

Učenje o energetskim učincima prehrane živih bića kroz igru

Mihaela Štargl¹, Marina Švelec²

¹ Osnovna škola Veliko Trojstvo, Veliko Trojstvo, Hrvatska

stargl.mihaela@gmail.com

² Osnovna škola Ivana Kukuljevića Sakcinskog, Ivanec, Hrvatska

SAŽETAK

Učenje kroz igru tehnika je koja uz pažljivo osmišljavanje može potaknuti aktivno učenje temeljeno na kritičkom promišljanju uz suradnju učenika. Uz dobro osmišljenu igru usvajanje nastavnih sadržaja je učinkovitije jer pobuđuje interes učenika. Učenici uglavnom samostalno oblikuju primjere hranidbenih lanaca, ali se mogu uočiti poteškoće u razumijevanju prijenosa energije kroz hranidbeni lanac. Igra "Zvezdica za zvezdicom" razvijena je u sklopu projekta (IP-CORONA-2020-12-3798), kojeg sufinancira Hrvatska zaklada za znanost. Cilj igre je osigurati razumijevanje hranidbenih odnosa kod učenika te njihovo povezivanje s prijenosom energije kroz hranidbeni lanac. Igra je provedena s 50 učenika 8. razreda. Raspravom s učenicima temeljem njihovih odgovora na radnim listićima, osmišljenim u svrhu vrednovanja za učenje, utvrđeno je da su učenici uglavnom uspješno ostvarili odgojno-obrazovne ishode koji provjeravaju razumijevanje hranidbenih odnosa i energijskih učinaka prehrane. Na temelju riješenosti zadataka na radnim listićima utvrđeno je da su uspješno usvojeni koncepti Međuovisnost živih bića, Održavanje ravnoteže u prirodi te Pretvorbe energije na razini ekosustava. Manje poteškoće su vidljive u razumijevanju koncepta Prijenos energije kroz hranidbeni lanac. Na temelju analize učeničkih odgovora, pretpostavlja se da bi boljem uspjehu pridonijela dublja rasprava temeljena na analizi učeničkih odgovora na pitanja po završetku igre.

Ključne riječi: učenje kroz igru; hranidbeni lanac; energija; ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda

UVOD

Učenici se kroz generacije mijenjaju te se metode i materijali učenja i poučavanja svake školske godine trebaju prilagoditi novoj generaciji učenika, ali bez obzira o kojoj generaciji učenika je riječ, nastava u svakom slučaju treba biti usmjerena na učenika. Učenik tijekom cijelog procesa učenja i poučavanja treba aktivno sudjelovati u svim aktivnostima. Aktivno sudjelovanje učenika u nastavnom procesu potiče kod učenika kritičko promišljanje, samostalno izvođenje zaključaka i razvijanje različitih kognitivnih razina učenja (Begić i sur, 2016).

Jedna od tehnika aktivnog učenja je učenje kroz igru. Igra "Zvezdica za zvezdicom" razvijena je u sklopu projekta „Učenje biologije u epidemiološki prilagođenom istraživačkom okruženju“ (IP-CORONA-2020-12-3798), kojeg sufinancira Hrvatska zaklada za znanost te je dostupna na e-platforni BUBO, koja je također razvijena u sklopu istog projekta. Igra je osmišljena za izvođenje u jednom školskom satu te je predviđena za izvedbu s učenicima osmih razreda. Međutim, uz pravilnu prilagodbu materijala ovisno o dobi učenika, igra bi se mogla provoditi i s učenicima šestih razreda.

Učenje kroz igru tehnika je, koja uz pažljivo osmišljavanje može potaknuti aktivno učenje temeljeno na kritičkom promišljanju uz suradnju učenika. Uz dobro osmišljenu igru usvajanje nastavnih sadržaja je učinkovitije jer pobuđuje interes učenika. Učenje uz igru djeca dobro prihvaćaju, jer nije mučenje, ako se odvija na prirodan način (Miljak, 2015). Igra je djeci školskog uzrasta jedinstven i djelotvoran način prirodnog učenja te je samomotivirajuća aktivnost koja proizlazi iz unutrašnje djetetove potrebe pa tako najviše odgovara njegovom razvoju (Rajić i Petrović-Sočo, 2015).

Kako bi igra omogućila razvijanje kompetencija učenika, a posebice konceptualno razumijevanje kao jednu od važnih sastavnica (Garašić i sur, 2013), važno je da bude koncipirana interaktivno sa zadacima za učenike. Prije osmišljavanja igre pristupilo se određivanju odgojno – obrazovnih ishoda definiranih Kurikulumom za nastavni predmet Biologija koji se žele ostvariti nakon provedene igre. Izvođenjem igre učenik ostvaruje odgojno-obrazovne ishode strukturiranim otkrivanjem te su se zbog toga u radne listiće koji prate igru nastojali uključiti zadaci različitih kognitivnih razina i zadaci koji učenike potiču na samostalnu nadogradnju koncepata. Radni listići i ostali materijali koji su potrebni za izvedbu igre, ako su dobro osmišljeni, omogućit će svim učenicima izgradnju koncepta i razvoj konceptualnog razumijevanja o opažanom procesu ili pojavi (Begić i sur, 2019). Uključivanjem aktivnih metoda, kao što je učenje kroz igru, učenici dulje vremena zadržavaju izgrađene koncepte u usporedbi s učenicima koji su pasivni sudionici nastavnog procesa, zbog čega je važno, neovisno o modelu, staviti učenika u središte nastavnog procesa (Modell, 1996; Smith i sur, 2005).

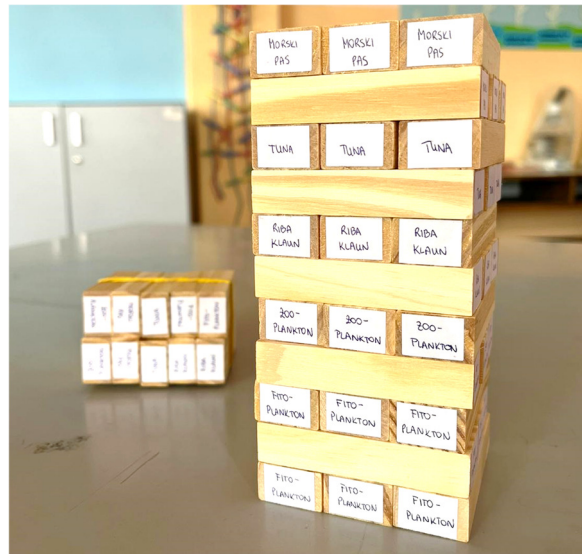
U 8. razredu osnovne škole se prema Kurikulumu za nastavni predmet Biologija za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj (2019) ostvaruju odgojno-obrazovni ishodi vezani uz tematsku cjelinu *Međuodnosi u prirodi*, a baziraju se na razumijevanju koncepta *Prijenos energije kroz hranidbeni lanac*. Hranidbeni lanci su pogodni za prikazivanje različitim modelima pa je tako Jenga-toranj mogao poslužiti kao model hranidbenog lanca. Jedan od načina poticanja razvoja sposobnosti razmišljanja na višoj razini učenika je pružanje učenicima mogućnosti u utvrđivanju odgovarajućih analogija za biološke koncepte (Gardner, 2016). U igri je uvedena analogija i povezivanje Jenga-tornja s hranidbenim lancima te pojedinih Jenga-blokova s članovima hranidbenog lanca. Koncept *Prijenos energije* za učenike je težak i složen koncept, a svi učenici ne uče jednakom brzinom niti na jednak način. Analogija u nastavi pomaže premostiti različite načine i brzine učenja učenika te pomoći u razumijevanju određenog koncepta (Siuda, 2000). Cilj igre sa slaganjem Jenga-tornja i izvlačenjem pojedinih Jenga-blokova je osigurati kod učenika razumijevanje hranidbenih odnosa te njihovo povezivanje s prijenosom energije kroz hranidbeni lanac.

IZVEDBA NASTAVE

Hranidbeni odnosi i prijenos energije kroz hranidbeni lanac tema je koja se obrađuje u 8. razredu osnovne škole u sklopu tematske cjeline *Međuodnosi u prirodi*. Igra je osmišljena za provođenje u sklopu jednog školskog sata s učenicima 8. razreda. Učenici su bili podijeljeni u grupe, ovisno o broju učenika u razredu. Učiteljica je imala ulogu voditelja nastavnog procesa davanjem uputa i pravovremenim mijenjanjem materijala za izvedbu igre po grupama, kako bi osigurala red i pravilno izvršavanje aktivnosti tijekom igre. Svaki učenik unutar grupe individualno je rješavao određeni zadatak, a potom s drugim članovima grupe dodatno raspravljao o tom zadatku, kako bi izveli zajedničke zaključke.

U uvodnom dijelu igre učenici su rješavali radni listić 1: *Zvijezda vodilja* (prilog 1). Učenici su imali zadatak prikazati hranidbeni lanac pravilno redajući zadane organizme, ovisno o ekosustavu koji je učiteljica dodijelila određenoj grupi učenika te su potom odgovarali na tri pitanja u radnom listiću. Dva pitanja provjeravala su već stečeno znanje o hranidbenom lancu i njegovim članovima tijekom nižih razreda osnovne škole, a jedno pitanje tražilo je od učenika da pretpostave zašto je ograničen broj potrošača u svakom hranidbenom lancu, kako bi se utvrdile učeničke predkonceptije na temelju kojih bi se mogao nadograditi koncept *Prijenos energije*. Tu pretpostavku učenici su provjeravali igrom te su po završetku igre mogli zaključiti je li njihova pretpostavka bila valjana ili ne.

Središnji dio igre započeo je slaganjem Jenga-tornja (slika 1) na način da su se pojedini Jenga-blokovi, odnosno živa bića složili u razine kao u radnom listiću 1 (prilog 1).



Slika 1 Primjer složenog Jenga-tornja kao modela hranidbenog lanca

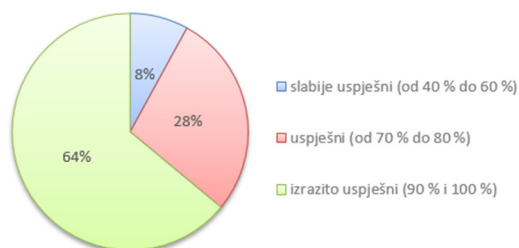
Učenici su se potom u grupi izmjenjivali u izvlačenju kartica sa zadacima (prilog 2) sa podloge za igru (prilog 3) i čitanju istih. Zajedno su došli do pretpostavke što će se dogoditi određenim razinama tornja njihovim potezima te su pretpostavke zapisivali na kartice za pretpostavke (prilog 4). Za svako pretpostavljeno smanjenje brojnosti određene populacije učenici su trebali ukloniti odgovarajući blok, a za svako pretpostavljeno povećanje brojnosti određene populacije dodati odgovarajući blok. Učenici su slijedili korake sve dok se toranj nije urušio ili dok nisu iskoristili sve kartice sa zadacima.

U završnom dijelu igre učenici su rješavali radni listić 2: *Sve ovisi o sjaju jedne zvijezde* (prilog 4). Navedeni radni listić provjerava analogiju Jenga-tornja i hranidbenog lanca i pojedinih Jenga-blokova i članova hranidbenog lanca te razumijevanje koncepta *Prijenos energije* nakon provedene igre. Radni listić 2 (prilog 4) sastoji se od 7 zadataka koje su učenici trebali riješiti individualno, ali uz dogovor u grupi te na kraju na temelju riješenih zadataka trebali su izvesti zaključak koji će obuhvatiti sva znanja stečena sudjelovanjem u igri „Zvezdica za zvezdicom“.

Nakon što su učenici odradili sve aktivnosti i zadatke u sklopu igre „Zvezdica za zvezdicom“, učiteljica je vodila raspravu na temelju učeničkih odgovora na pitanja iz radnih listića te izvedenih zaključaka kako bi se vidjela ostvarenost odgojno-obrazovnih ishoda, razumijevanje koncepta *Prijenos energije*, a samim time i ostvarenost cilja igre.

Analiza učinaka učenja

Igra je provedena s 50 učenika 8. razreda. Svi odgovori učenika, za svaki zadatak iz radnih listića koji su pratili provedbu igre unijeti su u Microsoft Excel (2016). Učenici su podijeljeni u tri skupine s obzirom na uspjeh u rješavanju radnog listića 1 (prilog 1) i radnog listića 2 (prilog 4). Prva skupina učenika su slabije uspješni učenici od 40% do 60% riješenosti, druga skupina učenika su uspješni učenici od 70% do 80% riješenosti i treća skupina učenika su izrazito uspješni učenici od 90% do 100% riješenosti (slika 2).



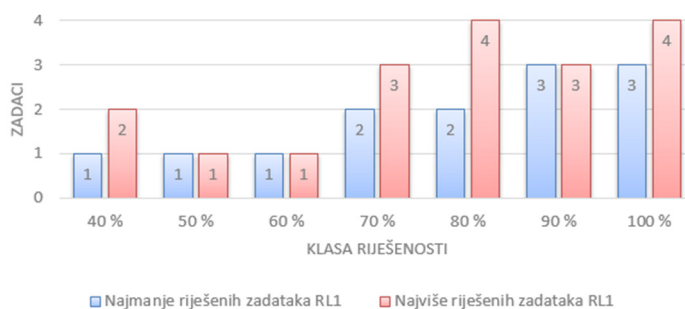
Slika 2 Podjela učenika prema uspjehu u rješavanju radnih listića

Na temelju podjele učenika u tri skupine s obzirom na ostvareni uspjeh u rješavanju radnih listića, odnosno klase riješenosti, analiziran je uspjeh učenika u rješavanju zadataka iz radnog listića 1 (prilog 1), a potom i zadataka iz radnog listića 2 (prilog 4). Nakon provjere uspjeha učenika u rješavanju radnih listića, učnički odgovori su kodirani. Kodirana je riješenost zadataka na način da je svakom točnom odgovoru pridodan kod 1, a svakom netočnom odgovoru kod 0. Svaki odgovor je potom dodatno kodiran prema kriterijima točnosti, razini razumijevanja te problema i miskonceptija u odgovorima učenika navedenim u tablici 1 prema Radanović i sur. (2010) u svrhu interpretacije učničkih odgovora u kontekstu biološkog konceptualnog razumijevanja.

Tablica 1 Skale za kodiranje točnosti odgovora, razine razumijevanja te problema i miskonceptija u odgovorima učenika

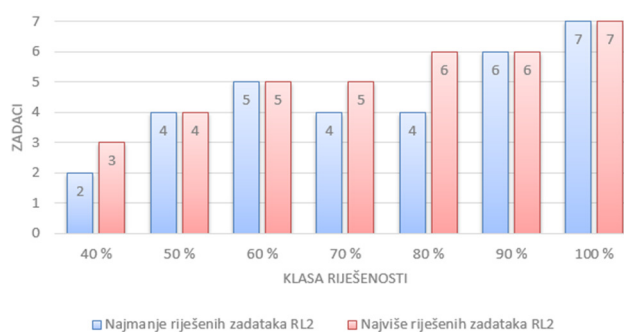
RIJEŠENOST ZADATKA	MA	TOČNOST	T	RAZINA RAZUMIJEVANJA	RR	Problemi i miskonceptije	PIM
Točno	1	Potpuno traženi odgovor	6	Konceptualno razumijevanje	6	Moguća miskonceptija	3
Netočno	0	Djelomično točno ili nedostaje objašnjenje	5	Djelomično konceptualno razumijevanje	5	Problem pri učenju ili poučavanju	2
		Krivo ili nespretno napisano, ali točno razmišljanje	4	primjena	4	Problem zbog memoriranja	1
		Reproduktivno, djelomično točno	3	Prepoznavanje	3	Točno ili djelomično točno razmišljanje	0
		Točno ispravljeno u netočno	2	Reprodukcija	2	Nema odgovora	9
		Prenesen dio pitanja	1	Konceptualno nerazumijevanje	1		
		netočno	0	Besmišleno	0		
		Nema odgovora	9				

Na temelju podjele učenika u tri skupine s obzirom na ostvareni uspjeh u rješavanju radnih listića analiziran je uspjeh učenika u rješavanju radnog listića 1: *Zvijezda vodilja* (prilog 1). Na temelju analize utvrđeno je kako slabije uspješni učenici od 40% do 60% riješenosti rješavaju u prosjeku 1 do 2 zadatka, a uspješni i izrazito uspješni učenici od 70% do 100% riješenosti rješavaju od 2 zadatka do svih 4 zadataka (slika 3).



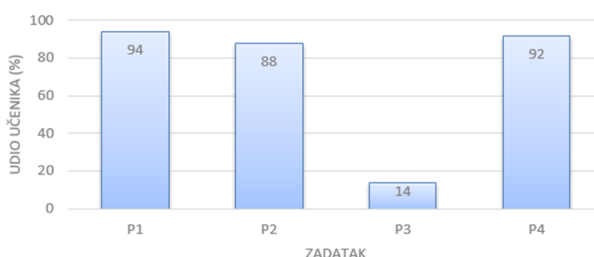
Slika 3 Uspjeh učenika u rješavanju radnog listića 1: *Zvijezda vodilja*

Na temelju podjele učenika u tri skupine s obzirom na ostvareni uspjeh u rješavanju radnih listića analiziran je i uspjeh učenika u rješavanju radnog listića 2: *Sve ovisi o sjaju jedne zvijezde* (prilog 6). Na temelju analize utvrđeno je kako slabije uspješni učenici od 40% do 60% riješenosti rješavaju u prosjeku 2 zadatka do 5 zadataka, od ukupnih 7 zadataka. Uspješni učenici od 70% do 80% riješenosti rješavaju od 4 zadatka do 6 zadataka. Najuspješniji učenici od 90% do 100% riješenosti rješavaju svih 7 zadataka iz radnog listića (slika 4).



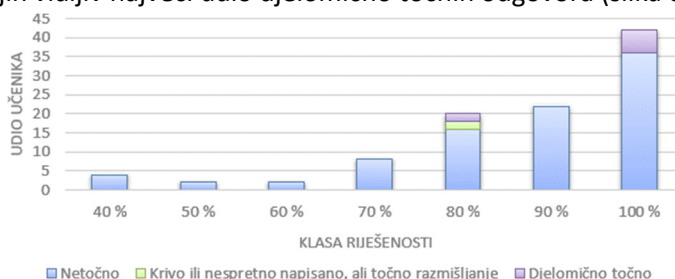
Slika 4 Uspjeh učenika u rješavanju radnog listića 2: Sve ovisi o sjaju jedne zvijezde

Iz radnog listića 1 (prilog 1) i radnog listića 2 (prilog 6) izdvojeni su zadaci koji ispituju koncept *Prijenos energije*, a koji su dodatno analizirani kako bi se utvrdile moguće miskoncepcije učenika unutar navedenog koncepta. Na temelju analize riješenosti radnog listića 1 (prilog 1), vidljivo je kako je zadatak P3: „*Pretpostavite zašto je broj potrošača u hranidbenom lancu ograničen.*“ riješio najmanji udio učenika (slika 5).



Slika 5 Riješenost zadataka radnog listića 1 prema udjelu učenika

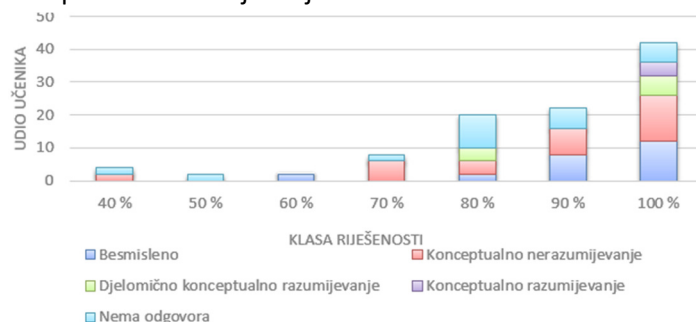
Dodatnom analizom zadatka P3: „*Pretpostavite zašto je broj potrošača u hranidbenom lancu ograničen.*“ utvrđeno je da slabije uspješni učenici od 40% do 60% riješenosti netočno rješavaju zadatak. Kod uspješnih učenika od 70% do 80% riješenosti vidljivi su djelomično točni odgovori ili nespretno napisani odgovori iz kojih je moguće zaključiti kako učenik razumije koncept, ali ima poteškoća u izražavanju i obrazlaganju svojih odgovora. Međutim, kod uspješnih učenika vidljiv je ipak značajan udio netočnih odgovora. Čak i najuspješniji učenici od 90% do 100% riješenosti daju netočne odgovore, ali je kod njih vidljiv najveći udio djelomično točnih odgovora (slika 6).



Slika 6 Točnost riješenosti zadatka P3 iz radnog listića 1 učenika podijeljenih prema klasama riješenosti

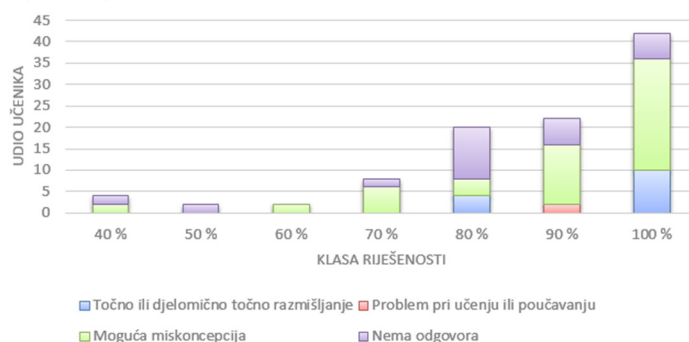
Prema kriteriju razine razumijevanja zadatka P3: „*Pretpostavite zašto je broj potrošača u hranidbenom lancu ograničen.*“, konceptualno nerazumijevanje je utvrđeno kako kod slabije uspješnih učenika, tako i kod onih najuspješnijih učenika. Problem tijekom analize razine razumijevanja zadatka P3 predstavljao je velik broj učenika svih klasa riješenosti koji su pitanje ostavili bez odgovora pa nije bilo moguće zaključiti radi li se o konceptualnom nerazumijevanju ili je nešto drugo razlog nerješavanja zadatka. Djelomično konceptualno razumijevanje utvrđeno je samo kod uspješnih učenika od 70% do

80% riješenosti i izrazito uspješnih učenika od 90% do 100% riješenosti (slika 7). Mali udio najuspješnijih učenika pokazao je konceptualno razumijevanje zadatka P3.



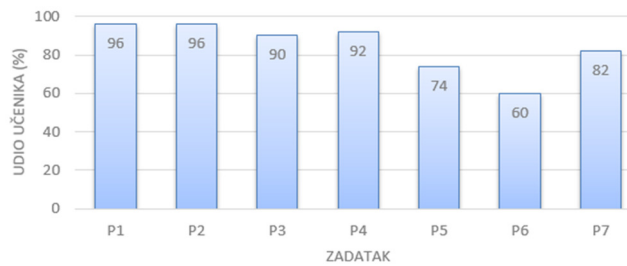
Slika 7 Razina razumijevanja zadatka P3 iz radnog listića 1 kod učenika podijeljenih prema klasama riješenosti

Nakon uočenih udjela netočnih odgovora i konceptualnog nerazumijevanja kod učenika, provedena je analiza zadatka P3: „*Pretpostavite zašto je broj potrošača u hranidbenom lancu ograničen.*“ prema kriteriju problema i miskonceptija u odgovorima učenika. Česti odgovori učenika u zadatku P3 bili su: „*Jer nema većeg predatora od jastreba*“ ili „*Zato što potrošači višeg stupnja nemaju predatora*“ što je ukazalo na moguće miskonceptije. I u ovom slučaju, problem tijekom analize predstavljali su učenici koji nisu riješili zadatak P3 pa nije bilo moguće utvrditi moguće miskonceptije. Međutim, prema kriteriju problema i miskonceptija utvrđeno je kako učenici ne razumiju koncept prijenosa energije kroz hranidbene lance (slika 8).



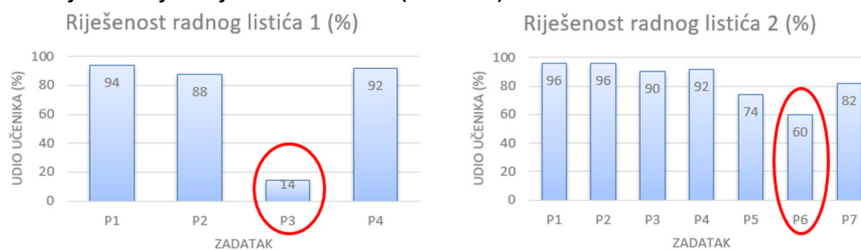
Slika 8 Problemi i moguće miskonceptije u odgovorima učenika podijeljenih prema klasama riješenosti u zadatku P3 iz radnog listića 1

Zadacima radnog listića 2 (prilog 6) cilj je bio provjeriti usvojenost koncepta *Prijenos energije* nakon provedene igre. Na temelju riješenosti radnog listića 2: Sve ovisi o sjaju jedne zvijezde (prilog 6) uočeno je kako su učenici svih klasa riješenosti uglavnom uspješno riješili sve zadatke, osim onog koji provjerava isto što i zadatak P3 iz radnog listića 1 (prilog 1), usvojenost koncepta *Prijenos energije*. 96 % učenika uspješno uočava analogiju Jenga-tornja i hranidbenog lanca te povezuju određene Jenga-blokove s odgovarajućim organizmima, odnosno članovima hranidbenog lanca. Također, mogu na temelju igre zaključiti preko kojih organizama u hranidbeni lanac ulazi Sunčeva energija i u koji oblik energije se pretvara te 92 % učenika uspješno opisuje za što je energija potrebna organizmima. 90 % učenika na temelju postavljenih Jenga-blokova prepoznaju blokove koji su temelj tornja, ali ujedno i temelj hranidbenog lanca te objašnjavaju zašto je to tako. 82 % učenika uočilo je kako izvlačenje pojedinih Jenga-blokova iz tornja Jenga-blokova narušava njegovu stabilnost (slika 9). Zadaci P5: „*Koji Jenga-blokovi imaju najviše, a koji najmanje energije na raspolaganju? Objasni svoj odgovor.*“ i P6: „*Zašto svaki toranj od Jenga-blokova ima ograničen broj pojedinih Jenga-blokova?*“ provjeravaju usvojenost koncepta *Prijenos energije* te su upravo oni riješeni s najmanjim udjelom točnih odgovora.



Slika 9 Riješenost zadataka radnog listića 2 prema udjelu učenika

Ako se uspoređi riješenost radnog listića 1 (prilog 1) i radnog listića 2 (prilog 6), može se uočiti kako zadatak P3: „Pretpostavite zašto je broj potrošača u hranidbenom lancu ograničen.“ iz radnog listića 1 (prilog 1) provjerava isto što i zadatak P6: „Zašto svaki toranj od Jenga-blokova ima ograničen broj pojedinih Jenga-blokova?“ iz radnog listića 2 (prilog 6) koji su učenici rješavali nakon provedene igre te da je oba zadatka riješio najmanji udio učenika (slika 10).



Slika 10 Usporedba riješenosti zadataka radnog listića 1 i radnog listića 2; crveni ovali ukazuju na usporedbu istih pitanja, P3 u RL1, a P6 u RL2 te naglašavaju da je tu vidljiv najmanji udio točnih odgovora i prije i poslije igre

ZAKLJUČAK I METODIČKI ZNAČAJ

Većina učenika je analogiju i povezivanje Jenga-tornja s hranidbenim lancima prihvatila pozitivno te su uspješno povezali pojedine Jenga-blokove s članovima hranidbenih lanaca i njihovim ulogama. Uočeno je učinkovitije usvajanje nastavnih sadržaja učenjem kroz igru, kao i veća aktivnost u sudjelovanju u nastavnom procesu svih učenika. Čak su i slabije uspješni učenici, koji su manje motivirani za nastavu biologije, bili aktivni tijekom cijelog nastavnog sata u kojem se provodila igra. Većina je učenika uspješno ostvarila propisane ishode, ali su uočene poteškoće u razumijevanju koncepta *Prijenos energije kroz hranidbene lance*. Najvjerojatniji uzrok nerazumijevanja navedenog koncepta je činjenica da učenici nisu navikli na takav način rada, gdje su oni ti koji moraju doći do novih informacija i zaključaka na temelju rezultata provedene igre, već naprotiv očekuju da im se „serviraju“ gotovi podaci koje bi oni trebali naučiti.

Učenje kroz igru tehnika je aktivnog učenja koja bi se trebala što češće primjenjivati u nastavi jer uključuje svakog učenika u nastavni proces. Igra se treba dobro osmisliti kako ne bi nastao nered u razredu i kako bi učenici u svakom trenutku znali što im je činiti. Učenici učenjem kroz igru više su motivirani za izvođenje raznih zadataka, koje treba prilagoditi na način da ispituju razumijevanje i rješavanje problema. Nakon svake igre neophodno je da učitelji povedu raspravu u razredu kako bi vidjeli jesu li učenici usvojili sve odgojno – obrazovne ishode koji su se željeli provjeriti određenom igrom. Učitelji potom prema učincima učenja mogu usmjeriti buduće poučavanje.

Na temelju analize učeničkih odgovora kroz dva radna listića koja su pratila izvedbu igre uočena je nedovoljna razvijenost kompetencije kritičkog promišljanja te se u budućnosti treba raditi na razvijanju navedene kompetencije. Kako bi učenici temeljitije razumjeli biološke pojave i procese treba im, kad god je to moguće, osigurati samostalno izvođenje praktičnog rada, istraživanja ili neki drugi oblik

simulacije za što treba pripremiti odgovarajuće i detaljne upute kako bi se učenicima osiguralo učenje otkrivanjem. Provođenje igre kroz dva školska sata kako bi se po završetku provedene igre omogućila dublja rasprava temeljena na analizi učeničkih odgovora na pitanja je svakako jedan od načina poboljšanja ove tehnike aktivnog učenja. Drugi način poboljšanja provedene igre je njena nadogradnja za bolje razumijevanje koncepta *Prijenos energije kroz hranidbene lance*.

ZAHVALA

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom (IP-CORONA-2020-12-3798).

LITERATURA

- Begić, V., Bastić, M., Radanović, I. 2016. Utjecaj biološkog znanja učenika na rješavanje zadataka viših kognitivnih razina. *Educ. biol.*, 2: 13-42.
- Begić, V., Garašić, D., Karakaš, D., Korać, P., Lukša, Ž., Meštrović, O., Pongrac Štimac, Z., Radanović, I., Remenar, S., Sirovina, D. 2019. *Metodički priručnik predmeta Biologija za 7. razred osnovne škole*. Ministarstvo znanosti i obrazovanja, Zagreb. Dostupno na: <https://skolazazivot.hr/obrazovni-sadrzaji/metodicki-prirucnici/metodicki-prirucnici-za-osnovnu-skolu/>, preuzeto 3. 12. 2022.
- Begić, V., Bastić, M., Madaj Prpić, J., Bakarić, A. (2020.) *Biologija 8: udžbenik iz biologije za osmi razred osnovne škole*. 1. izdanje. Zagreb: Alfa
- Garašić, D., Radanović, I., Lukša, Ž. 2013. Usvojenost makrokoncepta biologije tijekom učenja u osnovnoj školi i gimnaziji. *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu*. Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske, Zagreb.
- Gardner, R. D. (2016). Teaching biology with extended analogies. *The American Biology Teacher*, 78(6), 512-514.
- Modell H. I. (1996). Preparing students to participate in an active learning environment. *Advance in Physiology Education*, 270, 69–77.
- MZO (2019). *Kurikulum za nastavni predmet Biologija za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj*. Zagreb: Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske
- Radanović, I., Čurković, N., Bastić, M., Leniček, S., Furlan, Z., Španović, P., Valjak, M. 2010. Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Biologija, NCVVO, Zagreb. Preuzeto 3. 12. 2022. <http://dokumenti.ncvvo.hr/OS/Analiza/bio.pdf>.
- Rajić, V., Petrović-Sočo, B. (2015). Dječji doživljaj igre u predškolskoj i ranoj školskoj dobi. *Školski vjesnik*, 64 (4), 603-620- Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/153131> 3. 12. 2022.
- Siuda, J. (2000). The Power of Analogy in Teaching Biology Conference: 44th Annual Meeting of The Association of College and University Biology Educators Biology in Context: Real Life ScienceAt: Indiana State University, Terre Haute, Indiana, USA. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/278037338_The_Power_of_Analogy_in_Teaching_Biology, preuzeto 3. 12. 2020.
- Smith, L. L., Molsenbocker, C. E. (2005). Impact of hands-on science through school gardening in Louisiana public elementary schools. *HortTechnology*, 15(3).
- Zidar, L., Begić, V., Bastić, M., Radanović, I. (2018). Razumijevanje koncepta ravnoteže i međuovisnosti kod učenika u dobi od 13 godina. *Educatio biologiae*, (4.), 35-51. <https://doi.org/10.32633/eb.4.3>

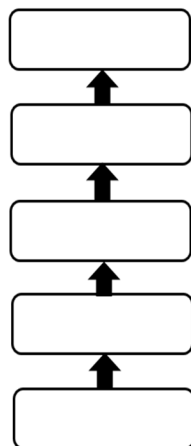
PRILOZI

Prilog 1 Radni listić 1

ZVIJEZDA VODILJA

ZADATAK: Prikažite hranidbeni lanac na način da organizme upišete u odgovarajuća polja. Odgovorite na pitanja.

ORGANIZMI: Učitelj/učiteljica navodi organizme za prikazivanje hranidbenog lanca ovisno o ekosustavu koji je dodijelio/la određenoj grupi učenika.



Pitanja

Koliko razina potrošača ima prikazani hranidbeni lanac? _____

Pretpostavite zašto je broj potrošača u hranidbenom lancu ograničen. Pretpostavku ćete provjeriti na kraju igre.

Koji organizmi su proizvođači, a koji potrošači u prikazanom hranidbenom lancu?

Prilog 2 Primjer kartica sa zadacima

Bukva i hrast masovno se koriste za izradu namještaja. Pretpostavi kako bi krčenje većeg broja stabala bukve i/ili hrasta utjecalo na brojnost njihove populacije. Objasni svoju pretpostavku.	Ženke jastreba polažu jaja u gnijezdima koje grade na visokom drveću. Prekomjernim krčenjem šuma smanjuje se broj drveća. Pretpostavi kako bi na populaciju jastreba moglo utjecati daljnje prekomjerno krčenje šuma. Objasni svoju pretpostavku.
Populacija vjeverica zarazila se virusom od koje je obolio veliki broj jedinki. Pretpostavi kako bi daljnji razvoj bolesti mogao utjecati na brojnost populacije jastreba. Objasni svoju pretpostavku.	Kako bi obranili domaće kokoši od naleta jastrebova ljudi postavljaju različite zamke i mreže, u koje se jastreb zapetlja. Pretpostavi kako to može utjecati na populaciju jastrebova. Objasni svoju pretpostavku.
Gujavice se često koriste kao mamac u ribolovu. Pretpostavi kako ribolovci utječu na brojnost populacije slavuja. Objasni svoju pretpostavku.	Ljudi za izradu raznih modnih dodataka i obuće koriste zmijisku kožu. Pretpostavi kako bi takav način uporabe zmijiske kože mogao utjecati na brojnost populacije jastreba. Objasni svoju pretpostavku.

Prilog 3 Podloga za igru

ZVJEZDICA ZA ZVJEZDICOM

Jenga blokove razvrstajte prema vrstama živih bića koji su na njima prikazani. Složite toranj od jenga blokova na način postavite živa bića u razine kao u uvodnom dijelu: „Zvijezda vodiča“.

KORISTI MODEL

U grupi se izmjenjujte u izvlačenju kartica i čitanju događaja s kartica. Pretpostavite što će se dogoditi određenim razinama tornja vašim potezima. Za svako smanjenje brojnosti određene populacije uklonite odgovarajući blok, a za svaki porast brojnosti određene populacije dodajte odgovarajući blok. Slijedite korake sve dok se toranj ne uruši.

NEISKORIŠTENE KARTICE



Nakon svake izvučene kartice sa zadatkom oblikujte pretpostavku na kartici pretpostavke. Pretpostavite što će se dogoditi s brojnosti pojedinih populacija, a na poledini kartice napisat ćete objašnjenje pretpostavke

ISKORIŠTENE KARTICE

Pretpostavka:

Ako _____,

tada _____.

Prilog 4 Radni listić 2

SVE OVISI O SJAJU JEDNE ZVIJEZDE

Na temelju provedene igre riješite zadatak.

Što predstavlja pojedini jenga blok, a što toranj od jenga blokova?

Preko kojeg jenga bloka ulazi energija Sunca u toranj jenga blokova i u koji oblik energije se pretvara?

Koji jenga blokovi čine temelj tornja od jenga blokova? Objasni svoj odgovor.

Zašto je jenga blokovima potrebna energija?

Koji jenga blokovi imaju najviše, a koji najmanje energije na raspolaganju? Objasni svoj odgovor.

Zašto svaki toranj od jenga blokova ima ograničen broj pojedinih jenga blokova?

Kako je izvlačenje pojedinih jenga blokova utjecalo na stabilnost složenog tornja?

Na temelju riješenih zadataka izvedite konačni zaključak igre, koji će obuhvatiti sva znanja stečena sudjelovanjem u igri *Zvijezdica za zvjezdicom*.

ZAKLJUČAK:



Learning about the energy effects of nutrition of living beings through game

Mihaela Štargl¹, Marina Švelec²

¹ Primary School „Veliko Trojstvo“, Veliko Trojstvo, Croatia

mihaela.stargl@skole.hr

² Primary School “Ivana Kukuljevića Sakcinskog“, Ivanec, Croatia

marina.svelec@skole.hr

ABSTRACT

Learning through carefully designed game is a technique that can encourage active learning based on critical thinking with the participation of students. Well-designed game is more effective for adoption of teaching content because it arouses interest in students. Students generally independently form examples of food chains, but there can be difficulties in understanding energy transfer through food chain. The game "Star after star" was developed as part of the project (IP-CORONA-2020-12-3798) financed by the Croatian Science Foundation and was conducted with 50 8th graders. The aim of the game is ensuring that students understand nutritional relationships and their connection with energy transfer through food chain. By discussing with students based on their answers on worksheets, designed for the purpose of evaluation for learning, it was found that they mostly successfully achieved educational outcomes that test the understanding of nutritional relationships and energy effects of nutrition. Based on the completeness of the worksheets, it was found that the concepts of Interdependence of living beings, Maintaining natural balance and Energy conversion at the ecosystem level were successfully adopted. There were minor difficulties in understanding the concept of Energy transfer through food chain. After analysis of student responses, it is assumed that a deeper discussion based on the analysis of student responses at the end of the game would contribute to better success.

Keywords: *learning through game; food chain; energy; achieving educational outcomes*