

## TAJNI ŽIVOT ŽABA - ISTRAŽIVAČKO UČENJE IZVAN UČIONICE I U UČIONICI

Čerba Dubravka<sup>1</sup>, Turković Čakalić Ivana<sup>1</sup>, Šag Matej<sup>1</sup>, Bogut, Irella<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Odjel za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek ([dcerba@biologija.unios.hr](mailto:dcerba@biologija.unios.hr)); <sup>2</sup>Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Odsjek za prirodne znanosti, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Cara Hadrijana 10/D, 31000 Osijek

### SAŽETAK

U prirodoslovnim nastavnim predmetima, istraživačko učenje osigurava učenicima razvoj vještina i kompetencija koje im omogućavaju lakše razumijevanje prirodnih promjena i procesa koji ih okružuju. Prirodnoznanstveni pristup poučavanja prirodoslovlja potiče znatiželju i razvija istraživački duh kod učenika različitih uzrasta. Kroz nastavu predmeta Priroda i Biologije učenici se trebaju upoznati s anatomijom, ekologijom i razvojem pojedinih skupina kralježnjaka, a žabe mogu poslužiti kao modelni organizmi za proučavanje vodozemaca koji imaju specifičan životni ciklus (preobrazba) te posjeduju prilagodbe karakteristične za pojedine životne stadije i stanište u kojem žive. Istraživačkim učenjem se kod učenika razvija sposobnost razumijevanja složenih procesa preobrazbe, a koje se anatomske promjene događaju uočavaju i uče direktnim promatranjem u svojoj neposrednoj blizini. Također, učenici uče postavljati istraživačka pitanja povezana s opaženim pojavama i izmjerenim vrijednostima te prikazati rezultate i opažanja te donositi zaključke. Učenici razvijaju i sposobnost rasprave o dobivenim rezultatima i donesenim zaključcima. Istraživačko učenje može integrirati spoznaje različitih nastavnih predmeta i tako doprinijeti razvoju konceptualnog razmišljanja i razumijevanja kod učenika.

**Ključne riječi:** prirodnoznanstveni pristup, istraživačko učenje, akvarijski uzgoj, životni ciklus, preobrazba

### UVOD

Hrvatskim nacionalnim obrazovnim standardom (HNOS) prepoznata važnost konceptualizacije nastavnog procesa kroz teme i prirodnoznanstveni način mišljenja i upoznavanja metoda istraživanja prirode (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH, 2006). Nacionalni okvirni kurikulum (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH, 2011) predstavlja pojam prirodnoznanstvene opismenjenosti koja uključuje razumijevanje i usvajanje cjeloživotnog obrazovanja, znanstvenog koncepta i metoda te usmjeravanje znanja i vještina stečenih obrazovanjem za stvaralačko rješavanje problema. Najveći napredak u razvoju poučavanja prirodoslovnih nastavnih predmeta uključuje prirodnoznanstveni pristup kao jednog od glavnih makrokonceptata čiji je cilj produbiti razumijevanje prirodnih procesa i pojava provođenjem strukturiranih istraživanja što je opisano u Nacionalnom dokumentu područja kurikuluma prirodoslovnog područja (Aviani i sur., 2016) te Prijedloga nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Priroda (Domjanović Horvat i sur., 2016) i Biologija (Begić i sur., 2016).

U prirodoslovnim nastavnim predmetima, praktični rad (u prirodi ili učionici/laboratoriju) i iskustvo učenika, omogućavaju lakše razumijevanje prirodnih promjena i procesa koji ih okružuju. To uključuje spoznaje o utjecaju okoliša na žive organizme te međudnose živih organizama, uključujući i čovjeka, s naglaskom na razumijevanje utjecaja čovjeka na okolinu. Istraživačko učenje je jasno strukturirano iskustveno učenje koje se oslanja na induktivnoj metodici i istraživačkom pristupu (Rocard i sur., 2007) i lako se može

inkorporirati u poučavanje Prirode i Biologije u učionici i izvan nje. Primjena istraživačkog učenja ima važnu ulogu u poticanju znatiželje učenika, osposobljavanju za samostalno učenje i istraživanje, te primjenu već stečenih znanja i vještina (Ristić Dedić, 2013). Učenici se upoznaju s procesom znanstvenog istraživanja i razvijaju znanstveno razmišljanje, kritičko mišljenje, istraživačke vještine te organizacijske sposobnosti. Također, utvrđeno je kako istraživačko učenje povećava znatiželju i interes djece za znanost te dovodi do boljih postignuća u obrazovanju (Rocard i sur., 2007). Istraživačko učenje se može ostvariti kroz projektnu nastavu te i izvanučioničku nastavu, no za uspješno provedenu nastavu, neophodni su priprema i edukacija nastavnika, plan provedbe i jasno postavljeni ciljevi i ishodi (Fabijanić, 2014; Lukša i sur., 2014). Problem nedostatne edukacije bi se mogao riješiti dodatnom pripremom nastavnika kroz suradnju s biologima kao stručnim suradnicima, koji im mogu pomoći u planiranju i provedbi istraživanja te procesu usmjeravanja učenika ka znanstvenom razmišljanju.

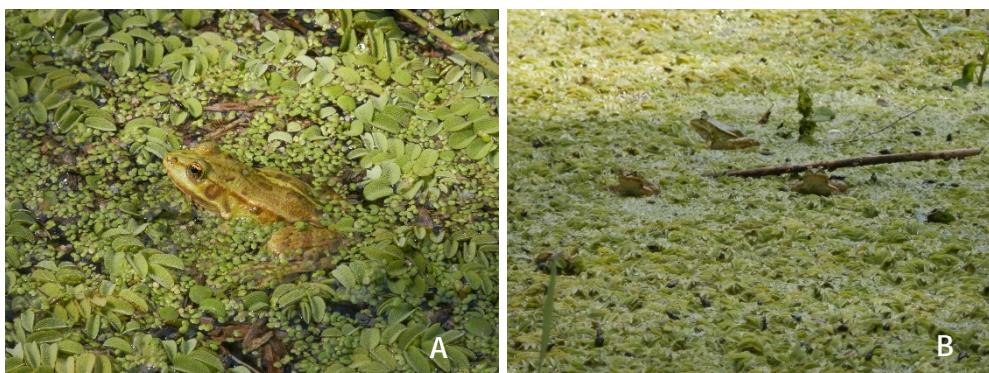
U nastavnim predmetima Priroda i Biologija istraživačko učenje je dobar primjer učenja i poučavanja anatomije, ekologije i razvoja pojedinih skupina kralježnjaka. Žabe mogu poslužiti kao modelni organizmi za proučavanje vodozemaca kao predstavnika kralježnjaka, koji imaju specifičan životni ciklus (preobrazba) te posjeduju prilagodbe karakteristične za pojedine razvojne stadije i stanište u kojem žive. Također, ovo je skupina na kojoj se može učenicima prikazati koje su posljedice negativnog utjecaja čovjeka na okoliš te važnost zaštite prirode i okoliša. Istraživačko učenje izvan učionice u ovom primjeru uključuje učenje i poučavanje metodom praktičnog rada čime omogućuje upoznavanje učenika s tipovima staništa, životnim uvjetima i abiotičkim elementima koji utječu na organizme direktnim promatranjem prirode, dok se u učionici istraživačko učenje životnog ciklusa, preobrazbe i prilagodbe organizama može provesti primjenom metode praktičnog rada pomoću akvarija (Begić i sur., 2016; Domjanović Horvat i sur., 2016). Ovakvo učenje koje aktivno uključuje učenika u proces učenja konceptualni je pristup učenja i poučavanja što omogućuje bolje razumijevanje prirodnih procesa te ostvarenje odgojno-obrazovnih ishoda na višim kognitivnim razinama kod različitih uzrasta učenika. Osobno iskustvo učenika, u ovom slučaju proučavanje i kontrola kvalitete životnih uvjeta kako bi se osiguralo normalno odvijanje životnog ciklusa žaba, razvija osjetljivost i odgovornost prema okolišu te uočavanje važnosti očuvanja okoliša. Interdisciplinarni pristup osigurava i povezivanje stečenih znanja i vještina učenika kako bi mogli dizajnirati i modificirati ovakvo istraživanje i u drugim situacijama. Interdisciplinarnim pristupom, tj. integracijom s drugim prirodoslovnim predmetima (Fizika, Kemija, Geografija), razvija se svijest o složenosti prirodnih pojava i procesa te razvoj konceptualnog mišljenja kod učenika, povezivanjem ideja i spoznaja različitih znanosti (Begić i sur., 2016; Domjanović Horvat i sur., 2016).

Cilj ovog rada je opisati primjer istraživačkog učenja osnovnih karakteristika anatomije, ekologije i životnih ciklusa kralježnjaka na primjeru žaba, u učionici i izvan nje. Navedeni prijedlog opisuje što nastavnici trebaju znati za uspješnu provedbu istraživačkog učenja i pomaže u osnaživanju njihove osposobljenosti za ovakav način poučavanja.

#### Zašto žabe?

Vodozemci predstavljaju važan dio hranidbene mreže i s obzirom na ekološke niše koje zauzimaju, povezuju kopnene i vodene ekosustave u procesu kruženja hranjivih tvari i

protoka energije (Jelić i sur., 2012). Razred vodozemci (Amphibia) čine tri, morfološki vrlo raznolika, reda: Gymnophiona (beznogi vodozemci), Caudata (repaši) i Anura (bezrepaci), u koji spadaju i žabe (Hutchins i sur., 2003). Od 28 porodica bezrepaca, sedam se nalazi na području Europe. To su: Alytidae, Bombinatoridae, Pelobatidae, Pelodytida, Bufonidae, Hylidae i Ranidae. Globalno, broj vodozemaca je u opadanju te su kao skupina ugroženi, što je direktna ili indirektna posljedica ljudskih aktivnosti, a mnoge su vrste procijenjene kao osjetljive, ugrožene ili kritično ugrožene, prema IUCN kriterijima (Stuart i sur., 2004). Zato su i u Hrvatskoj zaštićene Zakonom o zaštiti prirode i većina vrsta pripada strogo zaštićenim divljim svojstama (NN 70/05; 139/08; 57/11). Dvije vrlo česte vrste žaba u Hrvatskoj, a koje su klasificirane kao najmanje zabrinjavajuće - LC (engl. least concern) i zaštićene divlje svojte (NN 70/05; 139/08; 57/11), su kompleks zelenih žaba *Pelophylax kl. esculentus* (Linnaeus, 1758) i velika zelena žaba *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771). Kao što joj ime kaže, velika zelena žaba je najveća i najznačajnija od zelenih žaba. Na koži se mogu uočiti brojne bradavice, a dorzolateralno se nalaze nabori na koži. Leđna obojenost je najčešće smeđezelena, no može biti i svijetlo do tamno zelena. Na sredini leđa, uzdužno se nalazi dugačka svijetla linija. Pretežno žive u nizinskim krajevima, ali se mogu naći i do nadmorskih visina od 2000 m. Vodena je vrsta i preferira stajaća ili sporo tekuća vodena tijela, posebice jezera s obalnom vegetacijom. Može se naći i uz rijeke, no i u malim privremenim barama. Pare se u travnju i svibnju, a ženke mogu položiti i do 10000 jaja koje se kao nakupine nalaze na podvodnoj vegetaciji. Punoglavci mogu narasti i do 9 cm (Kwet, 2009). Kompleks zelenih žaba čine 3 vrste: *P. ridibundus*, *P. lessonae* i njihov hibrid *P. kl. esculentus* (Slika 1A, B). Izrazito ih je teško razlikovati, a determinacijska obilježja su veličina i oblik metatarzalne kvržice, dužina stražnje noge te boja trbuha. *P. kl. esculentus* pokazuje sličnost u vanjskim obilježjima s vrstom *P. lessonae* što je posljedica života na istim staništima (Čavlović, 2012). Leđa su svijetlo zelene boje, sa smeđim mrljama, a često imaju svijetlu prugu duž leđa, kao i velika zelena žaba. U pravilu žive u manjim barama ili sporotekućim većim vodenim tijelima, s bogatom obalnom vegetacijom (Kwet, 2009).



Slika 1 Zelene žabe na vodenoj vegetaciji (foto: D. Čerba)

Za većinu vrsta vodozemaca je karakterističan životni ciklus tijekom kojeg organizmi prolaze proces preobrazbe tijekom kojeg se iz položenih jaja razvijaju ličinke koje su vodeni organizmi, a zatim se razvijaju odrasle jединke koje su kopneni organizmi, iako neke vrste nastavljaju život u vodenim staništima. Promjene koje se događaju tijekom preobrazbe mogu biti više ili manje uočljive su i vrlo su zanimljive jer ukazuju na prilagodbu svakog stadija. Većina se žaba u kontinentalnom pojasu razmnožava početkom

proljeća, što se u prirodi može čuti kao ljubavni zov ili pjesma mužjaka, kada svojim glasanjem privlače ženke. Žabe imaju vanjsku oplodnju. Ženke dolaze do vode, mužjaci ih sa stražnje strane tijela obgrle stražnjim nogama (ampleksus) što potiče izbacivanje jaja u vodu, a zatim mužjaci ispuštaju spermu preko jaja i oplođuju ih. Jaja najčešće polažu uz vodeno raslinje, a izgled, tj. oblik nakupine jaja se razlikuje među rodovima. Jaja se nalaze u želatinoznom ovoju koji ih štiti od predatora, od isušivanja te od štetnih tvari koje se nalaze u okolini (Gilbert, 2003).

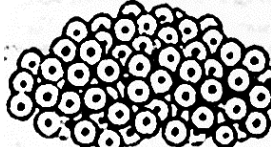
Prije početka planiranja terenskog rada i provedbe uzgoja, nužno je na početku školske godine zatražiti od Ministarstva zaštite okoliša i energetike dopuštenje za radnje vezane za strogo zaštićene i zaštićene svojte, koje Ministarstvo izdaje i za potrebe obrazovanja. Nakon završetka istraživanja potrebno je podnijeti izvješće o provedenim radnjama, u pisanom i digitalnom obliku. Postupak dobivanja dopuštenja nije složen, ali je nužan kako bi se osiguralo odgovorno ponašanje prema zaštićenim divljim svojtima. Postupak je objašnjen na stranicama Ministarstva zaštite okoliša i energetike u poglavlju Održivo korištenje zaštićenih prirodnih vrijednosti.

## ISTRAŽIVAČKO UČENJE IZVAN UČIONICE

Što pripremiti prije izlaska na teren i što raditi na terenu?

Prije izlaska na teren nastavnik s učenicima priprema terenski list (dnevnik) koji će sadržavati osnovne podatke prikupljene na terenu (Tablica 1). Važno je prodiskutirati koje je uloga dnevnika rada prilikom provođenja znanstvenih istraživanja. Svaki od navedenih parametara koji se mjeri na terenu je važan za razumijevanje životnih uvjeta na nekom staništu, što treba naglasiti učenicima, kako bi shvatili zašto se oni mjere. Također, učenici trebaju biti uključeni u pripremu i planiranje terenskog (izvanučioničkog) dijela nastave, što uključuje sastavljanje popisa potrebne opreme, pribora i kemikalija te pripremanje istih za transport na teren. Priprema za teren uključuje i razgovor učitelja što uključuje terenski rad, kako se ponašati tijekom terenskog rada te koja su zaduženja učenika tijekom provedbe istraživanja na terenu. I, u konačnici, učenicima treba naglasiti da se prikladno odjenu, ovisno o terenu koji se obilazi te vremenskim uvjetima.

Tablica 1 Primjer popunjenog terenskog dnevnika.

Datum: 15.3.2016.	Vrijeme uzorkovanja: 11:30
Prisutni na terenu: Ime i prezime učenika	
Vremenski uvjeti: sunčano, slab vjetar	
Mjesto - naziv i koordinate: Stari lug, 45°41'08.5"N 18°30'50.6"E	
Opis terena:	
I - stanište: šuma	
II - tip vodenog tijela: bara	
III - mikrostanište: muljevito dno s vodenim biljem	
Temperatura zraka: 15°C	
Temperatura vode: 10°C	
Koncentracija kisika: 8,75 mg/L	
pH: 7,55	
Izgled jaja - opis i skica:	
	
(skica autora rada prema Engelhardt, 2003)	
	<b>Napomena:</b> - 3 dana prije terenskog rada je padala kiša, primijećeno je 6 nakupina jaja, uzorkovana je samo jedna

Sve što se uoči na terenu treba zabilježiti - tekstom, skicom, snimkom, što postaje dio terenskog dnevnika.

Preporučljivo je napraviti i foto-dokumentaciju izvanučioničkog dijela nastave. Na terenu treba izmjeriti temperaturu zraka i vode te druge parametre kao što su koncentracija kisika, pH i električna provodljivost vode. Najprecizniji i najskuplji način je korištenjem posebnih elektroda kojima se može precizno odrediti svaki od ovih parametara, no postoje i alternativni načini korištenjem - običnog alkoholnog termometra za mjerenje temperature, univerzalnog lakmus papira za mjerenje pH te određivanje koncentracije kisika metodom po Winkleru. Za prikupljanje jaja potrebna je veća akvarijska mrežica, veća i manja pinceta te plastična posuda, volumena ne manjeg od 1 L. Također, potrebno je ponijeti plastičnu kantu te lijevak i plastične boce ili plastične spremnike za prikupljanje vode na terenu s kojom ćemo dopuniti akvarij. Velika pinceta ili grablje mogu biti potrebne za prikupljanje vodene vegetacije.

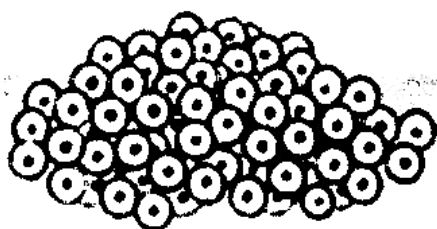
#### **Kada i kako uspješno prikupiti jaja?**

Prije početka prikupljanja jaja, preporučljivo je s učenicima napraviti „pregled terena“ kako bi se utvrdilo postoji li u blizini škole i mjesta stanovanja odgovarajuće stanište za žabe te potencijalno mjesto za polaganje jaja.

Kao što je već rečeno, zelene žabe se razmnožavaju u proljeće i tada je najbolje sakupljati oplođena jaja. Dobro je nekoliko dana prije odlaska na uzorkovanje, napraviti preliminarni obilazak terena, kako bi se utvrdilo na kojem području se žabe nalaze ili skupljaju kako bi se parile te koje se sve vrste nalaze na nekom području. S obzirom da polažu jaja u vodu, prvo treba potražiti gdje se u blizini nalaze plići kanali, bare - bilo na otvorenom ili u šumarcima, privremene bare ili manji rukavci, a močvarna i poplavna područja su idealna. Treba voditi računa radi li se o zaštićenim područjima ili ne te radi li se područjima koja su pod nečijim vlasništvom ili upravljanjem. Vrste možemo prepoznati na osnovu glasanja, za što je potrebno malo više iskustva ili pomoć stručnjaka, ili oblika položenih jaja. Vegetacija koja se nalazi u vodenom tijelu idealna je podloga za ostavljanje jaja, kao i mjesto gdje ih prikupiti.

#### **Kako izgledaju jaja?**

Prilikom pronalaska jaja treba obratiti pozornost pripadaju li zaista zelenim žabama s obzirom da je većina vrsta žaba strogo zaštićena svojta ili u Crvenoj knjizi. Zelene žabe ostavljaju jaja u nepravilnoj, ovalnoj nakupini uz vodenu vegetaciju, koja je obavijena želatinoznim ovojem (Slika 2). Čitava nakupina jaja se oprezno pomoću pincete odvoji od vegetacije i pokupi akvarijskom mrežicom te se stavi u posudu s dovoljno vode s lokaliteta da prekrije jaja. Treba paziti kako se jaja ne bi oštetila prilikom uzorkovanja i prebacivanja u posudu. Na terenu treba prikupiti 10 - 15 L vode za akvarij. Vodu možemo zgrabiti kantom te pomoću lijevka prelići u boce ili spremnike. Kantu zatim ponovno napunimo vodom s lokaliteta i u nju stavimo vodene biljke i alge prikupljene pomoću veće pincete.

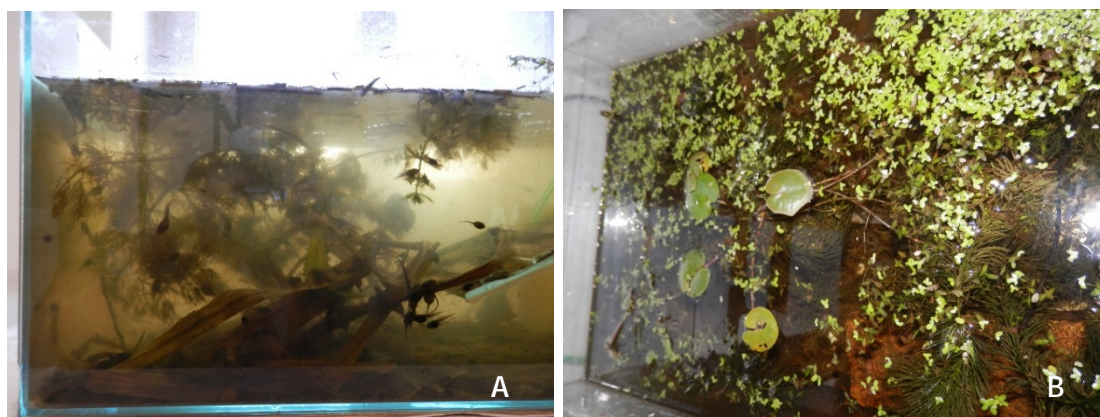


Slika 2 Karakterističan oblik nakupine jaja zelene žabe (skica autora rada prema Engelhardt, 2003)

## ISTRAŽIVAČKO UČENJE U UČIONICI

### Priprema akvarija

Akvariji se u učioničkoj nastavi mogu koristiti za promatranje i uzgajanje vodenih biljaka ili životinja. Za razvoj jaja, optimalan je akvarij volumena 60 L, no može biti i većeg ili manjeg volumena. Kako bi se osigurala dostatna koncentracija kisika u vodi, potrebno je koristiti pumpu za zrak, ovisno o volumenu akvarija. Akvarij se može kupiti gotov, kao i pumpe za zrak, u trgovinama za kućne ljubimce ili se može napraviti pomoću izrezanih staklenih ploča i silikona. Kako bi se pripremio za stavljanje prikupljenih jaja žaba, akvarij se djelomično napuni vodovodnom vodom, nekoliko dana prije prikupljanja jaja te se uključi pumpa za zrak. Prilikom stavljanja jaja, u akvarij se prvo dolije voda prikupljena na terenu kako bi se postigli što sličniji uvjeti onima na mjestu prikupljanja jaja. Posuda s jajima se na neko vrijeme stavi u akvarij kako bi se jaja aklimatizirala na nove uvjete, tj. kako bi se izjednačila temperatura vode u posudi s vodom u akvariju. Vodeno bilje koje je prikupljeno na terenu se također stavlja u akvarij, ali treba biti oprezan kako ne bi bilo previše biljaka (Slika 3a, b). Vodene biljke i obraštaj koji se nalazi na njima predstavlja sklonište i hranu za punoglavce koji će se razviti iz prikupljenih jaja. Važno je pratiti kakva je čistoća akvarija i po potrebi sastrugati nakupljene alge na staklu akvarija, ne koristeći pri tom nikakve agresivne otopine. Također, treba pratiti razinu vode u akvariju te po potrebi nadopuniti akvarij „dekloriranom“ vodovodnom vodom. To se postiže stajanjem vodovodne vode najmanje jedan dan na zraku u posudi širokog otvora (npr. plastična kanta ili drugi akvarij).



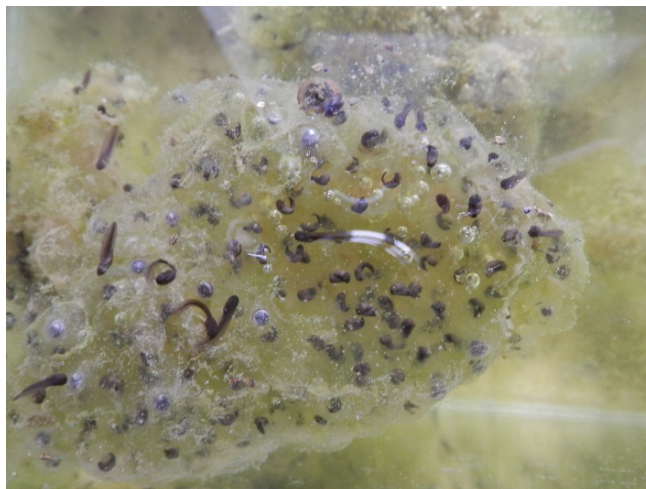
Slika 3 Akvarij s vodenom vegetacijom i punoglavcima. a) bočna stranica akvarija; b) površina vode s vodenom vegetacijom (foto: D. Čerba)

### Promatranje preobrazbe u akvariju

Proces preobrazbe žaba uključuje više faza koje su okarakterizirane razvojem pojedinih obilježja i struktura prema kojima se može odrediti starost jedinki. Prve promjene koje se mogu pratiti vezane su embrionalni odnosno rani razvoj koji obuhvaća prvih nekoliko dana

nakon oplodnje. Da bi se to postiglo, potrebno je na vrijeme izaći na teren kad tek počinje sezona parenja kako bi se pokupila jaja koja su oplodena dan ili noć prije uzorkovanja. Teško je točno odrediti početak sezone parenja jer ovisi i o atmosferskim prilikama, no ako se u rano proljeće prati je li počeo zov mužjaka te okupljaju li se odrasle žabe na odgovarajućim staništima, postoji velika mogućnost prikupljanja jaja dovoljno rano.

Kao i kod ostalih životinja, oplodena jaja prolaze proces brazdanja, gastrulacije i organogeneze nakon čega razvijene ličinke, tj. punoglavci, izlaze iz zaštitne opne jajeta. Zbog nejednake raspodjele žumanjka unutar jajeta vodozemaca, brzina brazdanja nije jednaka te možemo razlikovati animalni pol na gornjoj strani te vegetativni pol na donjoj strani embrija. Animalni pol je dobio naziv jer je na tom dijelu brazdanje mnogo brže. Tijekom brazdanja na animalnom polu se nalazi veći broj manjih stanica, a na vegetativnom polu manji broj velikih stanica. Brazdanje je potpuno (holoblastično) mezolecitelno (Gilbert, 2003). Pojavljuje se blastopor, otvor kroz koji stanice s površine ulaze u unutrašnjost embrija. Procesom gastrulacije nastaju zametni listići i buduća tkiva, ovisno o položaju na blastoporu tijekom ulaska stanica, a s vanjske strane embrija, nastaje ektoderm i postupno se zatvara blastopor. Zatim se razvija neuralna ploča i neuralni nabori, a embrij se postupno izdužuje i rotira unutar vitelinske ovojnice. Nastaje neuralna cijev, vidi se začetak repa budućeg punoglavca, a nastali mišići se počinju kontrahirati. Nakon toga, srce počinje kucati i razvijaju se škrge, a razvijena ličinka izlazi iz vitelinske ovojnice (Gilbert, 2003) (Slika 4).



Slika 4 Različiti razvojni stadiji tijekom ranog razvoja žaba s ličinkama unutar i izvan vitelinske ovojnice (foto: D. Čerba)

Na razvijenom punoglavcu možemo razlikovati tijelo te karakterističan rep (Slika 5). Ličinački stadij je vrlo specifična razvojna faza i razlikuje se od odraslog stadija, tj. odrasle žabe. Tijekom preobrazbe mijenjaju se gotovo svi organi, a mnoge anatomske promjene se lako uočavaju. Punoglavci nemaju noge i kreću se u akvariju zahvaljujući repu. U zadnjoj trećini razvoja, na punoglavcima se postupno razvijaju stražnje pa prednje noge, a razvoj završava resorpcijom repa kojeg odrasle žabe nemaju. Razvoj udova se može postupno pratiti u početku pomoću lupe, a kasnije postaju lako uočljive i bez pomagala. S učenicima se može diskutirati o ulozi repa punoglavca te zašto se prednje noge pojavljuju tek pri kraju procesa preobrazbe. Prehrana i građa probavila su još jedna od razlika između ličinačkog i odraslog stadija. Kod punoglavca je lubanja izgrađena od hrskavice, a u ustima se lako mogu uočiti zubići kojima punoglavci kidaju vodeno bilje i

stružu alge. Punoglavci ne posjeduju mišićavi jezik jer nisu aktivni lovci kao odrasle žabe. S obzirom da su biljojedi, imaju duže probavilo koje je spiralno zavijeno što se može vidjeti ako punoglavca okrenemo trbušnom stranom prema gore (Glibert, 2003). Osim razlika u izgledu probavila, učenici mogu tijekom razvoja punoglavaca pratiti i izgled i razvoj škrga te se pod lupom može vidjeti rad srca te izgled škrga. Odrasle žabe kao kopneni organizmi imaju pluća, a koža također ima vrlo važnu ulogu u disanju. S obzirom na različit medij u kojem žive, razlikuju se i načini na koje primaju podražaje iz okoline. Učenicima su najlakše uočljive razlike u građi i položaju očiju, što je također zanimljiva tema za raspravu s učenicima jer može se uočiti i kod drugih skupina, ne samo vodozemaca. Oči su kod punoglavaca smještene bočno, s obzirom da su plijen drugim organizmima i olakšavaju njihovo uočavanje i izbjegavanje, dok su kod odraslih smještene s prednje strane glave i omogućavaju stvaranje binokularnog vidnog polja te precizno hvatanje plijena. Odrasle žabe imaju kapke koji služe kao zaštita te sprječavaju sušenje sluznice oka (Gilbert, 2003). Naravno, kako se punoglavci razvijaju, rastu i sve se lakše uočavaju anatomske strukture i promjene na njima (Slika 5).



Slika 5 Punoglavac u akvariju (foto: D. Čerba)

Učenici mogu pratiti i interakcije između punoglavaca unutar akvarija. Razvoj nije jednak unutar nakupine jaja, ovisno o vremenu oplodnje, dostupnom kisiku, temperaturi te drugi utjecajima u okolini. Uvijek ostane dio jaja iz kojeg se ne razvijaju punoglavci. S obzirom na različito vrijeme izlaska punoglavca te naslijeđenih osobina, nakon određenog vremena mogu se uočiti punoglavci koji su veći te se brže razvijaju u odnosu na ostale jedinke. Kao i u prirodnim uvjetima, postoji kompeticija za prostor i hranu u akvariju, a svakako je važno da se osiguraju povoljni uvjeti za razvoj u smislu dostatne hrane, kisika i vode kako bi se punoglavci mogli nesmetano razvijati. Pred kraj preobrazbe, dobro je staviti granu u akvarij kako bi se mlade žabe mogle „odmarati“ iako je u ranom razvoju dostatna i vodena vegetacija koja se već nalazi u akvariju. Kada se razvije mlada žaba (Slika 6), još će imati kratak rep koji će se postupno u potpunosti reapsorbirati. Nakon što je preobrazba u akvariju završena, razvijene žabice treba vratiti na lokalitet sa kojeg smo pokupili punoglavce i na taj način pomoći očuvanju i zaštiti žaba u Hrvatskoj.





Slika 6 Mlade žabe u akvariju (foto: M. Šag)

### Usvojena znanja i vještine

Iako se znanja i vještine koje bi učenici trebali steći kroz nastavni predmet Priroda mogu okarakterizirati kao osnovna, ona su nužna za razumijevanje prirodnih procesa koje svakodnevno susreću te poticati zanimanje za znanost i istraživanje.

Učenici 5. razreda osnovne škole bi ovakvim primjerom nastave istraživali svijet koji ih okružuje te bi usvojili metodologiju prirodnoznanstvenog istraživanja prilagođenu njihovom dobnom uzrastu. Nastavnik svojim primjerom pokazuje učenicima pravilan pristup istraživačkom radu i demonstrira kako se provode pojedine etape istraživanja. Postupno se smanjuje uloga nastavnika kao voditelja te sve više potiče samostalan rad učenika, a nastavnik promatra i pomaže učenicima. Učenici mogu istražiti životne uvjete u vodi mjerenjem fizikalno-kemijskih parametara na terenu te shvatiti koncept utjecaja okoliša na organizme oponašanjem prirodnih životnih uvjeta u akvariju. Pravilne upute i demonstracija te osiguravanje samostalnog rada učenika u korištenju opreme i kemikalija za terenska istraživanja (npr. mjerenje temperature vode, određivanje pH), različitog laboratorijskog posuđa (npr. određivanje koncentracije kisika) i akvarijske opreme, omogućava kod učenika razvoj odgovornog ponašanje prilikom rukovanja s terenskom i laboratorijskom opremom, razvija se sposobnost praćenja uputa za rad te se razvija osviještenost o važnosti opreza i zaštite u radu. Provedbom ovakvog istraživanja, učenici uče postavljati istraživačka pitanja povezana s opaženim pojavama (npr. što utječe na razvoj punoglavaca) i izmjerenim vrijednostima te pisano ili grafički prikazivati rezultate, opažanja i zaključke (ispunjavanje dnevnika rada). Također, učenici razvijaju i sposobnost kauzalnog zaključivanja kroz raspravu s drugim učenicima i nastavnikom o dobivenim rezultatima. Tijekom istraživačkog učenja na terenu, osim opisanih mjerenja mogu se provesti i druga mjerenja koja uključuju ispitivanje svojstava vode, zraka ili tla uz integraciju spoznaja iz drugih nastavnih predmeta primjerice iz Geografije i Likovnog odgoja.

Opisano istraživačko učenje učenicima 6. razreda omogućava lakše usvajanje odgojno-obrazovnih ishoda vezanih za praćenje organizama, u ovom slučaju vodozemaca, u njihovom prirodnom staništu. Također, pridonosi razumijevanju odnosa koji je uspostavljen između njih i ostalih organizama te na koji su se način prilagodili uvjetima u

kojima žive, kao i utječu li, i na koji način, abiotički faktori na njihov životni ciklus. Ako bi istraživačko učenje provodilo u nekom obliku izvanučioničke nastave u zaštićenom području, tada bi u dogovoru sa stručnom službom tog zaštićenog područja učenici mogli utvrditi koje vrste žaba su prisutne te procijeniti veličinu populacije, s obzirom da se na tom području ne bi smjela prikupiti jaja čak ni zelenih žaba. Na ovaj način, učenici bi mogli shvatiti važnost zaštite prirode i očuvanja biološke raznolikosti na primjeru zelenih žaba i zaštite vodozemaca te utjecaja čovjeka na prirodu s obzirom da je on jedan od glavnih razloga ugroženosti ove skupine kralježnjaka. Učenici bi mogli raspravljati o razlozima koji su doveli do potrebe zaštite određenih lokaliteta i vodozemaca te o smanjenju negativnog utjecaja čovjeka. Učenici bi mogli analizirati koji su postupci doveli do ugroženosti vodozemaca te predložiti moguća rješenja za održivi razvoj. Realizacija ishoda može se ostvariti i kroz integraciju s Geografijom. Naglasak se može dati kao i u 5. razredu na oba aspekta - istraživačko učenje tijekom izvanučioničke nastave i u učionici, te se na taj način osigurava ostvarivanje ranije spomenutih ishoda razvijanja samostalnosti, znanstvenog razmišljanja, korištenja istraživačke opreme i laboratorijskog pribora te vođenje laboratorijskog i terenskog dnevnika. Učenicima se može dati veća sloboda u kreiranju provedbe istraživanja, uz diskutiranje o predloženim radnjama te dobivenim rezultatima. Kao što je već rečeno, žabe imaju vrlo specifičan životni ciklus kojeg učenici mogu lako pratiti i bilježiti karakteristike koje se mijenjaju tijekom procesa preobrazbe.

U 7. i 8. razredu se također može provesti isto istraživačko učenje, no sa složenijim zadacima i većim naglaskom na samostalnost učenika te dodatno poticanje istraživačkog razmišljanja u vidu aktivne izmjene i regulacije životnih uvjeta u akvariju te praćenje interakcija u njemu. Proučavanjem cjelovitog normalnog ciklusa žaba, učenici mogu sami osmisliti dodatno istraživanje, tj. ispitivanje tijekom svake razvojne faze, prema samostalno postavljenoj hipotezi, uz vođenje dnevnika rada te predstavljanja rezultata provedenog istraživanja. S druge strane, poseban naglasak se može dati na sam proces razmnožavanja i ponašanja odraslih jedinki u prirodi te način na koji se nasljeđuju prilagodbe koje osiguravaju preživljavanje i prienos genetičkog materijala na sljedeću generaciju. Žabe se mogu predočiti kao predstavnik vodozemaca s kojima se učenici mogu najčešće susresti i na kojima se mogu proučavati osnovne osobine karakteristične za sve vodozemce - građa i boje kože, građa optjecajnog sustava, način disanja, važnost vlažnog staništa za razmnožavanje i druge procese, te kako je tijekom evolucije došlo do njihovog razvoja. Učenici povezuju prilagodbe i ličinačkog i odraslog oblika s procesom prirodne selekcije. Nastava se može integrirati s predmetima: Kemija, Fizika, Matematika i Geografija.

## ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Istraživačko učenje i prirodoslovni pristup osiguravaju razvoj prirodoslovne pismenosti koja omogućuje razvoj logičkog i kreativnog razmišljanja i razumijevanje znanstvenih spoznaja. Razvijena kreativnost, etičnost i kritično mišljenje, važni su za razumijevanje svih prirodoslovnih predmeta te praktičnu primjenu znanstvenog istraživanja. Razvija se znanje na višim kognitivnim razinama jer su učenici aktivno uključeni u nastavu. Učenici mogu primijeniti naučeni koncept preobrazbe i životnog ciklusa vodozemaca na ostale organizme. Znanja i vještine te praktične metode znanstvenog istraživanja usvojene

istraživačkim učenjem, učenici mogu modificirati kako bi samostalno riješili problem ili zadatak postavljen u sklopu drugih predmeta. Osim razvoja prirodoslovnostvene pismenosti kod učenika, ovakva nastava će osigurati razvoj sustava vrijednosti koje će doprinijeti razvoju odgovornog ponašanja i odnosa prema prirodi.

## LITERATURA

- Aviani, I., Bastić, M., Cernošek, I., Halusek, V., Hrestak, M., Orešić, D., Pongrac Štimac, Z., Preočanin, T., Radanović, I. (članovi stručne radne skupine izabrani po javnom pozivu), Diana Garašić, D., Mihaljević, Š., Milić, V. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Nacionalni dokument područja Prirodoslovnog područja kurikuluma.
- Begić, V., Horvatin, K., Karakaš, D., Korać, P., Lukša, Ž., Meštrović, O., Pongrac Štimac, Z., Radanović, I., Remenar, S., Sirovina, D., Sumpor, D. (članovi stručne radne skupine izabrani javnim pozivom), Garašić, D., Ništ, M. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Prijedlog nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Biologija.
- Čavlović, K. (2012). Morfološka i alozimska analiza kompleksa zelenih žaba (*Pelophylax kl. esculentus* kompleks; Anura, Amphibia) sjeverozapadne Hrvatske. *Hyla*, 1, 48-49.
- Domjanović Horvat, D., Hrupec, D., Labak, I., Lopac Groš, A., Lugar, L., Marijanović, I., Valečić, H. (članovi stručne radne skupine izabrani javnim pozivom), Garašić, D., Ništ, M. (članovi stručne radne skupine iz jedinice za stručnu i administrativnu pomoć) (2016). Prijedlog nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Priroda.
- Engelhardt, W. (2003). *Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?* Kosmos Verlags-GmbH.
- Fabijanić V. (2014). Projektna nastava: primjena u izradi istraživačkih radova učenika. *Educatio Biologiae*, 89-96.
- Gilbert, S. F. (2003). *Developmental Biology*. 7th Edition. Sunderland, MA, Sinauer Associates Inc. 849.
- Hutchins, M., Duellman, W.E. i Schlager, N. (ur.) (2003). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. 2nd Edition, Vol. 6, Amphibians. Farmington Hills, MI: Gale Group.
- Jelić, D., Kuljerić, M., Koren, T., Treer, D., Šalomon, D., Lončar, M., Podnar-Lešić, M., Janev Hutinec, B., Bogdanović, T., Mekinić, S., Jelić, K. (2012). *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske*. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Kwet, A. (2009). *New Holland European Reptile and Amphibian Guide*. New Holland Publishers
- Lukša, Ž., Žamarija, M., Dragić Runjak, T., Sinković, N. (2014). *Terenska nastava Prirode i Biologije u osnovnoj školi*. *Educatio Biologiae*, 69-79.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu*.
- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH (2011). *Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje*.
- Ristić Dedić, Z. (2013). *Istraživačko učenje kao sredstvo i cilj prirodoslovnostvenog obrazovanja: psihologijska perspektiva*. U: D. Milanović, A. Bežen i V. Domović (ur.), *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu*. Zagreb: Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Research Science, Economy and Society.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischman, D. L., Waller, R. W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306, 1783-1786.
- Zakon o zaštiti prirode. *Narodne Novine* 70/05; 139/

## SECRET LIFE OF FROGS - INQUIRY LEARNING INSIDE AND OUTSIDE OF THE CLASSROOM

*Čerba Dubravka<sup>1\*</sup>, Turković Čakalić Ivana<sup>1</sup>, Šag Matej<sup>1</sup>, Bogut Irela<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Cara Hadrijana 8/A, 31000 Osijek

([dcerba@biologija.unios.hr](mailto:dcerba@biologija.unios.hr))

<sup>2</sup>Faculty of Education, Department of Natural Sciences, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Cara Hadrijana 10/D, 31000 Osijek

### ABSTRACT

In science subjects, inquiry learning insures the development of skills and competences which enable students to better understand natural occurrences and processes that surround them. Scientific approach in education encourages curiosity and develops inquisitive spirit in students of different age. During attendance of school biology subjects, students should learn about anatomy, ecology and development process of different vertebrates and frogs could be a model organism for studying amphibians which go through metamorphosis during their life cycle and have different adaptations characteristic for each life stage and living conditions. Inquiry learning facilitates understanding of complicated processes during metamorphoses and allows the students to see and study in person the anatomical changes that occur. This type of learning enables students to think in the "scientific way" and ask "scientific" questions related to observed phenomenon and recorded values, as well as how to present gathered data (e.g. charts), observations and conclusions. Students also develop the ability to create argument discussions about their results and conclusions. Inquiry learning can correlate and integrate cognition of different school subjects and thus contribute to the development of students' conceptual way thinking and reasoning.

**Key words:** scientific approach, inquiry learning, aquarium rearing, life cycle, metamorphosis