicima.

Odgovor *jednospolni cvijet i jednodomna biljka* dalo je 11,46 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje probleme pri učenju i poučavanju, odnosno nerazumijevanje pojma jednodoman. Nastavnici bi trebali dati primjere prilikom objašnjavanja oplodnje biljaka, te približiti značenje jednodomna i dvodomna biljka učenicima.

Odgovor *jednospolni cvijet i oprašivanje kukcima* dalo je 5,21 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici pokazuju konceptualno nerazumijevanje razmnožavanja biljaka.

Pitanje 14. U životnom ciklusu mahovine spolna generacija je? a) protonema, b) mahovina sa sporangijem, c) sporogon, d) protalij

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o izmjeni generacija kod mahovina. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o građi mahovina i načinu izmjene generacija prilikom razmnožavanja. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 9,38 % odgovorilo je točno, dok je 90,63 % učenika odgovorilo netočno (Slika 39).



Slika 39. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 13. u on-line sustavu e-učenja MoD

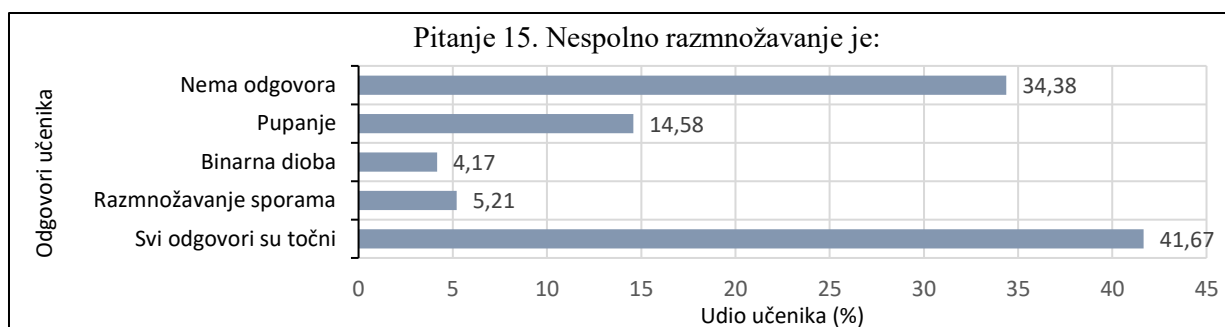
Točan odgovor *protonema* dalo je 9,38 % srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje izmjene generacija kod mahovina. Kritičkim razmišljanjem mogu eliminirati ponuđene odgovore i odabrati ispravan.

Odgovor *mahovina sa sporangijem* dalo je 38,54 % učenika srednje škole. Odgovor *sporogon* dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na problem pri učenju i memoriranju. Učenici su zamijenili nespolnu i spolnu generaciju mahovina.

Odgovor *protalij* dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na problem pri učenju i memoriranju. Učenici su zamijenili spolnu generaciju mahovina i papratnjača.

Pitanje 15. Nespolno razmnožavanje je? a) razmnožavanje sporama, b) binarna dioba, c) pupanje, d) svi odgovori su točni

Pitanjem se ispituje poznavanje oblika nespolnog razmnožavanja. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o načinima nespolnog razmnožavanja. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 41,67 % učenika odgovorilo je točno, dok je 58,33 % učenika odgovorilo netočno (Slika 40).



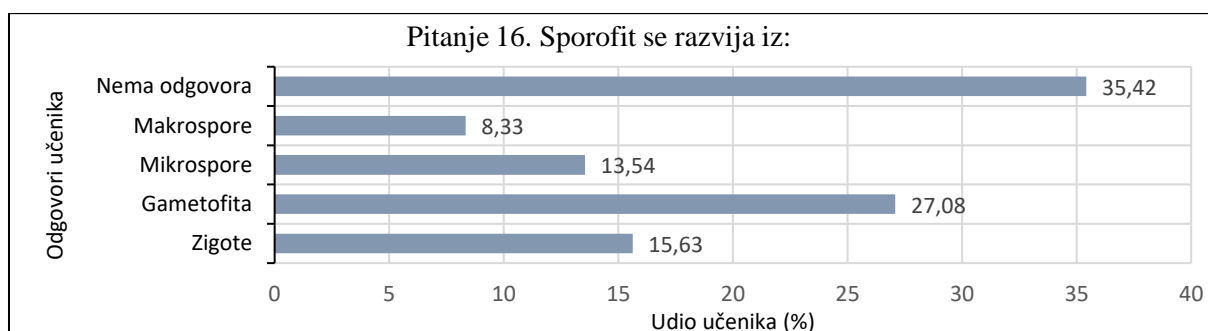
Slika 40. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 15. u on-line sustavu e-učenja MoD

Točan odgovor *svi su odgovori točni* dalo je 41,67 % srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje o načinima nespolnog razmnožavanja. Učenici kritičkim razmišljanjem mogu ustanoviti da svi navedeni oblici pripadaju nespolnom načinu razmnožavanja.

Odgovor *razmnožavanje sporama* dalo je 5,21 % učenika srednje škole. Odgovor *binarna dioba* dalo je 4,17 % učenika srednje škole. Odgovor *pupanje* dalo je 14,58 % učenika srednje škole. Odgovori upućuju na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici prepoznaju samo jedan oblik za koji su sigurni da pripada nespolnom razmnožavanju, nastavnici bi trebali učenicima predložiti tablicu sa spolnim i nespolnim načinima razmnožavanja.

Pitanje 16. Sporofit se razvija iz? a) zigote, b) gametofita, c) mikrospore, d) makrospore

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o razmnožavanju biljaka. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o građi biljaka te izmjeni nespolne i spolne generacije. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 15,63 % učenika odgovorilo je točno, dok je 84,38 % učenika odgovorilo netočno (Slika 41).



Slika 41. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 16. u on-line sustavu e-učenja MoD

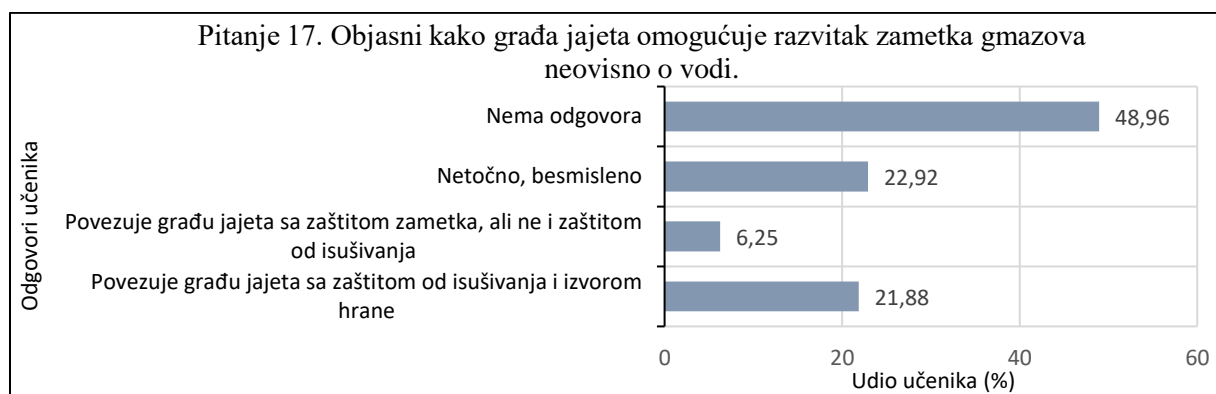
Točan odgovor *zigote* dalo je 15,63 % srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje o izmjeni generacija kod biljaka i kritičkim razmišljanjem mogu eliminirati netočne odgovore. Učenici prepoznaju da mora doći do oplodnje kako bi se razvio sporofit.

Odgovor *gametofita* dalo je 27,08 % učenika srednje škole. Odgovor učenika upućuje na prepoznavanje životnog ciklusa mahovina, tj. izmjene nespolne i spolne generacije. Učenik ima problema s određivanjem slijeda faza u životnom ciklusu.

Odgovor *mikrospore* dalo je 13,54 % učenika srednje škole. Odgovor *makrospore* dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Odgovori upućuju na probleme pri učenju i memoriranju. Učenici prepoznaju faze u životnom ciklusu biljaka, ali ne znaju što slijedi iza svake od navedenih faza.

Pitanje 17. Objasni kako građa jajeta omogućuje razvitak zametka gmazova neovisno o vodi.

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o razmnožavanju gmazova. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o građi jajeta, njegovim prednostima za razvitak gmazova i životnim uvjetima gmazova. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 25,00 % učenika odgovorilo je točno, dok je 75,00 % učenika odgovorilo netočno (Slika 42).



Slika 42. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 17. u on-line sustavu e-učenja MoD

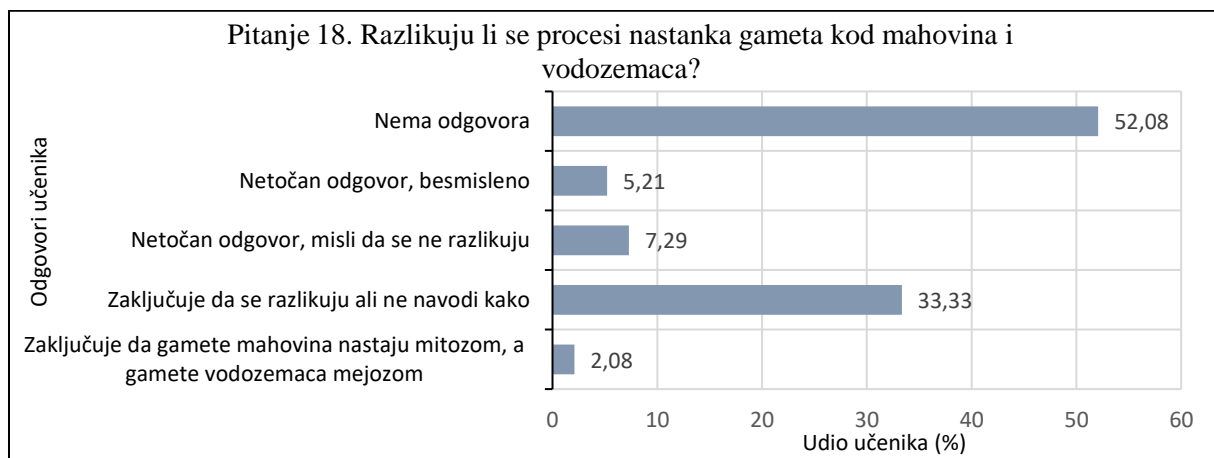
Točan odgovor *tvrda ljuska jajeta sprečava isušivanje i štiti zametak od mehaničkih udaraca, žumanjak mu daje hranjive tvari* dalo je 25,00 % srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje o građi jajeta i razvitku gmazova neovisno o vodi. Učenici prepoznaju da voda ne može ispariti iz jajeta te da uz zadržavanje vode zametku pruža i hranjive tvari.

Odgovor *štit zametak* dalo je 6,25 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici zaključuju da jaje štiti zametak ali ne dovode u vezu njegovu građu i razvitak neovisan o vodi. Nastavnici bi trebali od učenika tražiti da usporede razvitak vodozemaca i gmazova.

Besmislen odgovor dalo je 22,92 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje razvoja gmazova. Učenici su odgovarali ne znam, nabrajali su ovojnice i slično.

Pitanje 18. Razlikuju li se procesi nastanka gameta kod mahovina i vodozemaca?

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o procesima nastanka gameta. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o procesima nastanka gameta kod mahovina i vodozemaca. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 35,42 % učenika odgovorilo je točno, dok je 64,58 % učenika odgovorilo netočno (Slika 43).



Slika 43. Odgovori učenika na Pitanje 18. u on-line sustavu e-učenja MoD

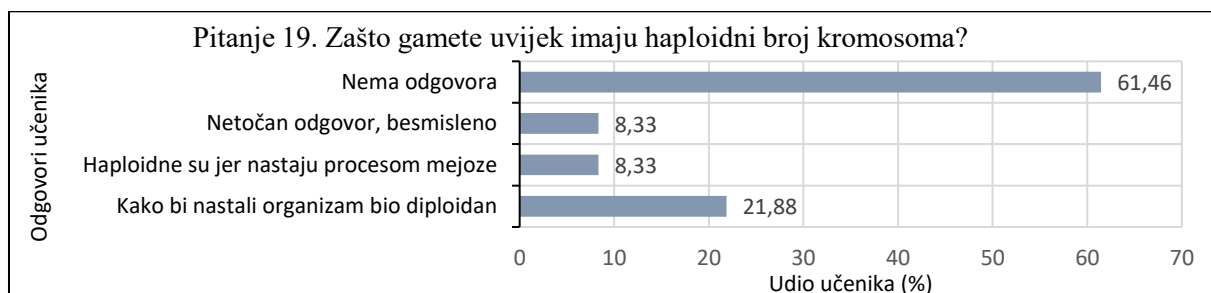
Točan odgovor *kod mahovine gamete nastaju iz haploidnih spolnih organa procesom mitoze, dok kod vodozemaca gamete nastaju iz diploidnih spolnih organa procesom mejoze* dalo je 2,08 % srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje o načinima nastanka gameta kod mahovina i vodozemaca. 33,33 % učenika zaključilo je da se procesi razlikuju, ali nisu naveli kako. Odgovor učenika upućuje na problem prilikom sastavljanja pitanja, jer se pitanjem ne precizira da učenici objasne svoj odgovor.

Odgovor *ne razlikuju se* dalo je 7,29 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenicima se kao proces nastanka spolnih stanica navodi mejoza, ali se ne naglašava da to nije uvijek slučaj, Nastavnici bi trebali navesti kada se to razlikuje i zašto prilikom obrade nastavnih sadržaja.

Besmislen dalo je 5,21 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje procesa kojima nastaju gamete. Učenici su odgovarali ne znam, skoro, ne i slično.

Pitanje 19. Zašto gamete uvijek imaju haploidni broj kromosoma?

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o oplodnji organizama. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o procesima nastanka gameta, njihovoj ulozi, načinu oplodnje kod različitih organizama i broju kromosoma zigote odnosno odraslog organizma. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 21,88 % odgovorilo je točno, dok je 78,12 % učenika odgovorilo netočno (Slika 44).



Slika 44. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 19. u on-line sustavu e-učenja MoD

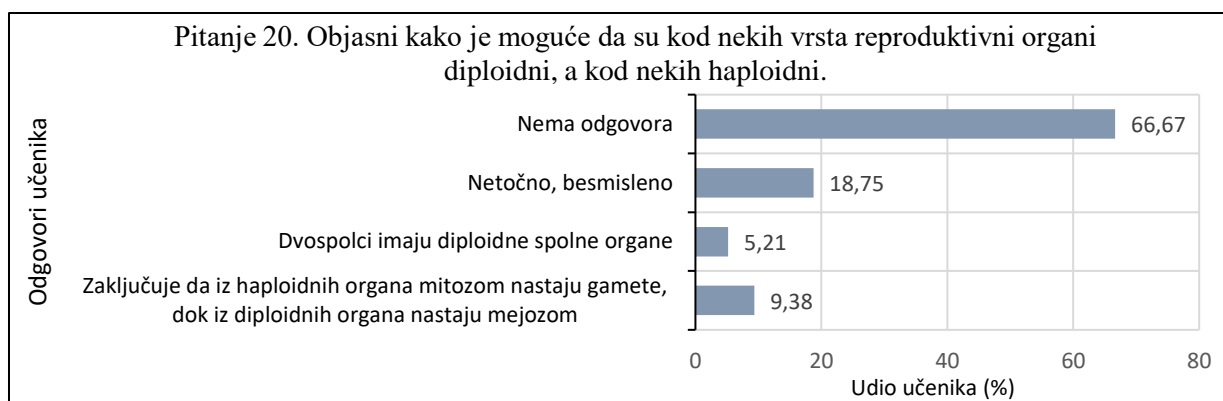
Točan odgovor *zato što se spajaju u procesu oplodnje i nastaje novi diploidni organizam* dalo je 21,88 % srednje škole. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje o ulozi gameta kod oplodnje i broju kromosoma odraslog organizma, odnosno zigote.

Odgovor *haploidne su jer nastaju procesom mejoze* dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenicima se često dovodi u vezu mejoza kao proces kojim nastaju spolne gamete, međutim tome nije uvijek slučaj. Nastavnici bi trebali naglasiti da ne nastaju spolne gamete kod svih organizama procesom mejoze.

Besmislen odgovor dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje uloge gameta u oplodnji. Učenici su odgovarali ne znam, zato i slično.

Pitanje 20. Objasni kako je moguće da su kod nekih vrsta reproduktivni organi diploidni, a kod nekih haploidni.

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o građi i razlikama između reproduktivnih organa različitih organizama. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o građi reproduktivnih organa, njihovoj ulozi i razlikama između organizama. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 9,38 % učenika odgovorilo je točno, dok je 90,63 % učenika odgovorilo netočno (Slika 45).



Slika 45. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 20. u on-line sustavu e-učenja MoD

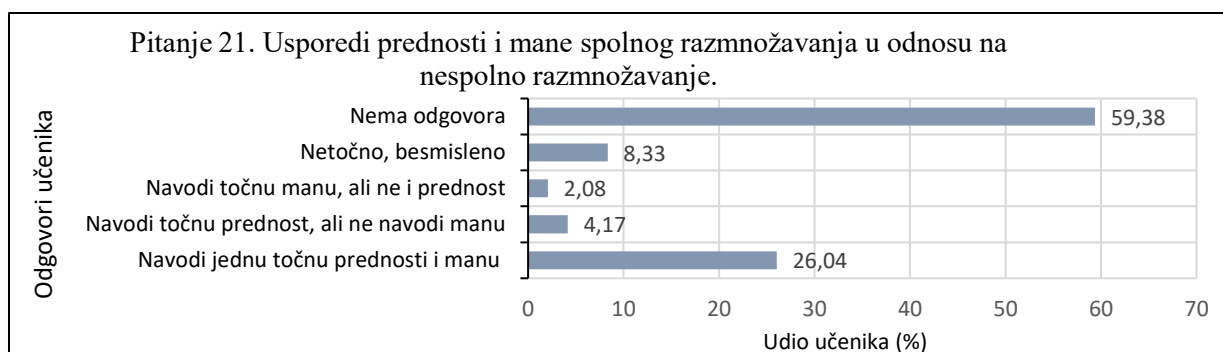
Točan odgovor *zato što se kod takvih organizama ne odvijaju jednaki procesi u nastanku gameta. Kod haploidnih reproduktivnih organa dolazi do mitoze, dok kod diploidnih dolazi do mejoze* dalo je 9,38 % učenika srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje o procesima nastanka gameta i svojstvima reproduktivnih organa kod različitih organizama.

Odgovor *dvospolci imaju diploidne spolne organe* dalo je 5,21 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na mogućnost postojanja miskoncepcije da se kod dvospolaca javljaju diploidni organi, dok ostali imaju haploidne. Učenici pokazuju konceptualno nerazumijevanje nastanka gameta iz spolnih organa te pojma dvospolac. Nastavnici bi trebali opisati svojstva dvospolca u odnosu na organizme s jednim spolom i pitati učenike postoje li razlike u broju kromosoma između njihovih spolnih organa.

Besmislen odgovor dalo je 18,75 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje uloge i svojstva spolnih organa. Učenici su odgovarali *zato, ne znam i slično*.

Pitanje 21. Usporedi prednosti i mane spolnog razmnožavanja u odnosu na nespolno razmnožavanje.

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o spolnom i nespolnom načinu razmnožavanja. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o spolnom razmnožavanju, nespolnom razmnožavanju i njihovim prednostima i manama. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 26,04 % učenika odgovorilo je točno, dok je 73,96 % učenika odgovorilo netočno (Slika 46).



Slika 46. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 21. u on-line sustavu e-učenja MoD

Barem jednu točnu prednost i manu; *prednost- omogućuje veliku raznolikost potomaka, prijenos dobrih svojstva, veliku moć adaptacije, nedostatak- stvara manji broj potomaka i za razmnožavanje su potrebna dva roditelja* dalo je 26,04 % srednje škole. Učenici su većim dijelom navodili kao prednost veću raznolikost potomaka, a kao manu manji broj potomaka. Manjina učenika ima ostvareno dobro razumijevanje o spolnom i nespornom razmnožavanju te njihovim prednostima i manama.

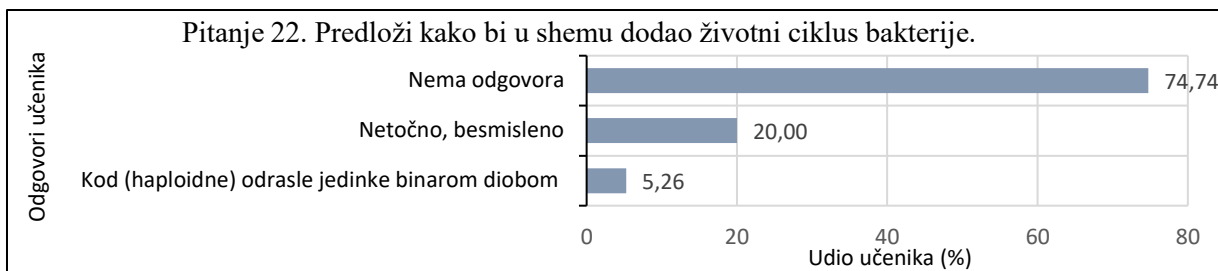
Djelomično točan odgovor, prednost *omogućuje raznolikost potomaka* dalo je 4,17 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na problem pri učenju i poučavanju. Učenici prepoznaju prednosti spolnog razmnožavanja, ali ne uviđaju mane ili misle da ih nema. Nastavnici bi trebali usporediti spolno i nesporno razmnožavanje, njihove prednosti i mane te koji organizmi se razmnožavaju kojim načinom.

Djelomično točan odgovor, nedostatak *stvara manji broj potomaka ili potrebna su dva roditelja* dalo je 2,08 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na probleme pri učenju i poučavanju. Učenici prepoznaju mane spolnog razmnožavanja, ali ne uviđaju prednosti ili misle da ih nema. Nastavnici bi trebali usporediti spolno i nesporno razmnožavanje, njihove prednosti i mane te koji organizmi se razmnožavaju kojim načinom.

Besmislen odgovor dalo je 8,33 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje spolnog i nespornog načina razmnožavanja. Učenici su odgovarali ne znam, neću i slično.

Pitanje 22. Predloži kako bi u shemu dodao životni ciklus bakterije

Pitanjem se ispituje razumijevanje i znanje o životnom ciklusu bakterija. Kako bi uspješno odgovorili na pitanje od učenika se očekuje razumijevanje i primjena znanja o razmnožavanju bakterija i kritičkom razmišljanju o položaju takvog načina razmnožavanja unutar univerzalne sheme životnog ciklusa. Od ukupno 96 učenika srednje škole, 5,28 % učenika odgovorilo je točno, dok je 94,74 % učenika odgovorilo netočno (Slika 47).



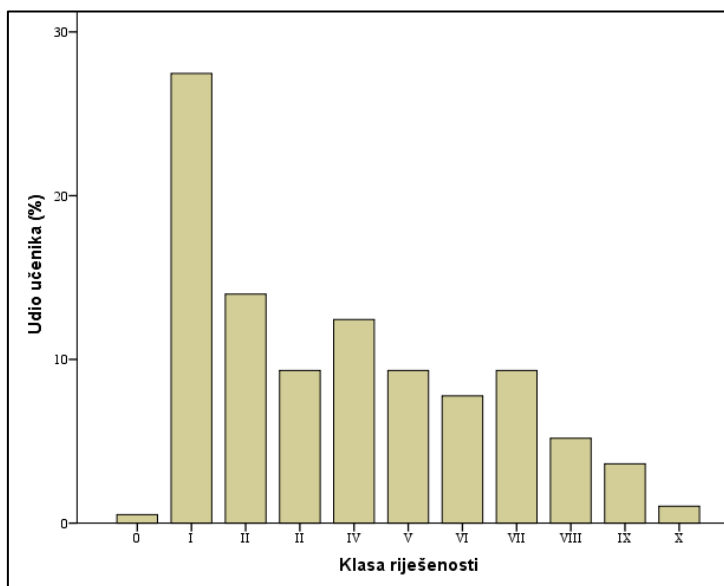
Slika 47. Odgovori učenika srednje škole na Pitanje 22. u on-line sustavu e-učenja MoD

Točan odgovor *kod haploidne odrasle jedinke stavio bi se proces binarne diobe, ili bez navoda broja kromosoma* dalo je 5,26 % srednje škole. Mali broj učenika ima ostvareno dobro razumijevanje o načinu razmnožavanja bakterija. Kritičkim razmišljanjem može procijeniti u kojem odnosu je životni ciklus bakterija sa svim ostalim životnim ciklusima.

Besmislen odgovor dalo je 20,00 % učenika srednje škole. Odgovor upućuje na nerazumijevanje pitanja ili konceptualno nerazumijevanje načina razmnožavanja bakterija. Učenici su odgovarali prekomplikirano je da da objasnim, ne znam, ne želim i slično.

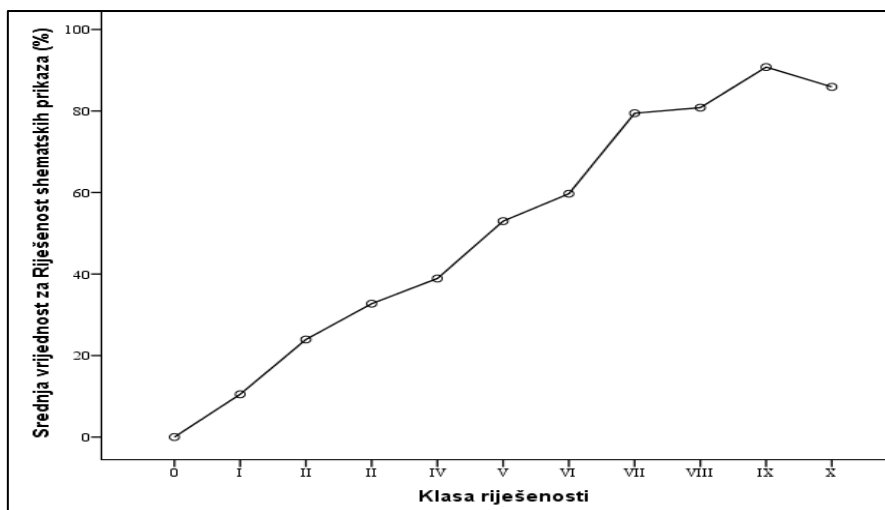
3.1.4. Analiza odgovora na pitanja na temelju klasa riješenosti

Prema ukupnom uspjehu učenika u rješavanju provjere, definirano je deset klasa riješenosti (Tablica 5). Određen je ukupan broj učenika koji su sudjelovali u rješavanju provjere prema klasama riješenosti (Slika 48) te srednja vrijednost riješenosti za svaku klasu (Slika 49).

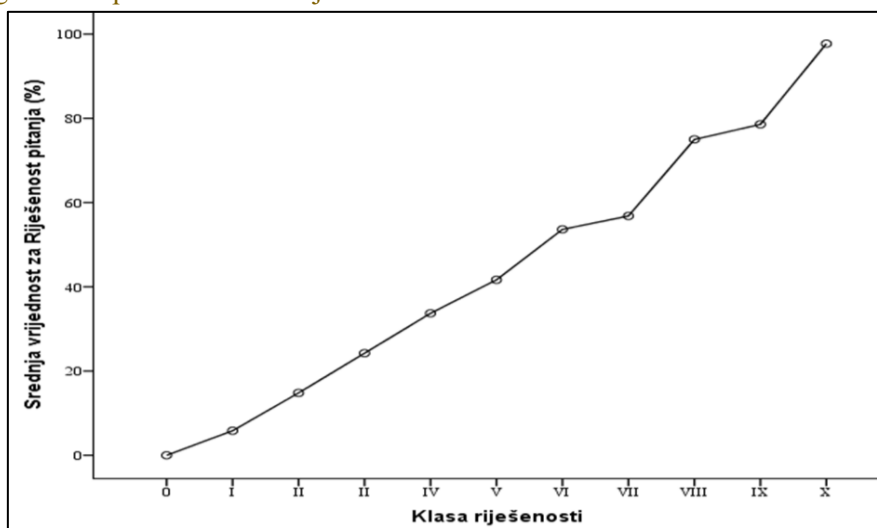


Slika 48. Udio učenika prema klasama riješenosti provjere u on-line sustavu e-učenja MoD

Najviše učenika osnovne i srednje škole pripada prvoj klasi riješenosti što možemo povezati s jako velikim brojem neodgovorenih pitanja.



Slika 49.A. Srednja vrijednost osvojenih bodova za zadatke povezivanja faza u životnim ciklusima odabranih organizama prema klasama riješenosti

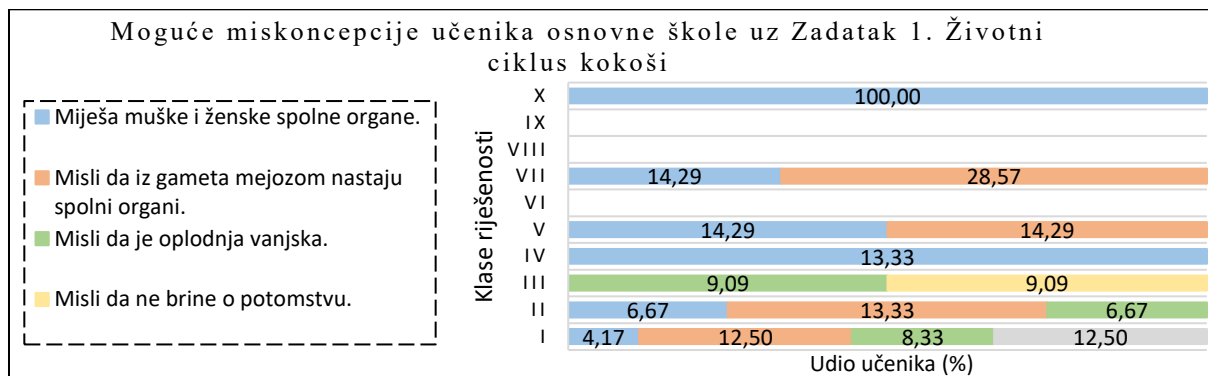


Slika 49.B. Srednja vrijednost osvojenih bodova za dodatna pitanja prema klasama riješenosti

3.1.4. Pojave miskoncepcija učenika osnovne škole uz zadatke popunjavanja faza životnih ciklusa prema klasama riješenosti

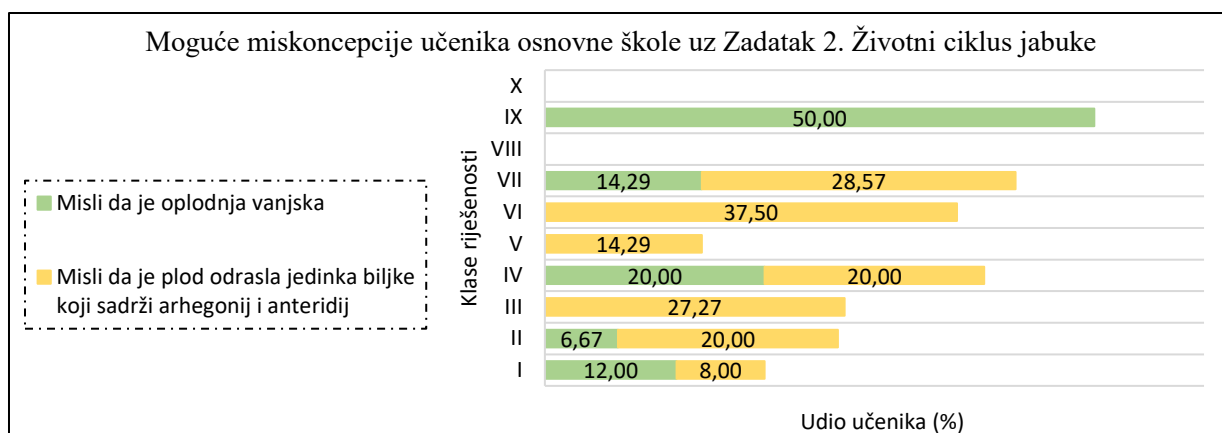
Uz zadatak 1. *Životni ciklus kokoši* kod učenika osnovne škole javljaju se moguće miskoncepcija da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu, da je oplodnja kokoši vanjska, da se kokoš ne brine za potomstvo te da iz gameta mejozom nastaju spolni organi. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus ptica, građu i ulogu spolnih organa te odnos životnih uvjeta i načina oplodnje. Navedena pogrešna razumijevanja ne javljaju se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere. Podjednako je zastupljeno u klasama VII, V i IV za miskoncepciju da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu, u klasama VII, V, II i I za miskoncepciju da iz gameta mejozom nastaju spolni organi, te u klasama III, II i I za miskoncepciju da je oplodnja vanjska (Slika 50). Zastupljenost pojave miskoncepcija u pojedinim klasama razmjerna je

udjelu sudionika on-line provjere prema klasama. Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskonceptija prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 76,93$, $df = 50$, $p = 0,01$). Možemo govoriti o postojanju miskonceptije da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu, jer se ona javlja kod većine klasa riješenosti (Slika 50). Izostaje samo kod učenika klase III, VI, VII i IX, a to se može objasniti velikim brojem neodgovorenih pitanja. Ne možemo govoriti o postojanju ostalih miskonceptija, jer se one ne javljaju kod velikog broja klasa riješenosti.



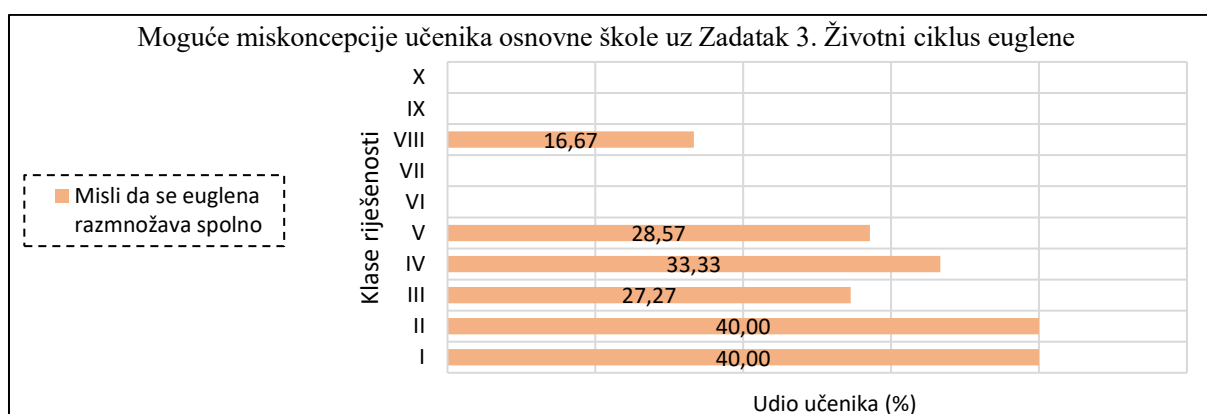
Slika 50. Zastupljenost pojedinih miskonceptija uz Zadatak 1. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 2. *Životni ciklus jabuke* kod učenika osnovne škole javljaju se moguće miskonceptije da je oplodnja biljaka vanjska, da je plod odrasla jedinka biljke koja sadrži anteridije i arhegonije te da iz gameta mejozom nastaju spolni organi. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus biljaka, ulogu ploda te načine razmnožavanja. Navedena pogrešna razumijevanja ne javljaju se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere. Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskonceptije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 87,74$, $df = 60$, $p = 0,01$). Podjednako je zastupljeno u klasama VIII, VII, VI, IV, III i II za miskonceptiju da iz gameta mejozom nastaju spolni organi, u klasama VIII, VII, V i IV za miskonceptiju da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu, u klasama VII, VI, V, IV, III i II za miskonceptiju da je plod odrasla jedinka biljke koja sadržava anteridij i arhegonij, te u klasama VII, IV i I za miskonceptiju da je oplodnja biljaka vanjska (Slika 51). Zastupljenost pojave miskonceptije u pojedinoj klasi razmjernan je udjelu sudionika on-line provjere prema klasama. Možemo govoriti o postojanju miskonceptije da je plod odrasla jedinka biljke koja sadrži anteridij i arhegonij jer se ona javlja kod većine klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod klasa IX i X. Ne možemo govoriti o postojanju miskonceptije da je oplodnja vanjska, jer se ona ne javlja kod većine klasa riješenosti.



Slika 51. Zastupljenost pojedinih miskonceptija uz Zadatak 2. prema klasama riješenosti

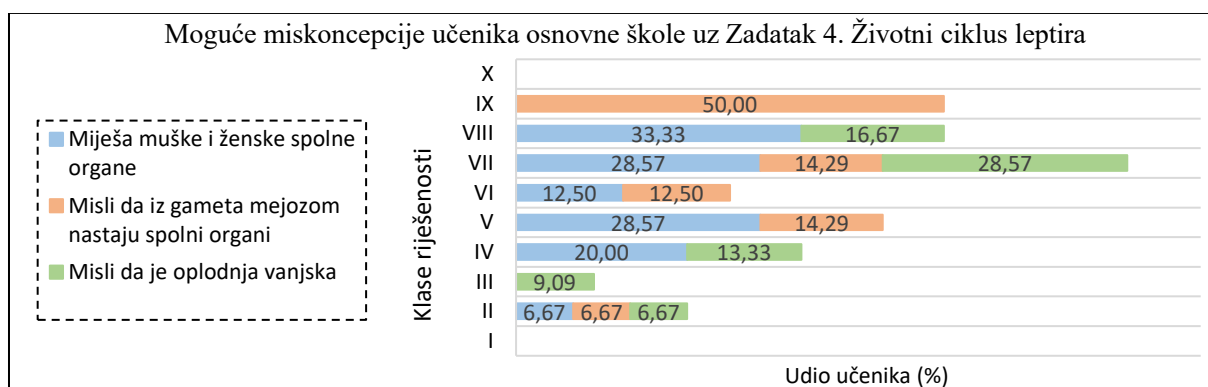
Uz zadatak 3. *Životni ciklus euglene* kod učenika osnovne škole javlja se moguća miskonceptija da je kod euglene prisutno spolno razmnožavanje. Tvrdnja je vezana uz načine oplodnje praživotinja, a može se povezati s time da se ostale životinje razmnožavaju spolno. Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskonceptije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 59,31$, $df = 30$, $p = 0,01$). Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama V, IV i III (Slika 52), a zastupljenost pojave miskonceptije u pojedinoj klasi razmjern je udjelu sudionika on-line provjere prema klasama. Možemo govoriti o postojanju miskonceptije, ali se ona ne javlja kod velikog broja klasa riješenosti. Izostaje kod učenika klase VI, VII, IX i X što se može objasniti i velikim brojem neodgovorenih pitanja koja upućuju na nesigurnost učenika u rješavanju zadataka.



Slika 52. Zastupljenost miskonceptije uz Zadatak 3. prema klasama riješenosti

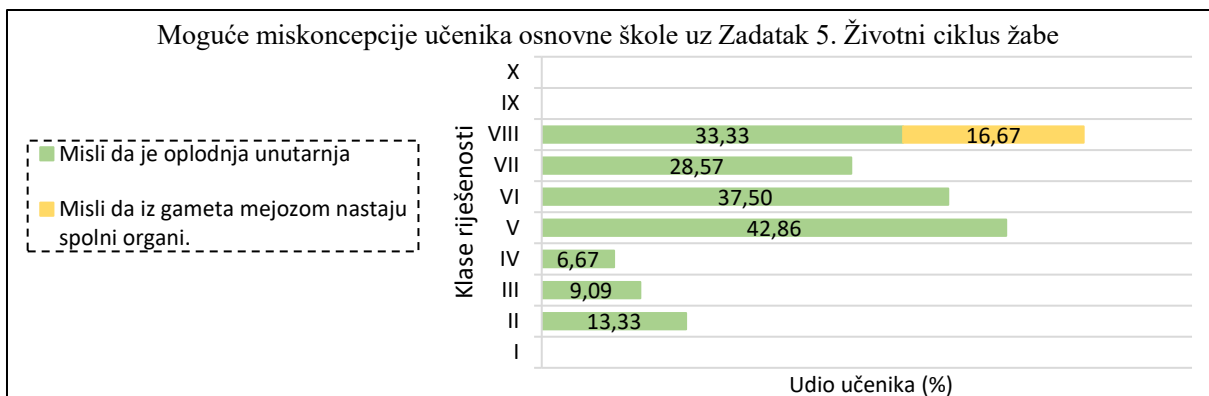
Uz zadatak 4. *Životni ciklus leptira* kod učenika osnovne škole javljaju se moguće miskonceptije da jajnik pripada muškom spolnom sustavu, da iz gameta mejozom nastaju spolni organi i da je oplodnja vanjska te se razmnožavaju vanjskom oplodnjom. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus kukaca te načine oplodnje obzirom na životne uvjete. Navedena

pogrešna razumijevanja ne javljaju se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere. Podjednako je zastupljeno u klasama VIII, VII, V i IV za miskoncepciju da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu, u klasama VII, VI i V za miskoncepciju da iz gameta mejozom nastaju spolni organi te u klasama VIII i IV za miskoncepciju da je oplodnja vanjska (Slika 53). Nije utvrđena statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 82,05$, $df = 60$, $p = 0,31$) pa možemo govoriti o postojanju miskoncepcije da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klase IX i X. Ne možemo govoriti o postojanju ostalih miskoncepcija jer se ne javljaju kod velikog broja klasa riješenosti.



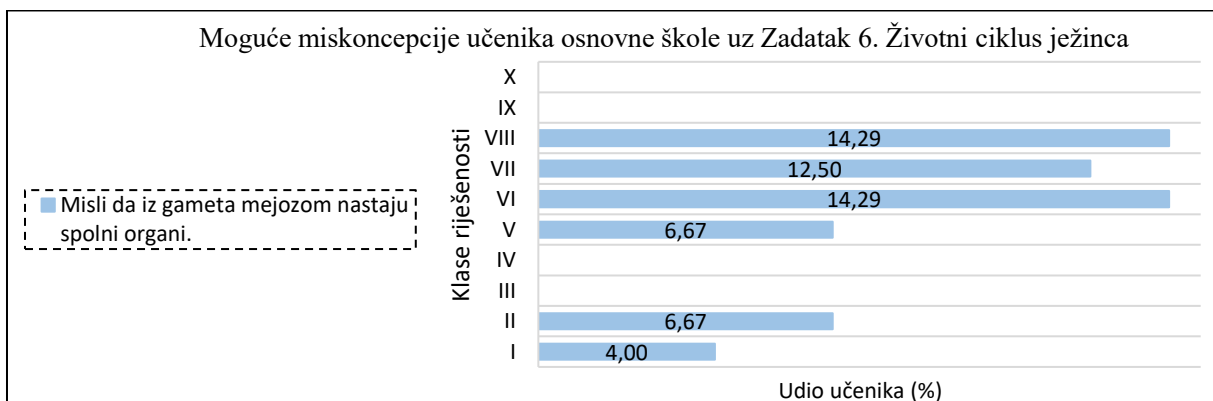
Slika 53. Zastupljenost pojedinih miskoncepcija uz Zadatak 4. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 5. *Životni ciklus žabe* kod učenika osnovne škole javljaju se moguće miskoncepcije da je oplodnja unutarnja i da iz gameta mejozom nastaju spolni organi. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus vodozemaca, građu i ulogu spolnih organa te načine oplodnje obzirom na životne uvjete. Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 153,97$, $df = 80$, $p = 0,00$). Navedeno pogrešno razumijevanje, da je oplodnja unutarnja, ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama VIII, VII, VI i V (Slika 54). Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije da je oplodnja unutarnja, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klase I, IX i X. Ne postojanje miskoncepcije za klasu učenika I može se objasniti i velikim brojem neodgovorenih pitanja što upućuje na veliku nesigurnost učenika pri odgovaranju na ovo pitanje. Ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcije da iz gameta mejozom nastaju spolni organi, jer se ona pojavljuje samo kod učenika klase riješenosti VIII.



Slika 54. Zastupljenost moguće miskonceptije uz Zadatak 4. prema klasama riješenosti

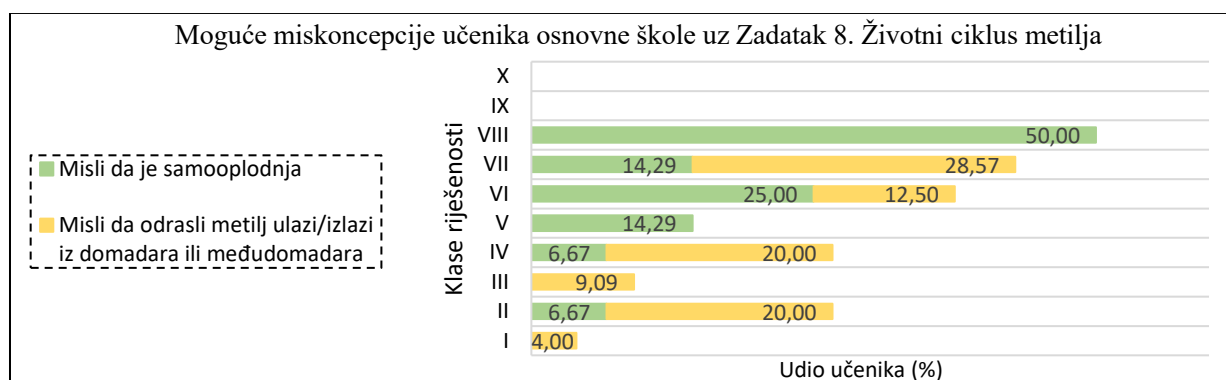
Uz zadatak 6. *Životni ciklus ježinca* kod učenika osnovne škole javlja se moguća miskonceptija da iz gameta mejozom nastaju spolni organi. Tvrdnja je vezana uz građu i ulogu spolnih organa. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama VII, VI i V (Slika 55). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskonceptije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 120,03$, $df = 70$, $p = 0.00$). Možemo govoriti o postojanju miskonceptije, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klasa riješenosti III, IV, IX i X. Izostajanje miskonceptije kod klase učenika III i IV možemo objasniti velikim brojem neodgovorenih pitanja.



Slika 55. Zastupljenost miskonceptije uz Zadatak 6. prema klasama riješenosti

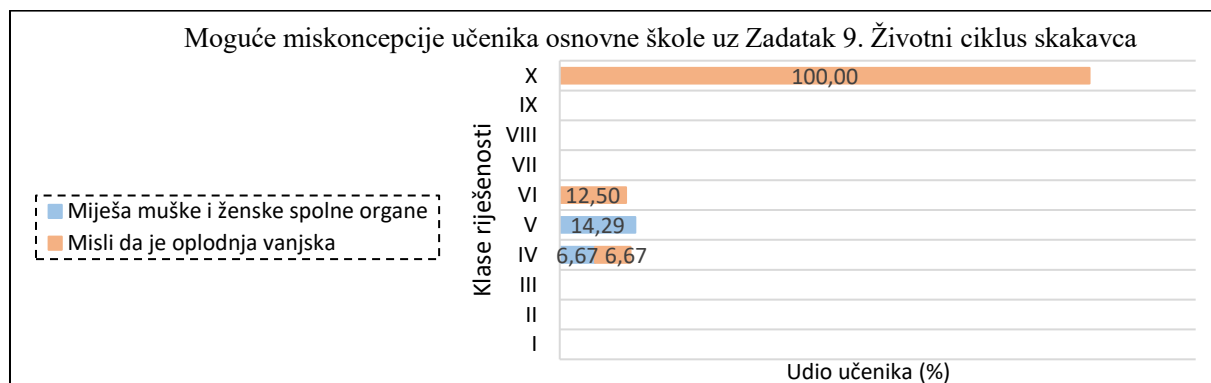
Uz zadatak 8. *Životni ciklus metilja* kod učenika osnovne škole javlja se moguća miskonceptija da se svi dvospolci razmnožavaju samooplodnjom i da odrasli metilj ulazi/izlazi iz domadara ili međudomadara. Tvrdnja je vezana uz životni ciklus metilja, a može se povezati s nametničkim načinom života i činjenicom da je metilj dvospolac i ima mogućnost oploditi sam sebe. Pogrešno razumijevanje podjednako je zastupljeno u klasama VII, VI, IV i II za miskonceptiju da odrasli metilj ulazi/izlazi iz domadara ili međudomadara, te u klasama VII, VI i V za miskonceptiju da se razmnožava samooplodnjom (Slika 56). Zastupljenost pojave

miskoncepcije u pojedinoj klasi razmjernan je udjelu sudionika on-line provjere prema klasama. Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije da se metilj razmnožava samooplođnjom, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klase III, IX i X što potvrđuje utvrđena statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 80,58$, $df = 40$, $p = 0,00$). Izostajanje miskoncepcije kod učenika klase III može se objasniti i velikim brojem neodgovorenih pitanja. Također, možemo govoriti o postojanju miskoncepcije da odrasli metilj ulazi/izlazi iz domadara ili međudomadara, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa riješenosti, a izostaje samo kod učenika klase V, IX i X.



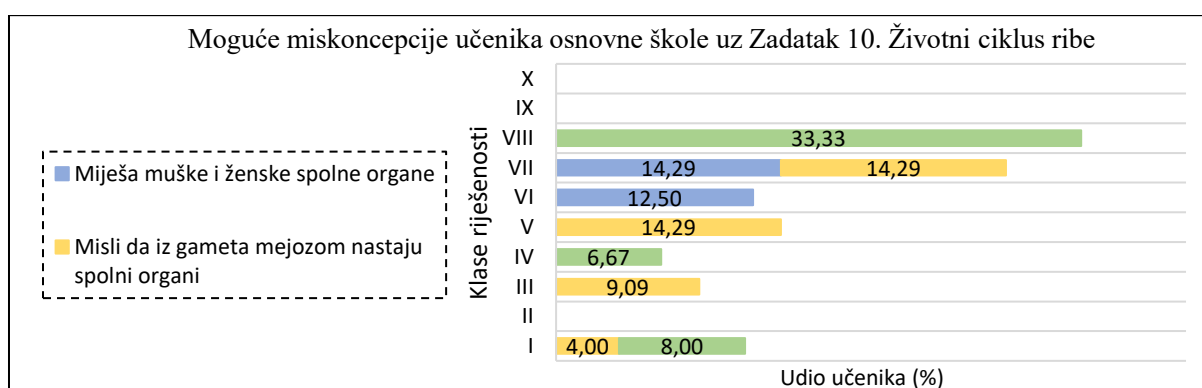
Slika 56. Zastupljenost pojedinih miskoncepcija uz Zadatak 8. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 9. *Životni ciklus skakavca* kod učenika osnovne škole javlja se moguća miskoncepcija da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu i da je oplodnja vanjska. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus kukaca i građu i ulogu spolnih organa. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere (Slika 57).. Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 154,31$, $df = 60$, $p = 0,00$). Ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcija, jer se ona ne javljaju kod velikog broja klasa riješenosti.



Slika 57. Zastupljenost pojedinih miskoncepcija uz Zadatak 9. prema klasama riješenosti

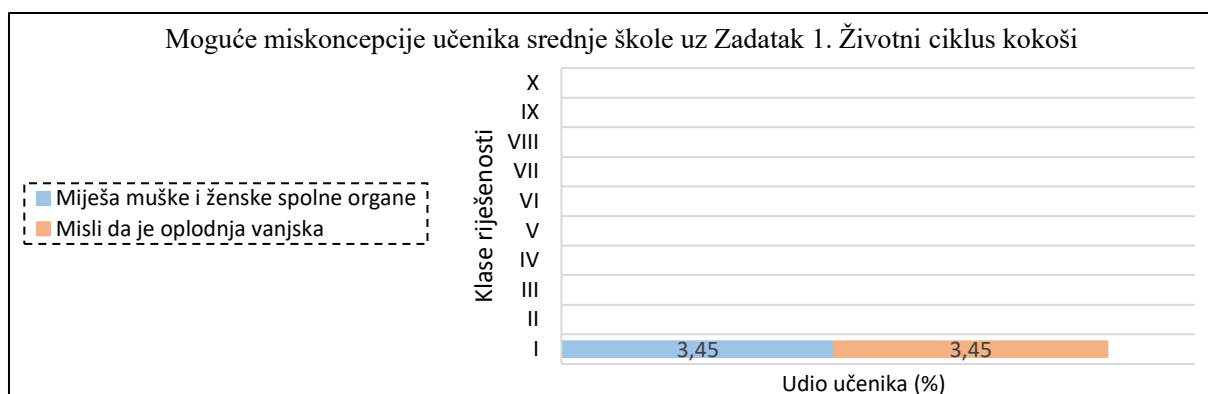
Uz zadatak 10. *Životni ciklus ribe* kod učenika osnovne škole javljaju se moguće miskoncepcije da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu i da je oplodnja unutarnja. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus riba te građu i ulogu spolnih organa. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere. Podjednako je zastupljeno u klasama VII, V i III za miskoncepciju da iz gameta mejozom nastaju spolni organi, u klasama IV i I za miskoncepciju da je oplodnja vanjska, te u klasama VII i VI za miskoncepciju da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu (Slika 58). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 164,83$, $df = 70$, $p = 0,00$) i ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcija, jer se one ne javljaju kod velikog broja klasa riješenosti.



Slika 58. Zastupljenost pojedinih miskoncepcija uz Zadatak 10. prema klasama riješenosti

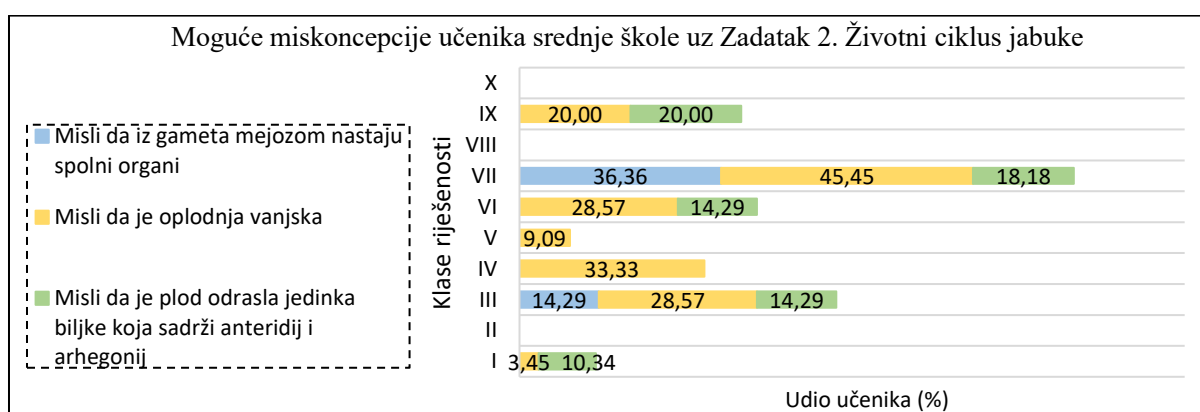
3.1.5. Pojave miskoncepcija učenika srednje škole uz zadatke popunjavanja faza životnih ciklusa prema klasama riješenosti

Uz zadatak 1. *Životni ciklus kokoši* kod učenika srednje škole javljaju se moguće miskoncepcija da jajnici pripadaju muškom spolnom sustavu i da je oplodnja vanjska. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus ptica, građu i ulogu spolnih organa te odnos životnih uvjeta i načina oplodnje. Navedena pogrešna razumijevanja ne javljaju se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere (Slika 59). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 107,68$, $df = 55$, $p = 0,00$). Ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcija, jer se one javljaju samo kod učenika klase I.



Slika 59. Zastupljenost pojedinih miskonceptija uz Zadatak 1. prema klasama riješenosti

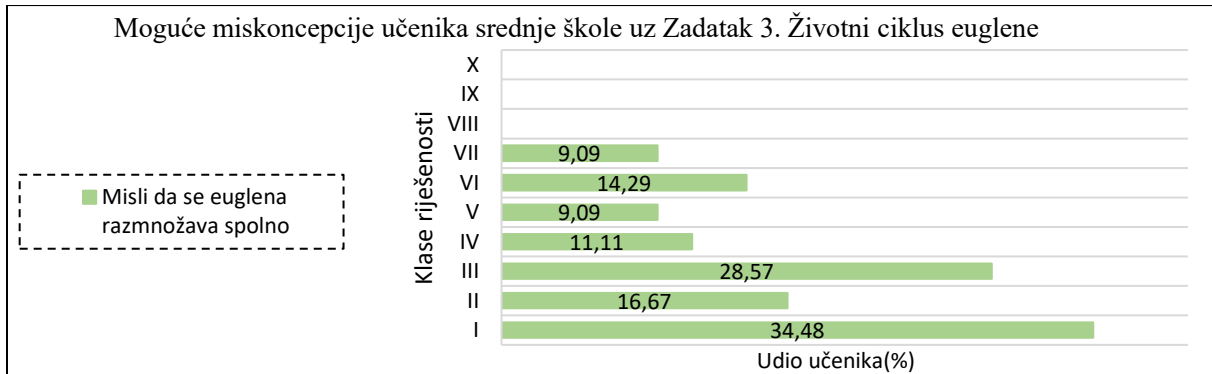
Uz zadatak 2. *Životni ciklus jabuke* kod učenika srednje škole javljaju se moguće miskonceptije da je oplodnja biljaka vanjska, da je plod odrasla jedinka biljke koja sadrži anteridije i arhegonije te da iz gameta mejozom nastaju spolni organi. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus biljaka, ulogu ploda te načine razmnožavanja. Navedena pogrešna razumijevanja ne javljaju se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere. Podjednako je zastupljeno u klasama IX, VII, VI i III za miskonceptiju da je plod odrasla jedinka biljke koja sadržava anteridij i arhegonij, te u klasama IX, VII, VI, IV i III za miskonceptiju da je oplodnja biljaka vanjska (Slika 60). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskonceptije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 145,49$, $df = 66$, $p = 0,00$). Možemo govoriti o postojanju miskonceptije da je oplodnja vanjska, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klase II, VIII i X. Izostajanje miskonceptije kod klase učenika III možemo objasniti i velikim brojem neodgovorenih pitanja. Ne možemo govoriti o postojanju ostalih miskonceptija, jer se one ne javljaju kod velikog broja klasa riješenosti.



Slika 60. Zastupljenost pojedinih miskonceptija uz Zadatak 2. prema klasama riješenosti

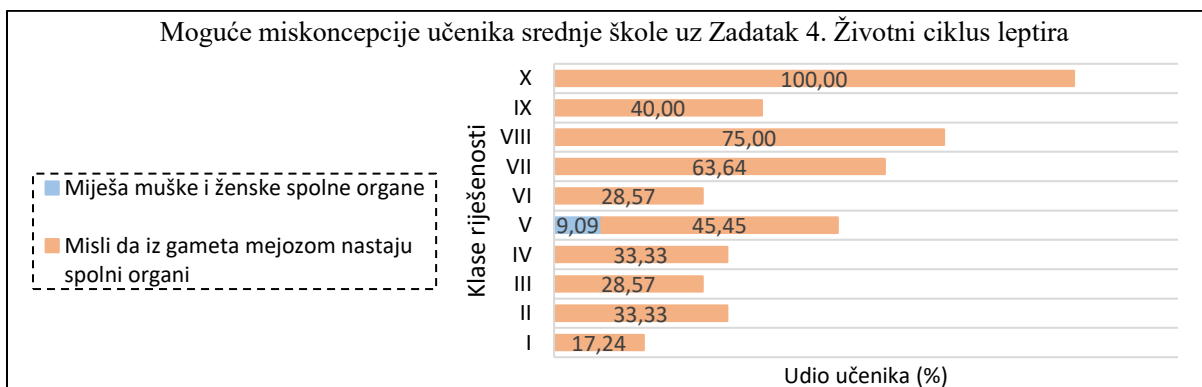
Uz zadatak 3. *Životni ciklus euglene* kod učenika srednje škole javlja se moguća miskonceptija da je kod euglene prisutno spolno razmnožavanje. Tvrdnja je vezana uz načine oplodnje praživotinja, a može se povezati s time da se ostale životinje razmnožavaju spolno.

Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama VII, VI, V, IV i II (Slika 61). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 83,87$, $df = 44$, $p = 0,00$). Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klase VIII, IX i X.



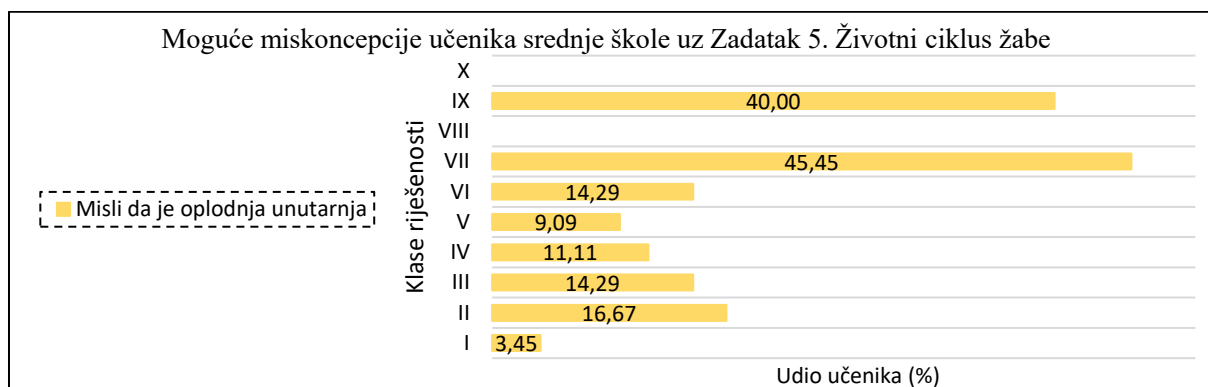
Slika 61. Zastupljenost miskoncepcije uz Zadatak 3. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 4. Životni ciklus leptira kod učenika srednje škole javljaju se moguće miskoncepcije da jajnik pripada muškom spolnom sustavu, da iz gameta mejozom nastaju spolni organi i da je oplodnja vanjska. razmnožavaju vanjskom oplodnjom. Tvrdnje su vezana uz životni ciklus kukaca te načine oplodnje obzirom na životne uvjete. Navedena pogrešna razumijevanja ne javljaju se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama IX, VI, V, IV, III i II za miskoncepciju da iz gameta mejozom nastaju spolni organi (Slika 62). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 143,81$, $df = 66$, $p = 0,00$). Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije, jer se ona javlja kod svih klasa prema riješenosti provjere. Rezultat upućuje i na probleme pri učenju i poučavanju, jer se miskoncepcija javlja i kod visokih klasa riješenosti.



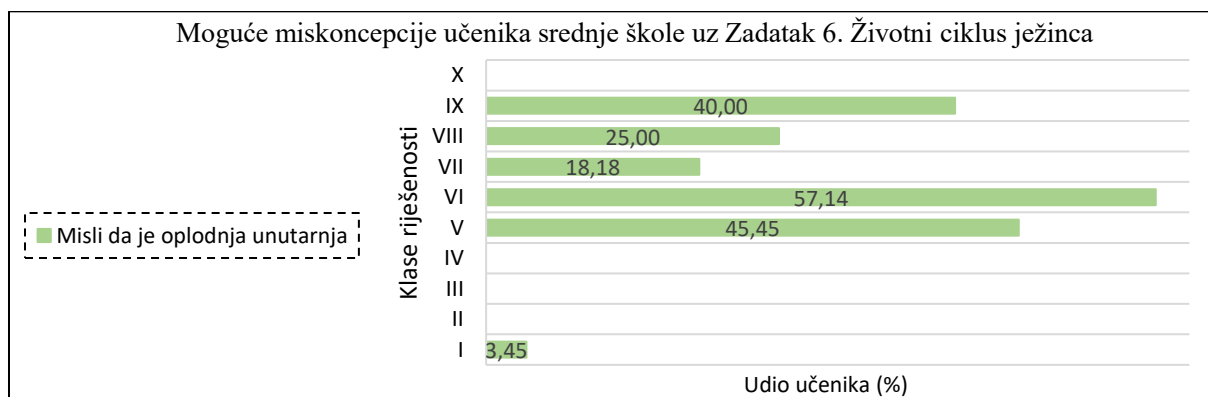
Slika 62. Zastupljenost pojedinih miskoncepcija uz Zadatak 4. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 5. *Životni ciklus žabe* kod učenika srednje škole javlja se moguća miskoncepcija da je oplodnja unutarnja. Tvrdnja je vezana uz životni ciklus vodozemaca i načine oplodnje obzirom na životne uvjete. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama VI, V, IV, III i II (Slika 63). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 139,90$, $df = 66$, $p = 0,00$), a možemo govoriti o postojanju miskoncepcije, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klase VIII i X.



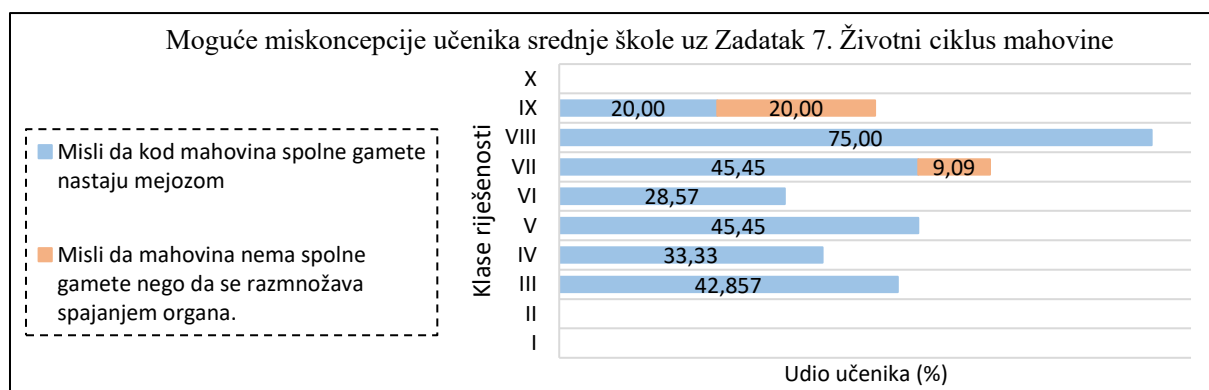
Slika 63. Zastupljenost moguće miskoncepcije uz Zadatak 4. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 6. *Životni ciklus ježinca* kod učenika srednje škole javlja se moguća miskoncepcija je oplodnja unutarnja. Tvrdnja je vezana uz životni ciklus ježinca i načine oplodnje obzirom na životne uvjete. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama IX, VI i V (Slika 64). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 153,55$, $df = 55$, $p = 0,00$). Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije, jer se ona javlja kod većine klasa prema riješenosti provjere, a njezino izostajanje iz nižih klasa riješenosti može se objasniti velikim brojem neodgovorenih pitanja.



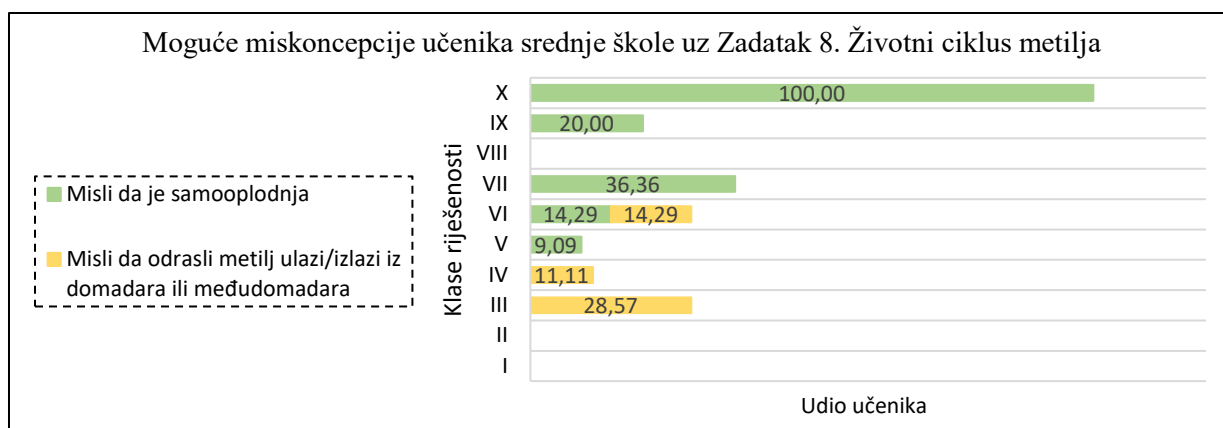
Slika 64. Zastupljenost miskoncepcije uz Zadatak 6. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 7. *Životni ciklus mahovine* kod učenika srednje škole javljaju se moguće miskoncepcije da kod mahovina spolne gamete nastaju mejozom i da se mahovine razmnožavaju spajanjem cijelih spolnih organa. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus mahovina i procese nastanka gameta. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama VII, VI, V, IV i III za miskoncepciju da kod mahovina spolne gamete nastaju procesom mejoze (Slika 65). Zastupljenost pojave miskoncepcije u pojedinoj klasi razmjernan je udjelu sudionika on-line provjere prema klasama. Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 125,39$, $df = 55$, $p = 0,00$). Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije da spolne gamete nastaju procesom mejoze, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klase I, II i X. Izostajanje miskoncepcije kod učenika klase I i II možemo objasniti velikim brojem neodgovorenih pitanja. Ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcije da mahovina nema spolne gamete, jer se ona ne javlja kod većine klasa prema riješenosti.



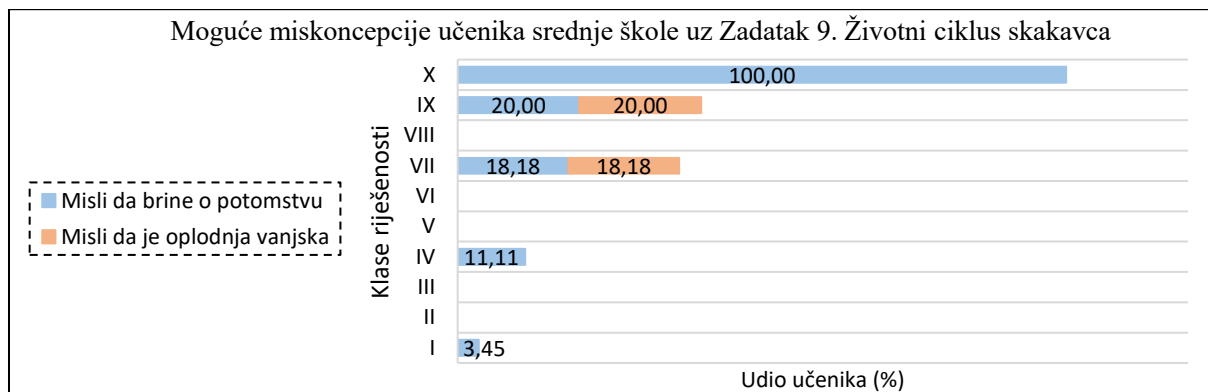
Slika 65. Zastupljenost miskoncepcije uz Zadatak 7. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 8. *Životni ciklus metilja* kod učenika srednje škole javlja se moguća miskoncepcija da se svi dvospolci razmnožavaju samooplodnjom i da odrasli metilj ulazi/izlazi iz domadara ili međudomadara. Tvrdnja je vezana uz životni ciklus metilja, a može se povezati s nametničkim načinom života i činjenicom da je metilj dvospolac i ima mogućnost oploditi sam sebe. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere. Podjednako je zastupljeno u klasama VI i IV za miskoncepciju da odrasli metilj ulazi/izlazi iz domadara ili međudomadara, te u klasama IX i VI za miskoncepciju da se razmnožava samooplodnjom (Slika 66). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 127,32$, $df = 88$, $p = 0,00$). Ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcija, jer se one ne javljaju kod većine klasa prema riješenosti provjere.



Slika 66. Zastupljenost pojedinih miskonceptija uz Zadatak 8. prema klasama riješenosti

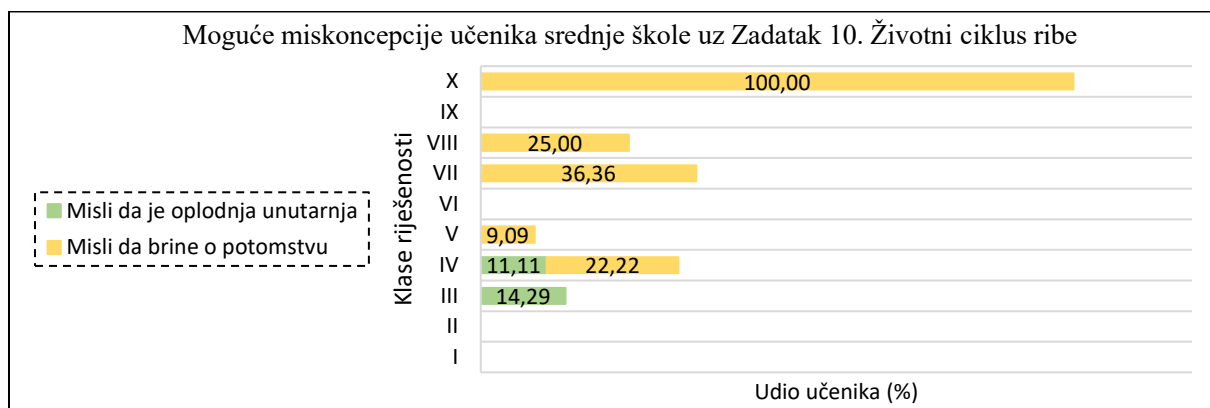
Uz zadatak 9. *Životni ciklus skakavca* kod učenika srednje škole javlja se moguća miskonceptija da kukci brinu za potomke i da je oplodnja vanjska. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus kukaca i načine oplodnje obzirom na životne uvjete. Navedena pogrešna razumijevanja ne javljaju se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali podjednako su zastupljene u klasama IX i VII (Slika 67). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskonceptije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 135,98$, $df = 66$, $p = 0,00$). Ne možemo govoriti o postojanju miskonceptija, jer se one ne javljaju kod većine klasa prema riješenosti provjere.



Slika 67. Zastupljenost pojedinih miskonceptija uz Zadatak 9. prema klasama riješenosti

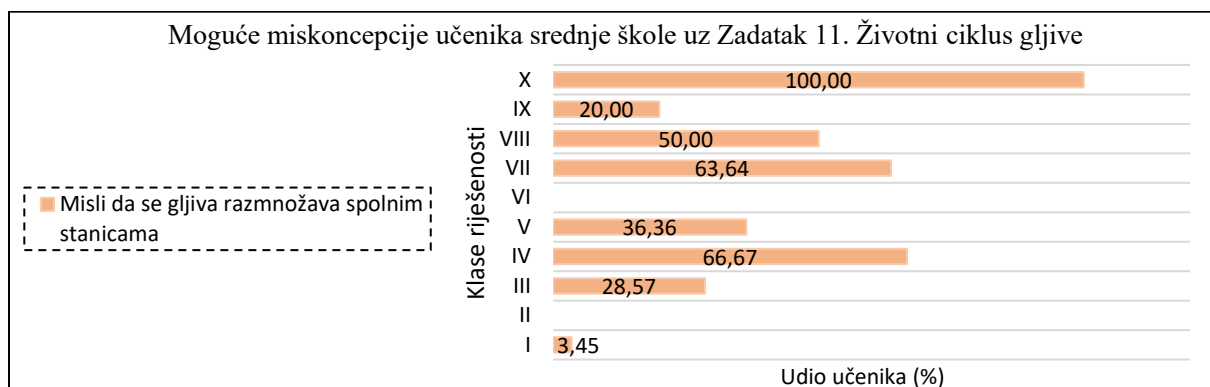
Uz zadatak 10. *Životni ciklus ribe* kod učenika srednje škole javljaju se moguće miskonceptije da je oplodnja unutarnja i da riba brine za potomstvo. Tvrdnje su vezane uz životni ciklus riba te načine oplodnje obzirom na životne uvjete. Navedena pogrešna razumijevanja ne javljaju se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere. Podjednako je zastupljeno u klasama IV i III za miskonceptiju da je oplodnja unutarnja, te u klasama VIII, VII i IV za miskonceptiju da brine o potomstvu (Slika 68). Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskonceptije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 172,92$, df

= 44, $p = 0,00$). Ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcija, jer se one ne javljaju kod velikog broja klasa prema riješenosti provjere.



Slika 68. Zastupljenost pojedinih miskoncepcija uz Zadatak 10. prema klasama riješenosti

Uz zadatak 11. *Životni ciklus gljive* kod učenika srednje škole javlja se moguća miskoncepcija da do oplodnje može doći samo spajanjem gameta, ne i spajanjem cijelih rasplodnih organa. Tvrdnja je vezana uz razmnožavanje gljiva, a može se povezati s generalizacijom načina oplodnje. Navedeno pogrešno razumijevanje ne javlja se podjednako kod učenika svih klasa riješenosti provjere, ali je podjednako zastupljeno u klasama VIII, VII i IV (Slika 69). Zastupljenost pojave miskoncepcije u pojedinoj klasi razmjernan je udjelu sudionika on-line provjere prema klasama. Utvrđena je statistički značajna razlika u pojavi miskoncepcije prema različitim klasama riješenosti ($\chi^2 = 120,08$, $df = 36$, $p = 0,00$). Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije, jer se ona javlja kod gotovo svih klasa prema riješenosti provjere, a izostaje samo kod učenika klase II i VI. Miskoncepcija se javlja kod učenika viših klasa riješenosti, što upućuje na probleme pri učenju i poučavanju.



Slika 69. Zastupljenost miskoncepcije uz Zadatak 11. prema klasama riješenosti

3.2. Analiza uspješnosti primjene kumulativnog načina provjeravanja

Spearmanovim koeficijentom korelacije (ρ) utvrđena je međusobna povezanost uspješnosti pri rješavanju provjere i usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa. Za interpretaciju rezultata korištena je skala prema Hopkinsu (Tablica 6.). Utvrđena je statistički značajna umjerena korelacija uspješnosti pri rješavanju provjere i usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa s obzirom na razinu škole ciklusa ($\rho_{OŠ} = 0,38$; $\rho_G = 0,43$; $p < 0,05$). Učenici za 8 % uspješnije rješavaju popunjavanje obrasca kumulativnog učenja (OŠ = 33 %; G = 30 %) principa životnog ciklusa u slikovnom obliku (Prilog 1. – 14.), za razliku od rješavanja zadataka tekstualnog oblika (OŠ = 38 %; G = 41 %).

Usporedbom srednjih vrijednosti riješenosti obrasca provjere za pojedini ciklus (Tablica 7.) može se uočiti da veličina uzorka ne donosi bitne promjene u slijedu usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa u primjeni na drugim organizmima. Razlike srednje riješenosti variraju od 0,02 do 0,20 za pojedine cikluse pri čemu se može uočiti da zadaci bolje riješeni, a razlike riješenosti manje kod onih ciklusa koji se često provjeravaju i koji se često objašnjavaju u udžbenicima i tijekom poučavanja ili su ti organizmi bliži iskustvu učenika (kokoš, jabuka, euglena, leptir, žaba i ježinac). Također je na rješavanje veliki utjecaj imala i zahtjevnost zadataka, posebno kod gimnazijskih učenika. Kod učenika koji su ozbiljno shvatili rješavanje provjera uočljivo je da su bolje riješili i najslabije riješene životne cikluse za mahovine ($M = 0,08 \pm 0,28$) koje rješavaju za 3 % bolje te kod gljiva čiji životni ciklus zainteresirani učenici rješavaju čak 20 % bolje u odnosu na slabu riješenost kod gimnazijskih učenika ($M = 0,19 \pm 0,39$). Životni ciklus mahovine najslabije je riješen kod gimnazijskih učenika vjerojatno i zbog što je osim faza, spola, dioba trebalo pravilno razmjestiti diploidni, odnosno haploidni broj kromosoma. Neznatno bolja riješenost kod zainteresiranih učenika ukazuje da se treba veća pažnja pokloniti razumijevanju razloga i utjecaja pojedinih koraka u životnom ciklusu mahovine, ali i gljive. Životne cikluse metilja i skakavca u kumulativnom prikazu slabo rješavaju (oko 20 %) obje skupine učenika, s time da gimnazijalci rješavaju za otprilike 10 % bolje od učenika osnovne škole. Pri rješavanju životnog ciklusa riba gimnazijski učenici zadržavaju riješenost ($0,26 \pm 0,45$ i $0,28 \pm 0,44$) dok je kod učenika osnovne škole riješenost kod korektnih učenika porasla sa $0,36 \pm 0,48$ na $0,45 \pm 0,50$.

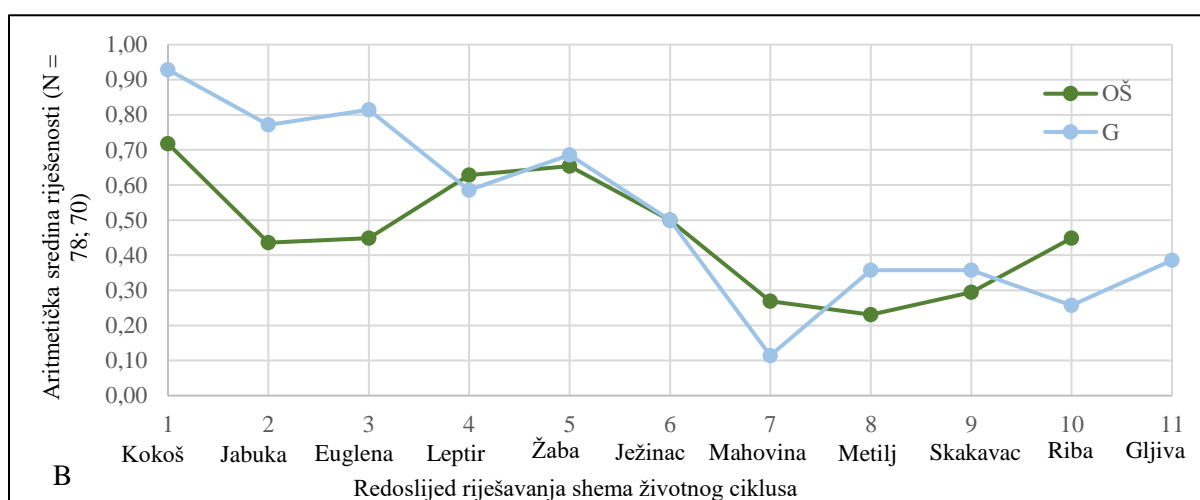
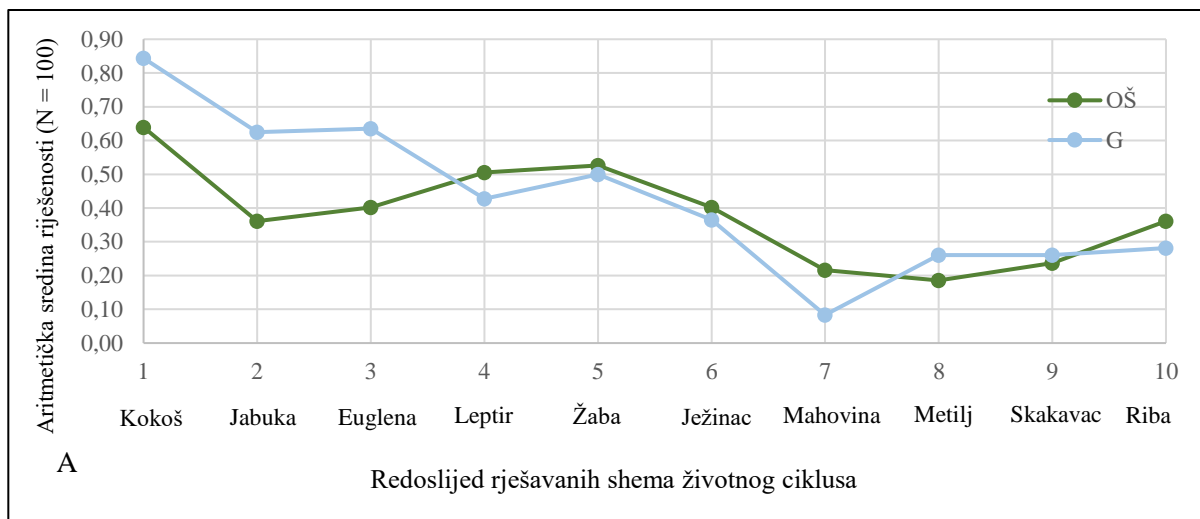
Takvo opažanje malih razlika uzorka i korektnog poduzorka, usprkos uočenoj potrebi za 20 % do 30 % korekciji rezultata zbog neriješenih zadataka, potvrđuje i zabilježena gotovo potpuna povezanost riješenosti zadataka uz obrazac životnog ciklusa u cijeloj populaciji ispitanika osnovne škole, kao i u poduzorku koji je korektno riješio sve zadatke ($\rho = 0,99$; $p <$

0,05) kao i u slučaju gimnazijskih učenika ($p = 0,97$; $p < 0,05$). Na taj su način potvrđeni i rezultati interpretacije riješenosti pojedinog zadatka kumulativne provjere, usprkos velikom broju zadataka koje učenici nisu niti pokušali riješiti, što ukazuje na mogućnost utjecaja pripreme nastavnika, drugačiji oblik provjere kojoj učenici nisu navikli.

Tablica 7. Srednje vrijednosti rješavanja zadataka kumulativne provjere poznavanja životnog ciklusa uzorka i dijela uzorka nakon izuzimanja uočljivo nedosljednog rješavanja zadataka

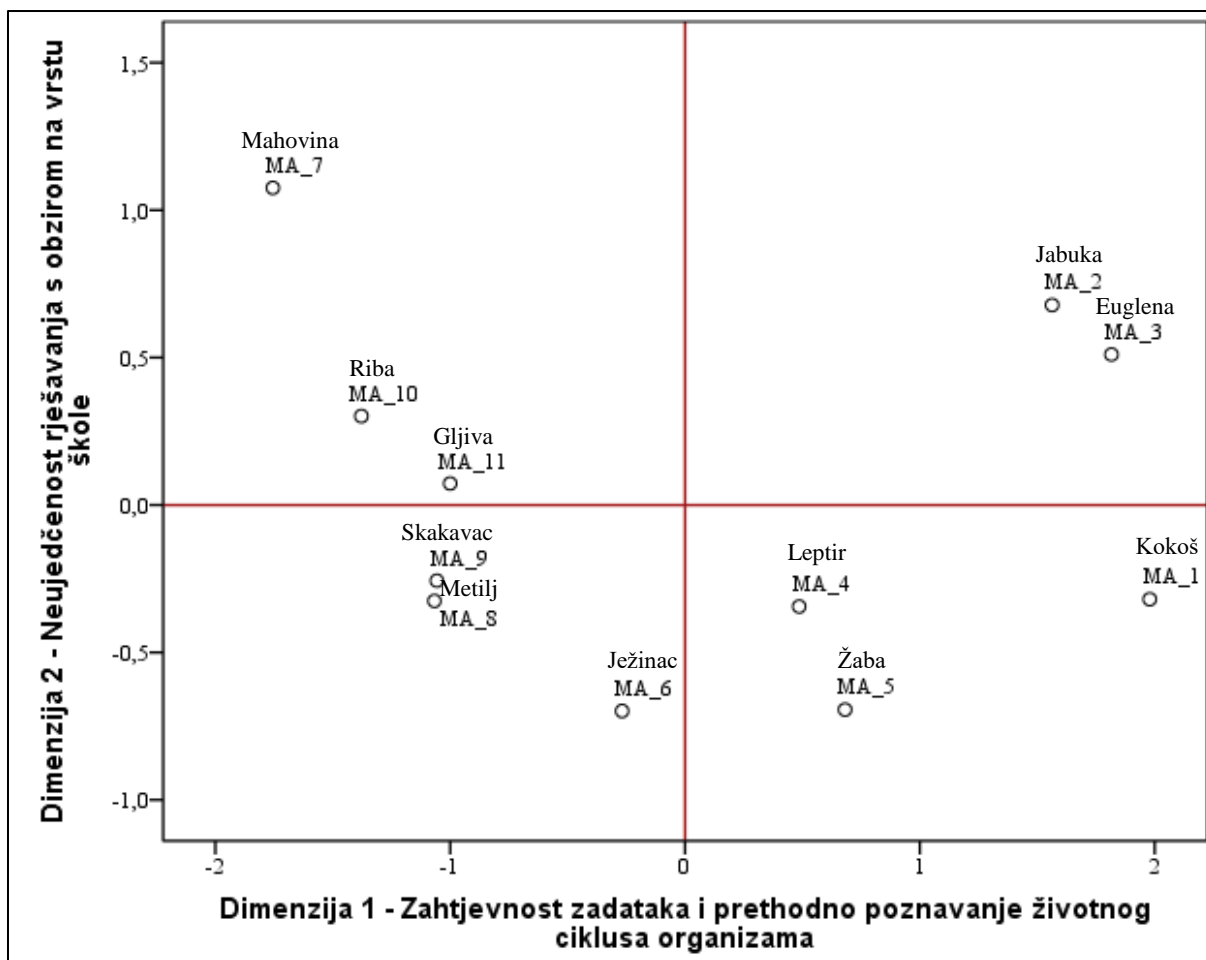
	OŠ		G		OŠ		G		Razlika srednjih vrijednosti	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	OŠ	G
	N = 100		N = 100		N = 78		N = 70			
<i>Kokoš</i>	0,64	0,48	0,84	0,36	0,72	0,45	0,93	0,26	-0,08	-0,08
<i>Jabuka</i>	0,36	0,48	0,63	0,49	0,44	0,50	0,77	0,42	-0,08	-0,15
<i>Euglena</i>	0,40	0,49	0,64	0,48	0,45	0,50	0,81	0,39	-0,05	-0,18
<i>Leptir</i>	0,51	0,50	0,43	0,50	0,63	0,49	0,59	0,50	-0,12	-0,16
<i>Žaba</i>	0,53	0,50	0,50	0,50	0,65	0,48	0,69	0,47	-0,13	-0,19
<i>Ježinac</i>	0,40	0,49	0,36	0,48	0,50	0,50	0,50	0,50	-0,10	-0,14
<i>Mahovina</i>	0,22	0,41	0,08	0,28	0,27	0,45	0,11	0,32	-0,05	-0,03
<i>Metilj</i>	0,19	0,39	0,26	0,44	0,23	0,42	0,36	0,48	-0,05	-0,10
<i>Skakavac</i>	0,24	0,43	0,26	0,44	0,29	0,46	0,36	0,48	-0,06	-0,10
<i>Riba</i>	0,36	0,48	0,28	0,45	0,45	0,50	0,26	0,44	-0,09	0,02
<i>Gljiva</i>			0,19	0,39			0,39	0,49		-0,20
UKUPNO	0,38	0,04	0,41	0,07	0,46	0,03	0,52	0,08	-0,08	-0,12

Učenici su umjereno bolje povezivali faze u životnom ciklusu svakog slijedećeg organizama u provjeri, uz odstupanja za zadatke u kojima se nisu tražile iste faze u životnom ciklusu (Slika 70). Učenici su kao probni zadatak morali riješiti životni ciklus čovjeka, stoga je vidljiva izvrsna povezanost uspješnosti u rješavanju provjere i usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa otprije poznatog učenicima. S obzirom da su zahtjevi u kumulativnoj provjeri za učenike gimnazija tražili veći stupanj analize i detaljnije razumijevanje životnog ciklusa na razini dioba u ciklusu te broja kromosoma u pojedinoj fazi životnog ciklusa, upravo je u toj populaciji učenika izrazitiji pad aritmetičke sredine riješenosti zadataka veće zahtjevnosti. Vidljiv je značajan pad u uspješnosti rješavanja zadataka kada u slijedu zadataka dolazi do promjene ispitivanih faza, kao što je slučaj u sljedovima; kokoš i jabuka, euglena i leptir, ježinac i mahovina te skakavac i riba. Pad se može objasniti time da se u svakom slijedećem zadatku od učenika postepeno tražilo sve više informacija te se pretpostavlja da su učenici najmanje upoznati sa životnim ciklusima biljaka. Razlike u uspješnosti usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa učenika osnovne i srednje škole mogu se objasniti različitom zahtjevnosti zadataka i opširnijom obradom pojedinih životnih ciklusa za učenike srednje škole. Usprkos velikom broju neriješenih zadataka srednje vrijednosti riješenosti odstupanja u srednjoj riješenosti variraju od pa možemo sa sigurnošću potvrditi uočenu umjerenu uspješnost usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa.



Slika 70. Prosječna riješenost zadataka dopunjavanja faza u životnom ciklusu odabranih organizama cijelog uzorka (A) i korigiranog uzorka (B)

Rezultati multidimenzijalnog (ALSCAL) dvodimenzijalnog skaliranja kvadratnih udaljenosti uz nesigifikantne vrijednosti utjecaja postupka (Kruskal stres = 0,068) i dobro utemeljenu proporciju udaljenosti skaliranih podataka (RSQ = 0,98), potvrđuju utjecaj složenosti zadataka u kumulativnom slijedu provjere na riješenost zadataka (Slika 70), kao i utjecaj bliskosti organizama koji se provjeravaju u povezanosti s iskustvom učenika i zahtjevnosti samog zadatka s obzirom na razinu škole (Slika 71). Takve utjecaje potvrđuju i rezultati Spearmanova koeficijenta korelacije (Tablica 8.) prema kojima se podupire slijed i zahtjevnost obrasca kumulativnog učenja.



Slika 71. Prosječna veza između riješenosti zadataka životnih ciklusa uz model Euklidske udaljenosti

Pri rješavanju zadatka uz životni ciklus jabuke i euglene došlo je do smanjenja uspješnosti rješavanja s izrazitijim padom kod učenika osnovne škole (Slika 70). Pri tome je uočljiva umjerena povezanost rješavanja životnih ciklusa učenicima dobro poznatih organizama kokoši i jabuke te jabuke i euglene koji međusobno odgovaraju i prema zahtjevnosti zadataka u kojima su učenici trebali pokazati osnovno razumijevanje slijeda faza životnog ciklusa. Slijede životni ciklusi još tri učenicima bliskih organizama, koji se često spominju u nastavi, ali se u tim zadacima tražilo učenike da uz odabir faza životnog ciklusa odrede i odgovarajuće diobe, što su učenici osnovne škole i gimnazije riješili s podjednakom uspjehom (Slika 70) uz umjerenu međusobnu povezanost rješenja životnog ciklusa leptira i žabe te veliku povezanost u rješavanju zadatka uz životni ciklus žabe i ježinca (Tablica 8.). Problem s učenjem životnih ciklusa biljaka izražava se u vrlo slaboj riješenosti životnog ciklusa mahovine koja se izrazito izdvaja kao učenicima apstraktan organizam, iako su učili o njegovom životnom ciklusu tijekom nastave te se njegovo rješavanje odražava u usporedbi sa svim drugim životnim ciklusima u vrlo maloj međusobnoj povezanosti (Tablica 8.). Od tog zadatka kod učenika gimnazije tražilo se i poznavanje dioba tijekom životnog ciklusa, kao i broja kromosoma te je ta složenost zadatka

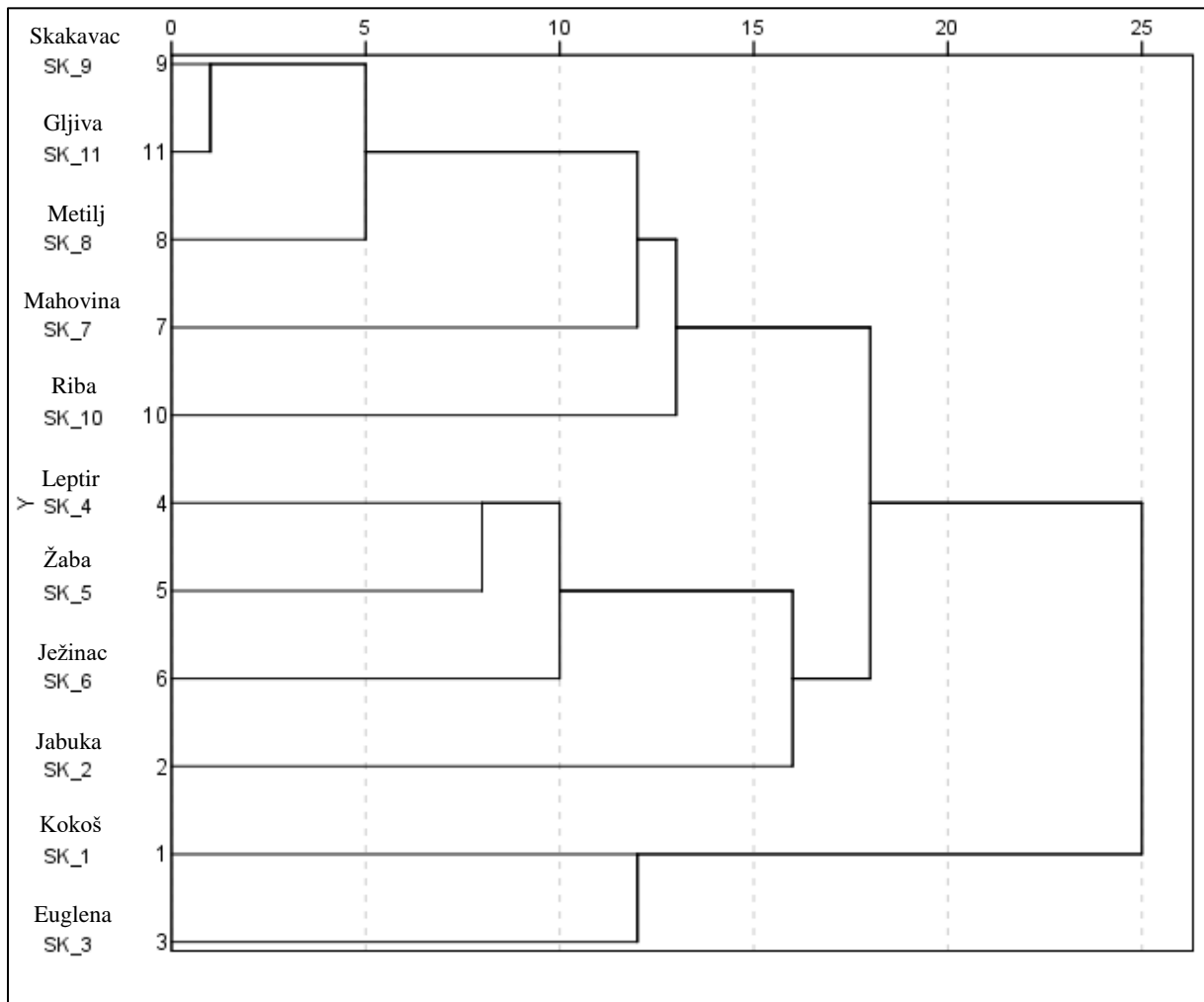
dodatno doprinijela njegovu odvajanju (Slika 70). Upravo iz tog razloga uočljiva je izrazita povezanost (Tablica 8.) i grupiranje rješenja zadataka metilja i skakavca (Slika 71) koje slabije rješavaju učenici osnovne škole (Slika 71), jer su to za njih nepoznati organizmi. Iako su tijekom nastave učenici u osnovnoj školi učili životni ciklus metilja, a i životni ciklus skakavca se često spominje, učenici slabije prepoznaju slijed faza i dioba, ali kako su naglasci učenja u gimnaziji izraženiji uz usvajanje obrasca nametničkog životnog ciklusa i nepotpune preobrazbe rezultati riješenosti kod gimnazijalaca su bolji. Uz životni ciklus ribe gimnazijalci su imali zahtjevni zadatak uz određivanje faza, dioba i broja kromosoma što je uzrokovalo pad u slijedu uspjeha u rješavanju, dok su učenici osnovne škole zadatak riješili bolje (Slika 70). Zahtjevnost zadatka se zadržava na istoj razini pri rješavanju životnog ciklusa gljiva, a taj su zadatak rješavali samo učenici gimnazija, jer tijekom poučavanja u osnovnoj školi nije uz učenje o gljivama naglasak na njihovom životnom ciklusu, a riješenost kod učenika gimnazije je bolja upravo zbog naglasaka poučavanja. Riješenost zadatka životnog ciklusa metilja, skakavca, riba i gljiva grupira se uz veliku povezanost pri njihovom rješavanju (Tablica 8.), jer su ti organizmi često korišteni kao egzemplarni primjeri na nastavi iako nisu bliski učenicima.

Tablica 8. Povezanost u rješavanju zadataka kumulativne provjere životnih ciklusa Spearmanovim koeficijentom korelacije (ρ) s obzirom na riješenost ($N = 148$, $N_{gljive} = 70$; **signifikantno na 0.01 razini (2-strano), * signifikantno na 0.05 razini (2-strano))

		Kokoš	Jabuka	Euglena	Leptir	Žaba	Ježinac	Mahovina	Metilj	Skakavac	Riba
Jabuka	ρ	0,358**									
	p	0,00									
Euglena	ρ	0,281**	0,377**								
	p	0,00	0,00								
Leptir	ρ	0,338**	0,465**	0,230**							
	p	0,00	0,00	0,00							
Žaba	ρ	0,560**	0,267**	0,191*	0,494**						
	p	0,00	0,00	0,02	0,00						
Ježinac	ρ	0,367**	0,165*	0,195*	0,526**	0,589**					
	p	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00					
Mahovina	ρ	0,01	0,06	-0,176*	0,187*	0,203*	0,15				
	p	0,88	0,46	0,03	0,02	0,01	0,06				
Metilj	ρ	0,225**	0,10	0,13	0,300**	0,419**	0,372**	0,246**			
	p	0,01	0,21	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00			
Skakavac	ρ	0,290**	0,10	0,15	0,261**	0,426**	0,433**	0,276**	0,669**		
	p	0,00	0,22	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Riba	ρ	0,243**	0,07	0,12	0,340**	0,436**	0,409**	0,377**	0,391**	0,627**	
	p	0,00	0,39	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gljiva	ρ	0,11	0,22	0,15	0,309**	0,347**	0,499**	0,361**	0,573**	0,757**	0,675**
	p	0,38	0,07	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Analiza prosječne povezanosti između grupa koje u ovom slučaju predstavljaju zadaci životnih ciklusa prikazani su dendogramom na osnovu kvalitete odgovora u biološkom kontekstu (Slika 72). Dendogram potvrđuje grupiranje riješenosti prema jednostavnosti (kokoš i euglena), odnosno složenosti zadatka (riba, mahovina, metilj, gljiva i skakavac). Također se može uočiti povezivanje riješenosti zadataka životnog ciklusa učenicima bliskih organizama, o

kojima su učili, ali nije inzistirano uvijek na slijedu u životnom ciklusu i diobama koje prate ciklus (leptir, žaba, ježinac), koji se povezuju na jednostavan zadatak uz blizak organizam (jabuka).



Slika 72. Analiza prosječne povezanosti između rješavanja životnih ciklusa na osnovu kodiranja biološke interpretacije odgovora

4. RASPRAVA

Pri analizi odgovora učenika na pitanja i zadatke iz on-line provjere subjektivnom je procjenom uočeno da se velik broj odgovora učenika iz istih škola podudara. Većinu zadataka i pitanja učenici su rješavali primjenom znanja, a manji udio pitanja reprodukcijom znanja. Pitanja i zadatci za provjeru u skladu su s nacionalnim planom i programom za osnovnu školu (MZOŠ, 2006) i ispitnim katalogom državne mature (Radanović i sur., 2015). Analizom svakog učeničkog odgovora na pojedina pitanja i zadatke utvrđeno je biološko značenje odgovora te su izdvojeni pogrešni odgovori koji se učestalo pojavljuju kod učenika osnovne i srednje škole.

Na stručnim vijećima nastavnika biologije, nastavnici su izdvojili očekivane miskoncepcije s kojima se kod učenika susreću na kraju osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja (Lukša i sur., 2013). Pri tome su nastavnici izdvojili sljedeće miskoncepcije koje se pojavljuju na kraju osnovnoškolskog obrazovanja: „ne razlikuju mitozu i mejozu”, „ne povezuju mitozu i mejozu s tjelesnim i spolnim stanicama”, „ne razumiju pojam životni uvjeti“ i „ne povezuju biologiju sa svakodnevnim životom“. Izdvojene miskoncepcije koje se pojavljuju na kraju srednjoškolskog obrazovanja su: „ne razlikuju pojmove sporofit i gametofit“, „miješaju pojmove oprašivanje i oplodnja“ i „miješaju pojmove sporofit, sporangij, spora“. Izdvojene su i miskoncepcije koje se pojavljuju i na kraju osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja: „ne razlikuju broj kromosoma u tjelesnim i spolnim stanicama“, „smatraju da se kromosomi udvostručuju u mitozu“ i „ne razlikuju pojmove hranidbeni lanac i mreža“. Izdvojene miskoncepcije služiti će kao osnova za usporedbu s rezultatima ovog istraživanja.

U zadatcima popunjavanja faza životnih ciklusa odabranih organizama učenici osnovne škole najviše problema imali su s određivanjem muških i ženskih spolnih organa. Miskoncepcija se pojavljuje kroz više zadataka povezivanja faza u životnom ciklusu odabranih organizama te kod većine klasa riješenosti provjere. Međutim, nastavnici ju nisu izdvojili kao očekivanu miskoncepciju s kojom se susreću na kraju osnovnoškolskog obrazovanja. Objašnjenje možemo potražiti u osmom razredu osnovne škole kada učenici obrađuju spolni sustav čovjeka i detaljnije opisuju proces oplodnje i građu muških i ženskih spolnih organa. Istraživanje je provedeno na kraju sedmog razreda osnovne škole, pa je miskoncepcija prisutna kod velikog broja učenika. Može se pretpostaviti da se miskoncepcija utvrđuje i ispravlja u osmom razredu osnovne škole.

Veliki broj učenika osnovne škole smatra da plod biljkama služi za oprašivanje, što odgovara rezultatima Lukša i sur. (2013) te predviđanjima nastavnika koji su izdvojili miskoncepciju „miješaju pojmove oprašivanje i oplodnja“. Zanimljivo je da ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcije kod učenika srednje škole jer se ono pojavljuje kod manjeg broja učenika prema klasama riješenosti provjere. Nastavnici su izdvojili ovu miskoncepciju za učenike na kraju srednjoškolskog obrazovanja, ne i na kraju osnovnoškolskog obrazovanja. Objašnjenje možemo potražiti u manjem uzorku učenika s kojima se susreću nastavnici, odnosno često pojavljivanje istih miskoncepcija u istom razredu ili školi zbog vršnjačkog utjecaja na pojavu miskoncepcija (Bahar, 2003).

Veliki broj učenika osnovne i srednje škole smatra da se euglena razmnožava spolnim načinom. Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije jer se pojavljuje kod velikog broja učenika prema klasama riješenosti provjere. Iako nije izdvojena kao očekivana miskoncepcija na kraju osnovnoškolskog ili srednjoškolskog obrazovanja, ovim istraživanjem utvrđuje se da se pojavljuje kod velikog broja učenika i ne otkriva se i uklanja na kraju drugog razreda osnovne škole. Miskoncepcija se može povezati s generalizacijom spolnog razmnožavanja velikog broja životinja.

Iako su učenici osnovne i srednje škole griješili u određivanju procesa mejoze i mitoze ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcije „ne razlikuje mitozu i mejozu“ već o problemima pri učenju i memoriranju što odgovara rezultatima Golubić i sur. (2017). Miskoncepcija nije dovoljno specifična da bi se utvrdilo njezino postojanje, već se jedino može utvrditi s kojim biološkim konceptima učenici imaju problema. Pogreške su se pojavljivale kroz zadatke dopunjavanja životnih ciklusa odabranih organizama, ali i kod dodatnih pitanja.

Utvrđeno je postojanje miskoncepcije „ne razumiju pojam životni uvjeti“ kod učenika osnovne i srednje škole što odgovara istraživanju Lukša i sur. (2013). Miskoncepcija se pojavljuje kroz zadatke popunjavanja faza u životnom ciklusu odabranih organizama kao i kod dodatnih pitanja. Učenici imaju problema s povezivanjem životnih uvjeta s načinima oplodnje i brojem potomaka, s čime je povezana i predviđena miskoncepcija „ne razlikuju pojmove hranidbeni lanac i mreža“. Kod učenika osnovne i srednje škole možemo govoriti o postojanju miskoncepcije jer se pojavljuje kod velikog broja učenika prema klasama riješenosti. Učenici ne povezuju životne uvjete žabe s vanjskim načinom oplodnje, također pojavljuju se problemi u navedeni konceptima kod određivanja brojnosti potomaka različitih kralježnjaka i nametnika.

Nije utvrđeno postojanje očekivane miskoncepcije „ne razlikuju broj kromosoma u tjelesnim i spolnim stanicama“ kod učenika srednje škole. Iako su učenici imali problema s

određivanjem broja kromosoma u zadatcima povezivanja faza u životnom ciklusu ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcije jer se ona ne pojavljuje kod većine klasa riješenosti provjere, odnosno pojavljuje se samo kod nižih klasa riješenosti što upućuje na probleme pri učenju i razumijevanju biološkog sadržaja. Navedena predviđena miskoncepcija može se povezati s miskoncepcijama „smatraju da se kromosomi udvostručuju u mitozu“ i „ne povezuju mitozu i mejozu s tjelesnim i spolnim stanicama“ za koje također nije utvrđeno postojanje što se slaže s rezultatima Golubić i sur. (2017). Samo učenici lošijih klasa riješenosti imaju problema s određivanjem broja kromosoma pojedinih faza i procesa kojim nastaju spolne stanice. Navedene miskoncepcije su međusobno povezane i teško je utvrditi postojanje samo jedne od njih, jer se međusobno nadovezuju. Ukupno možemo reći da učenici osnovne i srednje imaju razvijeno dobro konceptualno razumijevanje procesa mejoze i mitoze. Uz iznimku utvrđene miskoncepcije učenika osnovne i srednje škole da iz spolnih gameta mejozom nastaju spolni organi koja se ne može svrstati u niti jednu predviđenu miskoncepciju nastavnika zbog svoje specifičnosti. Možemo govoriti o postojanju miskoncepcije jer se ona pojavljuje kod velikog broja učenika obzirom na klase riješenosti provjere, te se ne otkriva i uklanja u osnovnoj školi.

Veliki broj učenika osnovne i srednje škole imao je problema s određivanjem faza u životnom ciklusu metilja. Utvrđeno je postojanje miskoncepcija kod učenika osnovne škole da se metilj razmnožava samooplođnjom i da odrasli metilj ulazi/izlazi iz domadara ili međudomadara, dok se kod učenika srednje škole javlja kod manjeg broja učenika obzirom na klasu riješenosti pa ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcije. Pogrešno razmišljanje ukazuje na konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa metilja, a pojavljuje se i kod odgovora na dodatno pitanje gdje učenici ne prepoznaju metilja kao organizma koji stvara veliki broj potomaka. Navedene miskoncepcije nisu predviđene od strane nastavnika, vjerojatno zbog svoje specifičnosti za životni ciklus metilja. Ne može ih se primijetiti kroz različita pitanja već samo pitanjima specifično vezanima za životni ciklus metilja.

Utvrđeno je postojanje miskoncepcije „ne razumiju izmjenu generacija gljiva“ kod učenika srednje škole. Jako mali broj učenika je točno označio faze u životnom ciklusu gljive što ukazuje na ukupno konceptualno nerazumijevanje životnog ciklusa gljive. Nije utvrđeno postojanje miskoncepcije „miješaju pojmove sporofit, sporangij i spora“ te „ne razlikuju pojmove sporofit i gametofit“ kod zadatka popunjavanja faza u životnom ciklusu mahovine i dodatnih pitanja. Ne možemo govoriti o postojanju miskoncepcije jer se ona ne javlja kod velikog broja učenika prema klasama riješenosti već o problemu pri učenju i memoriranju.

Učenici nisu razlikovali sliku gametofita i sporofita što upućuje na nedovoljnu vizualizaciju bioloških sadržaja od strane učenika i nedovoljnu upotrebu slika, videa i animacija od strane nastavnika. Ukupno možemo reći da su učenici imali najviše problema u određivanju faza u životnom ciklusu biljaka i gljiva, što se može povezati s većom asocijativnošću učenika sa životinjama.

Možemo reći da je djelomično utvrđena predviđena miskoncepcija „ne povezuju biologiju sa svakodnevnim životom“, iako ona nije ispitivana specifičnim pitanjima. Pojavljuje se kroz sve zadatke u provjeri, jer se učenici trebaju služiti opažanjima iz svakodnevnog života prilikom određivanja pojedinih faza u životnom ciklusu odabranih organizama koje nisu naglašene na nastavi biologije. To se ponajviše pojavljuje kod određivanja brige o potomstvu gdje su učenici često griješili. Utvrđena je niska povezanost uspješnosti rješavanja provjere s promatranjem parenja životinja i posjedovanjem kućnog ljubimca i umjerena povezanost uspješnosti rješavanja provjere s boravkom u prirodi i promatranjem okoliša životinja. Veliki broj učenika ne dovodi u vezu uočene pojave iz svakodnevnog života s biološkim sadržajima. Što ukazuje i na nedovoljno prikazivanje izvorne stvarnosti u nastavi biologije, kao i povezivanje bioloških sadržaja sa svakodnevnim događajima.

Veliki broj učenika nije odgovorio na većinu zadataka i pitanja, što upućuje na nesigurnost učenika u primjeni principa i obrazaca životnih ciklusa različitih organizama. Također može se povezati s vremenom provođenja istraživanja, odnosno krajem školske godine kada učenici imaju drugih obaveza i ne žele rješavati provjeru. Na rješavanje i ozbiljnost pristupa rješavanju znatno je utjecala i priprema učenika za rješavanje, koje su nastavnici vrlo različito proveli. Učenici osnovne škole provjeru su rješavali na satu biologije ili informatike, dok su učenici srednje škole provjeru ponajviše rješavali kod kuće.

Istraživanjem je utvrđena umjerena povezanost uspješnosti u rješavanju provjere s usvajanjem kumulativnog obrasca životnog ciklusa. Rezultat generalno ukazuje na slab uspjeh kumulativnog učenja, što se ne slaže s rezultatima Heron i Craik (1964) te Ozogul i sur. (2012) gdje je utvrđena uspješnost kumulativnog učenja. Treba istaknuti i da se u ovom slučaju nije radilo o potpunom obliku kumulativnog učenja u kom nastavnici vode učenika tijekom učenja i sistematizacije kumulativnog obrasca na novim primjerima, već se temeljilo na provjeri znanja učenika i njihova razumijevanja primjenom obrasca i usložavanjem zadataka uz obrazac kumulativne provjere znanja. Međutim rezultate istraživanja možemo povezati s rezultatima Nathanson (2004) i Jung (1964) gdje je utvrđeno da kumulativno učenje nema veliki uspjeh ako su učenici uspješno savladali tradicionalni način učenja. Učenici su upoznati sa svim

ispitivanim životnim ciklusima odabranih organizama na nastavi biologije, te primjenjuju svoje prethodno znanje za rješavanje zadataka zanemarujući nadogradnju i povezanost univerzalne sheme životnog ciklusa. Rezultati istraživanja mogu se objasniti slabom primjenom konceptualnog i kumulativnog načina učenja i provjeravanja u nastavi biologije, drugačijim načinom ispitivanja bioloških koncepata te velikim brojem neodgovorenih pitanja koji direktno utječu na prosječnu riješenost provjere. Upravo neodgovorena pitanja upućuju na dominantan tradicionalni oblik poučavanja i provjere znanja pa učenici teško prihvaćaju zadatke u kojima se od njih traži razmišljanje uz utvrđivanje obrazaca i principa odvijanja procesa.

Ukupno, možemo govoriti o slaganju dobivenih rezultata s ranijim istraživanjima, u kojima se pojavljuje mnogo problema uz makrokoncept *Životni ciklus* (Lukša i sur., 2016). S obzirom da se mnogi problemi i miskoncepcije pojavljuju podjednako na kraju osnovne i srednje škole, uzroke možemo potražiti u tradicionalnom načinu poučavanja, ne povezivanju gradiva tijekom poučavanja i tradicionalnom načinu provjeravanja usvojenosti sadržaja. Kao što ističe Garašić (2012) kod problema razlikovanja pojmova mitoze i mejoze, sporofita, sporangija i spore kao i pojmova gametofit i sporofit, moguće je da odgovor nije rezultat nerazumijevanja, već miješanje i zaboravljanje stručnih pojmova.

Uspješnost usvajanja životnih ciklusa različitih organizama ne bi se trebala provjeravati ispitivanjem stručnih pojmova i memoriranim slijedom događaja, već zadacima u kojima se provjerava razina razumijevanja, kao i usporedbe i analize životnih ciklusa različitih vrsta organizama. Problem se javlja kod planiranja nastave i provjera, jer nastavnici imaju slabi uvid u konceptualno razumijevanje učenika, iz čega proizlazi loše određivanje predkonceptija i mogućih miskoncepcija (Lukša, 2011). Također, prenatrpan sadržaj kurikuluma kao i udžbenika i radnih bilježnica ne pruža nastavnicima dovoljno prostora za ponavljanje i povezivanje bioloških sadržaja, te otkrivanje i uklanjanje miskoncepcija (Culyer, 1982). Iako je utvrđena visoka povezanost uspješnosti u rješavanju provjere s pretraživanjem Interneta o dodatnim sadržajima biologije, pristupom medijima i gledanju dokumentarnih emisija na TV-u, nastavnici ne mogu očekivati da će svi učenici tražiti dodatne sadržaje izvan sata te povezati sve događaje iz okoline s biološkim sadržajima. Nastavnici bi trebali pružiti učenicima konceptualne poveznice između bioloških sadržaja i uočenih pojava u prirodi, kao mogućnost pružanja netočnih informacija od strane medija. Mediji igraju veliku ulogu u obrazovanju današnjih učenika, ako se oni iskoriste na pravilan način može se postići konceptualno razumijevanje bioloških sadržaja.

5. ZAKLJUČCI

- ✓ Učenici osnovne i srednje škole pokazuju podjednako razumijevanje životnih ciklusa različitih organizama obzirom na opseg ispitivanog sadržaja.
- ✓ Utvrđeno je postojanje problema kod usvojenosti koncepta životnih ciklusa te su uočene karakteristične miskoncepcije koje su uvjetovane poistovjećivanjem prikaza i naziva na osnovu svakodnevnog govora, zamjenom slijeda procesa i naziva te nerazumijevanjem nedovoljno bliskih organizama, njihova načina života i karakteristikama.
- ✓ Veliki udio netočnih odgovora proizlazi iz nedostatnog znanja, lošeg povezivanja znanja i krivog tumačenja zadatka ili pitanja. Što je povezano s problemima u učenju i poučavanju, odnosno tradicionalnim oblikom nastave u školama.
- ✓ Veliki broj učenika nije odgovorio na većinu zadataka i pitanja, što upućuje na nesigurnost učenika u primjeni principa i obrazaca životnih ciklusa različitih organizama.
- ✓ Poteškoće su izraženije uz životne cikluse organizama koji im nisu zanimljivi ili su im vrlo apstraktni.
- ✓ Pogrešno odabiranje slika za pojedine faze životnog ciklusa upućuje na nedovoljnu vizualizaciju bioloških sadržaja od strane učenika te nedovoljnu iskustvenu podršku i korištenje živih preparata, modela, slika i videa u nastavi biologije.
- ✓ Utvrđena je statistički značajna umjerena korelacija uspješnosti pri rješavanju provjere i usvajanja kumulativnog obrasca životnog ciklusa s obzirom na razinu obrazovanja.
- ✓ Učenici uspješnije rješavaju popunjavanje obrasca kumulativnog učenja principa životnog ciklusa u slikovnom obliku, za razliku od rješavanja zadataka tekstualnog oblika.
- ✓ Na zadatke rješavanja životnog ciklusa u kumulativnom slijedu učenja utječe složenosti zadataka kao i bliskosti organizama koji se provjeravaju u povezanosti s iskustvom učenika i zahtjevnosti samog zadatka s obzirom na razinu škole.

6. LITERATURA

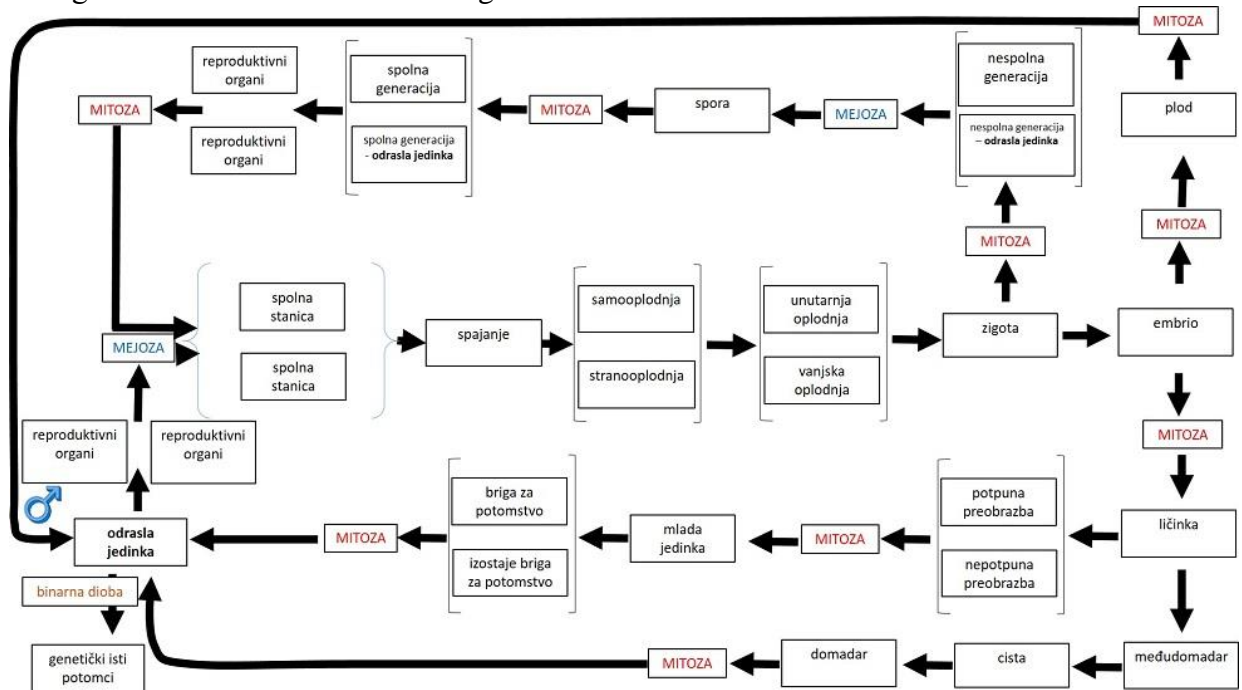
1. American Association for the Advancement of Science (AAAS) (2010): *Vision and Change: A Call to Action*, Washington, DC. http://visionandchange.org/files/2010/03/VC_report.pdf , preuzeto 23.4. 2018.
2. Bahar, Mehmet (2003): *Misconceptions in Biology Education and Conceptual Change Strategies*, 55–64.
3. Bharadwaj, Kamal K., and Rekha Kandwal (2008): *Cumulative Learning Techniques in Production Rules with Fuzzy Hierarchy (PRFH) System*. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence* 20 (2): 111–32. <https://doi.org/DOI:10.1080/09528130701524117>.
4. Chang, A. (2014): *Computer Program to Calculate Cohen and Fleiss Kappa for Ordinal Scales*, StatsToDo, https://www.statstodo.com/CohenFleissKappa_Pgm.php, pristupljeno 15.05.2018.
5. Culyer, Richard C. (1982): *Cumulative Teaching, Better Learning*. *Academic Therapy* 17 (5): 537–42.
6. Furby, Lita (1972): *Cumulative Learning and Cognitive Development*. *Human Development* 15: 265–86.
7. Gagné, R. M. (1985): *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*. New York: CBS College Publishing.
8. Garašić, D. (2012): *Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja: doktorska disertacija* Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 348 str.
9. Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. (2018): *Osvrt na aktualne nastavne programe učenja biologije*. *Napredak: časopis za pedagošku teoriju i praksu*. 159 (1-2):179-194.
10. Gilbert, John K., and D. Michael Watts (1983): *Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education* 10 (1):61–98.
11. Golubić, M., Begić, V., Lukša, Ž., Korać, P., Radanović, I. (2017): *Razumijevanje životnog ciklusa i oplodnje tijekom učenja biologije u osnovnoj školi*. *Educatio biologiae*, 3(1): 76-99. <https://hrcak.srce.hr/192683>.
12. Heron, Alastair, and Fergus Craik (1964): *Age Differences in Cumulative Learning of Meaningful and Meaningless Material*. *Scand. J. Psychol* 5: 209–17.
13. Hopkins, W.G. (2000): *A new view of statistics*. Internet Society for Sport Science. <http://www.sportsci.org/resource/stats/> preuzeto 25.05.2018.

14. Huang, Jim C., and Brendan J. Frey (2008): Structured Ranking Learning Using Cumulative Distribution Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems* 21.
15. Illeris, Knud (2003): Towards a Contemporary and Comprehensive Theory of Learning. *International Journal of Lifelong Education* 22 (4): 396–406. <https://doi.org/10.1080/02601370304837>.
16. Jung, John (1964): A Cumulative Method of Paired-Associate and Serial Learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 3: 290–99.
17. Kilpert, Leigh, and Suellen Shay (2013): Kindling Fires: Examining the Potential for Cumulative Learning in a Journalism Curriculum. *Teaching in Higher Education* 18 (1): 40–52. <https://doi.org/10.1080/13562517.2012.678326>.
18. Lukša, Ž. (2011): Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji: doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 317. str.
19. Lukša Ž., Radanović, I., Garašić, D. (2013): Očekivane i stvarne miskonceptije učenika u biologiji. *Napredak: časopis za pedagoškijsku teoriju i praksu*. 154(4): 527-548.
20. Lukša, Ž., Radanović, I., Garašić, D., Sertić Perić, M. (2016): Misconceptions of Primary and High School Students Related to the Biological Concept of Human Reproduction, Cell Life Cycle and Molecular Basis of Heredity. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*. 13(3): 143-160.
21. Maton, Karl (2009): Cumulative and Segmented Learning: Exploring the Role of Curriculum Structures in Knowledge-building. *British Journal of Sociology of Education* 30 (1): 43–57. <https://doi.org/10.1080/01425690802514342>.
22. Maton, Karl (2013): Making Semantic Waves: A Key to Cumulative Knowledge-Building. *Linguistics and Education* 24: 8–22.
23. MZOŠ (2006): Nastavni plan i program za osnovnu školu. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre.
24. Nathanson, Craig, Delroy L. Paulhus, and Kevin M. Williams (2004): The Challenge to Cumulative Learning: Do Introductory Courses Actually Benefit Advanced Students? *Journal of Research in Science Teaching* 31 (1).
25. Ozogul, Gamze, Amy M. Johnson, Roxana Moreno, and Martin Reisslein (2012): Technological Literacy Learning With Cumulative and Stepwise Integration of

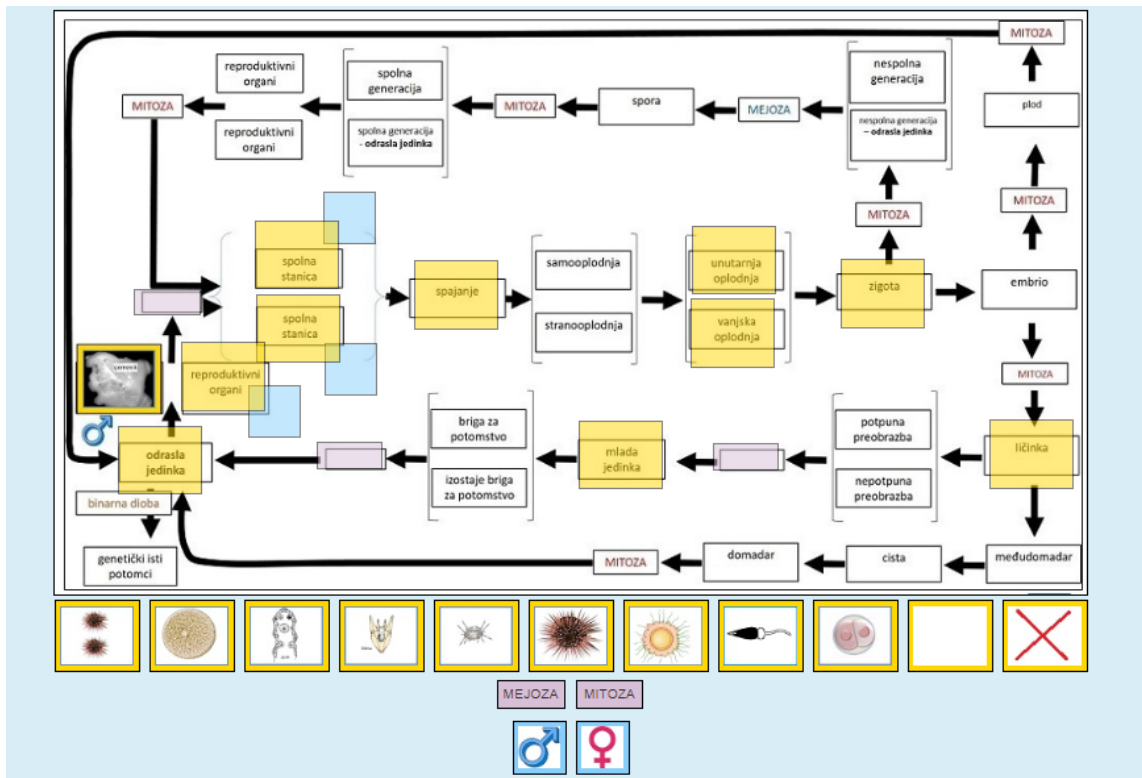
- Equations Into Electrical Circuit Diagrams. *IEEE Transactions on education* 55 (4): 480–87. <https://doi.org/10.1109/TE.2012.2190072>.
26. Radanović I., Lukša Ž., Pongrac Štimac Z., Garašić D., Bastić M., Kapov S., Kostanić L.J., Sertić Perić M., Toljan M. (2017): Sadržajna i metodološka analiza ispita državne mature iz Biologije u školskoj godini 2015./2016. NCVVO Zagreb 212 str.
 27. Radanović, I., Garašić, D., Lukša, Ž., Pongrac Štimac, Z., Bastić M., Kapov S., Karakaš D., Lugarić S., Vidović M. (2017): Ispitni katalog za Državnu maturu iz Biologije. NCVVO, Zagreb.
 28. Radanović I., Garašić D, Lukša Ž., Ristić-Dedić Z., Jokić B., Sertić Perić M. (2016): Understanding of photosynthesis concepts related to students' age. In. Lavonen J., Juuti K., Lampiselkä J., Uitto A. & Hahl K. (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future, Part Learning science: Conceptual understanding/strand 1* (co-ed. Finlayson O. & Pinto R.), (pp. 271-277). Helsinki, Finland: University of Helsinki. ISBN 978-951-51-1541-6.
 29. Ristić Dedić, Z., Jokić, B., i Šabić, J. (2011): Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz biologije.
 30. Swarup, Samarth, M. M. Hassan Mahmud, Kiran Lakkaraju, and Sylvian R. Ray (2005): *Cumulative Learning: Towards Designin Cognitive Arhitectures for Artificial Agents That Have Lifetime*.
 31. Tekkaya, Ceren (2002): Misconceptions as Barrier to Understanding Biology, 259–266.
 32. Treagust, David F. (1988): Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science 10 (2):159–169.
 33. Zwirner, Elena, and Alex Thornton (2015): Cognitive Requirements of Cumulative Culture: Teaching Is Useful but Not Essential. *Scientific Reports* 5 (16781): 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep16781>.
 34. Yew, Elaine H. J., Esther Chng, and Henk G. Schmidt (2011): Is Learning in Problem-Based Learning Cumulative? *Health Sci Educ* 16: 449–64. <https://doi.org/10.1007/s10459-010-9267-y>.
 35. Yip, Din-yan (1998): Identification of Misconceptions in Novice Biology Teachers and Remedial Strategies for Improving Biology Learning.

7. PRILOZI

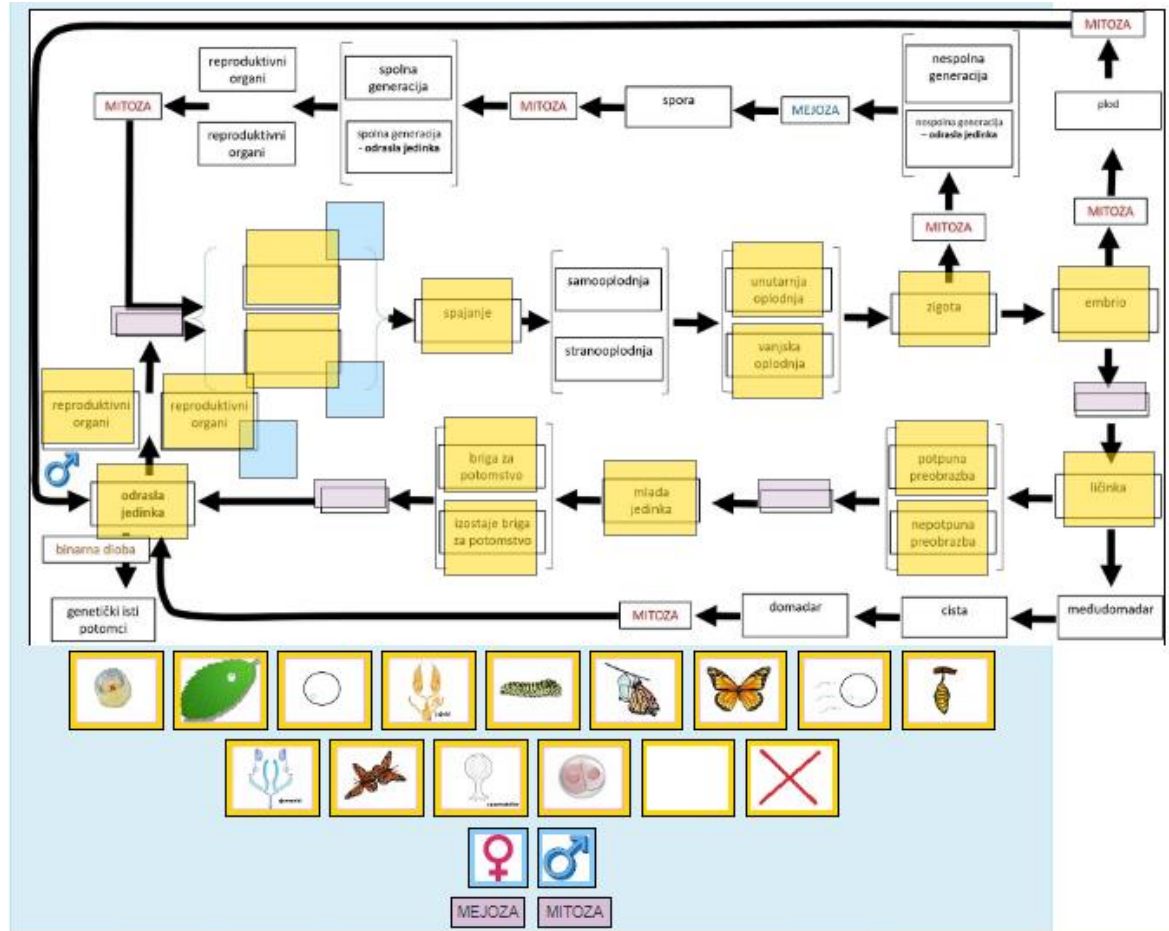
Prilog 1. Univerzalna shema životnog ciklusa



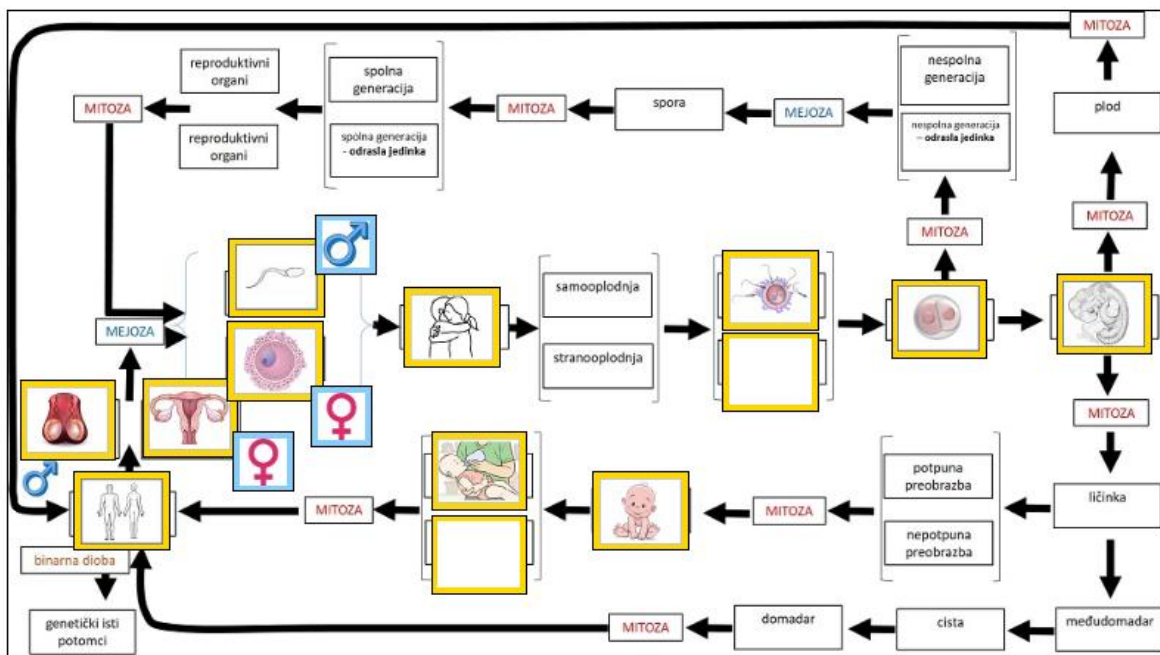
Prilog 2a. Primjer zadatka popunjavanja sheme životnog ciklusa u on-line sustavu e-učenja MoD za učenike osnovne škole



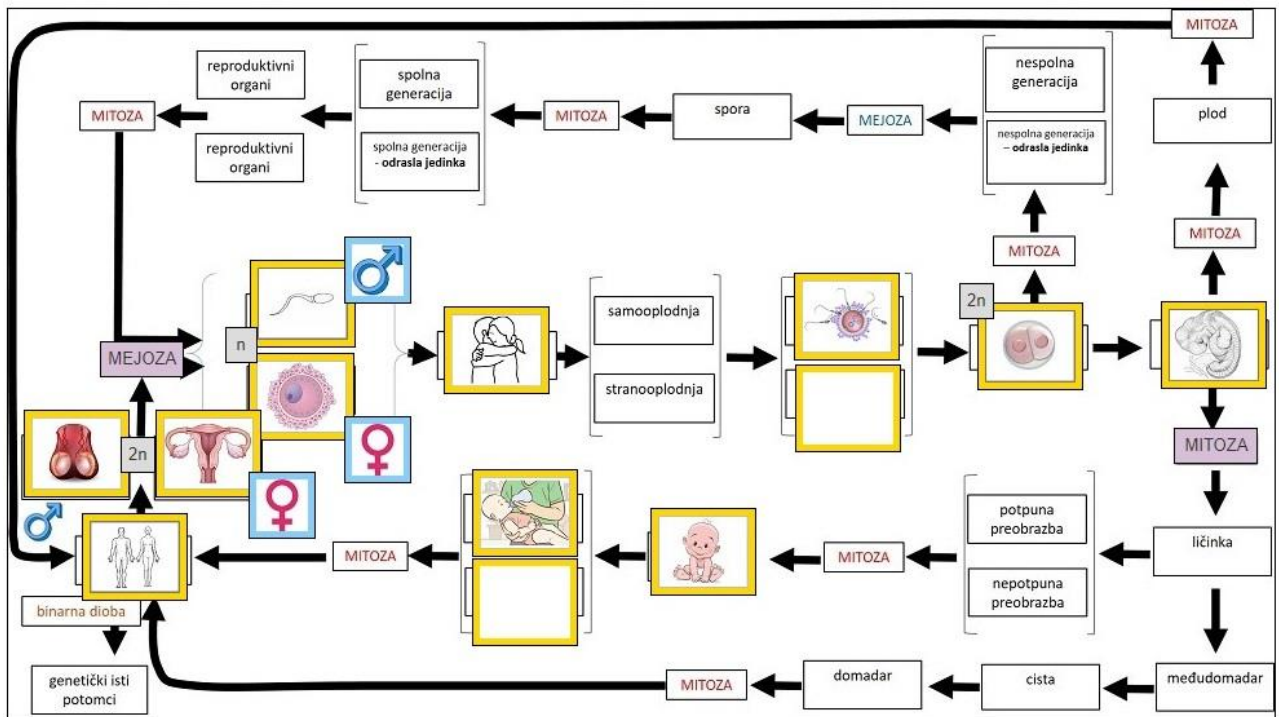
Prilog 2b. Primjer zadatka popunjavanja sheme životnog ciklusa u on-line sustavu e-učenja MoD za učenike srednje škole



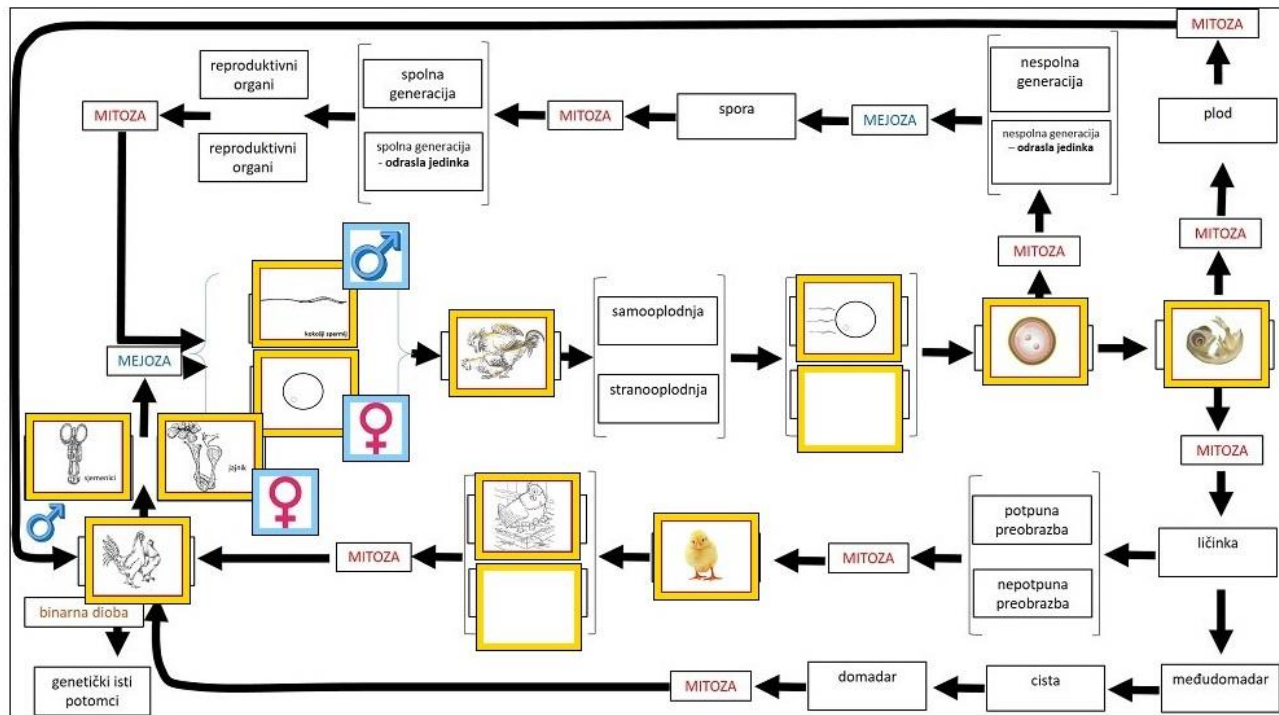
Prilog 3a. Shema životnog ciklusa čovjeka za osnovnu školu



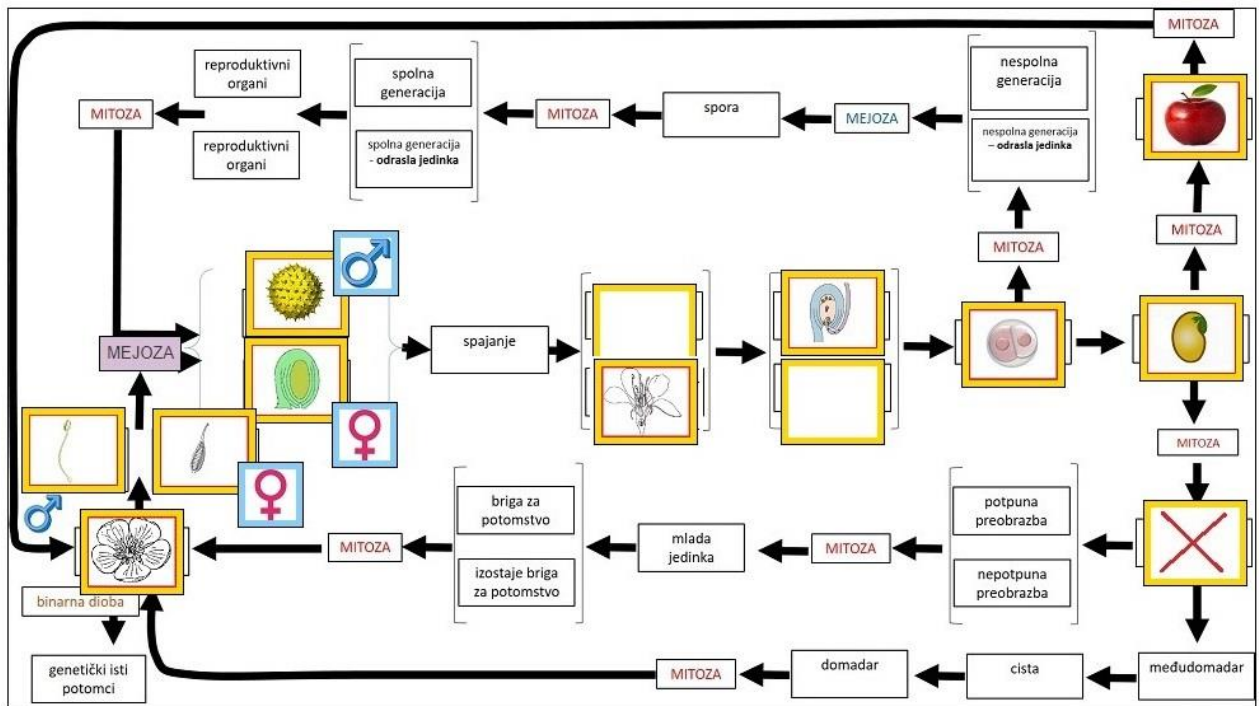
Prilog 3b. Shema životnog ciklusa čovjeka za srednju školu



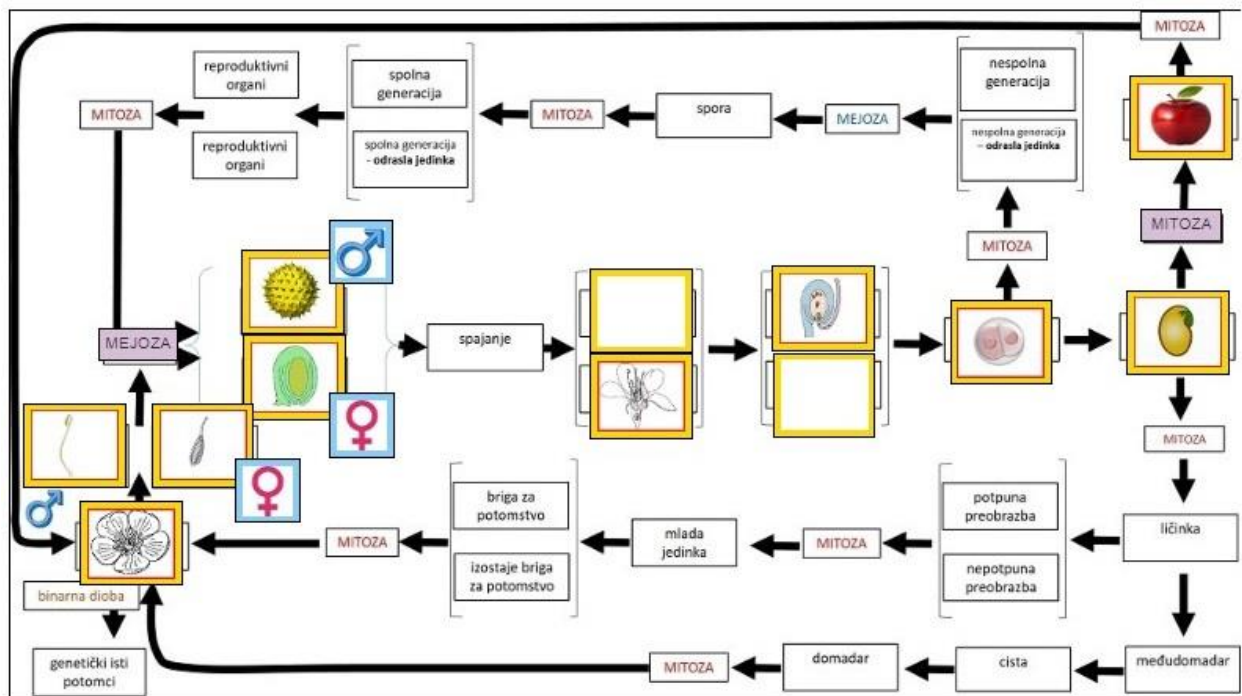
Prilog 4. Shema životnog ciklusa kokoši za učenike osnovne i srednje škole



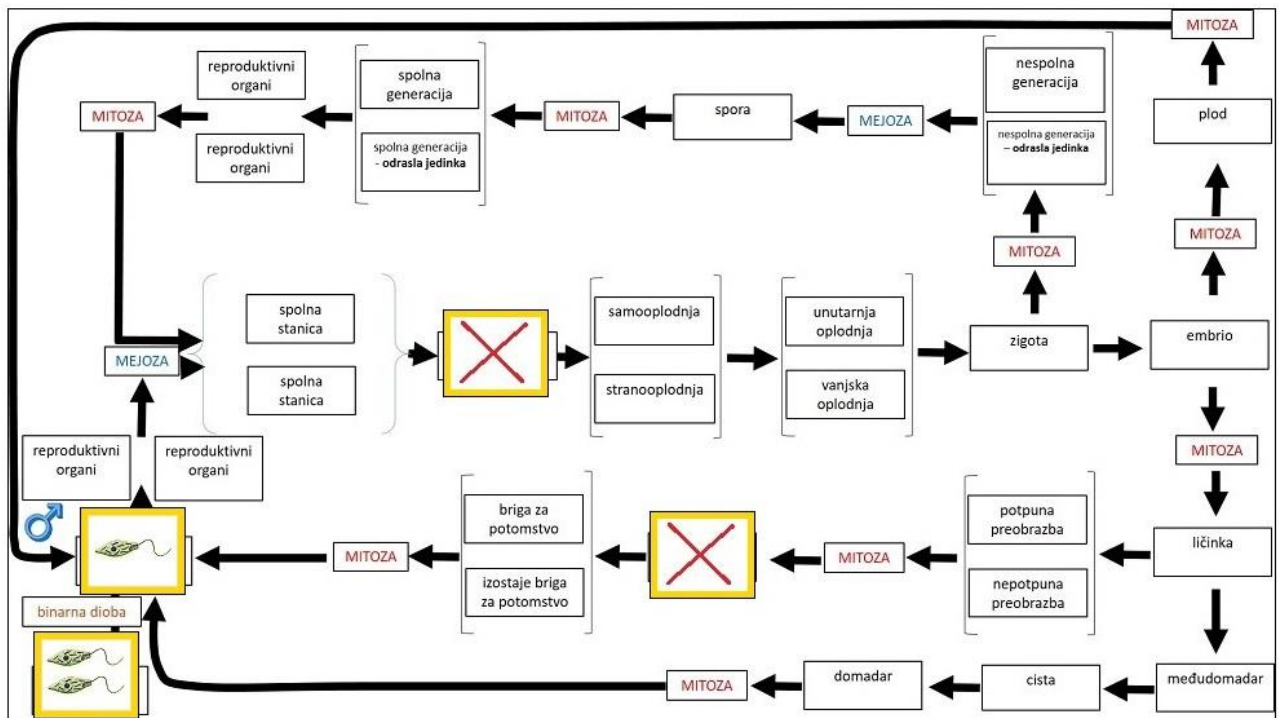
Prilog 5a. Shema životnom ciklusa jabuke za učenike osnovne škole



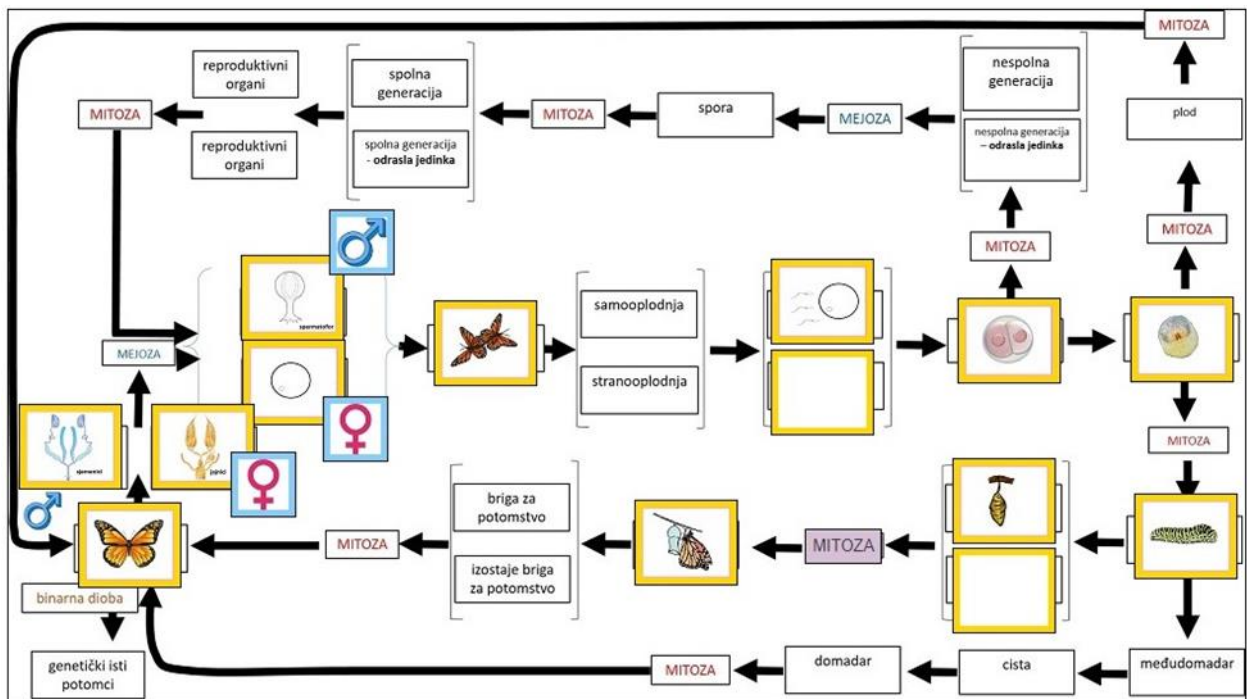
Prilog 5b. Shema životnog ciklusa jabuke za učenike srednje škole



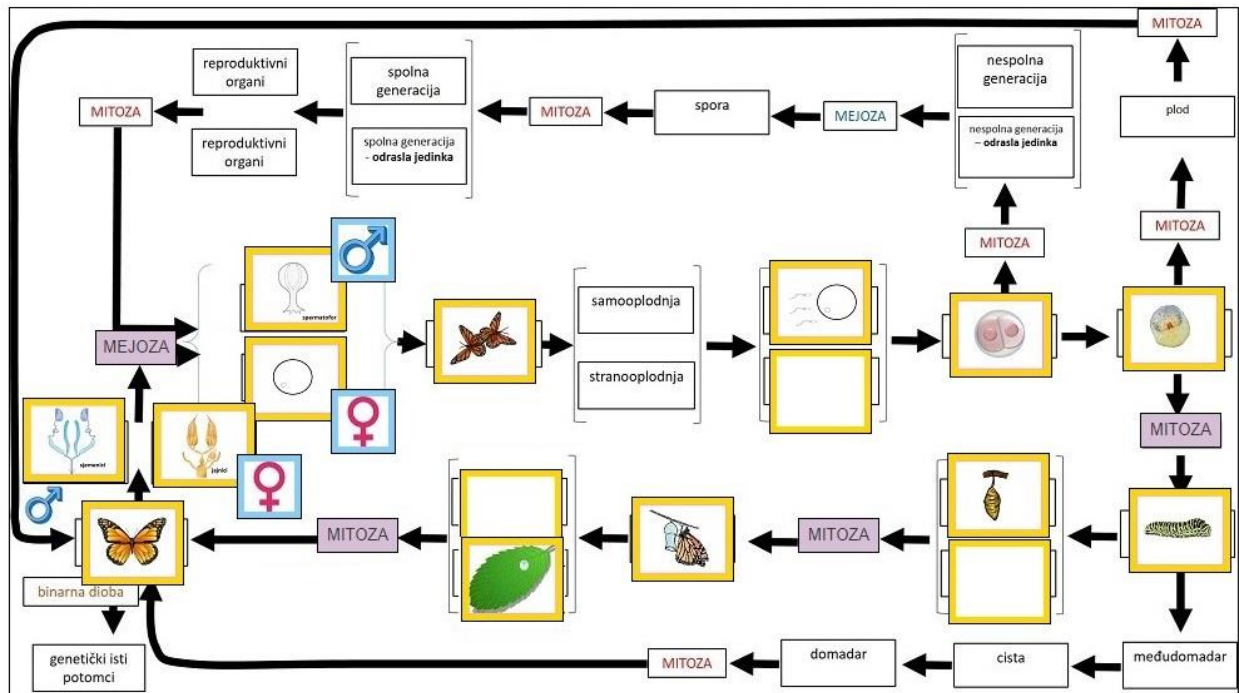
Prilog 6. Shema životnog ciklusa euglene za učenike osnovne i srednje škole



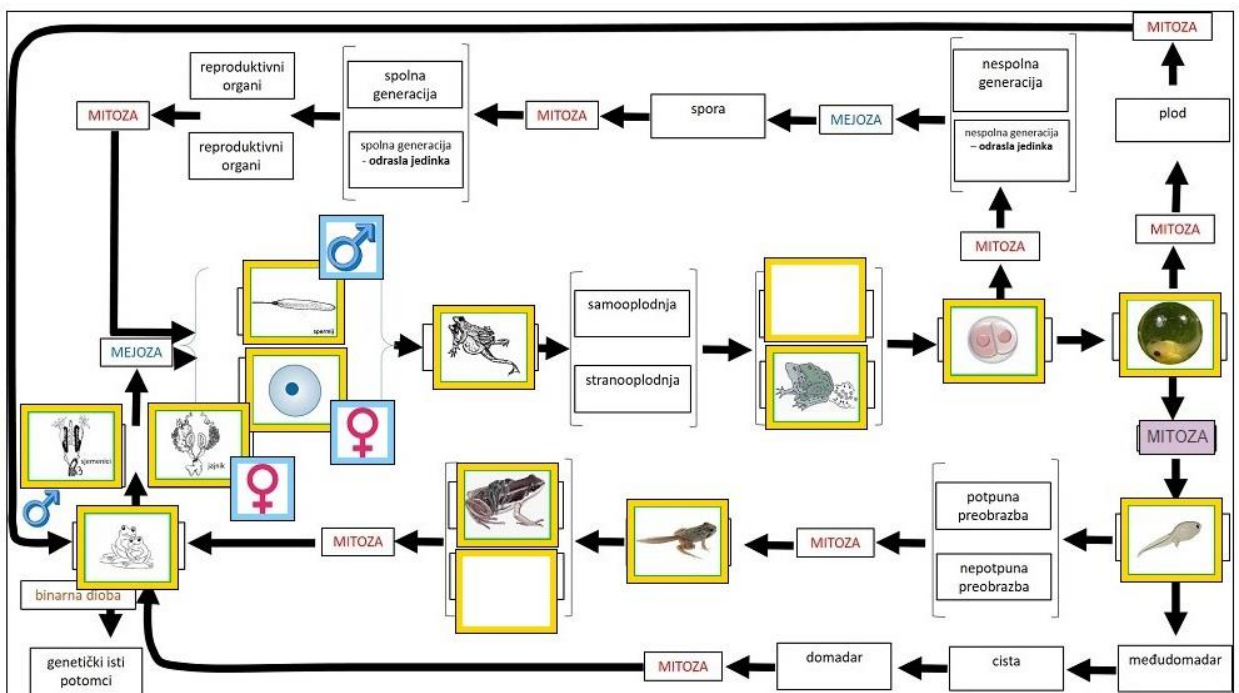
Prilog 7a. Shema životnog ciklusa leptira za učenike osnovne škole



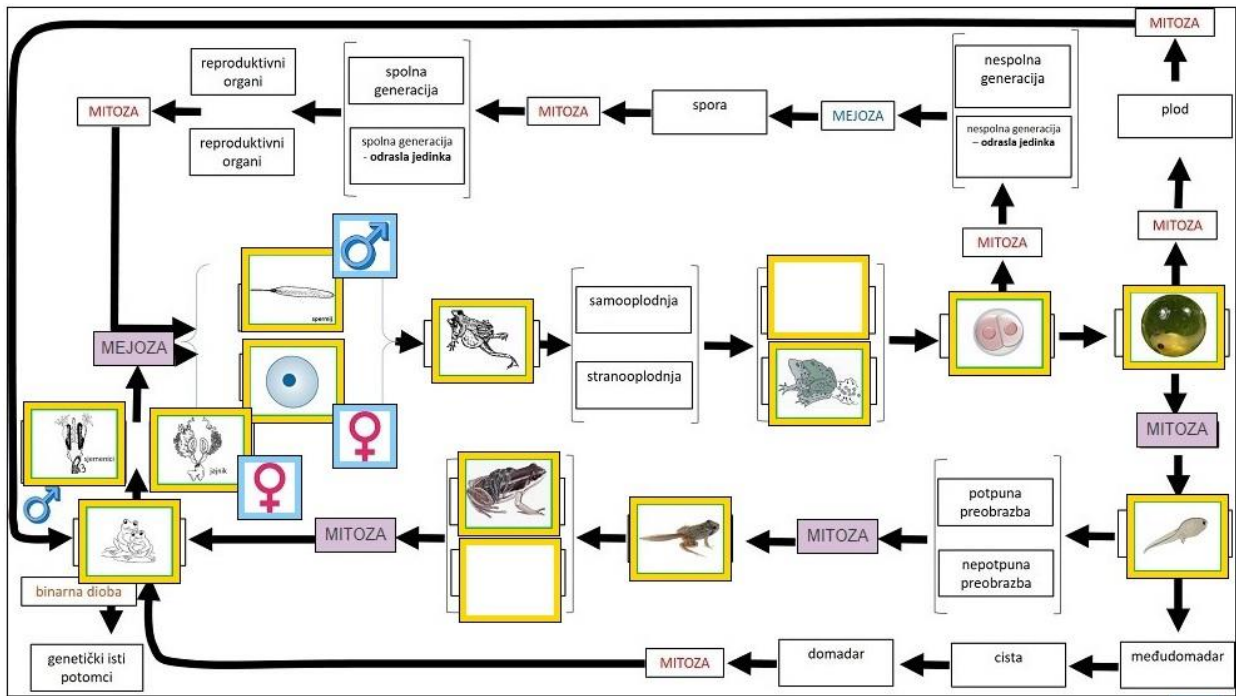
Prilog 7b. Shema životnog ciklusa leptira za učenike srednje škole



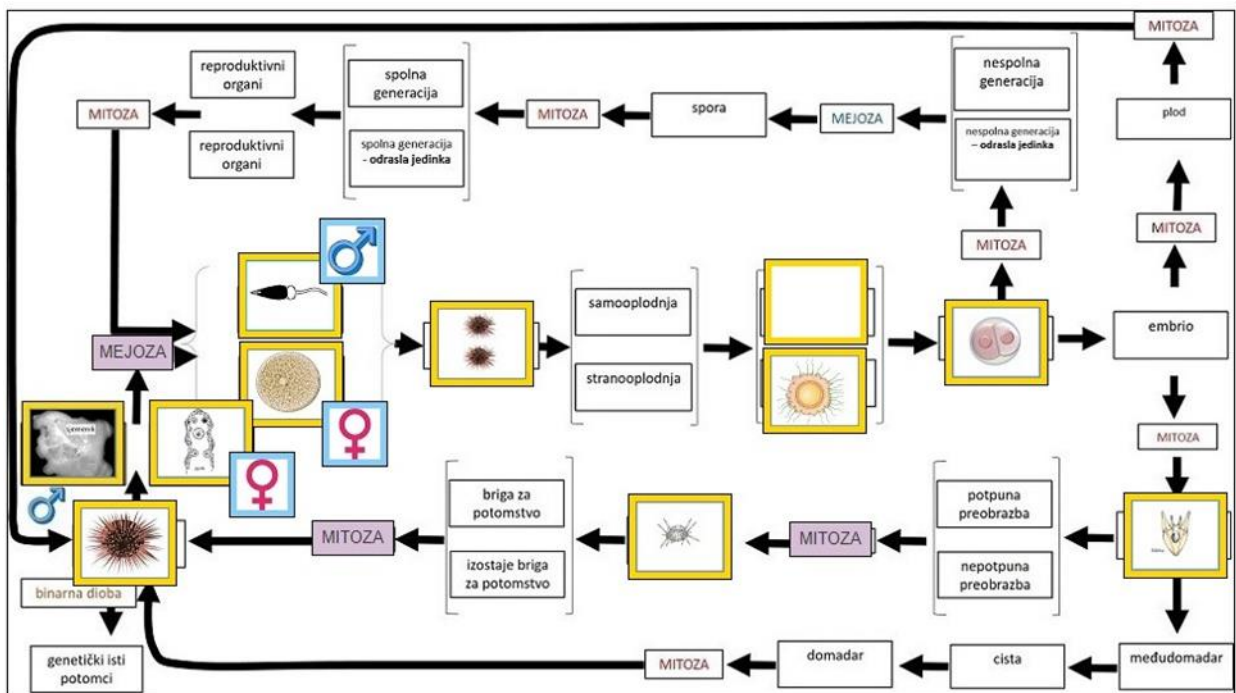
Prilog 8a. Shema životnog ciklusa žabe za učenike osnovne škole



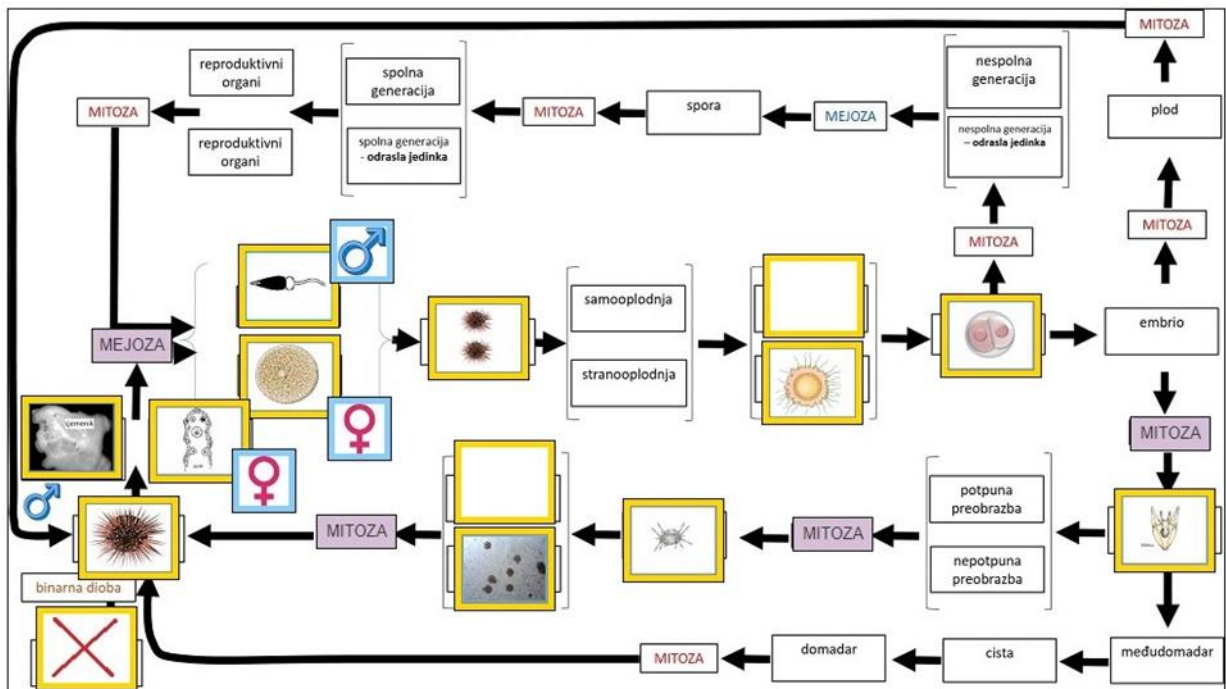
Prilog 8b. Shema životnog ciklusa žabe za učenike srednje škole



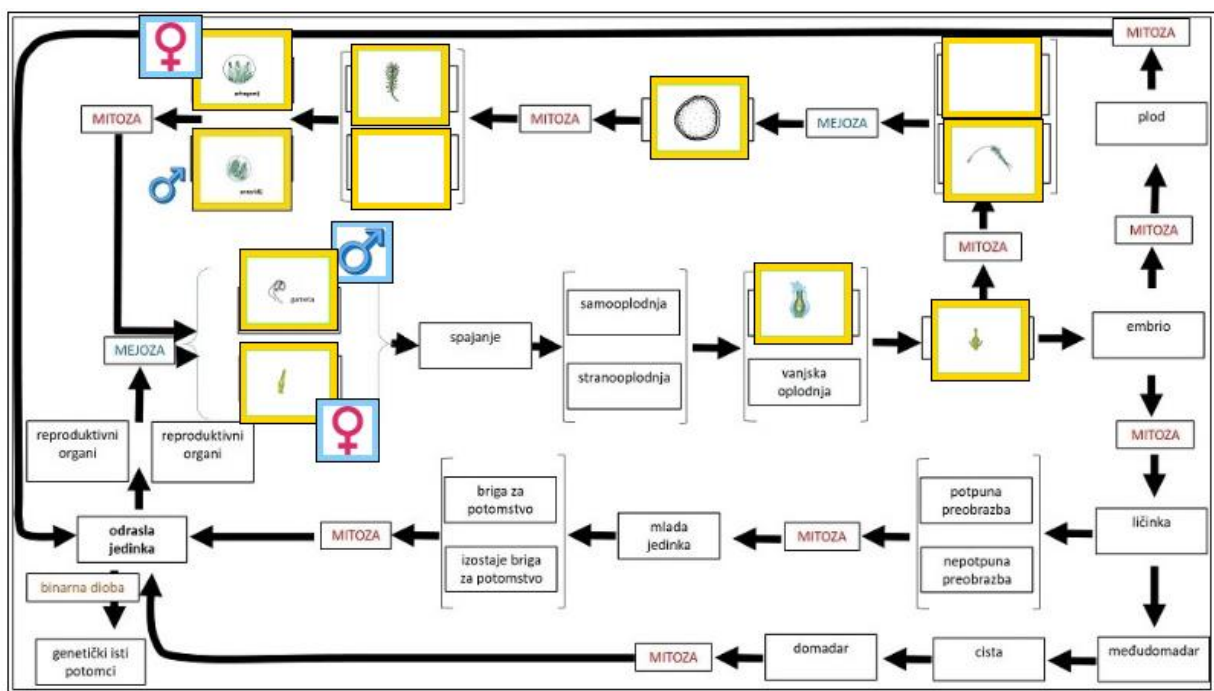
Prilog 9a. Shema životnog ciklusa ježinca za učenike osnovne škole



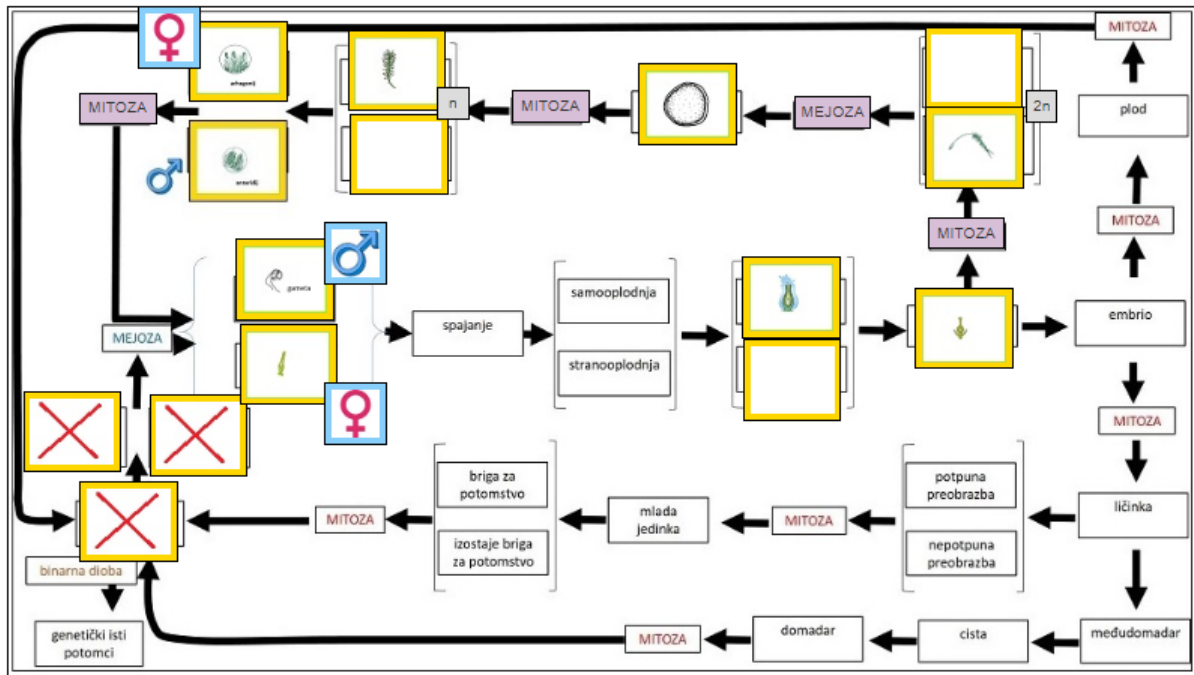
Prilog 9b. Shema životnog ciklusa ježinca za učenike srednje škole



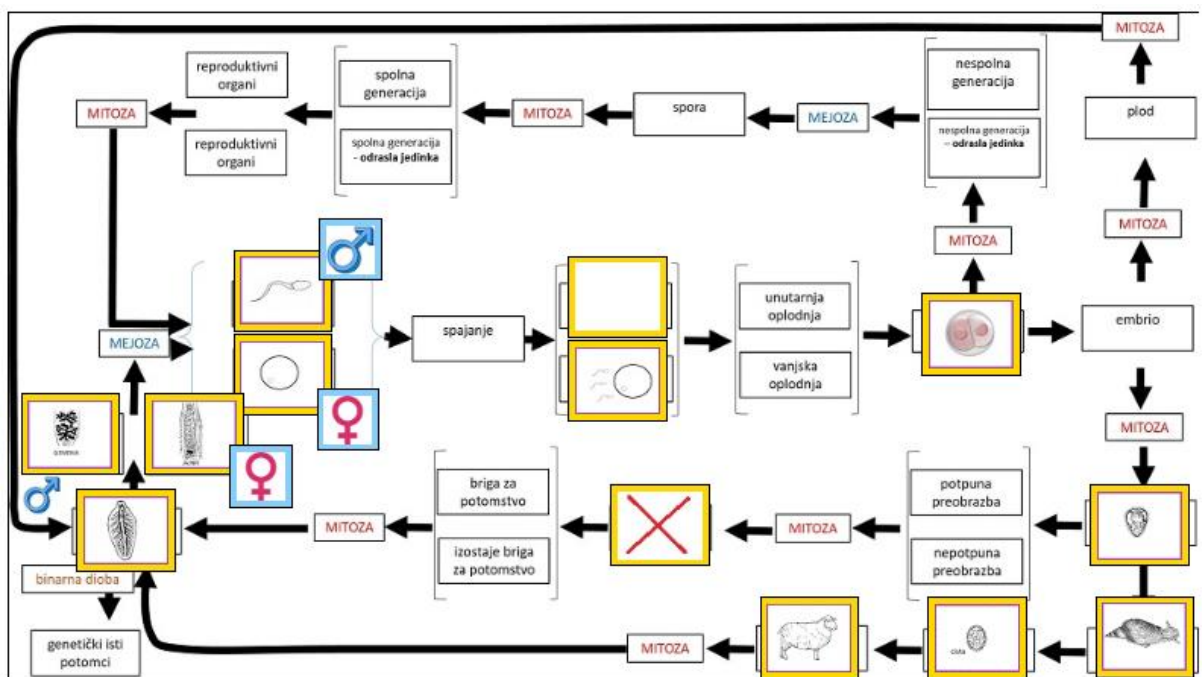
Prilog 10a. Shema životnog ciklusa mahovine za učenike osnovne škole



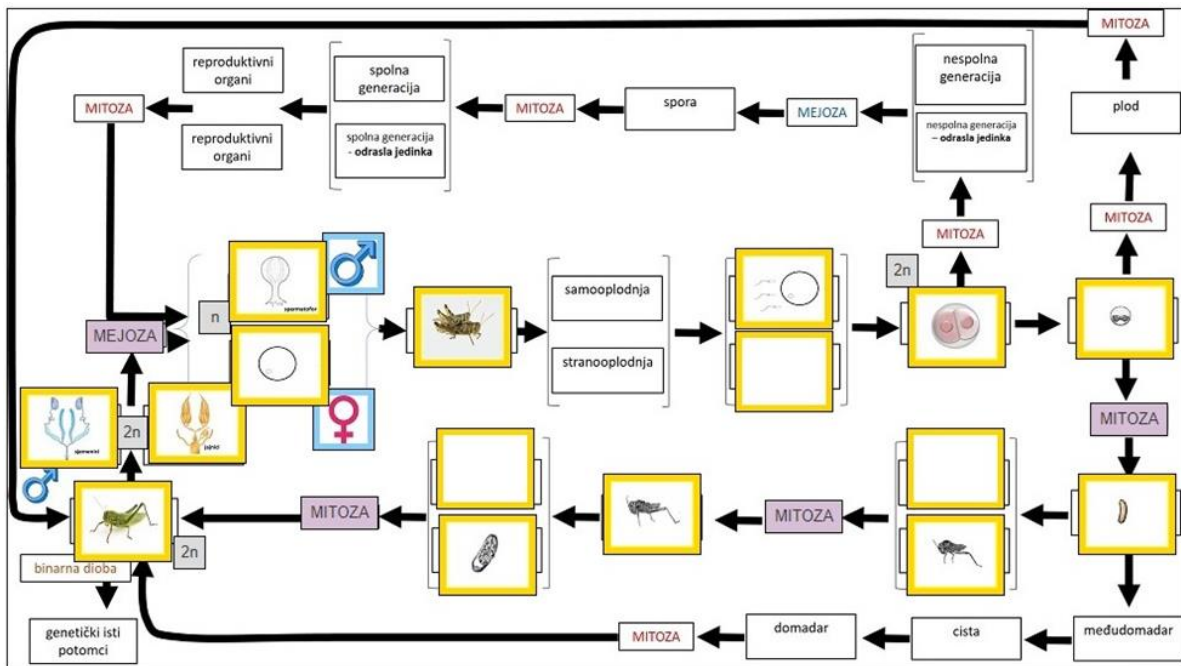
Prilog 10b. Shema životnog ciklusa mahovine za učenike srednje škole



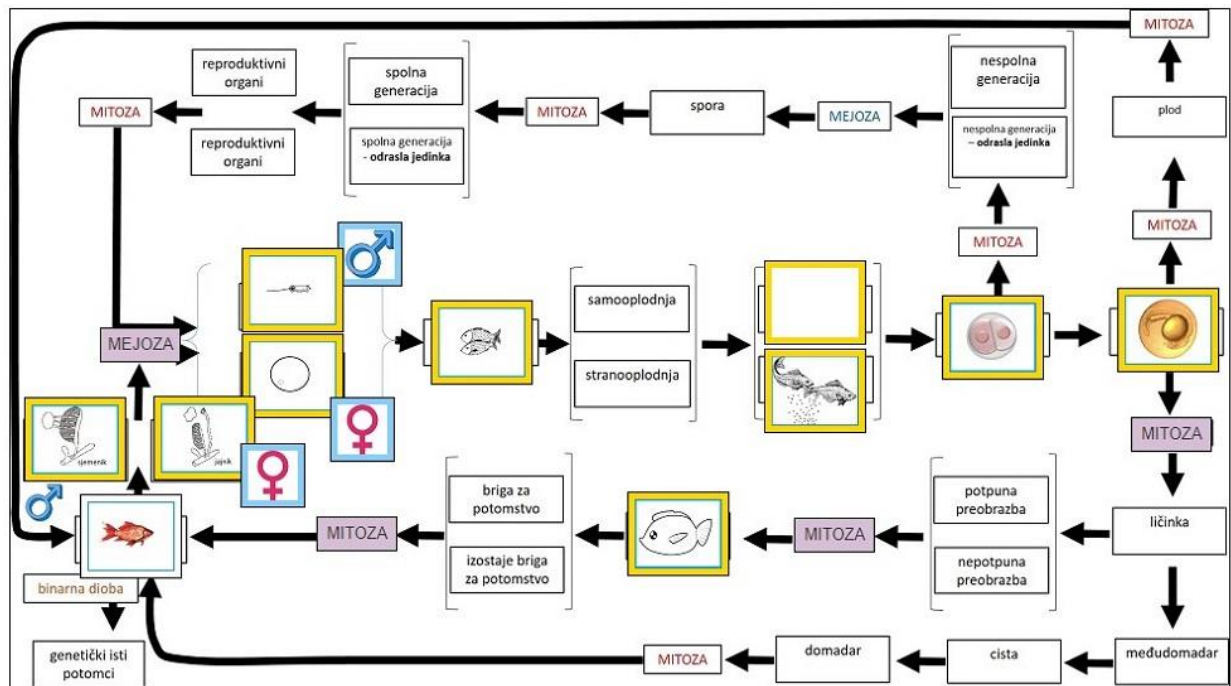
Prilog 11a. Shema životnog ciklusa metilja za učenike osnovne škole



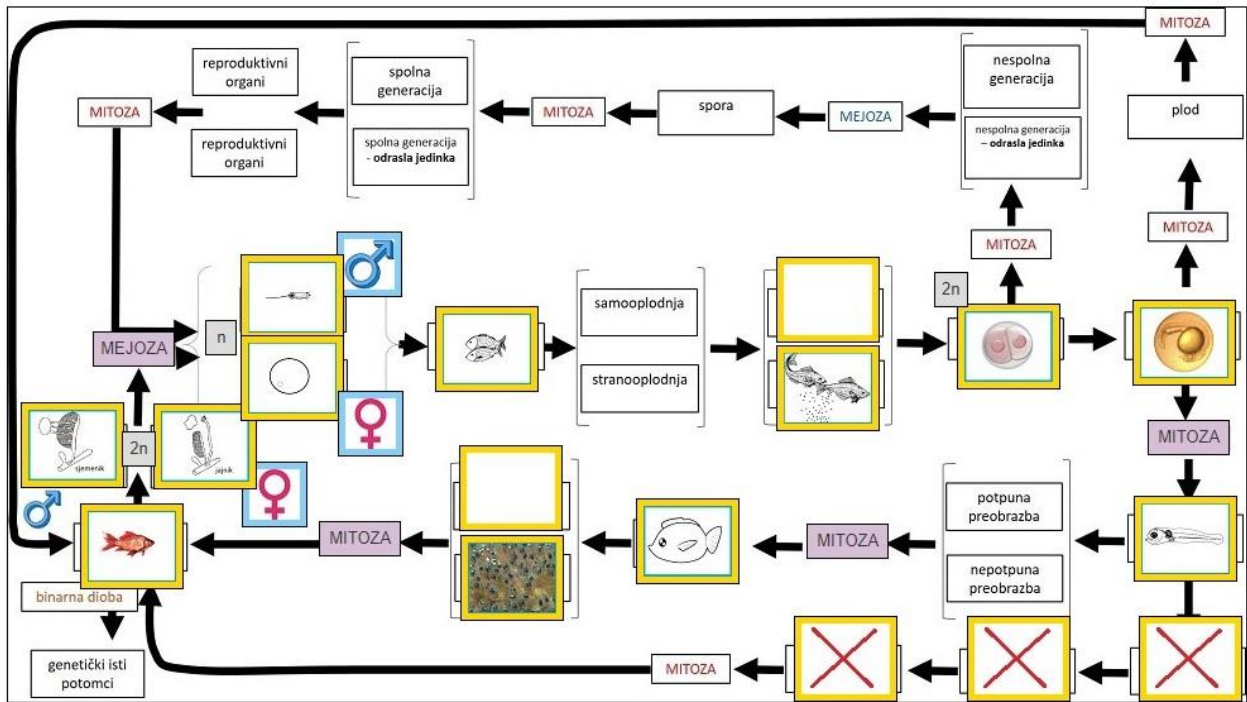
Prilog 12b. Shema životnog ciklusa skakavca za učenike srednje škole



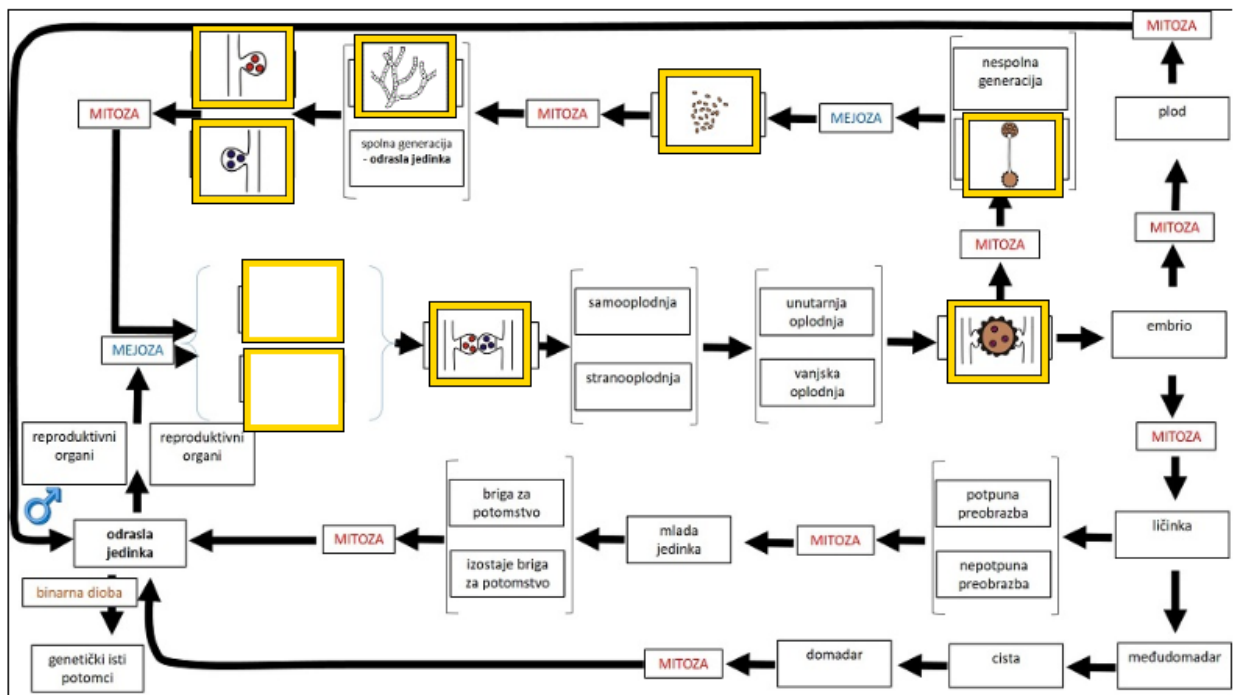
Prilog 13a. Shema životnog ciklusa ribe za učenike osnovne škole



Prilog 13b. Shema životnog ciklusa ribe za učenike srednje škole



Prilog 14. Shema životnog ciklusa gljive za učenike srednje škole



8. ŽIVOTOPIS



Dorotea Vrbanović



doroteavrbanovic@gmail.com



31.12.1994.

O meni

- Otvorena sam i komunikativna, spremna na rad i suradnju
- Ambiciozna sam, kreativna, organizirana i uporna

Ostalo

- Praksa iz biologije:
V. gimnazija Zagreb,
prof. Romana Halapir-Franković
- Praksa iz kemije:
OŠ Rudeš Zagreb,
prof. Marijana Bastić
- Sudjelovanje na znanstvenoj radionici Ljetna tvornica znanosti u Samoboru 2016. i 2017. godine u ulozi mentora i organizatora radionice

Radno iskustvo

- OŠ Josipa Jurja Strossmayera, Zagreb (2018.)
 - učiteljica prirode, biologije i kemije
 - zamjena za bolovanje (3 dana)

Obrazovanje

- 2001.- 2009. OŠ Samobor, Samobor
- 2009.- 2013. Gimnazija Lucijana Vranjanina, Zagreb
- 2013.- Prirodoslovno-matematički fakultet, Integrirani prediplomski i diplomski studij biologije i kemije, Zagreb

Dodatne vještine

- Strani jezik
 - engleski jezik - aktivno u govoru i pismu
- Rad na računalu
 - MS Office - odlično
 - korištenje programa za uređivanje slika i video uradaka (Paint, GIMP)
- Vozačka dozvola
 - B kategorija