

KONCEPTUALNI PRISTUP POUČAVANJU UZ DEFINIRANJE MAKROKONCEPTNOG OKVIRA ZA BIOLOGIJU

Dr. sc. Žaklin Lukša,

Gimnazija, Čakovec

Izv. prof. dr. sc. Ines Radanović,

Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Dr. sc. Diana Garašić,

Agencija za odgoj i obrazovanje

Sažetak: U poučavanju biologije sve je veći naglasak na konceptualno razumijevanje pa je aktualna tema u istraživanju nastave biologije definiranje makrokonceptnog okvira koji bi tome trebao pridonijeti. Rad prikazuje postojeće prijedloge makrokonceptnih okvira različitih autora i predstavlja vlastiti prijedlog. U sklopu projekta MZOŠ-a *Kompetencije učenika u nastavi prirode i biologije* predložen je okvir od šest makrokonceptata (ustrojstvo živih bića, energija, ravnoteža, raznolikost, međuovisnost i razmnožavanje) koji su osnova za razumijevanje biologije, a prisutni su u postojećim nastavnim programima. Kako bi se utvrdila zastupljenost makrokonceptata i konceptata unutar pitanja po razredima te između razreda, dvadeset nastavnika osnovnih škola i gimnazija uključeno je u sastavljanje pitanja prema predloženom makrokonceptnom okviru. Analizom je utvrđena neravnomjerna zastupljenost pitanja povezanih s pojedinim makrokonceptima i konceptima po razredima i između njih. Pretpostavka je da nastavnici učenicima postavljaju pitanja za nastavne sadržaje kojima poklanjaju veću pažnju i koje smatraju važnim u poučavanju, rezultati ukazuju na nejednaku i često nedovoljnu zastupljenost određenih makrokonceptata u pojedinim razredima, vjerojatno i stoga što ih nastavnici ne prepoznaju u sadržajnoj usmjerenosti nastavnog programa. Definirani okvir pokazao se svrhovit za poučavanje biologije, a ostavlja mogućnost za prilagodbu te bi trebao poslužiti za izradu suvremenog nastavnog kurikula biologije čija orijentacija ne bi bili sadržaji, već konceptualni pristup poučavanju.

Ključne riječi: biologija, koncepti, konceptualni pristup poučavanju, makrokonceptni okvir

UVOD

U hrvatskom školskom sustavu programska koncepcija nastave prirode i biologije u mnogim aspektima ne prati razvoj matične biološke znanosti kao ni novih metodičkih spoznaja. Nastavni programi prema kojima se danas radi u školama nisu mijenjani od 1996. godine i sadržajno su usmjereni. Usporedbom nastavnih programa prirode i biologije iz prijašnjeg razdoblja (Leko i Nola, 1960; Leko i Nola, 1964; Zavod za školstvo Ministarstva kulture i prosvjete

Republike Hrvatske, 1993) vidljivo je da nije došlo do stvarne promjene ni uvođenjem HNOS-a (MZOS, 2006). Istodobno, reflektirajući pokušaj praćenja promjena u biologiji kao znanosti, u udžbenicima i kod nas i u svijetu, raste količina novih činjenica koje učenici moraju usvojiti (Michael i sur., 2009; Wood, 2009; Dikmenli, 2010). Stoga se kao jedna od aktualnih tema u istraživanju nastave biologije navodi definiranje makrokonceptnog okiva biologije i konceptualni pristup u definiranju kurikula (Wood, 2009; AAAS, 2010; Woodin i sur., 2010).

Izraz koncept (lat. *conceptus*, eng. *concept*) može označivati pojam, zamisao, mišljenje, začecje, ideju ili prvobitnu predodžbu o kakvom djelovanju. U filozofiji označuje apstraktnu univerzalnu spoznaju dok je koncepcija (lat. *conceptio*, eng. *conceptions*) način razmatranja nekih pojava, prvotna predodžba (Hrvatski jezični portal, 2010). Koncept možemo definirati i kao ideju ili uopćenu predodžbu koju smo sami konstruirali na temelju iskustva ili informacija, a koja sažima zajedničke značajke pojedinačnih pojava ili entiteta. Kod upoznavanja svijeta oko sebe i učenja o njemu, u mozgu se stvaraju mentalne slike ili predodžbe materijalne stvarnosti (Vizek-Vidović i sur., 2003). I dijete uči tako da ispituje novi predmet uspoređujući ga s već stvorenim predodžbama ili mentalnim konstrukcijama koje ima na osnovi iskustava. Već je Piaget u svojim radovima (Osborne i sur., 1983) isticao da se kod djece svako poučavanje mora temeljiti na već usvojenom znanju jer i mala djeca imaju svoju sliku svijeta, svoja iskustva i predkoncepcije koje su stekli u dotadašnjem životu i koje im omogućuju razumijevanje svijeta. Začetnikom modernog konstruktivizma smatra se Piaget jer se konstruktivizam temelji na njegovu pristupu kognitivnom razvoju pri čemu su glavni mehanizmi izgradnje koncepata akomodacija i asimilacija (Osborne i sur., 1983), a za postizanje uravnoteženosti misaonih struktura ekvilibracija. Ekvilibracija je za Piageta glavni motivacijski pojam koji daje snagu intelektualnom razvoju pojedinca (Bugge, 2002; Vizek-Vidović i sur., 2003). Sve što se uklapa u postojeći mentalni obrazac, nadopunjuje ga i produbljuje. Međutim, iskustva koje se ne uklapaju u postojeći odraz svijeta zahtijevaju stvaranje novih mentalnih konstrukcija. Mozak teži pronalaženju smisla i značenja svakog novog iskustva. Kada se uspostavi značenje koje odgovara konstrukturu na razini uopćavanja i apstrakcije, nastaje koncept. Sama konstrukcija koncepta način je pohranjivanja informacija u pamćenje jer na osnovi pojedinačnih primjera uočavamo zajedničke karakteristike ili obrazac i tako ga pamtimo (Vizek-Vidović i sur., 2003). Pamćenje organizirano na taj način efikasnije je i trajnije od gomilanja nepovezanih pojedinačnih informacija (Wood, 2009) pa je stoga danas nužno razvijati konceptualno razumijevanje (Wood, 2009; Krsnik, 2008; Klymkowsky i sur., 2003). Važno je istaknuti da svaki pojedinac pronalazi svoje putove konstrukcije koncepta jer se oni temelje na iskustvima pojedinca i nisu samo kognitivni, već na njih utječu i emocionalni i socijalni čimbenici te

individualne razlike (tip inteligencije, tip osobnosti, tip percepcije, način učenja, iskustvo i sl.). Ta razlika u stvaranju koncepta može nas zbuniti jer, iako je za sve sudionike u procesu poučavanja cilj usvojiti isto znanje, putovi dolaska do toga cilja mogu se razlikovati.

U literaturi se definicije koncepata razlikuju. Tako Glynn i Duit (1995) definiraju koncept kod učenika kao mentalni model objekta ili događaj koji predstavlja učenikov prikaz i koji se sastoji od njegova doživljaja svijeta oko sebe, ali može nastati i pod utjecajem subjekata kao što su nastavnici ili udžbenici. Osim izraza koncept, u literaturi se pojavljuje i termin temeljne ideje koje su definirali Duschl i suradnici (2007) kao ideje koje su dobro testirane, ozakonjene i imaju središnje mjesto u znanstvenom području u kojem se koriste. U sebi integriraju mnogo različitih nižih razina koncepata i imaju iznimno širok djelokrug. Michael i suradnici (2009) temeljne ideje zamjenjuje pojmom osnovni principi koje bi trebalo definirati za pojedine nastavne programe jer bi ih svaki učenik trebao dugoročno usvojiti. Oni bi trebali biti polazište za razvoj instrumenta u svrhu vrednovanja usvojenosti koncepata. Pri tome se ističe kako popis osnovnih principa nije jedino što učenici moraju znati niti je to program po kojem bi se kompletna nastava trebala odvijati, ali bi takav okvir mogao pridonijeti boljem razumijevanju osnovnih principa koji su obuhvaćeni nastavnim programom (Michael i sur., 2009). Konceptni okvir treba pružiti temelje za razumijevanje znanstvene discipline koji se zatim sadržajno trebaju prilagoditi mogućnostima, potrebama i interesima učenika pojedine razvojne dobi.

U nastavku rada izraz koncept označivat će ideju, uopćenu predodžbu ili mentalni model koji nastaje na temelju iskustva pojedinaca, a koja sažima zajedničke značajke pojedinačnih pojava, procesa ili entiteta. Pri tome će se razlikovati više razina koncepata pa će se tako za temeljne koncepte u području biologije koristiti izraz makrokoncepti, a njih je uvijek unutar svakoga područja moguće raščlaniti na niže razine koncepata. U kontekstu izgrađenog koncepta kod neke osobe koristimo se izrazom koncepcija, a govoreći o razinama diferencijacije znanstvene spoznaje izrazom koncept.

Pregled dosadašnjih istraživanja

U posljednjih dvadesetak godina na svim razinama i u svim disciplinama obrazovanja vidljiv je pomak u ciljevima nastave od jednostavnoga usvajanja znanja o znanstvenim činjenicama (deklarativno znanje) do dubljeg učenikog razumijevanje glavnih koncepata unutar pojedine znanstvene discipline (Momsen i sur., 2010; Wood, 2009; Tanner i Allen, 2005; Smith i Tanner, 2010; AAAS, 2010; NCES, 2004; NRS, 2000). Naglasak na konceptualnom razumijevanju proizlazi iz činjenice da je nemoguće usvojiti sve veći opseg znanja u pojedinom području. Te činjenice sigurno imaju utjecaj na reforme školstva u različitim zemljama, no prijelaz na

nastavu orijentiranu na dublje konceptualno razumijevanje često zvuči jednostavno dok je u stvarnosti to izazov i u teoriji i u praksi (Tanner i Allen, 2005). U komparativnoj analizi obrazovnih postignuća provedenoj u SAD-u rezultati su pokazali da većina učenika ne postiže razinu konceptualnoga razumijevanja, već ostaje samo na činjeničnom znanju (Gardner, 1991) što znači da je razumijevanje osnovnih koncepata i mogućnost njihova povezivanja te primjene vrlo mala (NCES, 2004).

U pokušajima inventarizacije i istraživanja koncepata u biologiji najdalje su otišli Klymkowsky i suradnici sa Sveučilišta Colorado koji smatraju da je prvo nužno dobro raspraviti i definirati okvir osnovnih bioloških koncepata (*BioConcept List – BCL*), a tek na temelju njega izraditi instrumenat za ispitivanje konceptualnoga razumijevanja (*Biology Concept Inventory – BCI*).

Tablica 1. Primjer 24 koncepta u BCI (Klymkowsky, 2005)

1. znanost i znanstvene metode (hipoteze, metode...)
2. razumijevanje eksperimenata (varijable, kontrola)
3. podrijetlo, predak i odnosi (podrijetlo života, srodnost organizama, kriteriji klasifikacije)
4. bioenergetika (energija, pretvorbe, termodinamika, pohrana energije, metabolički procesi)
5. osnove evolucije (pokretači evolucije, dokazi evolucije, prirodna selekcija, odnosi organizama)
6. voda i membrane (građa, svojstva, procesi, osmoza...)
7. polipeptidi
8. proteinska aktivnost
9. sinteza proteina
10. nukleinske kiseline i geni
11. RNA (građa i funkcija molekula, specifičnosti)
12. stanična osnove (građa, funkcija organela, osnovni procesi)
13. stanične diobe, diferencijacije i smrti (mitoza, mejoza, spolne stanice, matične stanice, diferencijacija stanica)
14. životni ciklus stanice (vrste stanica, izmjena generacija)
15. osnove za gensku regulaciju (ekspresija gena, regulacija)
16. aleli, mutacije i fenotip (dominantno, recesivno, genotip, genski lokusi)
17. razvoj organizama (ekspresija gena, diferencijacija, specijacija, totipotentnost), tkiva i organi (vrste tkiva i organa, međusobna povezanost)
18. fiziologija (homeostaza)
19. kardiovaskularni i dišni sustav (krv, izmjena plinova)
20. probavni sustav
21. endokrini sustav
22. osnove ekologije (ekosustav i sve promjene u njemu)
23. ciklus ugljika (kruženje tvari)
24. simbiozanti i patogeni (interakcije među organizmima, održavanje zdravlja i bolesti)

Skupina znanstvenika u sklopu nacionalnoga projekta *Quality in Undergraduate Education* (QUE) razvila je BCI temeljen na sedam osnovnih koncepata biologije (tablica 2.) (Baumstark i sur., 2002).

Tablica 2. Sedam osnovnih koncepata (Baumstark i sur., 2002)

1. evolucija i raznolikosti
2. reprodukcija i nasljeđe
3. molekularni procesi
4. struktura i funkcija stanice
5. oblik i funkcija organizma
6. odnos organizama i okoliša
7. diferencijacija i razvoj

Khodor i suradnici (2004) razvili su okvir *Biology Concept Framework* ili BCF) koji sadrži osamnaest makrokoncepata (tablica 3.). On se temelji na hijerarhijskoj organizaciji i najvažnije koncepte povezuje međusobno. Najviši nivo koncepata u hijerarhiji Khodora i suradnika (2004) odgovara konceptima koje bi obvezno trebalo razumjeti i trajno zadržati. S njima bi trebala biti upoznata svaka obrazovana osoba kako bi se ta znanja mogla koristiti u svakodnevnom životu i kod donošenja različitih javnih ili osobnih odluka (Bruner, 1960 prema Khodor i sur., 2004).

Tablica 3. Prikaz osamnaest koncepata BCF-a (Khodor i sur., 2004)

1. Biologija je znanost koja se temelji na promatranju i eksperimentalnom pristupu.
2. Na molekularnoj razini biologija se temelji na trodimenzionalnoj strukturi i interakcijama molekula.
3. Stanica je osnovna jedinica života.
4. Sve stanice imaju niz zajedničkih procesa/mehanizama.
5. Stanice međusobno komuniciraju.
6. Svaka stanica nastaje iz već postojeće stanice.
7. DNA je nasljedni materijal stanice.
8. Geni su funkcionalne jedinice nasljeđa.
9. Struktura DNA određuje mehanizme stvaranja nukleinskih kiselina i proteina.
10. Spolno razmnožavanje važan je uzrok raznolikosti organizama.
11. Životni procesi rezultat su reguliranih kemijskih reakcija.
12. Proteini određuju različite funkcije u stanicama.
13. Tehnologija rekombinantne DNA omogućuje manipulacije s genetičkim materijalom.
14. Izražajnost gena je regulirana.
15. Kompletna biomasa koja sadrži ugljik nastala je iz CO ₂ .
16. Populacije organizama razvijaju se zbog raznolikosti i prirodne selekcije.
17. Organizmi i okoliš utječu jedni na druge.
18. U višestaničnim organizmima različite stanice udružuju se i tvore tkiva, a tkiva organe.

Okvir od osam temeljnih ideja (tablica 4.) definiranih na skupu *Conceptual Assessment in the Biological Sciences* u Koloradu (Michael, 2007) naknadno je revidiran na pet temeljnih ideja: evolucija, homeostaza (u organizmu, stanici, populaciji ili ekosustavu), pretvorba tvari i energije (na svim razinama organizacije iz stanice do ekosustava), protok informacija (na svim razinama organizacije) i ekosustavi (Michael, 2010).

Tablica 4. Osam temeljnih ideja sa skupa u Koloradu (Michael, 2007)

1. Živi organizmi funkcioniraju kao uzročni-posljedični mehanizmi za čije je razumijevanje nužno poznavanje zakona fizike i kemije.
2. Stanica je osnovna jedinica života.
3. Život zahtijeva protok informacija unutar i između stanica te između okoliša i organizma.
4. Živi organizmi trebaju dobiti tvari i energiju iz vanjskoga svijeta. Ove tvari i energija moraju se transformirati i prenositi na različite načine za izgradnju i funkciju organizma.
5. Homeostaza je održavanje unutarnjega okruženja u više ili manje stalnim uvjetima potrebnim za održavanje života.
6. Razumijevanje ponašanja organizama zahtijeva razumijevanje odnosa između strukture i funkcije (na svakoj razini organizacije živoga svijeta).
7. Evolucija nudi znanstveno objašnjenje za povijest života na Zemlji i mehanizme koji uzrokuju promjene u živome svijetu.
8. Sve živo nalazi se u ekosustavima koji obuhvaćaju fizikalno-kemijski i biološki svijet.

Michael (2010) navodi kako svaki od tih makrokonceptata u sebi sadrži niže razine konceptata koje učenici trebaju razumjeti kako bi razumjeli makrokoncept. Tako on predlaže razradu makrokoncepta homeostaze na četiri niže razine: unutarnja okolina, protok informacija, negativna povratna sprega i energetske transformacije. Daljnjom razradom te koncepte možemo definirati na još nižoj razini. Američka udruga za naprednu znanost (AAAS, 2010; Woodin i sur., 2010) predložila je svoju viziju u izvješću 2010. prema kojoj prirodoslovna i znanstvena pismenost biologije obuhvaća razumijevanje četiriju osnovnih velikih ideja (tablica 5.).

Tablica 5. Prikaz četiriju velikih ideja AAAS-a kao temelj novog kurikula
(AAAS,2010)

1. Evolucija kao osnova raznolikosti, ali i jedinstva života.
2. Sustavi i njihova svojstva, uključujući protok i pretvorbe energije, molekularne komponente, rast, reprodukciju i održavanje homeostaze.
3. Informacije – kako ih organizam prima, obrađuje i reagira na njih.
4. Interakcije i međuovisnosti u sustavu od DNA i stanica do organizama u ekosustavima.

Na osnovi ove vizije trebalo bi definirati ishode učenja na kojima treba temeljiti poučavanje (Smith i Marbach-Ad, 2010) i izbor strategija poučavanja te vrednovanje učenika. U članku o prijedlozima novog kurikula Wood (2009.) navodi kako u području svake od četiriju ideja prema AAAS-u nastavnik treba definirati glavne koncepte i specifične ishode učenja. Naglasak nije više na memoriranju činjenica, već na razumijevanju temeljnih koncepata. Takav pristup omogućio bi nastavnicima da sami biraju sadržaje koji omogućuju razumijevanje istih koncepata. Tako, primjerice, nije potrebno navesti i obrazlagati sve primjere u kojima se u organizmu događa difuzija (izmjena plinova u plućima, širenje mirisa...), već je dovoljno na jednome primjeru objasniti princip koji učenici, kad ga razumiju, mogu primijeniti (Wood, 2009; Mervis, 2009).

Ciljevi istraživanja

Cilj je istraživanja definirati konceptni okvir pogodan za upotrebu u nastavi bioloških sadržaj u RH, tj. apstrahirati osnovne koncepte u biologiji koje učenici moraju usvojiti te utvrditi kolika je zastupljenost pitanja po pojedinim razredima, makrokonceptima i konceptima. Prema definiranim ciljevima postavljena je hipoteza istraživanja da nejednaka zastupljenost makrokonceptata i konceptata unutar pitanja, koja su postavili nastavnici za pojedine razrede te između razrednih godišta, ukazuje na sadržajnu usmjerenost nastavnih programa, ali i na nedovoljno nastavničko uočavanje pojedinih konceptata i kognitivnih razina znanja unutar postojećih programa. Kao znanstveni doprinos ovoga istraživanja očekuje se utvrđivanje važnosti izrade konceptnoga okvira za usklađivanje poučavanja i stvaranje osnove za ostvarivanje konceptualnoga razumijevanja i izgradnju konceptata. Stoga bi ukupni rezultati trebali poslužiti za izradu i definiranje predmetnog kurikula biologije sa svrhom uspješnijeg poučavanja učenika.

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je započelo 2007. godine u sklopu projekta Kompetencije učenika u nastavi prirode i biologije (MZOS, br. 119-0091361-1223). Izrađena je baza pitanja KUPIB koja je korištena pri izradi instrumenata za provjeru usvojenosti osnovnih bioloških konceptata učenika od četvrtog razreda osnovne škole do četvrtog razreda gimnazije. Pitanja za bazu osmislili su nastavnici na osnovi važećeg nastavnog programa prirode i biologije. Unutar svakog razreda trebalo je sastaviti po devet pitanja za svaki od šest definiranih makrokonceptata. Pri sastavljanju pitanja nastavnici su trebali slijediti makrokonceptni okvir u svakom razredu te definirati koji makrokoncept i koncept pitanje ispituje. Korišteni su tipovi pitanja višestrukog izbora (četiri ponuđena odgovora s jednim ili više točnih odgovora), pitanja tipa T/N u seriji, pitanja sređivanja redosljeda i sparivanja te pitanja kratkih odgovora. U izradi

pitanja sudjelovalo je ukupno dvadesetak nastavnika osnovnih škola i gimnazija. Pitanja su analizirana kako bi se utvrdilo koje makrokoncepte i koncepte nastavnici stvarno ispituju, tj. koliko primjenjuju predloženi makrokonceptni okvir te kolika je zastupljenost pitanja po pojedinim razredima, makrokonceptima i konceptima.

REZULTATI I RASPRAVA

Definiranje makrokonceptnog okvira

Za potrebe ovog istraživanja, a vodeći se bitnim konceptima za razumijevanje živog svijeta uz uvažavanje raspodjele nastavnih sadržaja u postojećim nastavnim programima biologije, definirano je šest temeljnih bioloških makrokonceptata (tablica 6.). Predloženim makrokonceptnim okvirom nastojalo se uključiti sve biološke makrokoncepte koji su obuhvaćeni ili bi trebali biti obuhvaćeni u vertikali učenja biologije u osnovnoj školi i u gimnaziji.

Tablica 6. Prijedlog razrade osnovnih makrokonceptata i ključnih konceptata u biologiji

makrokoncepti	ključni koncepti
1. ustrojstvo živih bića	razine organizacije živog svijeta
	kemijska osnova živih bića
	građa i funkcija organizma
2. energija	izvori energije i protjecanje kroz biosferu
	pretvorbe i pohrana energije
3. ravnoteža	homeostaza/ ekvilibrij
	fiziološki procesi u organizmu
	poremećaji ravnoteže
4. raznolikost	porijeklo i srodnosti organizama
	klasifikacija živog svijeta
	čimbenici promjenljivosti
5. međuovisnost	uvjetovanost
	reakcija
	regulacija
6. razmnožavanje	opstanak vrsta
	oblici razmnožavanja
	životni ciklus stanice
	molekularna osnova nasljeđivanja
	ljudska reprodukcija

Analiza pitanja nastavnika u sklopu projekta

Nakon prikupljanja pitanja nastavnika analizirano je koliko oni odgovaraju predloženim makrokonceptima i koliko su pojedini makrokoncepti

i koncepti zastupljeni po razredima. Tako sastavljena pitanja omogućila su uvid u stvarnu situaciju onoga što u školama nastavnici ispituju. Ukupan broj pitanja u bazi KUPIB je 593, a njihov postotni udio po pojedinim makrokonceptima prikazan je u tablici 7.

Tablica 7. Postotni odnos broja pitanja po razredima i makrokonceptima u bazi KUPIB

MAKROKON- CEPTI	Postotni udio pitanja (%)									
	4.O Š	5.O Š	6.O Š	7.O Š	8.O Š	1.gi m	2.gi m	3.gi m	4.gi m	prosj ek
1. ustrojstvo živih bića	26	29	13	11	28	37	15	20	19	22
2. energija	8	5	13	6	11	15	11	14	6	10
3. ravnoteža	19	13	27	11	10	10	13	9	17	14
4. raznolikost	5	7	6	48	2	15	28	0	12	14
5. međuovisnost	32	35	33	13	32	7	20	44	18	25
6. razmnožavanje	9	11	8	11	16	17	14	14	27	15

Kruskal Wallis test pokazao je statistički značajne razlike raspodjele pitanja prema makrokonceptima ($\chi^2(592) = 16,3; p < 0,05$) unutar provjere za pojedini razred što potvrđuje razlike pri pripremi pitanja nastavnika u skladu s propisanim programskom osnovom. U tablici 8. prikazana je zastupljenost pitanja po razredima i makrokonceptima te konceptima za osnovnu školu, a u tablici 9. za gimnaziju.

Tablica 8. Raspodjela pitanja prema konceptima za osnovnu školu

Razredi osnovne škole	4. r. OŠ	5. r. OŠ	6. r. OŠ	7. r. OŠ	8. r. OŠ	Σ
Koncept						
energija	4	6	8	3	6	27
izvori energije i protjecanje kroz biosferu	3	3	3		3	12
pretvorbe i pohrana energije	1	3	5	3	3	15
međuovisnost	19	21	27	14	19	100
reakcija	6	1	2		3	12
regulacija		3	1	1	6	11
uvjetovanost	13	17	24	13	10	77
ravnoteža	9	9	15	13	4	50
fiziološki procesi u organizmu		2	1	2	1	6
poremećaji ravnoteže	6	3	10	4	1	24
homeostaza kroz ekvilibrij	3	4	4	7	2	20
razmnožavanje	3	11	6	6	12	38
ljudska reprodukcija	1	1			7	9
molekularna osnova nasljeđivanja.					1	1
oblici razmnožavanja	2	5	1	4	2	14
opstanak vrsta		4	5	1		10
životni ciklus stanice		1		1	2	4
raznolikost	5	8	4	25	12	54
klasifikacija živog svijeta	1	4	2	22	10	39
čimbenici promjenljivosti						0
porijeklo i srodnost organizama	4	4	2	3	2	15
ustrojstvo živih bića	14	16	12	10	19	71
kemijska osnova živih bića					2	2
svojstva živih bića	3		2	5	2	12
razine organizacije živog svijeta	11	15	10	6	15	57
ukupno	54	72	72	72	72	342

Tablica 9. Raspodjela pitanja prema konceptima za gimnaziju

Koncepti	Razredi gimnazije				Σ
	1. gim	2. gim	3. gim	4. gim	
energija	8	7	10		25
izvori energije i protjecanje kroz biosferu	2	3	3		8
pretvorbe i pohrana energije	6	4	7		17
međuovisnost	8	15	23	10	56
reakcija	1	1	6		8
regulacija	1		6		7
uvjetovanost	6	14	11	10	41
ravnoteža	7	8	6	7	28
fiziološki procesi u organizmu	5	2	4	3	14
poremećaji ravnoteže	2		1	2	5
homeostaza kroz ekvilibrij		6	1	2	9
razmnožavanje	10	11	10	11	42
ljudska reprodukcija	2		6		8
molekularna osnova nasljeđivanja	2			5	7
oblici razmnožavanja	1	8	4		13
opstanak vrsta					0
životni ciklus stanice	5	2		6	13
raznolikost	9	17	9		35
klasifikacija živog svijeta	5	17	8		30
čimbenici promjenljivosti	1				1
porijeklo i srodnost organizama	3		1		4
ustrojstvo živih bića	30	14	14	7	65
kemijska osnova živih bića	13	3		6	22
građa organizama	3	3	2		8
razine organizacije živog svijeta	13	8	12	1	34
ukupno	72	72	72	35	251

Nastavnici su često više pažnje posvećivali tipovima pitanja, a daleko manje onome što se pitanjem ispituje. Problem odabira kvalitetnih pitanja posebno je bio izražen kod šestog i sedmog razreda osnovne škole i drugog razreda gimnazije, vjerojatno zbog izrazito sadržajne orijentacije nastavnog programa i nesnalaženja nastavnika u prepoznavanju definiranih koncepata unutar nastavnih programa. Postojeći nastavni programi isključivo su sadržajno orijentirani, a sadržaj je vezan uz podjelu biologije prema područjima, a ne konceptima (Radanović i sur., 2009). Analiza broja pitanja po makrokonceptima pokazuje prevladavanje dvaju makrokoncepta: *međuovisnost*

i *ustrojstvo živih bića* i u osnovnoj školi i u gimnaziji. Najmanja je zastupljenost makrokoncepta *energije*, a u gimnazijama i makrokoncepta *ravnoteža*. Ako analiziramo pojedine razrede, odnos makrokonceptata prema broju postavljenih pitanja nešto je drukčiji. To se može povezati sa sadržajnim okvirom nastavnog programa za pojedini razred. Tako npr. u osmom razredu osnovne škole i trećem razredu gimnazije, u kojima se sadržajno uvelike podudaraju nastavni programi, prema pitanjima jednako prevladavaju makrokoncepti *međuviznost* i *ustrojstvo živih bića*, a raste i broj pitanja iz makrokoncepta *razmnožavanje*. U sedmom razredu osnovne škole i drugom razredu gimnazije prevladava makrokoncept *raznolikost* što također odgovara sadržajno vrlo sličnom programu sistematike živog svijeta u tim razredima.

Konceptualni okvir kao temelj novog kurikulumu

Osnovna ideja istraživanja bila je razviti konceptualni okvir koji će biti sveobuhvatan za biologiju i koji će sadržavati sve koncepte s kojima bi učenici trebali raspolagati. Najbliži je pristup s idejom u ovom istraživanju prijedlog AAAS-a (2010) koji definira četiri temeljne ideje za razumijevanje biologije (tablica 5.). Konceptualni pristup u izradi kurikula i poučavanju omogućuje da se odmakne od memoriranja činjenica i barem u određenoj mjeri, omogući nastavnicima da izaberu specifične sadržaje koji sadrže osnovne principe (Wood, 2009). To znači da nastavnici mogu koncept prilagoditi interesima učenika i upotrebljavati različite sadržaje za učenje istih konceptata. Takav pristup svakako zahtijeva dodatnu edukaciju nastavnika jer je bez novih pristupa u poučavanju nemoguće ostvariti promjene u ishodima učenja pa svaka reforma, koja želi biti uspješna, mora planirati i adekvatnu pripremu nastavnika što ističu i Wood (2009) te Woodin i suradnici (2010). Tome u prilog govori i utvrđena statistički značajna razlika u raspodjeli pitanja prema makrokonceptima ($\chi^2(592) = 16,3$; $p < 0,05$) što ukazuje na nesnalaznje nastavnika u predloženom konceptnom okviru tijekom ovoga istraživanja.

U poučavanju biologije trebalo bi razlikovati dva važna cilja. Jedan je privući i motivirati novu generaciju budućih biologa, a drugi, često zanemaren, pomoći većini učenika koji neće postati biolozi da usvoje osnovne biološke koncepte i razumiju prirodu i važnost empirijskih dokaza te osnovna načela bioloških sustava. Niz autora (Labov i sur., 2010; Woodin i sur., 2010) ističu da su ova znanja potrebna svima građanima kako bi mogli donositi odluke važne za svoje zdravlje ili pak tumačiti proturječne tvrdnje iz medija, energetske politike, klimatskih promjena, zaštite okoliša, održivog razvoja, upotrebe tehnike genetičkog inženjerstva i slično.

ZAKLJUČCI

Analizom pitanja pismene provjere koja su sastavili nastavnici utvrđena je njihova izrazito neravnomjerna zastupljenost povezana s pojedinim

makrokonceptima i konceptima po razredima i između njih, što potvrđuje hipotezu kako su oni nejednako i nedovoljno zastupljeni u poučavanju nastavnih sadržaja biologije u pojedinim razredima jer ih nastavnici ne prepoznaju u sadržajnoj usmjerenosti nastavnog programa. Definirani okvir makrokonceptata za biologiju iz ovoga istraživanja pokazao se dovoljno obuhvatnim za biologiju. Ostavlja mogućnost za prilagodbu u poučavanju, ovisno o mogućnostima učenika i stupnju školovanja te bi trebao poslužiti za izradu suvremenoga nastavnog kurikula biologije čija osnovna orijentacija ne bi bili sadržaji, već konceptualni pristup poučavanju. Time će se ostvariti ne samo kognitivne potrebe akademske usvojenost znanja već i funkcionalne potrebe ostvarenih ishoda i stečenih kompetencija koje će učenicima osigurati predispozicije kvalitetnog snalaženja u životnim situacijama koje zahtijevaju poznavanje bioloških konceptata.

Literatura

1. American Association for the Advancement of Science (AAAS) (2010.) Vision and Change: A Call to Action, Washington, DC:
http://visionandchange.org/files/2010/03/VC_report.pdf (25. 2. 2011.)
2. Baumstark, B.R./ Poole, T.M./ Michelich, V./ Shanholtzer, S. (2002.) Standards for Biology major – level 14., Quality in Undergraduate Education, A project by the Education Trust & the National Association of System Heads in association with Georgia State University, <http://www2.gsu.edu/~wwwque/about/index.html>. (8. 8. 2010.)
3. Buggle, F. (2002.) Razvojna psihologija Jeana Piageta. Naklada Slap, Jasterbarsko
4. [Dikmenli, M. \(2010.\) Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. Scientific Research and Essay, 5\(2\): 235-247.](#)
5. Duschl, R.A./ Schweingruber, H.A./ Shouse, A.W. (editors) (2007.) Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Gr. K-8. Washington, DC:National Academy
6. Gardner, H. (1991.) The Unschooled Mind: How Children Think and How Schools Should Teach. New York: Basic Books.
7. Garvin-Doxas, K./ Klymkowsky, M./ Elrod, S. (2007.) Building, using, and maximizing the impact of concept inventories in the biological sciences: report on a National Science Foundation–sponsored conference on the construction of concept inventories in the biological sciences. CBE Life Sci. Educ. 6: 277–282.
8. Glynn, S.M./ Duit, R. (1995.) Learning science meaningfully: Constructing conceptual models. In S.M. Glynn & R. Duit (Eds.), Learning science in the schools: Research reforming practice. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 3-33.
9. Hrvatski jezični portal (2010.) Novi Liber, Srce, <http://hjp.srce.hr/> (28.8.2010.).
10. Khodor, J./ Gould Halme, D./ Walker, G.C. (2004.) A Hierarchical Biology Concept Framework: A Tool for Course Design, Cell Biology Education. Vol. 3: 111–121.

11. Klymkowsky, M.W. (2005.) Biological concept list Bioliteracy project. <http://bioliteracy.org> (15.2.2010.).
12. Klymkowsky, M.W./ Garvin-Doxas, K./ Zeilik, M. (2003.) Bioliteracy and teaching efficacy: what biologists can learn from physicists. *Cell Biol Educ* 2: 151–161.
13. Krsnik, R. (2008.) *Suvremene ideje u metodici nastave fizike*, Školska knjiga d.d., Zagreb
14. Labov, J.B./ Reid, A.H./ Yamamoto, K.R. (2010.) Integrated Biology and Undergraduate Science Education: A New Biology Education for the Twenty-First Century?, *CBE—Life Sciences Education*, Vol. 9: 10–16.
15. Leko, I./ Nola, D. (1960.) *Osnovna škola – odgojno obrazovna struktura*, Školska knjiga, Zagreb.
16. Leko, I. / Nola, D. (1964.) *Osnovna škola – odgojno obrazovna struktura*, Školska knjiga, II. Redigirano izdanje. (godina I. izdanja 1960) Zagreb
17. Mervis, J. (2009.) Revisions to AP Courses Expected to Have Domino Effect, *Science* 18, Vol. 325 no. 5947: 1488-1489.
18. Michael, J. (2007.) Conceptual Assessment in the Biological Sciences: A National Science Foundation-sponsored workshop, *Adv Physiol Educ* 31:389-391.
19. Michael, J./ Modell, H./ McFarland, J./ Cliff, W. (2009.) The “core principles” of physiology: what should students understand? *Adv Physiol Educ* 33: 10–16.
20. Michael, J. (2010.) From Misconceptions to Concepts, <http://bioliteracy.colorado.edu/Readings/papersSubmittedPDF/Michael%20Paper.pdf> (20. 11. 2010.).
21. Michael, J./ McFarland, J./ Wright, A. (2008.) The second Conceptual Assessment in the Biological Sciences workshop, *Adv Physiol Educ* 32: 248–251.
22. Momsen, J.L./ Long, T.M./ Wyse, S.A./ Ebert-May, D. (2010.) Just the Facts? Introductory Undergraduate Biology Courses Focus on Low-Level Cognitive Skills *CBE—Life Sciences Education*. Vol. 9: 435–440.
23. MZOŠ (2006.) *Nastavni plan i program za osnovnu školu*. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Zagreb. Nakladnik Dragan Primorac, urednici Dijana Vican i Ivan Milanović Litre.
24. National Center for Education Statistics (2004.) Highlights from the Trends in International Math and Science Study (TIMSS). <http://nces.ed.gov>. (1.3.2010.).
25. National Research Council (2000.) *How people learn: brain, mind, experience, and school*. National Academy Press, Washington, DC. <http://nces.ed.gov>. (1.3.2010.).
26. National Research Council (1996.) *National Science Education Standards*, National Academy Press, Washington DC, <http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/html/> (13.11. 2010.).
27. Osborne, R.J./ Bell, B.F./ Gilbert, J.K. (1983.) Science teaching and children’s view of the world, *Eur. J. Sci. Edu.*, 5: 1-14.
28. Radanović, I./ Garašić, D./ Lukša, Ž./ Preglej, L./ Kapov, S. (2009.) [Trajnost znanja bioloških nastavnih sadržaja](#) // Zbornik sažetaka 10. Hrvatski biološki kongres, Zagreb, HBD 1885, 328-329.
29. Radanović, I./ Lukša, Ž./ Garašić, D. / Bastić, M./, Marković, N./ Furlan, Z. / Dolenc, T./ Begić, V./ Kapov, S./ Štiglic, N./ Petrač, T. (2011.) *Izvješće o*

- provedbi projekta – Ispiti vanjskog vrednovanja iz biologije u osmim razredima u šk.god. 2010./2011., NCVVO, Zagreb
30. Ristić Dedić, Z./ Jokić, B./ Šabić, J. (2011.) Analiza sadržaja i rezultata ispita državne mature iz biologije, NCVVO i IDIZ, Zagreb
 31. Smith, A.C./ Marbach-Ad, G. (2010.) Learning Outcomes with Linked Assessments- an Essential Part of our Regular Teaching Practice, *Journal Of Microbiology & Biology Education*, 123-129.
 32. Smith, J.I./ Tanner, K. (2010.) The Problem of Revealing How Students Think: Concept Inventories and Beyond, *CBE—Life Sci. Educ.*, Vol. 9, 1–5. dostupno na www.lifescied.org/cgi/content/full/9/1/1] (27. 1. 2011.).
 33. Tanner, K./ Allen, D. (2005.) Approaches to Biology Teaching and Learning: Understanding the Wrong Answers—Teaching toward Conceptual Change. *Cell Biology Education*, Vol. 4: 112–117.
 34. Vizek-Vidović, V./ Rijavec, M./ Vlahović-Štetić, V./ Miljković, D. (2003.) Psihologija obrazovanja. IEP, VERN, Zagreb
 35. Wood, W.B. (2009.) Revising the AP biology curriculum. *Science* 325: 1627–1628.
 36. Woodin, T./ Carter, C.V./ Fletcher, L. (2010.) Vision and Change in Biology Undergraduate Education, A Call for Action—Initial Responses, *CBE—Life Sciences Education*, Vol. 9: 71–73.
 37. Zavod za školstvo Ministarstva kulture i prosvjete republike Hrvatske (1993.) Okvirni nastavni plan i program za osnovne škole u Republici Hrvatskoj u 1993/94. školskoj godini. Zagreb.

THE CONCEPTUAL APPROACH TO TEACHING AND DEFINITION OF MACRO-CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR BIOLOGY

Summary: Since there is greater emphasis placed upon conceptual understanding in biology teaching, the current topic in the research of biology teaching is the definition of the macro-conceptual framework, which should contribute to it. The aim of this paper is to show the existing macro-conceptual frameworks proposed by various authors from all over the world and present our own concept of a macro-conceptual framework. Within the project Pupils' Competencies in Science and Biology Classes, six macro-concepts have been proposed (structure of living beings, energy, balance, diversity, interdependence and reproduction), as the basis for understanding biology, which are already present in the existing curriculum for each grade. In order to establish how biology teachers get by within the proposed macro-concepts and concepts, about 20 elementary and high school teachers were included in creating a test in line with the proposed framework. The analysis has shown an extremely uneven representation of the questions connected to certain macro-concepts and concepts per each grade and between the grades. Having assumed that the teachers ask questions about the teaching content to which they pay more attention and think are important in teaching, the results indicate uneven and often insufficient representation of macro-concepts in teaching in certain grades, probably because they are not recognised by the teachers in the content-oriented curriculum. Although the

defined framework has shown as purposeful enough for teaching biology, it leaves a possibility for further adjustment, and it should serve for creation of a modern biology curriculum, the basic orientation of which would not be content, but conceptually-oriented teaching.

Keywords: biology, concepts, conceptually-oriented approach to teaching, macro-conceptual framework

DER KONZEPTUELLE LEHRANSATZ UND FESTLEGUNG EINES MAKROKONZEPTUELLEN RAHMENS FÜR BIOLOGIE

Zusammenfassung: Im Biologieunterricht wird ein immer größerer Akzent auf das konzeptuelle Verständnis gelegt und deshalb wird die Festlegung eines makrokonzeptuellen Rahmens zu einem aktuellen Thema, das dazu beitragen sollte. Im vorliegenden Beitrag werden gegenwärtige Vorschläge der makrokonzeptuellen Rahmen verschiedener Autoren sowie ein neuer eigenständiger Vorschlag der oben angegebenen Autoren dargestellt. Im Rahmen des Projektes *Schülerkompetenzen im Naturkunde- und Biologieunterricht* wurde ein Rahmen von sechs Makrokonzepten (Struktur der Lebewesen, Energie, Gleichgewicht, Interdependenz, Vielfalt und Reproduktion) als Basis für das Verständnis der Biologie vorgeschlagen, die auch in gegenwärtigen Unterrichtsprogrammen vertreten sind. Um die Repräsentation der Makrokonzepte und der Konzepte innerhalb der Fragen je nach den Klassen sowie zwischen ihnen festzustellen, waren 20 Grundschul- und Gymnasiumlehrer bei der Erstellung der Testfragen nach dem vorgeschlagenen makrokonzeptuellen Rahmen beteiligt. Die Analyse hat eine deutlich ungleichmäßige Repräsentation der Fragen gezeigt, die mit einzelnen Makrokonzepten und Konzepten je nach den Klassen und zwischen ihnen verbunden waren. Unter der Annahme, dass die Lehrer die Fragen nach Unterrichtsinhalten stellen, denen sie mehr Aufmerksamkeit widmen und die sie für wichtiger im Lernprozess halten, weisen die Ergebnisse auf die ungleiche und oft ungenügende Vertretung der bestimmten Makrokonzepte in einzelnen Klassen hin, wahrscheinlich auch deshalb, weil die Lehrer diese im inhaltlich orientierten Curriculum nicht klar genug erkennen. Der festgelegte Rahmen hat sich als zweckmäßig für den Biologieunterricht gezeigt. Dazu bietet er auch Anpassungsmöglichkeiten und sollte demnach zur Erstellung eines modernen Curriculums für Biologie dienen, dessen grundlegende Orientierung nicht mehr die Inhalte sein sollten, sondern der konzeptuelle Lehransatz.

Schlüsselbegriffe: Biologie, Konzepte, konzeptueller Lehransatz, makrokonzeptueller Rahmen

