

Stavovi nastavnika i učenika o uporabi modela u procesu poučavanja i učenja sadržaja organske kemije

UDK: 37.091.3 : 547

Primljen: 27. 9. 2020.

Prihvaćen: 16. 3. 2021.

Izvorni znanstveni rad

Marijana Zaninović, prof.
Srednja škola Lovre Montija, Knin,
Hrvatska
marijana.zaninovic@skole.hr

prof. dr. sc. Meliha Zejnilagić-Hajrić
Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo,
Bosna i Hercegovina
mzejnilagic@pmf.unsa.ba

Sažetak

Cilj istraživanja je utvrditi u kojoj mjeri nastavnici i učenici smatraju model značajnim nastavnim sredstvom te doprinosi li uporaba modela boljem razumijevanju sadržaja organske kemije. Istraživanje je provedeno tijekom školske godine na uzorku od 41 nastavnice kemije i 325 učenika završnih razreda gimnazijskog usmjerenja. Rezultati istraživanja pokazuju da postoje određene razlike u mišljenjima nastavnica i učenika o učestalosti uporabe modela u procesu poučavanja i učenja sadržaja organske kemije. Najčešće se koriste štapić-kuglica modeli za poučavanje strukture organskih molekula, a uloga modela u poučavanju složenijih koncepata organske kemije nije prepoznata. Rezultati pokazuju da se nastavnice i učenici slažu da aktivna uporaba modela pridonosi višoj motivaciji i boljem razumijevanju poučavanih koncepata iako samo 20 % učenika aktivno koristi modele u procesu učenja.

Ključne riječi: model, obrazovni sadržaji organske kemije, poučavanje i učenje, srednjoškolsko obrazovanje

Uvod

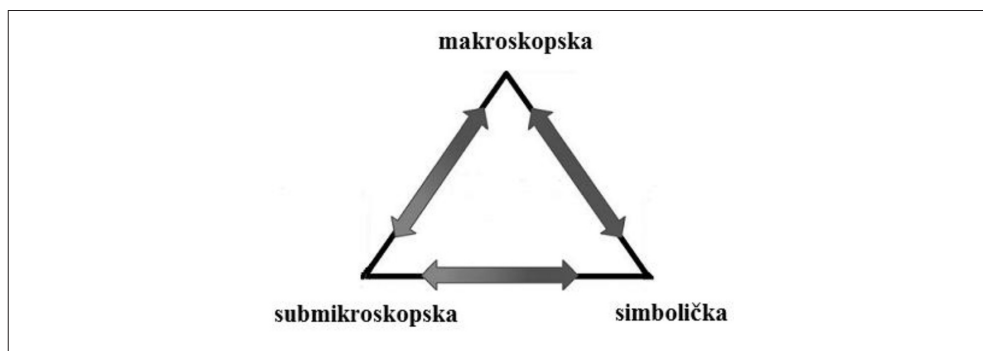
Učenje i poučavanje obrazovnih sadržaja organske kemije na srednjoškolskoj razini temelji se primarno na razumijevanju strukture organskih molekula. Sposobnost stvaranja ispravnih koncepata o strukturi i promjenama struktura organskih molekula dovodi do usvajanja ispravnih koncepata o građi molekula. Poznavanje fizikalnih i kemijskih svojstava organskih tvari prethodi razumijevanju načina odvijanja reakcijskih mehanizama.

Razumijevanje fizikalnih i kemijskih promjena, fenomena i procesa, složenih organskih struktura i transformacija, zahtjeva razumijevanje na submikroskopskoj razini, prikazivanje na simboličkoj razini i objašnjenje na makroskopskoj razini (Johnstone 1993).

Makroskopska razina je osjetilna, omogućuje učeniku da izvođenjem pokusa kroz proces opažanja promjena usvaja i razlikuje temeljne kemijske koncepte.

Submikroskopska razina je apstraktna, od učenika zahtjeva objašnjenja opaženih pojava na makroskopskoj razini i njihovo povezivanje s prikazima na simboličkoj razini.

Simbolička razina je konkretna, omogućuje učeniku jednostavan prikaz opaženih promjena korištenjem kemijskih simbola, znakova i prikaza.



Slika 1. Johnstonov trokut-razine poučavanja kemije (Johnstone, 1993)

Učeničko razumijevanje kemijskih koncepata na svim razinama kemijskog tripleta, osnova je paradigme kemijskog poučavanja.

S obzirom na uzrast učenika, predznanje i sposobnost usvajanja poučavanih sadržaja, nužno je mijenjati zastupljenost strategija, metoda i postupaka poučavanja. Na nižim razinama obrazovanja, poučavanje kemijskih koncepata treba se temeljiti većinom na makroskopskoj razini. Znanja, iskustvo i mentalno sazrijevanje učenika

na višim razinama obrazovanja omogućuje nastavnicima veću zastupljenost uporabe strategija poučavanja koje će se temeljiti na poučavanju kemijskih koncepata na submikroskopskoj razini (Chittleborough, 2004).

U procesu učenja složenih i apstraktnih sadržaja organske kemije nužno je poznavanje teorije i izvođenje pokusa te uporaba modela. Modeli omogućuju učeniku uspostavljanje veza između teorije koja se poučava i razumijevanja kemijskih koncepata i procesa kroz izvođenje pokusa. Vizualizacija molekula organskih tvari i promjena tvari pridonosi razumijevanju poučavanih koncepata na submikroskopskoj razini (Prilliman, 2014).

Modeli su uvedeni u proces poučavanja kemijskih sadržaja davne 1811. godine kada je Dalton prikazao prvi model građe atoma. Zlatno doba izrade, a time i uporabe modela počinje umnožavanjem setova modela molekula temeljenih na Stuartovom kalotnom modelu 20-ih godina prošlog stoljeća.

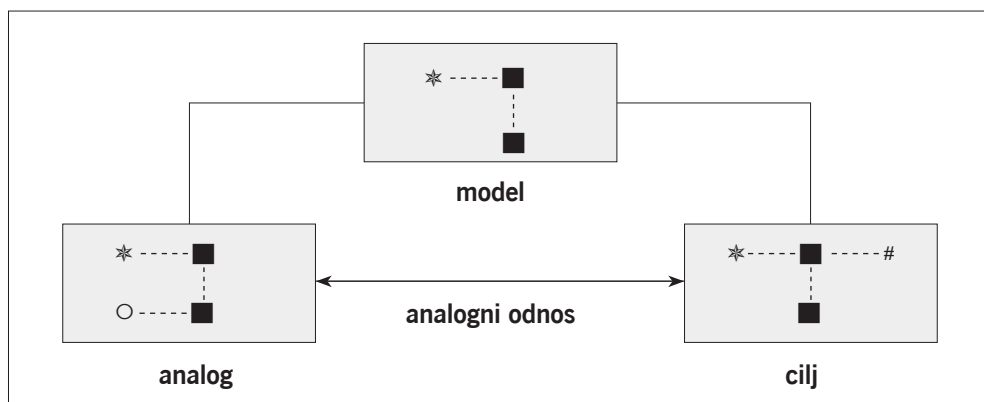
Rad s modelima, kao opravdanim nastavnim sredstvom, treba kod učenika poticati razvoj kritičkog mišljenja i vještina predviđanja aktivirajući pritom njegovu znanstvenu znatiželju, poticanje na postavljanje problemskog pitanja, istraživanje, donošenje zaključaka, preispitivanje zaključaka i usvajanje ispravnih koncepata.

Definicija i podjela modela

Modeli su vanjski prikaz mentalnih koncepata, alati za razumijevanje i pružanje mogućih rješenja problemskih situacija. Model može biti slika, graf, formula, metafora ili konkretan objekt.

Iako se različito definira, model u nastavnom procesu mora imati svrhu, odnosno cilj. Stoga definicija modela kao prikaza temeljenog na analognom odnosu strukturalne sličnosti između cilja (nepoznatog objekta, fenomena ili sistema) i izvora (poznatog objekta, fenomena ili sistema) koji pridonosi objašnjenju cilja jedina je znanstveno priznata i kao takvu ju trebaju prepoznati nastavnici prilikom odabira modela kao nastavnog sredstva (Harrison, Treagust, 1998).

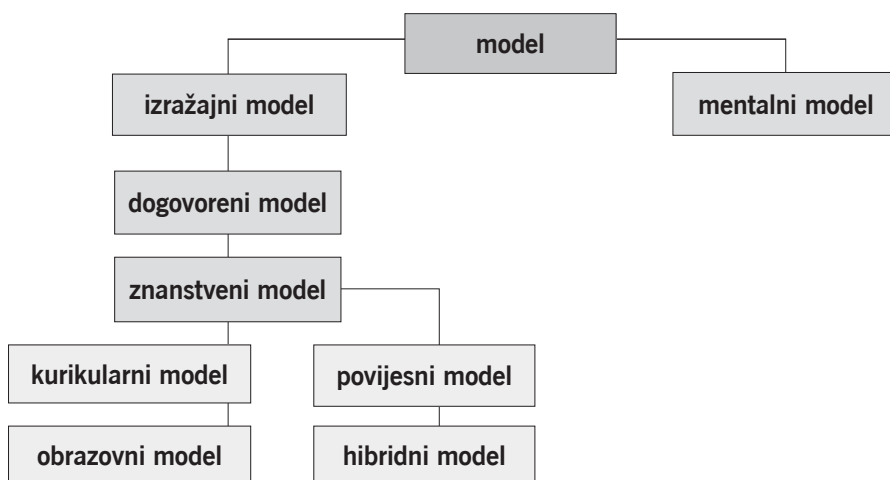
Model predstavlja analogni odnos između izvora i cilja koji imaju zajedničke attribute (prikazani * i ■). Izvor i cilj dijele određeni stupanj sličnost iako predstavljaju dva različita entiteta. Analogni odnosi model čine modelom, mapiranje između izvora (analog) i cilja (fenomena znanosti) opisuje i objašnjava određeni koncept. Izgraditi model znači stvoriti i prikazati određene analoške odnose. Nepodijeljeni atributi (prikazani ○ i #) nastaju kao posljedica razumijevanja značenja modela prilikom procesa učenja te omogućuju ostvarivanje cilja na temelju prikazanog modela (Duit i Glynn, 1996).



Slika 2. Definicija modela (prema Duit i Glynn, 1996)

Modeli se mogu smatrati generativnim jer se koriste za objašnjenje i predviđanje određenih fenomena. Modeli u znanosti, koji su razvijeni kao prikazi i odnosi, ne prikazuju samo strukturu fenomena, već se mogu testirati i proširiti naše razumijevanje pojava.

Modeli se dijele u dvije kategorije: mentalni model i izražajni model (Coll, Franca i Taylor, 2005). Mentalni model predstavlja osobnu kognitivnu konstrukciju korištenu da se opiše vanjski objekt ili događaj (Rickheit i Sichelschmidt, 1999) ili kao potpora razumijevanju, razmišljanju i predviđanju (Gentner, 2001). Mentalni model je model prisutan u našem umu, a kada se izrazi djelovanjem, govorom, pisanjem, tekstom ili drugim vrstama simbola, mentalni model postaje izražajni model (Gilbert i sud., 2000).



Slika 3. Podjela modela (prema Justi i Gilbert, 2000)

Izražajni model prihvaćen od svih sudionika obrazovanja postaje *model konsenzusa* ili *dogovoreni model*. Pojednostavljena verzija dogovorenog modela koji se koristi u procesu poučavanja i učenja je *kurikularni model*. Dogovoreni model koji je aktualan i koristi se u znanosti zove se *znanstveni model*. Znanstveni model koji je zamijenjen novim predstavlja *povijesni model*. Modeli koji predstavljaju elemente ili attribute različitih povijesnih modela i koji se „tretiraju kao da su sastavni dio koherentne cjeline“, nazivaju se *hibridni modeli* (Justi, Gilbert, 1997).

Motivacija pridonosi smislenom učenju, a na nju utječu tri faktora, percepcija važnosti, percepcija djelotvornosti i pozitivan emocionalni odgovor (Marzano, 2001). Zadatak sam po sebi može biti motivirajući ako osigurava odgovarajuću razinu izazova, zahtjeva smislenu aktivnost i pruža povratnu informaciju u čemu se očituje važnost ispravne uporabe modela (Hodson, 1998).

Modeli predstavljaju važan instrument u znanosti i obrazovanju, a da bi bili vjerodostojni i opravdani, moraju odgovoriti na pitanja: *Kako učiti pomoću modela?* i *Koje su moguće implikacije pristupa temeljenog na učenju pomoću modela?*

Modeli u nastavi organske kemije

Uporaba modela je opravdana jedino ako pridonosi uočavanju veza između objekata ili fenomena (Harré, 2004). U procesu poučavanja i učenja organske kemije, model predstavlja ili je konkretan objekt ili proces, prikaz temeljen na znanstvenoj ideji koji često ne nudi potpuno objašnjenje, ali omogućuje predviđanje te pridonosi uspostavljanju veza između nastavničkog poučavanja i učeničkog razumijevanja kemijskih koncepata.

Istraživanja (Ferreira, Baptista i Arroio, 2013) pokazuju da učenici imaju nepotpunu sliku o ulozi modela u procesu poučavanja i učenja, najčešće ih doživljavaju kao igračke. Često smatraju da je uloga modela, a pritom i odabir vrste modela, da omogućujući predviđanje te pritom ne smatraju da model može biti tekst, matematički izraz ili dinamički prikaz (Lee, 2018). Učenici smatraju da su modeli posebno oblikovani te da je njihova uloga prvenstveno komunikacijska, doživljavaju ih najčešće kao fizičke kopije stvarnosti koji prikazuju različite prostorno-vremenske perspektive, a rjeđe kao konstruirane prikaze različitih teorijskih perspektiva (Grosslight, Unger, Jay, Smith, 1991).

Modeli, neovisno koriste li se fizički modeli ili virtualni modeli, predstavljaju most između postavljenih odgojno-obrazovnih ishoda te ostvarivanja ishoda na višim kognitivnim razinama, učenici uče lakše i smislenije koristeći modele, a retencija znanja je dugotrajnija (Stull i Hegarty, 2016).

Učenici rijetko shvaćaju da modeliranjem i uporabom modela mogu ponuditi objašnjenje pojmova (Boulter i Buckeley, 2000).

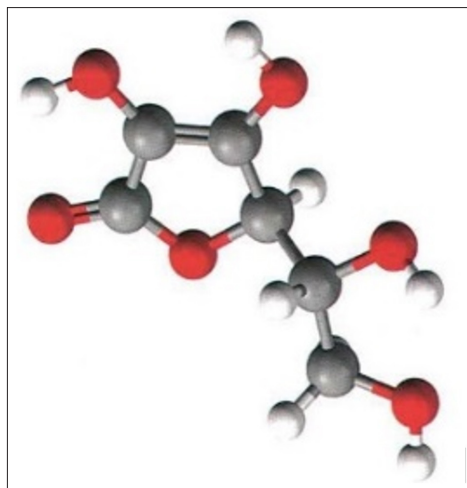
Razumijevanje složenosti prirode poučavanja i učenja kemije očituje se i u činjenici da se jedan fenomen može predstaviti različitim modelima, a neprepoznavanje značenja i važnosti modela kod učenika ukazuje na razumijevanje prirode poučavanih sadržaja (Gilbert, Justi i Aksela, 2003). Vrlo često učenici ne interpretiraju modele na sustavan način, ali kroz dobro osmišljen scenarij poučavanja koji omogućuje učenicima istraživanje značenja modela i češću uporabu modela, dolazi do poboljšanja učeničkog razumijevanja poučavanih, vrlo često apstraktnih koncepata (Treagust, Harisson, 2000).

U učenju sadržaja kemije učenicima osobite poteškoće predstavlja razumijevanje koncepta *kemijske promjene* što dovodi do izazova u promicanju konceptualnog usvajanja ideje o kemijskim reakcijama. Pritom je nužno poticati razvoj svijesti nastavnika o mentalnim modelima koje učenici stvaraju, ali i stvaranje okruženja za učenje te korištenje strategija poučavanja koje će promicati konceptualno razumijevanje (Abraham, Williamson & Westbrook, 1994; Andersson, 1986; Ahtee i Varjola, 1998; Barker & Millar, 1999; De Jong, Solsona & Izquierdo, 2003; Justi, 2002). Shvaćanje odvijanja reakcijskih mehanizama u organskoj kemiji u kontekstu koncepta kemijskih reakcija zahtjeva opravdanu potrebu stvaranja različitih iskustva učenika kako bi uvježbali vještine razmišljanja višeg reda.

Poučavanje i učenje sadržaja organske kemije podrazumijeva korištenje modela

u nastavnom procesu što je vidljivo i po zastupljenosti prikaza modela u udžbenicima (Petrović Peroković, Turčinović, Halasz, 2014; Ribarić, Futivić, Sakač, 2014; Stričević, Sever, 2014). Udžbenici koji se koriste u nastavi organske kemije predstavljaju primarno sredstvo učeniku u procesu učenja, a postavljeni obrazovni ishodi od učenika traže stjecanje konceptualnih informacija i deklarativnog znanja o strukturi organskih molekula korištenjem štapić kuglica ili kalotnih modela ponekad i upitne znanstvene točnosti.

Prikazi modela organskih molekula u udžbenicima su pojednostavljeni prikazi i kao takvi omogućuju učenje, ali i stvaranje krivih koncepcija kod učenika.



Slika 4. Štapić kuglica model molekule askorbinske kiseline (preuzeto iz „Kemija ugljikovih spojeva“, Petrović Peroković, Turčinović, Halasz, 2014)

Prikaz molekula štapić kuglica modelom je čest u udžbenicima organske kemije i kao pojednostavljeni prikaz omogućuje učenicima uvid u kemijski sastav, tip kemijske veze i geometrijski raspored atoma unutar molekule. Međutim, ne prikazuju stvaran omjer veličina atoma u prikazanoj molekuli i ne naglašava površinu molekule.

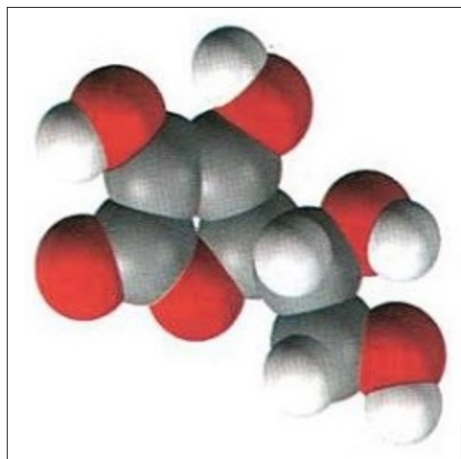
Prikaz molekula kalotnim modelima rjeđe je zastupljen u udžbenicima iako nudi realističniji prikaz molekularne strukture. Atomi su u molekuli prikazani kao kugle čiji su promjeri proporcionalni njihovim atomskim radijusima. Udaljenost središta između sfera proporcionalna je odgovarajućim duljinama veze. Kalotni model ne prikazuju jasno tip kemijske veze.

Rezultati istraživanja ukazuju da učenici ne prepoznaju značenja ni ograničenja modela korištenih u nastavnom procesu. Iza aktivne uporabe modela u nastavi treba postojati jasna argumentacija opravdanosti korištenja određenog modela čija će uporaba dovesti do lakšeg i ispravnijeg usvajanja ispravnih koncepata.

Istraživanje na uzorku od 228 srednjoškolskih učenika pokazuje da većina učenika smatra modele konkretnim replikama kemijskog fenomena ili procesa, a čak 43 % ispitanika smatra da je model točna replika. 20 % ispitanika smatra da je model „malo više“ od kopije originala (Gilbert, 2006). Istraživanja pokazuju i da 75 % učenika smatra da model treba biti što sličniji stvarnom pojmu i nuditi točne informacije (Treagust, Chittleborough, Mamiala, 2002).

Greške u poimanju značenja modela proizlaze iz neispravno konstruiranog mentalnog modela kojeg učenici stvaraju na temelju informacija koje su prikupili u procesu učenja kemijskog sadržaja i koje su sposobni razumjeti. Mentalni modeli su refleksije utemeljene na predviđanju ili objašnjenju situacije i kao takve nestabilne su jer se stvaraju trenutno na temelju vizualnog prikaza materijalnog modela. Odbacuju se čim za njima nestane potreba pa ih se često smatra i pretečama različitih miskoncepata (Gilbert, 2005).

U procesu poučavanja kemijskih sadržaja, nastavnici najčešće koriste 2D prikaze te 3D fizičke i računalne modele. Za razliku od fizičkih modela koji su manje vjerodostojni i ograničeni u svojoj ulozi zbog statičnosti, nepotpunih i netočnih



Slika 5. Kalotni model molekule askorbinske kiseline (preuzeto iz „Kemija ugljikovih spojeva“, Petrović Peroković, Turčinović, Halasz, 2014)

znanstvenih informacija, računalni modeli imaju veći potencijal za poticanje razvoja vještina crtanja i modeliranja kod učenika te pritom pridonose ispravnom razumijevanju poučavanih kemijskih sadržaja i stvaranju ispravnih mentalnih prikaza kemijskih koncepata.

Metodologija

Uzorak

U istraživanju su sudjelovali učenici i njihovi nastavnici, a cilj istraživanja je utvrditi postoje li razlike u mišljenjima nastavnika i učenika o težini pojedinog obrazovnog sadržaja organske kemije, vrsti i učestalosti korištenja modela te o utjecaju modela u motivaciji učenika za učenjem sadržaja organske kemije.

U istraživanju je sudjelovala 41 nastavnica kemije s područja Dubrovačko-neretvanske, Splitsko-dalmatinske, Šibensko-kninske i Zadarske županije. S obzirom na stručnu spremu, 33 nastavnice (80 %) imaju VSS, 6 nastavnica ima zvanje magistre znanosti (15 %), a 2 nastavnice imaju VŠS (5 %). U Tablici 1. prikazana je struktura ispitanika prema broju godina staža provedenih u obrazovanju.

Tablica 1. Struktura ispitanika s obzirom na broj godina staža

broj godina staža	1 – 10	11 – 20	21 – 30	>30
broj ispitanika (%)	10 (24 %)	19 (46 %)	10 (24 %)	2 (6 %)

U istraživanju je sudjelovalo 325 učenika završnih razreda gimnazijskog usmjerenja s područja Dubrovačko-neretvanske, Splitsko-dalmatinske, Šibensko-kninske i Zadarske županije od čega su 2 učenika koji ponavljaju završni razred. S obzirom na spol, uzorak čini 200 učenica (61,5 %) i 125 učenika (38,5 %). U Tablici 2. prikazana je struktura ispitanika s obzirom na dob.

Tablica 2: Struktura ispitanika s obzirom na dob

broj godina	17	18	19
broj ispitanika (%)	40 (12,3%)	274 (84,3%)	11 (3,4%)

Mjerni instrument

Anketni upitnik za nastavnike

Anketni upitnik za nastavnike sadrži 22 čestice kojima se htjelo ispitati mišljenje nastavnika o tipu/vrsti modela kojeg koriste pri poučavanju, o obrazovnom sadržaju kojeg poučavaju uporabom modela, o težini poučavanog obrazovnog sadržaja organske kemije te o motivaciji učenika za učenjem sadržaja organske kemije.

Upitnik je primijenjen anonimno, a nastavnice su ga popunjavale u *online* formi. Upitnik je popunila 41 nastavnica iz različitih srednjih škola s područja Dalmacije.

Anketni upitnik za učenike

Anketni upitnik za učenike sadrži 22 čestice kojima se htjelo ispitati mišljenje učenika o tome što model jest, uporabi modela u procesu učenja sadržaja organske kemije, o vrsti/tipu korištenja modela, o težini poučavanih sadržaja organske kemije, ali i o motivaciji za učenjem sadržaja organske kemije s ili bez aktivne uporabe modela.

Upitnik je bio primijenjen anonimno, a učenici su ga popunjavali u *online* formi i pisanoj formi. Upitnik je popunilo 325 učenika završnih razreda iz različitih srednjih škola gimnazijskog usmjerenja s područja Dalmacije.

Upitnici su sadržavali alternativna da/ne pitanja, pitanja višestrukog odabira, pitanja otvorenog tipa, a odgovori su prije unošenja kodirani te su analizirani uporabom programa *Statistical Package for Social Science; SPSS 23.0 za Windowse, IBM*.

Anketni upitnici su izradili istraživači. Početne verzije upitnika su pregledale dvije psihologice iz dvije različite srednje škole, nastavnica kemije s dugogodišnjim iskustvom u radu s učenicima srednje škole te sveučilišna profesorice iz područja metodike nastave kemije. Nakon recenzija, upitnici su doradjeni i upućeni prema učenicima i nastavnicima.

Anketni upitnik za nastavnike i Anketni upitnik za učenike sadržavali su po 22 čestice. U 10 čestica se anketni upitnici preklapaju dok je 12 sličnih, ali specifično različitih čestica s obzirom na to da se radi o dvije različite, ali povezane skupine ispitanika. Iste čestice ispituju učestalost uporabe modela, vrstu/tip korištenog modela, obrazovne sadržaja u kojima se modeli koriste te motivaciju rada s modelima. Rezultati zajedničkih čestica su analizirani i usporedno prikazani u Tablici 3.

Istraživačko pitanje

Istraživanjem se htjelo utvrditi postoji li razlika u mišljenju nastavnika i učenika oko učestalosti uporabe modela, vrste modela u procesu poučavanja i učenja sadržaja

organske kemije te slažu li se nastavnici i učenici oko težine obrazovnih sadržaja organske kemije i utjecaju uporabe modela na motivaciju učenja obrazovnih sadržaja organske kemije.

Iz istraživačkog pitanja formirane se četiri nul-hipoteze čija se statistička razlika ispitala na razini značajnosti $p < 0,05$.

H_{o1} : Ne postoji statistički značajna razlika između mišljenja učenika i nastavnika o učestalosti uporabe modela u nastavnom procesu.

H_{o2} : Ne postoji statistički značajna razlika između mišljenja učenika i nastavnika o vrsti/tipu korištenih modela u nastavnom procesu.

H_{o3} : Ne postoji statistički značajna razlika između mišljenja učenika i nastavnika o zahtjevnosti poučavanih sadržaja organske kemije.

H_{o4} : Ne postoji statistički značajna razlika između mišljenja učenika i nastavnika o utjecaju modela na motivaciju učenja sadržaja organske kemije.

Rezultati i rasprava

Rezultati ukazuju na to da postoje određene razlike u mišljenjima učenika i nastavnica o vrsti, uporabi i učestalosti uporabe modela u procesu poučavanja i učenja sadržaja organske kemije. Najčešće se u nastavnom procesu koriste štapić-kuglica modeli, rijetko ili ponekad kalotni i računalni modeli, a uglavnom se koriste za objašnjavanje strukture organskih molekula.

Rezultati istraživanja pokazuju da učenici ne razumiju značenje modela korištenih u procesu poučavanja i učenja sadržaja organske kemije ($N = 325$, $f_{[0\%]} = 45\%$), učenici imaju nepotpuno ili netočno objašnjenje koncepta modela ($N = 325$, $f_{[0\%]} = 62\%$), a veliki dio učenika aktivno ne sudjeluje u procesu modeliranja ($N = 325$, $f_{[0\%]} = 80\%$).

Prema mišljenju nastavnika uporaba modela prilikom učenja sadržaja organske kemije pomaže učenicima prilikom razumijevanja poučavanih sadržaja te utječe na motivaciju za učenjem sadržaja organske kemije ($N = 41$, $f_{[0\%]} = 80\%$). (Tablica 3.)

Iako se nastavnice i učenici slažu da je poučavanje i učenje reakcijskih mehanizama u organskoj kemiji najzahtjevniji obrazovni sadržaj, ulogu modela u tom dijelu nastavnice nisu prepoznale.

Na postavljeno pitanje „*Koja je uloga modela u procesu učenja?*“, čak 65 % učenika je odgovorilo da ne zna. Od učenika koji su prepoznali ulogu modela u procesu učenja (35 % ispitanih učenika) tražilo se da objasne ulogu modela. Njihovi odgovori upućuju da ne prepoznaju ulogu modela u procesu učenja. Neki od najčešćih odgovora učenika su: „*Iz modela možemo odrediti broj atoma, veze.*“, „*Svaki je model napravljen prema molekuli i mora biti točan i nuditi točne informacije o molekuli.*“,

Tablica 3. Razlike u mišljenjima nastavnika i učenika o uporabi modela u procesu poučavanja i učenja sadržaja organske kemije

Čestice upitnika	ponuđeni odgovori	N	U
Koristite li modele u procesu učenja/poučavanja sadržaja organske kemije?	Da	95 %	64,6 %
	Ne	5 %	35,4 %
Koje modele koristite prilikom poučavanja/učenja sadržaja organske kemije?	štapić kuglica model	62,5 %	55,6 %
	kalotni model	15 %	7,7 %
	računalni model	15 %	23,2 %
	ne koristim	7,5 %	13,5 %
Koliko često koristite modele?	Rijetko	20 %	48,6 %
	Ponekad	30 %	32,9 %
	Često	45 %	13,6 %
	Stalno	5 %	4,9 %
Izrađujete li modele prilikom procesa poučavanja i učenja?	Da	45 %	20 %
	ne	55 %	80 %
Za poučavanje kojeg obrazovnog sadržaja najčešće koristite modele?	strukture organskih molekula	70 %	85,8 %
	fizikalna svojstva organskih molekula	20 %	6,2 %
	reakcijskih mehanizama organskih molekula	10 %	8 %
Koji je od navedenih sadržaja organske kemije najzahtjevniji?	hibridizacija**	30 %	27,4 %
	crtanje strukturnih formula organskih molekula	12 %	13,8 %
	izrada modela organskih molekula	9 %	5,2 %
	reakcije organskih molekula	49 %	53,6 %
Pridonosi li korištenje modela motivaciji za učenjem sadržaja organske kemije?	da	80 %	60,6 %
	ne	20 %	39,4 %
*N/U = nastavnici/učenici ** hibridizacija – sinonim za predviđanje građe molekula			

„Model nam daje točan odgovor o položaju molekula.“, „Prikazuje nam kako izgleda pa nam je lakše razumjeti svojstva.“, „Model nastoji precizno objasniti uočeno s obzirom na rezultate pokusa, stoga model nudi točne znanstvene informacije jer se zasniva na njima.“, „Pokazuje orijentiranost kovalentnih veza, iz njega primjećujemo i fizikalna svojstva.“, „Model je vjerni prikaz molekule.“, „Iz modela možemo točno odrediti i vidjeti kako neki atom izgleda.“

Nastavnice i učenici smatraju da uporaba modela pridonosi motivaciji i boljem razumijevanju sadržaja organske kemije iako mali broj učenika aktivno koristi modele u procesu učenja.

Testiranje hipoteza

H_01 : Ne postoji statistički značajna razlika između mišljenja učenika i nastavnika o *učestalosti* uporabe modela u nastavnom procesu.

Tablica 4. Rezultati t-testa provedenog za ispitivanje H_01 hipoteze

	Levene's Test		t-test					
	F	Sig.	t	df	MD	95% Confidence Interval of the Difference		
						Lower	Upper	
H_01	,812	,368	3,650	364	,647	,299	,996	

Rezultati dobiveni analizom podataka ukazuju da ne postoji statistički značajna razlika u mišljenju nastavnika i učenika o učestalosti uporabe modela ($F = ,812$; $p < 0,05$) pa se hipoteza prihvaća. Modeli se koriste u procesu poučavanja i učenja sadržaja organske kemije iako ne često i podjednako u svim poučavanim sadržajima.

H_02 : Ne postoji statistički značajna razlika između mišljenja učenika i nastavnika o vrsti/tipu korištenih modela u nastavnom procesu.

Tablica 5. Rezultati t-testa provedenog za ispitivanje H_02 hipoteze

	Levene's Test		t-test					
	F	Sig.	t	df	MD	95% Confidence Interval of the Difference		
						Lower	Upper	
H_02	6,996	,009	1,174	364	-,219	-,585	,148	

Rezultati t-testa za nezavisne uzorke pri testiranju H_{02} hipoteze ($F = 6,996$; $p < 0,05$) ukazuju da postoji statistički značajna razlika u mišljenjima učenika i nastavnika o vrsti/tipu korištenih modela u procesu poučavanja i učenja sadržaja organske kemije pa se hipoteza odbacuje.

Razlika se može objasniti učeničkim nerazumijevanjem modela, ali i neprepoznavanjem da model može biti graf, animacija ili tekst, a ne nužno fizički ili računalni model koji prikazuje građu molekule.

H_{03} : Ne postoji statistički značajna razlika između mišljenja učenika i nastavnika o zahtjevnosti poučavanih sadržaja organske kemije.

Tablica 6: Rezultati t-testa provedenog za ispitivanje H_{03} hipoteze

	Levene's Test		t-test				
	F	Sig.	t	df	MD	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
H_{03}	,281	,597	1,841	364	,303	-,021	,627

Rezultati dobiveni t-testom za nezavisne uzorke ($F = ,281$; $p < 0,05$) ukazuju da ne postoji statistička značajna razlika između mišljenja nastavnika i učenika o zahtjevnosti obrazovnih sadržaja organske kemije pa se hipoteza prihvaća. Najizazovniji obrazovni sadržaji prema mišljenju učenika i nastavnika su reakcijski mehanizmi, a u tom području se modeli najmanje koriste.

H_{04} : Ne postoji statistički značajna razlika između mišljenja učenika i nastavnika o utjecaju modela na motivaciju učenja sadržaja organske kemije.

Tablica 7. Rezultati t-testa provedenog za ispitivanje H_{04} hipoteze

	Levene's Test		t-test				
	F	Sig.	t	df	MD	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
H_{04}	60,033	,000	2,496	364	-,199	-,355	-,042

Rezultati t-testa za nezavisne uzorke pri testiranju H_0 hipoteze ($F = 60,003$; $p < 0,05$) ukazuju da postoji statistički značajna razlika u mišljenjima učenika i nastavnika o utjecaju modela na motivaciju pa se hipoteza odbacuje. Razlog može biti i nedovoljno korištenje modela pa utjecaj modela na motivaciju nije vidljiv, ali može biti i općenito niska motivacija za učenjem sadržaja kemije.

Zaključak

Rezultati dobiveni analizom čestica ukazuju na postojanje različitih mišljenja učenika i nastavnika o značenju modela i njegovoj ulozi u procesu poučavanja i učenja određenih sadržaja organske kemije na srednjoškolskoj razini. Modeli se koriste u početnom poučavanju sadržaja organske kemije te se njima pokušava objasniti strukturalna građa organskih molekula. Najčešće se koriste fizički statični modeli. Kod poučavanja i učenja zahtjevnijih sadržaja organske kemije uloga modela nije prepoznata što upućuje na potrebu razvijanja metodičkih scenarija i potpore nastavnicima za unaprjeđivanje uporabe različitih modela pri obradi navedenih sadržaja.

Rezultati ukazuju da se razlikuje mišljenje učenika i njihovih nastavnika i oko učestalosti korištenja modela. Više od polovice ispitanih nastavnika smatra da modele koristi stalno (5 %), odnosno često (45 %), dok samo 18,4 % učenika dijeli njihovo mišljenje (stalno 4,9 %; često 13,5 %). Razlog tome može biti neprepoznavanje vrijednosti modela kao takvog od strane učenika jer tijekom obrazovanja učenici aktivno ne koriste modele. Pasivna, često pokazna uporaba modela ne omogućuje učenicima konstrukciju vlastitog modela, a samim time na pruža učenicima mogućnost prepoznavanja uloge modela. Nepoznavanje značenja uloge modela, razumijevanja opsega i ograničenja modela može dovesti do krive uporabe, odnosno do stvaranja krivih koncepcija.

Rezultati pokazuju da nastavnice i učenici imaju slično mišljenje o težini obrazovnog sadržaja organske kemije, 49 % nastavnica i 53,6 % učenika smatraju *reakcije organskih molekula* najzahtjevnijim obrazovnim sadržajem za poučavanje, odnosno za učenje i razumijevanje, iako samo 10 % nastavnica koristi modele pri poučavanju tog sadržaja, a samo 8 % učenika koristi modele pri učenju reakcija organskih molekula.

Rezultati su u skladu s dosadašnjim provedenim istraživanjima i praksom nastavnika te ukazuju da se modeli ne koriste dovoljno u poučavanju sadržaja organske kemije na srednjoškolskoj razini, često se koriste kao pokazni materijal, a ne kao aktivno sredstvo te kao takvi modeli ne ispunjavaju svoju ulogu sredstva koje omogućuje učenicima kritičko promišljanje i stvaranje ispravnih kemijskih koncepata.

Literatura

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 147–165.
- Barker, V., & Millar, R. (1999). Students' reasoning about chemical reactions: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 21, 645-665
- Ahtee, M.; Varjola, I. (1998). Students' Understanding of Chemical Reaction. *International Journal of Science Education*, 20, 305–316.
- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70, 549-563.
- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70, 549-563.
- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70, 549-563
- Andersson, B (1986). Pupils expanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70, 549–563.
- Barker, V., Millar, R (1999). Students reasoning about chemical reactions: what changes occur during a contex-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Educaton*, 21, 645–665.
- Boulter, C. J., Buckeley, B. C. (2000). Developing models in science education. *Springer*, 41–57.
- Chittleborough, G. D. (2004). The role of teaching models and chemical representations in developing students' mental models of chemical phenomena. *Doctoral dissertation*. Curtin University. Western Australia.
- Coll, R.,K., France, B., Taylor, I. (2005) The role of models/and analogies in science education: implications from research, *International Journal of Science Education*, 27, 183–198.
- De Jong, O., Solsona, N., Izquierdo, M. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, 25, 3–12.
- Duit, R., Glynn, S. (1996). Mental modelling, in G. Welford, J. Osborne, & P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes* (166 – 176). London: Farmer Press
- Ferreira, C, Baptista, M., Arroio, A. (2013). In Service Training of Chemistry Teachers; The Use of Multimedia in Teaching Chemistry. *Eurasia Journal of Matematics Science and Tehnology Education*, 9, 301–310.
- Gilbert, J. K., Justi R., Aksela, M. (2003). The visualization of models: A metacognitive competence in the learning of chemistry. *In Proceedings of fourth international conference of the European Science Education Research Association*, European Science Education Research Association ESERA, 19–23.
- Gilbert, J., K. (2005). Visualization in Science Education. *Springer*
- Gilbert, J. K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D., Van Driel, J. (2003). Research and development for the future of chemical education. *Chemistry education: Towards research-based practice*, *Springer*, 293–316.

- Gentner, D. (2001). Psychology of mental models. In Smelser, N. J., Baltes, P. B. (Eds.), *International encyclopedia of social and behavioral sciences* (pp. 9683 – 9687). Kidlington, UK: Elsevier Science.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. (1991). Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 799–822.
- Harré, R. (2004). Modeling: Gateway to the unknown, Volume I. Elsevier Science
- Harrison, A., G., Treagust, D., F. (1998). Modelling in Science Lesson: Are There Better Ways to Learn With Models? *School science and mathematics*, 98, 8, 409–460.
- Hodson, D. (1998). Teaching and Learning Science: Towards a Personalized Approach. *Open University Press*
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*. 70, 701–705.
- Justi, R. (2002). The Teaching and learning chemical kinetics. *Chemical Education: Towards research-based Practice*, 293-315
- Justi, R. (2009). Learning how to model in science classroom: key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills. *Educacion Quimica*, 20, 32–40.
- Justi, R., Gilbert, J. (1999). A cause of a historical science teaching: use of hybrid models. *Science Education*, 83 (2), 163–177.
- Justi, R., Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of „the atom“. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 993–1009.
- Lee, S. Wen-Yu (2018). Identifying the Item Hierarchy and Charting the Progression across Grade Levels: Surveying Taiwanese Students' Understanding of Scientific Models and Modeling. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 8, 1409–1430.
- Marzano, R. J. (2001). Designing a new taxonomy of educational objectives. Expertss in assessment. *Corwin Press*.
- Milenković, D., D. (2014). Razvoj i evaluacija instrukcione strategije zasnovane na tripletnom modelu reprezentacije sadržaja neorganske hemije u srednjoškolskom obrazovanju. *Doktorska disertacija*, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija.
- Petrović Peroković, V., Turčinović, D., Halasz, I. (2014). Kemija ugljikovih spojeva, udžbenik za četvrti razred gimnazije, *Školska knjiga*, Zagreb
- Ribarić, N., Futivić, I., Sakač, N. (2014). Kemija 4, udžbenik za četvrti razred gimnazije, *Alfa*, Zagreb
- Rickheit, G., Sichelschmidt, L., Strohner, H.(1995) Economical principles in coherence management: A cognitive systems approach. In G. Rickheit, & Christopher Habel (eds.), Focus and coherence in discourse processing. Berlin: Walter de Gruyter, pp. 171–189.
- Prilliman, S. (2014). Integrating particulate representations into AP chemistry and introductory chemistry courses. *Journal of Chemical Education*, 91, 1291–1298.
- Stull, A.T., Hegarty, M. (2016). Model manipulation and learning: Fostering representational competence with virtual and concrete models, *Journal of Educational Psychology*, 108 (4), 509–527.
- Stričević, D., Sever, B. (2014). Temelji organske kemije, udžbenik za četvrti razred gimnazije, *Profil*, Zagreb

Treagust, D.,F., Harisson, A.G. (2000). Learning about atoms, molecules and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry, *Science Education*, 84, 3, 352–381.

Treagust, D. F., Chittleborough, G., Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, 4, 357–368.

Attitudes of teachers and students about the use of models in the process of teaching and learning the content of organic chemistry

Abstract

The aim of the research is to determine the extent to which teachers and students consider the model to be an important teaching tool and whether the use of the model contributes to a better understanding of the content of organic chemistry. The research was conducted during the school year on a sample of 41 chemistry teachers and 325 high school seniors. The results display certain differences in the views of teachers and students on the frequency of the model's use in the process of teaching and learning the content of organic chemistry. Stick-ball models are most commonly used to teach the structure of organic molecules, and the role of models in teaching more complex concepts of organic chemistry has not been recognized. The results show that teachers and students agree that active use of models contributes to higher motivation and better understanding of taught concepts, although only 20 % of students actively use models in the learning process.

Key words: model, organic chemistry, secondary education, teaching and learning

