

Aktivnosti simuliranog istraživačkog otkrivanja u biologiji kao podrška razvoju kognitivnih procesa više razine

Mihaela Marceljak Ilić¹, Kristina Trstenjak Šifković², Denis Horvat²

¹XV. gimnazija Zagreb, Zagreb, Hrvatska

mmarceljak@mioc.hr

²Srednja škola Čakovec, Čakovec, Hrvatska

SAŽETAK

Pandemija COVID-19 postavila je nastavnicima izazov kako u online okruženju prikladno poučavati i vrednovati, a da se pri tome razvija prirodnoznanstvena kompetencija koja, između ostalog, uključuje proceduralnu i metakognitivnu dimenziju znanja. Cilj istraživanja je utvrditi učinkovitost učenja primjenom ASIO modela učenja (Aktivnosti Simuliranog Istraživačkog Otkrivanja u biologiji) odnosno utvrditi potiče li taj model učenja kognitivne procese više razine. U tu svrhu uspoređivali su se rezultati učenja učenika koji su u online okruženju učili metodom usmenog izlaganja (kontrolna skupina) i rezultati učenja učenika koji su u online okruženju učili primjenom ASIO modela učenja (eksperimentalna skupina). U istraživanju je sudjelovao 181 učenik 4. razreda gimnazije i 275 učenika 3. razreda gimnazije koji su tijekom školske godine 2021./2022 učili ASIO modelom učenja. Rezultati istraživanja pokazuju bolju ukupnu riješenost pisane provjere znanja učenika eksperimentalne skupine kao i bolju riješenost zadataka koji ispituju više kognitivne razine znanja. Analiza rezultata pokazala je da je rješavanje zadataka nakon korištenja ASIO modela učenja uz korištenje BUBO virtualne učionice sveukupno 32 % uspješnije, dok zadaci pojedinih kognitivnih razina imaju čak 45 % bolje rezultate u odnosu na kontrolne skupine.

Ključne riječi: više kognitivne razine znanja; BUBO online platforma za učenje; ASIO model; biologija

UVOD

Pandemija COVID-19 postavila je nastavnicima izazov kako u online okruženju aktivno uključiti učenike u procese poučavanja/učenja i (samo)vrednovanja kojima se razvija prirodnoznanstvena kompetencija. Ova kompetencija koja se odnosi na korištenje znanja i metodologije kojom se objašnjava svijet prirode na osnovi zaključaka zasnovanih na dokazima, uključuje konceptualnu, proceduralnu i metakognitivnu dimenziju znanja (Hiebert i Lefevre, 1986; Ristić Dedić, 2019; Labak, 2022). Proceduralno znanje uključuje niz koraka potrebnih za rješavanje problema, a uključuje vještine, algoritme ili strategije (Rittle-Johnson i Schneider, 2013), čime omogućuje spoznaju kako uraditi nešto specifično unutar predmeta te znanje o metodama istraživanja poput analize izvora, odvajanje bitnog od nebitnog, sažimanje, uspoređivanje, klasificiranje i slično. Metakognitivno znanje strategijsko je znanje o tome kako postupati da bi se riješili problemi i to je kontekstualno znanje koje uključuje svijest o razini vlastitog znanja (Hunjek, 2015). Razvoju prirodnoznanstvene kompetencije ne pridonose nastavne metode koje ne uključuju korištenje i razvijanje konceptualne, proceduralne i metakognitivne dimenzije znanja poput metode usmenog izlaganja, već pridonose metode koje podrazumijevaju od učenika predviđanje, testiranje pretpostavki i zaključivanje na temelju dokaza (Bugarin i sur, 2021). One kao takve pridonose razumijevanju i potiču kognitivne procese više razine. Da su ove metode slabo uključene u današnje poučavanje ukazuje činjenica da su na ispitima državne mature iz Biologije pitanja koja ispituje kognitivne procese više razine najlošije riješene (Bugarin i sur, 2021).

Ovim radom prikazano je nekoliko aktivnosti za učenje za treći razred gimnazije koje se mogu primjenjivati u poučavanju i učenju biologije u online i hibridnom obliku učenja, a koje su razvijene projektom „Učenje biologije u epidemiološki prilagođenom istraživačkom okruženju“. U projektu je

razvijen visoko interaktivni model usmjeren na učenika, to jest ASIO model učenja (Aktivnosti Simuliranog Istraživačkog Otkrivanja u biologiji). Ovaj model učenja pogoduje razvoju prirodnoznanstvene kompetencije i polazi od strategija značajnih za učenje biologije (iskustveno učenje, učenje otkrivanjem, istraživačko učenje).

Cilj istraživanja je utvrditi učinkovitost učenja primjenom ASIO modela učenja odnosno utvrditi potiče li taj model učenja kognitivne procese više razine. U tu svrhu uspoređivali su se rezultati učenja učenika koji su u online okruženju učili metodom usmenog izlaganja i rezultati učenja učenika koji su u online okruženju učili primjenom ASIO modela učenja. Begić i sur. (2016) su u svom radu naveli da najbolji učenici na državnom natjecanju iz biologije imaju 10 % riješenosti zadataka III. kognitivne razine i 40 % riješenosti zadataka II. kognitivne razine. Obzirom da pripreme natjecatelja uključuju aktivnosti za učenje koje omogućuju razvoj konceptualnog, proceduralnog i metakognitivnog znanja, pretpostavka je da će učenici koji su učili ASIO modelom pokazati bolje rezultate učenja.

METODE

Uzorak

Sudionici istraživanja bili su učenici 3. i 4. razreda gimnazije. Kontrolnu skupinu činili su učenici 4. razreda gimnazije, njih 181, koji su u online okruženju poučavani metodom usmenog izlaganja dok su bili učenici 3. razreda. Eksperimentalnu skupinu činilo je 275 učenika 3. razreda gimnazije koji su učili primjenom ASIO modela učenja tijekom školske godine 2021./2022.

Instrumenti i tijek istraživanja

Kako bi se utvrdila učinkovitost ASIO modela učenja, provedene su dvije pisane provjere znanja. Prva online pisana provjera znanja provedena je u rujnu 2021. godine s učenicima 4. razreda, a koja je ispitivala sadržaj trećeg razreda.

U periodu od listopada 2021. do lipnja 2022. učenici eksperimentalne skupine učili su ASIO modelom učenja s izrađenim aktivnostima za učenje uz svaki od koncepata. ASIO model učenja razvijao je koncept *Energetski učinci prehrane živih bića* (Koncept A), *Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije* (koncept B) te je uključivao i simulaciju terenskog istraživanja. U okviru učenja u 3. razredu gimnazije Koncept A obuhvaća temu: *Regulacija i održavanje homeostaze na razini stanice i organizma*, koncept B temu: *Evolucijski razvoj prilagodbi*, te simulacija terenskog istraživanja temu: *Prilagodbe na ekstremne uvjete života*, koja obuhvaća terensko istraživanje i obradu pojmova vezanih uz istraživačke projekte i izradu grafova te njihovu interpretaciju.

Tema *Regulacija i održavanje homeostaze na razini stanice i organizma* obuhvatila je ishode BIO SŠ B.3.1. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i BIO SŠ B.3.2. Analizira posljedice narušavanja homeostaze (MZO, 2019). Učenici su praktičnim radom istraživali kako različit intenzitet fizičke aktivnosti utječe na puls. Dobivene rezultate povezali su s frekvencijom disanja i metaboličkom aktivnošću stanica, a zatim su ispitali na koji način je reguliran srčani ritam. Simulacijom na računalu ispitali su kako unos određene količine kalorija i različit intenzitet tjelesne aktivnosti utječu na potrošnju kalorija i tjelesnu masu. Kroz ove aktivnosti učenici vlastitim iskustvom dolaze do informacija koje analiziraju te na temelju svojih rezultata dolaze do zaključaka. Kroz aktivnost otkrivaju i kako svoje informacije zabilježiti, analizirati i prikazati te kako koristiti znanstvenu literaturu pri validaciji i evaluaciji svojih zaključaka. Ujedno se potiču pisati kritički osvrt na korake svoje korištene metode i njenog utjecaja na rezultate.

U sklopu teme *Evolucijski razvoj prilagodbi* realizirani su ishodi: BIO SŠ A.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima., BIO SŠ B.3.4. Analizira evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja te BIO SŠ D.3.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti (MZO, 2019). Učenici su samostalno istraživali metode u forenzici koje se koriste u analizi kostura, pomoću uputa na radnom listiću određivali spol, visinu te dob osoba čiji su kosturi pronađeni te su u grupi ili paru sastavljali kosture pronađenih osoba. Kroz ove zadatke učenici, na temelju vlastitog iskustava, povezuju prethodna znanja kako bi došli do odgovora, to jest rješenja zadanog problema.

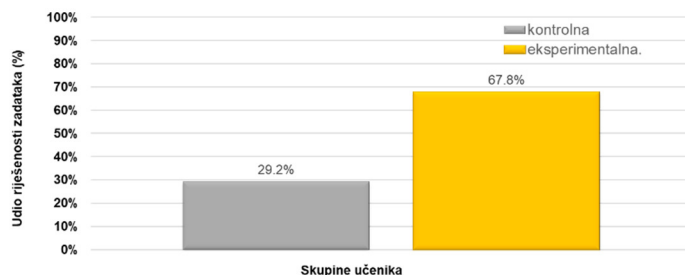
Tema *Prilagodbe na ekstremne uvjete života* obuhvatila je ishode: SŠ A.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima, BIO SŠ B.3.1. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice te BIO SŠ D.3.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti (MZO, 2019.). U sklopu teme učenici su se virtualnom terenskom nastavom te prilagođenim videozapisima upoznali s primjerima ekstremnih staništa na području Hrvatske; cretovi, Đurđevački pijesci, Dravska poplavna šuma i otok Palagruža. Grupnim radom u školi ili samostalnim istraživačkim radom kod kuće izradili su mikrokozmose u kojima su simulirali uvjete u odabranom ekstremnim staništima i pratili klijanje i rast biljke.

Po poučavanju ASIO modelom učenici su preko kratkih zadataka na zadanu temu mogli dobiti i direktnu refleksiju uspješnosti rješavanja. Zadaci su ispitivali sve tri kognitivne razine. Ovakav način refleksije izostao je u kontrolnoj skupini. Nakon učenja ASIO modelom u lipnju 2022. učenici eksperimentalne skupine pisali su online pisanu provjeru znanja kojim se ispitala učinkovitost takvog učenja. Pisana provjera znanja provjeravala je usvojenost sva tri koncepta pitanjima različitih kognitivnih razina: I. razina koja je najniža i predstavlja činjenično znanje, II. razina koja ispituje razumijevanje i primjenu te III. razina koja se odnosi na rješavanje problema (Crooks, 1988). Rezultati ove skupine učenika usporedili su se s rezultatima učenika kontrolne skupine koji su iste teme odnosno koncepte učili na različit način. Razlika u rezultatima pisane provjere znanja između skupina utvrđena je t-testom nesparenih uzoraka pomoću online kalkulatora (Social Science Statistics, 2022).

Pitanja u pisanoj provjeri znanja bila su dvoslojnog karaktera u kojima je prvi dio pitanja zatvorenog tipa, dok je drugi dio otvorenog tipa. Pisana provjera sastojala se od po tri zadatka uz svaki koncept (ukupno 9 pitanja) koja su namijenjena rješavanju svim skupinama učenika (osnovni tip zadataka) prikazanih u prilogu 1. Uz zadatke osnovnog tipa pismena provjera je uključivala i dodatne zadatke (zadaci uz osobine ličnosti) od kojih su učenici mogli izabrati i riješiti po jedan uz svaki koncept (ukupno 3 zadatka) obzirom na njihovu motivaciju (nizak interes, srednje visok interes, visok interes i iznimno visok interes).

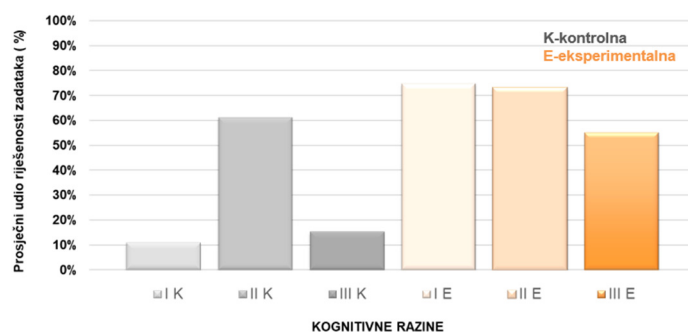
REZULTATI

Riješenost zadataka iz koncepta A (slika 1) ukazuje na 28 % bolju uspješnost rješavanja zadataka u eksperimentalnoj skupini u odnosu na kontrolnu skupinu. Učenici eksperimentalne skupine ostvarili su bolju ukupnu riješenost pisane provjere znanja u dijelu koji je ispitivao koncept A u odnosu na učenike kontrolne skupine. Riješenost zadataka eksperimentalne skupine ovog koncepta je za 7 % bolja nego li ukupna riješenost zadataka u pismenoj provjeri (slika 7).



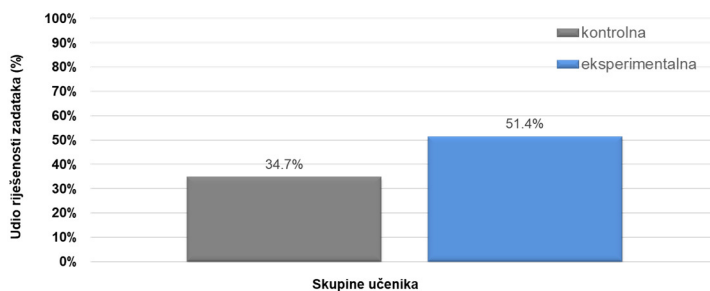
Slika 1 Ukupna riješenost svih zadataka koncepta A u kontrolnoj i eksperimentalnoj skupini

Daljnjom analizom zadataka unutar koncepta A vidljivo je da su zadaci I. kognitivne razine uspješnije riješeni za 65 %, II. kognitivne razine za 12 %, a III. kognitivne razine za 45 % u eksperimentalnoj skupini u odnosu na kontrolnu skupinu (slika 2).

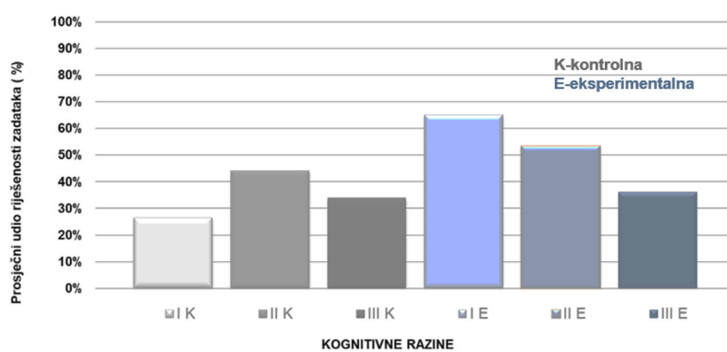


Slika 2 Riješenost zadataka koncepta A po kognitivnim razinama (I.,II.,III. kognitivna razina) u kontrolnoj i eksperimentalnoj skupini

Analizom riješenosti zadataka iz koncepta B vidljivoj na slici 3 da su zadaci eksperimentalne skupine uspješnije riješeni za 17 % u odnosu na kontrolnu skupinu, dok je na slici 4 vidljivo da ova uspješnost u eksperimentalnoj skupini najviše odnosi na zadatke I. kognitivne razine, dok je riješenost zadataka II. kognitivne razine bolja za 10 %, a zadaci III. kognitivne razine su za 3 % bolje riješeni nego li u kontrolnoj skupini.

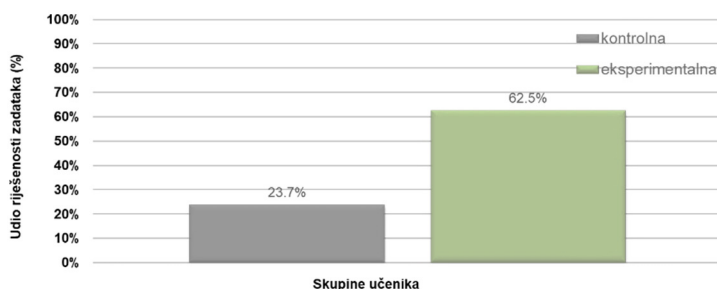


Slika 3 Ukupna riješenost svih zadataka koncepta B u kontrolnoj i eksperimentalnoj skupini



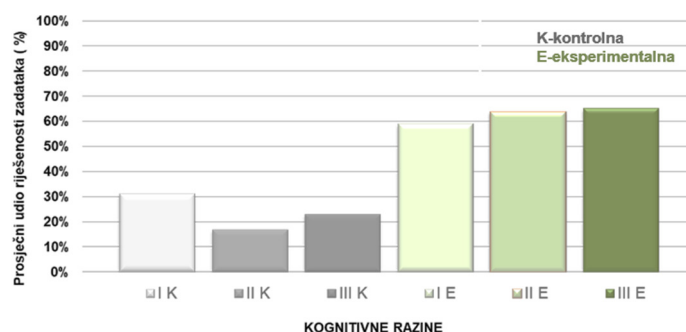
Slika 4 Riješenost zadataka koncepta B po kognitivnim razinama (I.,II.,III. kognitivna razina) u kontrolnoj i eksperimentalnoj skupini

Analizom ukupne uspješnosti rješavanja zadataka vezanih uz simulaciju terenskog istraživanja pokazuje bolju riješenost za 39 % u eksperimentalnoj skupini (slika 5). Raščlamba po kognitivnim razinama, prikazana slikom 6, ukazuje na veću uspješnost rješavanja svih triju kognitivnih razina u eksperimentalnoj skupini, s naglaskom da su zadaci III. kognitivne razine i u eksperimentalnoj skupini za 42 % bolje riješeni nego li u kontrolnoj skupini. Provedena analiza obuhvaća razumijevanje vezano uz provedene istraživačke projekte, izradu grafova te njihovu interpretaciju.



Slika 5 Ukupna riješenost zadataka koncepta: Simulacija terenskog istraživanja u kontrolnoj i eksperimentalno skupini

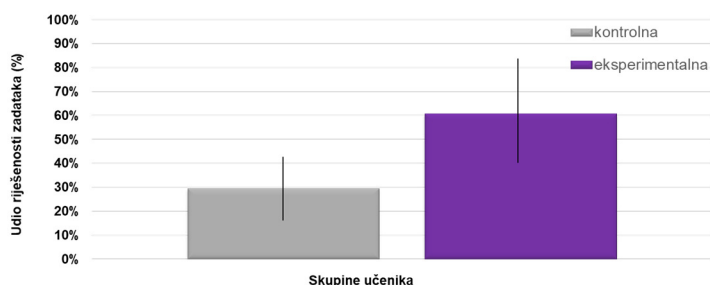
Ako se rezultati za III. kognitivnu razinu ovog teme uz simulaciju terenskog istraživanja (slika 6) usporede s rezultatima eksperimentalnih skupine ostala dva koncepta, vidljivo je da je uspješnost rješavanja znatno bolja i to za 30 % u odnosu na koncept B (slika 4), te za 10 % bolja u odnosu na koncept A (slika 2), a sličan trend pokazuju i zadaci za II. kognitivnu razinu.



Slika 6 Riješenost zadataka koncepta: Simulacija terenskog istraživanja po kognitivnim razinama (I.,II.,III. kognitivna razina) u kontrolnoj i eksperimentalnoj skupini

Analiza ukupne riješenosti zadataka

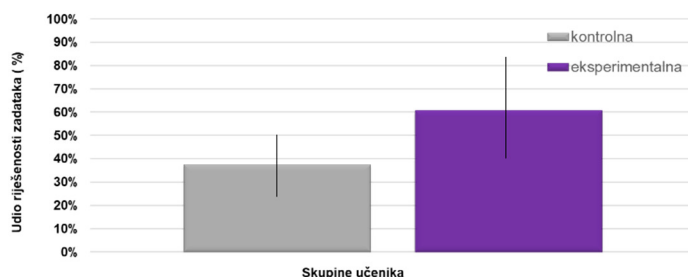
Iz slike 7 vidljivo je da je udio riješenosti osnovnog tipa zadataka pisane provjere znanja (prilog 1) za 32 % bolje riješen u eksperimentalnoj skupini u odnosu na kontrolnu skupinu. Iako se iz vrijednosti standardnih devijacija vidi da je dosta velika raspršenost rezultata, t-testom utvrđena je statistički značajna razlika ($t=6,66$; $df=446$, $p<0,00001$).



Slika 7 Ukupna riješenost zadataka osnovnog tipa zadataka u kontrolnoj i eksperimentalnu skupinu

Analizom rezultata riješenosti osnovnog tipa zadaka i zadataka prema interesu utvrđen je isti trend uspješnosti kao i riješenost samo osnovnog tipa zadataka, i to s 27 % većim udjelom riješenosti u

eksperimentalnoj skupini, vidljivom na slici 8, dok je t-testom utvrđena statistički značajna razlika između skupina učenika ($t=23,7$; $df=446$, $p< 0,00001$).



Slika 8 Ukupna riješenost zadataka u kontrolnoj i eksperimentalnoj skupini - osnovni tip zadataka + zadaci prema interesu

RASPRAVA

Učenje pomoću ASIO modela izazvalo je bolje rezultate u učenju u odnosu na učenje u online okruženju metodom usmenog izlaganja. Riješenost zadataka iz koncepta A, B i terenskog rada ukazuje na znatno bolju uspješnost rješavanja zadataka svih kognitivnih razina. Riješenost zadataka III. kognitivne razine u kontrolnoj skupini za temu *Regulacija i održavanje homeostaze na razini stanice i organizma* u korelaciji je s analizom i zaključcima Begić i sur. (2016) koji ukazuju da su učenici na državnom natjecanju manje uspješni u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina, uz samo 10 % riješenosti zadataka III. razine. Isti rad ukazuje da je jedan od uzroka i neiskustvo rješavanja zadataka viših kognitivnih razina kao i način poučavanja istih, što je u ovom istraživanju i u kontaktnom i u online obliku učenja premošćeno poučavanjem pomoću ASIO modela, te su svi rezultati eksperimentalne skupine znatno viši u odnosu na učenike poučavane standardnom klasičnom kontaktnom ili online nastavom uz metodu izlaganja i razgovora. Pomoću korištenja simuliranog terenskog istraživanja u nastavi, uspješnost rješavanja zadataka najviše kognitivne razine je za 42 % viša u odnosu na kontrolnu skupinu. Odsutnost terenskog istraživanja u nastavnom procesu ujedno je i „kamen spoticanja“ kod tradicionalnog načina poučavanja.

Zimmerman (2007) ističe da je za znanstveno razmišljanje ključna refleksija na proces stjecanja znanja i promjena u znanju, odnosno svjesno i namjerno koordiniranje brojnih strateških i metastrateških procesa te sustavan pristup eksperimentiranju i zaključivanju, a u aktivnostima ASIO modela učenja je upravo poticana ova vrsta razmišljanja kroz istraživačko učenje. Suvremeno prirodnoznanstveno obrazovanje stavlja izraziti naglasak na sudjelovanje djece u istraživačkom učenju, a psihologijska istraživanja razvijenosti znanstvenog razmišljanja djece i adolescenata pokazuju da je upravo ovo kontinuirano sudjelovanje djece u istraživačkom učenju ključno za razvoj metakognitivnih vještina i strategija (Ristić Dedić, 2013).

Rezultati ovog istraživanja, koji su ispitali razumijevanje konceptata vezanih uz održavanje homeostaze u organizmu, podudaraju se u dijelu sa zaključcima rada Črnila (2019), čije istraživanje uključuje analizu razumijevanja istih konceptata. Črnila (2019) u svom radu ukazuje da su zadaci na državnom natjecanju iz Biologije 2019., u kojima se ispituje primjena ovih konceptata pri rješavanju problema iz svakodnevnog života i donošenje zaključka, lošije riješeni od zadataka u kojima se ispituje reprodukcija znanja te navodi da je većina netočnih odgovora rezultat nedostatnog znanja učenika i vjerojatna posljedica poučavanja nastavnih sadržaja baziranih na još uvijek pretežno frontalni, predavački način. Ova korelacija s radom Črnila (2019) ukazuje da je ASIO model poučavanja upravo napredak i rezultira znatnim poboljšanjem u rješavanju zadataka viših kognitivnih razina koji uključuju konceptualne, proceduralne i metakognitivne razine znanja. Obzirom da su zadaci online pismenih provjera na BUBO platformi koji ispituju upravo ove razine znanja rađeni za Banku pitanja sukladno

Preporuci za autore i recenzente testova natjecanja u znanju biologije (Radanović i sur, 2013), sve potrebne stavke za analizu su bile lako dostupne i mjerljive, a zadaci se mogu koristiti i u drugim kombinacijama online provjera.

ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Razvoju prirodosnanstvene kompetencije pridonose metode koje kognitivno aktivno uključuju učenika u proces učenja bilo u kontaktnom, hibridnom ili online poučavanju/učenju. Kognitivna aktivnost učenika očituje se u samostalnom istraživanju, zaključivanju na temelju dokaza te na refleksiji na proces učenja. Primjer takvog kognitivnog angažiranja učenja temeljen na simulacijama istraživanja, kada nije moguće provesti stvarno istraživanje prema ASIO modelu učenja, može se primijeniti i u stjecanju svih predmetnim kurikulumom određenih ishoda i međupredmetnim kurikulumom predviđenih očekivanja.

ZAHVALA

Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-CORONA-2020-12-3798.

Zahvaljujemo svim učenicima i nastavnicima koji su omogućili izvedbu i provedbu ovoga istraživanja. Zahvaljujemo dr.sc. Ireni Labak na konstruktivnim sugestijama za poboljšanje te prof.dr.sc Ines Radanović na ustrajnosti i strpljivosti prilikom izvedbe projekta.

LITERATURA

- Begić, V., Bastić, M., Radanović, I. (2016). Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina. *Educ. biol.*, 2:13-42 <https://hrcak.srce.hr/file/252569>
- Bugarin J., Čurković N., Lukačin L., Gotovac Borčić J., Mikulić G. (2021). Statistička analiza ispita državne mature u školskoj godini 2020./2021. <https://www.ncvvo.hr/statisticka-i-psihometrijska-analiza-ispita-drzavne-mature-u-sk-god-2020-2021/>,
- Crooks, T.J. 1988. The Impact Of Classroom Evaluation Practices On Students, *Review of Educational Research*. 58 (4): 438-481.
- Črnica, T. (2019). Razumijevanje koncepta „Održavanje ravnoteže u organizmu“ kod učenika 3. razreda srednje škole (Diplomski rad). Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:945944>
- Hiebert, J., Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (pp. 1-27). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hunjek, M. (2015). Vrednovanje kao strategija učenja matematike (Diplomski rad). Preuzeto s: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:499807>, 23.02.2023.
- Labak, I. (2022). Unaprjeđivanje metakognitivne dimenzije kompetencije učiti kako učiti kod učitelja. *Napredak: Časopis za interdisciplinarna istraživanja u odgoju i obrazovanju*, 163(1-2), 181-199.
- MZO (2019). Kurikulum za nastavni predmet Biologije za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj. NN 7/2019. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_7_149.html, pristupljeno 20.02.2023.
- Ristić Dedić, Z. (2013). Istraživačko učenje kao sredstvo i cilj prirodosnanstvenog obrazovanja: psihologijska perspektiva. U: Milanović, D., Bežen A., Domjanić, V., (ur.). *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu*. Zagreb: Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske.
- Ristić Dedić, Z. (2019). Metakognitivni aspekti samoregulacije učenja. U V. Vizek Vidović i I. Marušić, (Ur.) *Kompetencija učiti kako učiti. Teorijske osnove i istraživanja u hrvatskom kontekstu* (str. 89-110). Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.
- Rittle-Johnson, B., Schneider, M. (2013). „Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics“. U: Cohen Kadosh, R., Dowker, A. (Eds.), *Oxford handbook of numerical cognition*, Oxford University Press.
- Social Science Statistics (2022). T-Test Calculator for 2 Independent Means, <https://www.socscistatistics.com/tests/studentttest/default.asp>, pristupljeno: 12.9.2022
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172–223. doi:10.1016/j.dr.2006.12.00

PRILOZI

Prilog 1 Primjeri zadataka pisane provjere znanja provedene u lipnju 2022. godine

2. Znanstvenici smatraju da su morski sisavci evoluirali od nekadašnjih kopnenih životinja. Iako kitovi svojom morfologijom više nalikuju na ribe nego na svoje najbliže kopnene srodnike – nilske konje, njihova anatomija, fiziologija i embriologija svrstava ih u sisavce. Kao i svi plodvaši, kitovi kote žive mlade, a ženke imaju dobro razvijene mliječne žlijezde. Kako bi znanstvenici potvrdili tezu da su se kopneni kralježnjaci vratili životu u vodi, pronašli su nekoliko fosila koji bi mogli ukazati upravo na taj veliki evolucijski korak. Podaci koje su uspjeli prikupiti, nalaze se u sljedećoj tablici.

Naziv	<i>Pakicetidae</i>	<i>Protocetidae</i>	<i>Basilosauridae</i>	<i>Globicephala</i> (dupini)
Rekonstrukcija izgleda				
Razdoblje postojanja	prije 55,8-40,4 milijuna godina	prije 41-40 milijuna godina	prije 41-23 milijuna godina	od prije 39 milijuna godina do danas
Broj članaka prednjih udova	2/3/3/3/3	2/3/3/3/3	0/2/2/2/2	1/10/7/2/1
Kostur prednjih udova				
Rekonstrukcija mikroskopskog preparata presjeka kostiju udova				

2.1. Pozorno promotrite tablicu u kojoj su navedena neka obilježja predaka današnjih morskih sisavaca i recentnih vrsta.

2.1.	3
------	---

Vrstama izumrlih predaka današnjih morskih sisavaca i recentnoj vrsti u lijevom stupcu pridružite odgovarajuću prilagodbu iz desnog stupca.

1. Pakicetidae	a) Skupina koja se u potpunosti prilagodila životu u vodi, a prilikom kretanja mogu dosegnuti velike brzine.
2. Protocetidae	b) Skupina koja je isključivo prilagođena životu na kopnu.
3. Basilosauridae	c) Skupina koja se prilagodila životu i u vodi i na kopnu.
4. Globicephala	d) Skupina koja se prilagodila životu u vodi, ali ne mogu dosegnuti velike brzine kretanja.

Parovi: 1. _____, 2. _____, 3. _____, 4. _____.

Objasnite odabrani sljed.

Točan odgovor (uputa o bodovanju):

Parovi: 1.- b, 2. - c, 3. - d, 4. - a (sve točno upareno 2 boda, 3 točno upareno 1 bod, 1 i manje uparen ne nosi bod)

Objašnjenje: Na temelju podataka iz tablice vidljivo je kako su se organizmi postepeno prilagođavali životu u vodi. *Globicephala* se u potpunosti prilagodilo životu u vodi što je vidljivo prema obliku udova i šupljim kostima. (1 bod, svako smisleno rješenje koje uključuje pozivanje na tablicu i prilagodbe)

Ishod: BIO SŠ A.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima.

Koncept: organizacijske razine živog svijeta	Kontekst: prilagodbe predaka današnjih morskih sisavaca i recentne vrste	Max. bodovi = 3
Težina: srednje teško	Razina: I.	Procjena riješenosti (%): 60
	Vrijeme rješavanja (min): 5	Ocjena: dobar

2.2. Na temelju podataka tablice iz prethodnog zadatka odredite kod kojih se skupina javljaju šuplje, a kod kojih kompaktne kosti.

2.2.	2
------	---

Objasnite svoj odgovor.

Točan odgovor (uputa o bodovanju):

Odgovor: Šuplje kosti javljaju se kod *Basilosauridae* i *Globicephala*, a kod ostalih kompaktne kosti. (1 bod)

Objašnjenje: To je vidljivo na temelju rekonstrukcija mikroskopskog preparata presjeka kostiju udova. (1 bod)

Ishod: BIO SŠ A.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima.

Koncept: postanak i razvoj života na Zemlji	Kontekst: šuplje i kompaktne kosti morskih sisavaca tijekom evolucije	Max. bodovi = 2
Težina: lagano	Razina: II.	Procjena riješenosti (%): 60
	Vrijeme rješavanja (min): 5	Ocjena: dobar

2.3. Povežite točne tvrdnje s prilagodbama odgovarajuće vrste / odgovarajućih vrsta na stanište.

2.3.	3
------	---

Odredite točnost tvrdnji. Ako je tvrdnja točna, zaokružite točno, a ako nije točna, zaokružite netočno.

a) Protocetidae imali su šuplje kosti kako bi se lakše kretali po tlu.	Točno – Netočno
b) Kod <i>Globicephala</i> dolazi do redukcije pojedinih kostiju udova	Točno – Netočno
c) Kod <i>Globicephala</i> srednji prsti postaju duži, dok se bočni skraćuju.	Točno – Netočno
d) Gustoća koštanog tkiva manja je kod <i>Pakicetidae</i> u odnosu na <i>Basilosauridae</i>	Točno – Netočno

Objasnite svoj odgovor.

Točan odgovor (uputa o bodovanju):

Odgovori: a) netočno b) točno c) točno d) netočno (4 točna - 2 boda, 3 točna - 1 bod, manje od toga 0 bodova)

Objašnjenje: Kako su se preci *Globicephala* prilagođavali životu u vodi postepeno je došlo do redukcije pojedinih kostiju udova. (1 bod)

Ishod: BIO SŠ A.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima.

Koncept: postanak i razvoj života na Zemlji Kontekst: prilagodbe uz prijelaz sisavaca sa života na kopnu u životu u more Max. bodovi = 3

Težina: srednje teško Razina: II. Procjena riješenosti (%): 50 Vrijeme rješavanja (min): 5 Ocjena: vrlo dobar

3. Antarktika je najhladniji, najvjetrovitiji i najsušiji kontinent, no usprkos tim surovim uvjetima na njemu ima života. Tako na antarktičkom polarnom području nalazimo izvanrednu mikrobnu bioraznolikost uglavnom bakterija, gljiva i mikroalgi. Znanstvenici su istraživali ima li na području Otoka kralja Georgea na Antarktici bakterija otpornih (rezistentnih) na antibiotike, a rezultati istraživanja prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Antibiotogram različitih rodova bakterija s antarktičkog područja

Rod	Antibiotik			
	Antibiotik A	Antibiotik B	Antibiotik C	Antibiotik D
	Promjer zone inhibicije (mm)			
<i>Pseudomonas</i> spp.	0	0	31	20
<i>Arthobacter</i> spp.	0	0	20	18
<i>Flavobacterium</i> sp.	0	0	22	15
<i>Aquaspirillum</i> sp.	0	0	27	16
<i>Duganella</i> spp.	10	0	24	16

3.1. Znanstvenici su svoj rad odlučili objaviti u obliku znanstvenog članka.

Kojem poglavlju znanstvenog članka pripadaju sljedeće rečenice?

3.1.	2
------	---

„Otpornost na antibiotike je široko rasprostranjena u antarktičkom polarnom području kao što je ranije opisano za 44 % kultiviranih antarktičkih sojeva (González-Aravena i sur., 2016.). Za usporedbu, pokazalo se da je 21,7 % proučavanih sojeva bilo otporno na različite antibiotike.“

Odaberite jedan točan odgovor.

- a) uvod
- b) materijali i metode
- c) rezultati
- d) rasprava

Objasnite svoj odabir.

Točan odgovor (uputa o bodovanju):

Odgovor: d) (1 bod)

Objašnjenje: U raspravi autori uspoređuju dobivene rezultate s rezultatima sličnih istraživanja koje su objavili drugi autori. (1 bod)

Ishod: BIO SŠ D.3.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti.

Koncept: metodologija bioloških istraživanja Kontekst: rasprava znanstvenog članka Max. bodovi = 2

Težina: lagano Razina: I. Procjena riješenosti (%): 80 Vrijeme rješavanja (min): 3 Ocjena: dovoljan

3.2. Što je zavisna varijabla u prikazanom istraživanju?

Proučite podatke u tablici u uvodnom dijelu zadatka i odaberite jedan točan odgovor.

3.2.	2
------	---

- a) vrsta bakterije
- b) vrsta antibiotika
- c) promjer zone inhibicije
- d) promjer zone inhibicije i vrsta antibiotika

Objasnite svoj odabir.

Točan odgovor (uputa o bodovanju):

Odgovor: c) (1 bod)

Objašnjenje: Zona inhibicije je zavisna varijabla jer je mjerljiva i ovisi o vrsti antibiotika. (1 bod)

Ishod: BIO SŠ D.3.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti.

Koncept: metodologija bioloških istraživanja Kontekst: zavisna varijabla u istraživanju uz antibiogram Max. bodovi = 2

Težina: srednje težak Razina: II. Procjena riješenosti (%): 70 Vrijeme rješavanja (min): 2 Ocjena: dobar

3.3. Koji antibiotik će najučinkovitije djelovati u sprječavanju rasta populacije bakterija iz svih pet rodova?

Odgovor: _____

3.3.	2
------	---

Objasnite svoj odgovor koristeći se podacima u tablici.

Točan odgovor (uputa o bodovanju):

Odgovor: Antibiotik C (1 bod)

Objašnjenje: Iz podataka u tablici vidljivo je da je promjer zone inhibicije kod antibiotika C za sve rodove bakterija veći od ostalih antibiotika, što nam govori da je taj antibiotik najučinkovitiji u sprječavanju rasta bakterija. (1 bod)

Ishod: BIO SŠ D.3.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti.

Koncept: metodologija bioloških istraživanja Kontekst: zaključivanje na osnovu podataka antibiograma Max. bodovi = 2

Težina: srednje težak Razina: III. Procjena riješenosti (%): 60 Vrijeme rješavanja (min): 3 Ocjena: odličan