

UPOTREBA INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U NASTAVI KEMIJE

Nikolina Ribarić

Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu

Poslijediplomski sveučilišni studij: *Istraživanje u edukaciji u području prirodnih i tehničkih znanosti –
usmjerenje Kemija*
Split, Hrvatska
nikolina.ribaric@skole.hr

Sažetak: *Današnji su učenici „digitalni urođenici“, a njihovi učitelji su „digitalni pridošlice“. Informacijsko komunikacijska tehnologija i digitalni uređaji postali su sastavni dio naših života te su neminovno ušli u obrazovne ustanove i u nastavu. U ovom je radu dan pregled učinkovitosti kombinirane nastave, korištenja online testova, alata za vizualizaciju i animaciju u nastavi kemije te učinkovitost digitalnih igara u nastavi. Također, dan je pregled mišljenja učitelja i učenika o pozitivnim i negativnim stranama korištenja digitalnih uređaja i informacijsko-komunikacijskih tehnologija u nastavi. Opisani su neki od dostupnih alata za izradu online kvizova i testova, alati za vizualizaciju i animaciju, alati za prikazivanje modela molekula i kemijskog pribora i posuđa te edukativna video igra za učenje kemije.*

Ključne riječi: *animacija, E-učenje, kombinirana nastava, online testovi, vizualizacija*

1. UVOD

E-učenje predstavlja presjek svijeta obrazovanja i svijeta informacijske i komunikacijske tehnologije [1]. U usporedbi s tradicionalnom nastavom koja u središte stavlja učitelja i njegovu kontrolu nad razredom, nastavnim sadržajem i procesom učenja i poučavanja, E-učenje u središte stavlja učenika kojem omogućava interaktivno učenje vlastitim tempom, u jednostavnom, fleksibilnom distribuiranom okruženju za učenje [2], [3].

Iako su digitalne tehnologije i Internet izazvali u proteklih desetak godina velike promjene i u kontekstu odgoja i obrazovanja, primjena E-učenja unatoč naporima i promicanju ograničenog je obima. Jedna od prepreka u većini hrvatskih škola svakako je loša informacijska infrastruktura te nejednolika opremljenost učenika digitalnim tehnologijama.

Posljednjih godina često se provode istraživanja o upotrebi informacijsko-komunikacijskih tehnologija (IKT) u obrazovanju, primjerice The ICT Impact

Report [4], ICT in Schools [5], Elearning Nordic [6].

U spomenutim istraživanjima opisuje se utjecaj primjene IKT na obrazovanje. Autori navode da IKT utječe pozitivno na obrazovna postignuća u osnovnoj školi te da postoji pozitivna veza između duljine perioda upotrebe IKT-a i uspjeha učenika na PISA matematičkim testovima. Također istraživanja pokazuju da škole s boljom IKT opremom postižu bolje rezultate od škola sa siromašnijom IKT opremom [7].

Nadalje, IKT omogućava učenje djeci s različitim stilovima učenja i sposobnosti.

U istraživanjima se ističe i činjenica da se navike učitelja još nisu promijenile te da oni najviše upotrebljavaju IKT kada se uklapa u njihov tradicionalan način poučavanja [7].

2. KOMBINIRANA NASTAVA

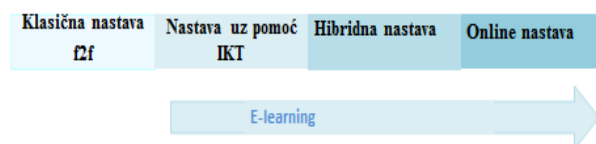
Desetljećima su učitelji kemije za poučavanje koristili krede u boji i ploču. U današnje vrijeme, kreda i ploča su zamijenjeni projekcijom elektroničkih sadržaja, najčešće u obliku PowerPoint® prezentacija koje omogućuju učiteljima prikazivanje shema, fotografija, multimedijских animacija, ali i dijeljenje edukativnih materijala učenicima – prije ili poslije nastave. Iako je vizualizacija kemijskih koncepta poboljšana kvalitetnim slikama i računalno generiranim kemijskim strukturama, glavni nedostatak korištenja PowerPoint® slajdova na preddiplomskoj razini jest ta što se učenike ne potiče da kreiraju vlastite bilješke. Elektronički slajdovi su nepraktični kada nastavnici moraju odmah prilagoditi sadržaj poučavanja potrebama učenika. U tom se slučaju nastavnici moraju prebacivati između elektroničkih slajdova i krede i ploče/bijele ploče, što često loše utječe na kontinuitet i ima za posljedicu učenike koji su dezorijentirani za vrijeme predavanja [8].

Ideja da "jedna veličina odgovara svima" nema uporište u obrazovanju današnjih učenika. Današnji učenici nisu učenici koji se mogu obrazovati kroz postojeći obrazovni sustav [8]. Danas svaki učenik ima različita očekivanja od učenja i ima svoje

stilove učenja. Stoga se od škola i učitelja očekuje da budu sposobni zadovoljiti potrebe učenika. Razvoj tehnologije jedan je od najvećih pomagača nastavnicima u ispunjavanju ovih očekivanja. Prema uporabi IKT-a razlikujemo nekoliko oblika učenja [9]:

- **klasična nastava** (*f2f ili face-to-face*) - nastava u učionici
- **nastava uz pomoć ICT-a** (*ICT supported teaching and learning*) - tehnologija u službi poboljšanja klasične nastave, a tehnologije koje se koriste su: prezentacije (PowerPoint i sl.), multimedijски CD-ROM-ovi Web sjedišta za predmete s multimedijским sadržajima za učenje, interaktivni plakati (npr. Glogsteri), kvizovi za samoprovjere i provjere znanja (npr. HotPotatoes), E-mail i mailing liste, forum, Blog, wiki, e-portfolio, Webinar.
- **hibridna ili kombinirana nastava** (*hybrid/blended learning, mixed mode*) - kombinacija nastave u učionici i nastave uz pomoć tehnologija (poput LMS-a i videokonferencija)
- **online nastava** (*fully online*) - nastava uz pomoć IKT-a u potpunosti organizirana na daljinu, te se sudionici nastave ne susreću uživo, najčešće se koriste tečajevi koji se dostavljaju putem Interneta i videokonferencije.

„Vremenska crta“ (Slika 1.) razvoja e-učenja prikazuje obrazovanje kao kontinuum kojem je početak klasična (tradicionalna) nastava (f2f), slijedi uvođenje IKT -a u f2f nastavu (npr. korištenje PowerPoint prezentacija), nakon čega se razvija hibridna nastava. Online nastava kao samostalan oblik nastave nalazi se na desnom kraju kontinuumu.



Slika 1: E-learning kontinuum (prema [10])

Inteligentni sustavi koji se mogu prilagoditi ciljevima, zadaćama, interesima i drugim karakteristikama korisnika mogu biti lijek za negativne učinke jednostranog pristupa obrazovanju. Kada se uzme u obzir interes i poznavanje „Z generacije“ vidljivo je da je korištenje tehnologije pravi izbor za pružanje personaliziranih okruženja za učenje [11], [12].

U posljednjih 10 godina pojavili su se tablet uređaji, koji su se pokazali kao vrijedan alat u nastavi. Tablet uređaji omogućuju učenicima aktivno praćenje nastave i bilježenje komentara i napomena za vrijeme nastave na isporučenim materijalima [13], [14], [15]. Istraživanje

provedeno na studentima prvog semestra preddiplomskog studija učitelja kemije na Sveučilištu Andres Bello (Čile) pokazuje da tzv. digitalna tinta omogućuje učinkovitije i živopisnije praćenje nastavnih sadržaja jer usmjerava pažnju učenika i studenata. [15].

Shibley [16] sugerira da kombinirano učenje može stvoriti uvjete da učenici uče prije nastave, tijekom nastave i nakon nastave. Na primjer, učitelj može pripremiti sadržaj niže razine i pustiti učenike da razmisle o tome prije nego što dolaze u učionicu, tj. zatražiti od učenika da pročitaju PowerPoint® slajdove i udžbenike prije nego što dolaze u razred i rade na kratkom *online* kvizu koristeći pripremljene materijale. Proces „učenja prije učenja“ u učionici omogućuje stvaranje dodatnog vremena tijekom nastave kako bi se učenici angažirali na aktivnostima, raspravama i u grupnom radu, a na taj bi se način dosegla viša razina Bloomove taksonomije. Autor sugerira da bi učiteljima trebao biti cilj učenje nakon učionice i stvaranje zadataka koji potiču učenike da nastave svoj kontakt s obrazovnim materijalom.

Predlaže se, kao primjer dobre prase, kombinirani tečaj koji u sebi ima ugrađene kvizove za rješavanje prije nastave te one za rješavanje nakon nastave uz online raspravu. Takva praksa poboljšava neposrednu izvedbu učenika i poboljšava učeničku izvedbu kroz aktivnosti u razredu u usporedbi s tradicionalnom nastavom.

Niuć i Glažar napominju kako primjena E-jedinica kao nastavnog sredstva ima pozitivan utjecaj na stjecanje znanja te da ujedno učenicima olakšava učenje i čini ga zanimljivijim [17]. Nastavna strategija koja je pokazala dobre rezultate u poučavanju prirodnih znanosti jest E-učenje. Uporaba informatičke tehnologije motivira učenike i mijenja okruženje za učenje koje je bilo usredotočeno na nastavnika, k okruženju usredotočenom na učenika. U izradi materijala za E-učenje mogu se upotrebljavati raznovrsni medijski elementi (tekst, zvuk, video). Učinkovitost E-učenja ovisi o mnogim čimbenicima (npr. stručnom usavršavanju nastavnika, načinu kako se tehnologija upotrebljava kao nastavno sredstvo, pozitivnim stavovima nastavnika u primjeni računala u nastavi, kvaliteti materijala...). Istraživanja su pokazala da učenici mnogo bolje uče kada su interaktivno uključeni u sadržaj i kada mogu učiti određenim tempom koji njima odgovara. [18], [19], [20], [21].

Kombinirani oblik nastave omogućuje pristup obrazovnim informacijama s bilo kojeg mjesta i najčešće u bilo koje vrijeme. Ono sudionicima nastave omogućuje prevladavanje vremenskih i prostornih ograničenja [22], [23].

3. ONLINE TESTOVI

Istraživanja pokazuju povezanost unutarnje (intrinzične) motivacije i korištenja *online* testova za razliku od povezanosti vanjske (ekstrinzične) motivacije i upotrebe testova na nastavi. *Online* testovi koje učenici dobrovoljno rješavaju u svoje slobodno vrijeme pomažu boljem i bržem usvajanju nastavnih sadržaja [24], [25], [26].

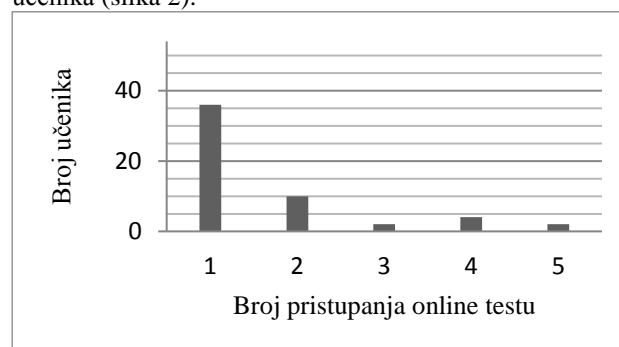
Istraživanje koje je provedeno s tri razredna odjeljenja osmih razreda OŠ „Ljubo Babić“ u Jastrebarskom imalo je za cilj bio utvrditi postoji li motivacija kod učenika za uvježbavanje nastavnih sadržaja iz kemije primjenom *online* testova izrađenih u programu Testmoz te postoji li spolna razlika kod korištenja digitaliziranih nastavnih materijala. Uzorak su činila 68 učenika tri razredna odjela osmih razreda OŠ „Ljubo Babić“, Jastrebarsko. Sastav uzorka prema spolu je: 36 djevojčica i 32 dječaka.

Istraživanje je provedeno *online* testom izrađenom u Testmozu. Test se sastojao od 20 zadataka, od toga 8 zadataka zatvorenog tipa i 12 zadataka otvorenog tipa, a maksimalan broj bodova iznosio je 32. Zadacima su se ispitivala znanja o poznavanju kemijskih formula ugljikovodika (7 pitanja), općim formulama ugljikovodika (1 zadatak), opisivanje kemijskih reakcija jednadžbama (5 zadataka), izračunavanje relativne molekulske mase (2 zadatka) i određivanje empirijske formule (1 zadatak) te svojstva ugljikovodika (4 pitanja). Navedena znanja učenici su upoznavali tijekom obrade nastavnih jedinica: 1. Zasićeni ugljikovodici, 2. Nezasićeni ugljikovodici – alkeni i alkini, 3. Aromatski ugljikovodici – areni. U *online* testu vrednovani su točni odgovori. Netočni odgovori nisu donosili negativne bodove. Istraživanje je provedeno u razdoblju od dva tjedna, nakon obrade nastavne teme „Ugljikovodici“, a prije pisane provjere znanja. Prosječno vremensko trajanje rješavanja testa iznosilo je 10 minuta. *Online* test sadržavao je ukupno 20 pitanja. Maksimalni broj bodova koji su učenici mogli ostvariti na *online* testu bio je 32. Od ukupno 68 učenika, 54 učenika pristupila su rješavanju testa. Ovako dobar odaziv učenika rješavanju *online* testa može se tumačiti motivacijom za postignućem. Naime, za školsko okruženje posebno je taj motiv važan, jer se odnosi na želju za što bolje obavljenim zadatkom [25].

Učenici koji nisu pristupili rješavanju *online* testa pripadnici su heterogene skupine učenika prema uspjehu iz kemije. Nadalje, razlog nepristupanja *online* testiranju nije bio nemogućnost pristupa tehnologiji. Svi su se učenici izjasnili da kod kuće imaju pristup Internetu, a napomenuto im je da mogu pristupiti *online* testiranju i u školi.

Učenicima je ponuđena mogućnost (neobavezna) - dodatni način za ponavljanje i uvježbavanje nastavnih sadržaja. Budući da „nove generacije“ –

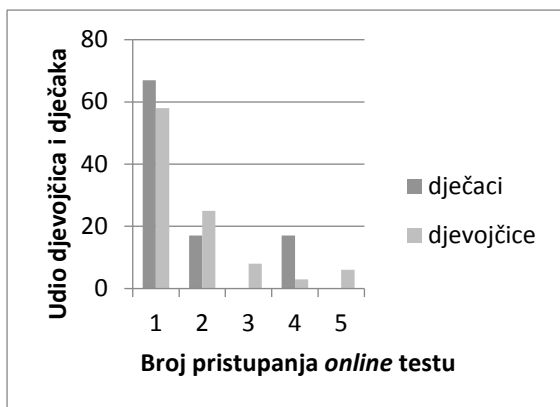
digitalni urođenici u velikoj mjeri koriste informacijsko-komunikacijske tehnologije, pretpostavka je da će ih rado koristiti i u obrazovne svrhe. Za ponavljanje gradiva o ugljikovodicima učenicima je bilo ponuđeno ponavljanje na „klasičan način“ – zadatci u radnoj bilježnici (obavezno) i *online* test koji nije bio obavezan. Analizom podataka dobivenih nakon ponavljanja i provjeravanja uočeno je da su bolje rezultate postigli oni učenici koji su ponavljali i uvježbavali i putem *online* testa. Ono što je iznenadilo, bio je broj ponovljenih pristupa testiranju. Neki su učenici više puta pristupali testu i putem njega uvježbavali nastavne sadržaje jer im je takav način uvježbavanja zanimljiviji – to je bilo objašnjenje učenika (slika 2).



Slika 2. Grafički prikaz broja pristupanja *online* testu

Također, ti isti učenici su ostvarili bolji rezultat na pisanoj provjeri znanja u odnosu na rezultate prijašnjih pisanih provjera znanja u 7. i 8. r. Učenici su testu mogli pristupiti neograničeni broj puta. Učenici su testovima pristupali u svoje slobodno vrijeme, od kuće, neograničen broj puta. Rezultati istraživanja pokazali su da su učenici motiviraniji za uvježbavanje predmetnih sadržaja kada su im materijali digitalizirani. Od ukupno 68 učenika, 54 učenika pristupila su rješavanju testa. Također, učenici su ostvarili bolje rezultate na provjerama znanja iz kemije kada su im bili dostupni *online* testovi za ponavljanje i vježbanje u odnosu na provjere nastavnih sadržaja koje su provedene nakon ponavljanja i vježbanja na „klasičan način“ – rješavanjem zadataka u radnoj bilježnici ili pisanim rješavanjem zadataka u radnim listićima. Također, rezultati istraživanja pokazuju da ne postoje spolne razlike u motiviranosti za uvježbavanje nastavnih sadržaja pomoću *online* testova.

U istraživanju je sudjelovalo 36 djevojčica i 18 dječaka. Slika 3. prikazuje razliku u postotku (udjelu) pristupanja *online* testu između djevojčica i dječaka.

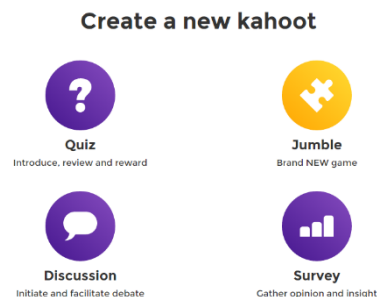


Slika 3. Grafički prikaz razlike u postotku pristupanja *online* testu između djevojčica i dječaka

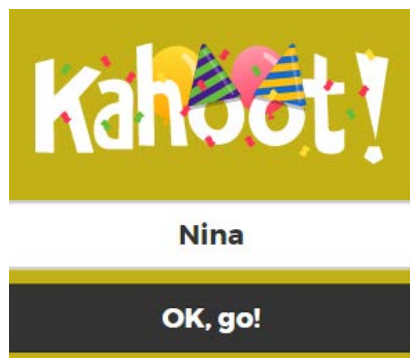
Budući da raspodjela pristupanja *online* testu nije normalno distribuirana, za analizu podataka korišteni su neparametrijski testovi. Za analizu razlike pristupanja *online* testu prema spolu i za ispitivanje razlike u uspješnosti rješavanja zadataka kod učenika koji su koristili *online* testove za uvježbavanje u odnosu na one koji su uvježbavali samo na „klasičan način“, korišten je *Medijan test*.

U cilju utvrđivanja postojanja razlika u broju pristupanja *online* testu između djevojčica i dječaka računao se prosječan broj pristupanja testu. Dobivena vrijednost prosječnog broja pristupanja *online* testu za dječake iznosi 1,69, a za djevojčice 1,74. Također, za analizu razlike u pristupanju *online* testu prema spolu, korišten je *Medijan test*. U našem slučaju medijan je 1 i u skupini dječaka i u skupini djevojčica. Daljnjom analizom podataka u programu SPSS za *Medijan test* u kojem je izračunata χ^2 -vrijednost za podatke iznad i ispod medijana, dobivena je vrijednost $\chi^2 = 0,1256$ što je manje od 3,841 (3,841 je granična vrijednost χ^2 uz jedan stupanj slobode na razini značajnosti od 5 %). Iz svega navedenoga proizlazi da sa 95%-tnom sigurnošću možemo zaključiti kako između ispitanika u ovom istraživanju ne postoji spolna razlika u broju pristupanja *online* testu, odn. ne postoji spolna razlika u pokazanom interesu za korištenjem digitalnih nastavnih materijala.

Kahoot je digitalni alat za izradu kvizova u kojima učenici mogu sudjelovati te na atraktivan i zabavan način provjeriti svoje znanje i brzinu reakcije kod odgovaranja. Naime, ostvareni broj bodova u kvizu ovisi o točnosti odgovora i o brzini odgovaranja pojedinca. Izradi kviza može se pristupiti na poveznici <https://create.kahoot.it/> (slika 4), a za sudjelovanje u kvizu potrebno je posjetiti stranicu <https://kahoot.it/> te upisati generirani *Game pin* (slika 5).



Slika 4. Izgled početne stranice aplikacije za izradu digitalnih kvizova *Kahoot*



Slika 5. Izgled stranice za pristupanje kvizu u aplikaciji za izradu digitalnih kvizova *Kahoot*

U kvizu *Kahoot* moguće je kreirati pitanja višestrukog izbora (od četiri ponuđena odgovora samo je jedan točan) i u tekst pitanja moguće je umetnuti fotografiju ili film (video datoteku) (slika 6).



Slika 6. Primjer pitanja u aplikaciji za izradu digitalnih kvizova *Kahoot*

Na postavljena pitanja koja su projicirana isključivo na projekcijskom platnu, učenici odgovaraju pritiskom na polje određenog ponuđenog odgovora na svojem pametnom telefonu, tabletu ili prijenosnom računalu. Na zaslonima svojih digitalnih uređaja učenici nemaju prikazano pitanje.

Aplikacija nudi mogućnost podešavanja vremena potrebnog za odgovor te nasumičan redoslijed postavljenih pitanja i odgovora pri svakom ponovnom pokretanju kviza.

Nakon svakog odgovora prikazuje se udio točnih odgovora i pregled stanja bodova za najboljih pet natjecatelja.

Kahoot je kviz namijenjen za korištenje na nastavi, za razliku od Testmoza koji se može koristiti na nastavi, ali i kod kuće u slobodno vrijeme, neograničen broj puta.

4. ANIMACIJA I VIZUALIZACIJA

Kemija je jedna od temeljnih prirodoslovnih znanosti koja proučava sastav, građu, svojstva i pretvorbe tvari. Učenje i poučavanje kemije temelji se na stjecanju znanja i vještina putem složenih kognitivnih procesa percepcije, komunikacije te rasuđivanja [27]. Nastavni program kemije u osnovnoj školi prvenstveno je usmjeren na kemijska znanja potrebna za svakodnevni život, na zanimljivosti i doprinos kemije u izgradnji kvalitetnijega života [28]. Odgojno-obrazovni ciljevi učenja i poučavanja kemije između ostalog su i razumijevanje i komuniciranje o temeljnim konceptima kemije, usvajanje i primjena kemijske terminologije i simbolike, razumijevanje principa znanstvenog pristupa istraživanja te rješavanju kemijskih problema. Većina kemijskih koncepata ima tri razine. Prva je makroskopska, druga je mikroskopska, dok je treća simbolička razina [29]. Vizualizacija u nastavi kemije predstavlja skup metoda, aplikacija, modela i analogija u 2D i 3D obliku prikazanih u tiskanom ili elektroničkom mediju [30], [31]. Tijekom poučavanja kemije nužna je upotreba različitih alata za vizualizaciju, a koji omogućuju učenicima bolje razumijevanja kemijskih koncepata. Prirodne se pojave mogu prikazati pomoću fizikalnih modela koji najčešće nisu u mjerilu 1:1, ali su povećane ili smanjene vjerodostojne replike stvarnih objekata. Takvi su modeli često računalno animirani. Vizualizacije pomažu učiteljima da zornije objasne apstraktne prirodne pojave i procese koje učenici tada lakše pohranjuju u dugoročno pamćenje [31]. Dok je vizualizacija iznimno moćan alat, tehnologija koja je potrebna za korištenje vizualizacije je još uvijek teška učiteljima za rutinsko korištenje. Potrebni računalni sustavi su skupi, a softveri relativno složeni. Međutim, vizualizacija ima veliki potencijal za korištenje u nastavi u budućnosti [32].

Često navođeni razlog nekorištenja vizualizacije i animacije u nastavi kemije u R Hrvatskoj je neopremljenost učionica i nedostatna

educiranost učitelja kemije. U svrhu analize stanja provedeno je istraživanje.

Anketom su ispitani i učitelji kemije osnovnih škola i nastavnici kemije u srednjim školama sudionici 25. Hrvatskog skupa kemičara i kemijskih inženjera u Poreču u travnju 2017. te sudionici Županijskog stručnog vijeća Zadar u svibnju 2017. godine.. Cilj je bio ispitati jesu li učitelji/nastavnici dovoljno educirani za korištenje IKT-a u nastavi te imaju li adekvatnu informatičku opremu.

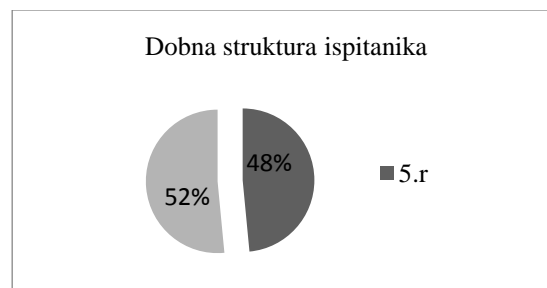
U istraživanju je sudjelovalo 43 nastavnika kemije (6 muških i 37 ženskih nastavnika) u dobi od 25 do 61 godine ($M = 42,32$; $SD = 9,24$). Većina nastavnika radi u srednjoj školi (53,5%), dok radni staž ispitanih nastavnika varira od 4 mjeseca do 38 godina ($M = 15,98$; $SD = 9,50$) (tablica 1) [33].

Tablica 1. Deskriptivni podaci za opis uzorka ($N = 43$)

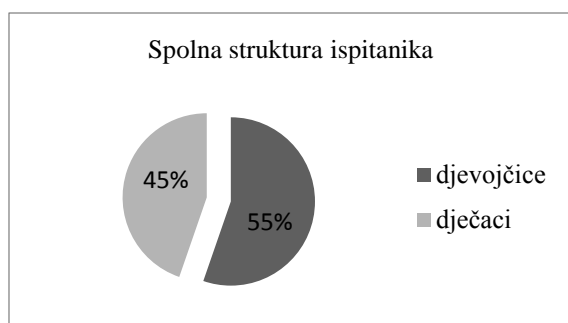
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
Dob	42,3 2	9,24	25	61
Radni staž	15,9 8	9,50	0,33	38
	<i>f</i>	<i>%</i>		
Spol	Muški	6	14,0	
	Ženski	37	86,0	
Trenutno zaposlenje	Osnovna škola	16	37,2	
	Srednja škola	23	53,5	
	Osnovna i srednja škola	2	4,6	
	Ostalo ¹	2	4,6	

Napomena: 1-NCVOO, AZOO.

S ciljem ispitivanja mišljenja učenika o korištenju IKT-a u nastavi ispitani su učenici OŠ „Ljubo Babić“ u Jastrebarskom. Uzorak su činila 64 učenika četiri razredna odjela petih razreda i 68 učenika tri razredna odjela osmih razreda OŠ „Ljubo Babić“ u Jastrebarskom (slika 7). Sastav uzorka prema spolu je: 73 djevojčica i 59 dječaka (slika 8).



Slika 7. Grafički prikaz udjela učenika petih i osmih razreda u istraživanju.



Slika 8. Grafički prikaz udjela djevojčica i dječaka u istraživanju.

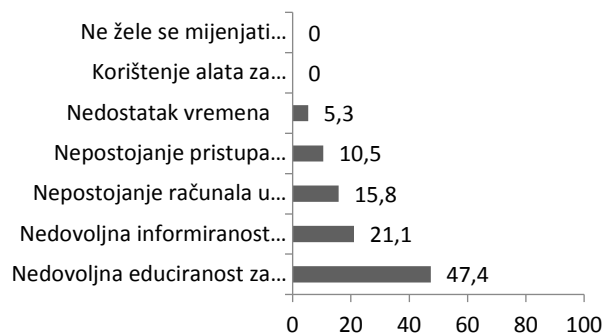
Istraživanje je provedeno anketnim upitnikom izrađenom pomoću aplikacije Google forms. Učenici su ispunjavali anketu u uvodnom dijelu sata, a učitelji u uvodnom dijelu radionice na tablet uređajima.

Iz tablice 2 može se vidjeti kako većina ispitanih nastavnika kemije ipak koristi digitalne alate za vizualizaciju u nastavi kemije.

Tablica 2. Korištenje digitalnih alata za vizualizaciju u nastavi kemije (N = 44)

	f	%
Ne	14	31,8
Da	30	68,2

Nastavnici kemije koji ne koriste digitalne alate za vizualizaciju u nastavi kemije kao najčešće razloge za njihovo nekorisćenje spominju nedovoljnu educiranost za korištenje takvih alata (47,4%) i nedovoljnu informiranost o postojanju takvih alata (21,1%). Manji broj nastavnika navodi razloge tehničke prirode poput nepostojanja računala u učionici (15,8%) i nepostojanja pristupa interneta u školi (10,5%). Istovremeno, 5,3% nastavnika kemije navodi nedostatak vremena kao razlog nekorisćenja digitalnih alata za vizualizaciju (slika 9). Zanimljivo je da niti jedan nastavnik ne smatra da korištenje alata za vizualizaciju neće doprinijeti povećanju kvalitete nastave kemije te niti jedan nastavnik ne navodi nevoljnost mijenjanja ustaljenih metoda i oblika rada kao razlog nekorisćenja digitalnih alata za vizualizaciju.



Slika 9. Raspodjela razloga zbog kojih učitelji/nastavnici kemije ne koriste alate za vizualizaciju za potrebe nastave kemije (u %).

Anketnim upitnikom ispitivan je i oblik/način korištenja digitalne infrastrukture kod učenika ispitivane populacije. 68,7 % učenika koristi IKT za komunikaciju, 49,6 % za slušanje glazbe i gledanje video uradaka, 42,7 % za pomoć pri učenju, te 33,6 % za igranje kompjutorskih igrica. Rezultati su prikazani tablicom 3.

Tablica 3. Prikaz odgovora na pitanje *Za koju svrhu koristiš računalo/pametni telefon?*

ODGOVOR	% UČENIKA
za komunikaciju	68,7 %
za slušanje glazbe i gledanje video uradaka	49,6 %
za pomoć pri učenju	42,7 %
za igranje kompjutorskih igrica	33,6 %

Ispitana je želja učenika vezana uz način na koji bi oni htjeli koristiti IKT u nastavi. U najvećem udjelu učenici bi koristili IKT za pretraživanje informacija na Internetu, a zatim za gledanje filmova pokusa koje ne mogu izvesti u učionici (tablica 4).

Tablica 4. Prikaz odgovora na pitanje *Kako bi htio/htjela koristiti tablet ili pametni telefon na nastavi?(možeš odabrati više odgovora)*

ODGOVOR	% UČENIKA
za igranje edukativnih igrica	42,3 %
za pretraživanje informacija na internetu	68,5 %
za gledanje filmova pokusa koji se ne mogu izvesti u učionici	53,1 %
za gledanje digitalnih simulacija	13,8 %
za pisanje referata/zadaća/sastavaka	47,7 %

U kemiji i ostalim prirodnim znanostima, eksperimentalni rad zajedno s drugim oblicima aktivnog učenja je najefikasnija metoda za učenje. Za vrijeme eksperimenta učenici uče znanstveni

pristup: osmišljavaju eksperiment, prikupljaju podatke, analiziraju prikupljene podatke, obrađuju i prezentiraju podatke te povezuju eksperimentalne rezultate s teoretskim znanjima [34], [35].

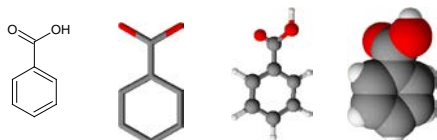
Eksperimentalni rad možemo izvoditi na dva načina, u realnom svijetu i virtualno. Klasični eksperimentalni rad je najčešći oblik rada pri poučavanju kemije u osnovnoj školi.

Virtualni laboratorij održava se unutar virtualnog svijeta, a donosi i mnoge prednosti. Virtualni laboratorij sadrži veliki broj alata za komunikaciju, izradu digitalnih sadržaja, mobilne aplikacije, alate za vizualizaciju i animaciju, igre, ankete, kvizove te interaktivne sadržaje. Mogu se izvoditi opasni pokusi bez ugrožavanja sebe ili drugih. Simulatori su pristupačni. Jednom razvijeni, onimogu funkcionirati bez ikakvih dodatnih troškova onoliko puta koliko je potrebno. Rezultati su uvijek isti.

Virtualni laboratorij pruža neovisan ili suradnički rad, koji nije nužno povezan samo s vremenom trajanja nastave, školskog laboratorija ili dostupnih kemikalija i laboratorijskih postrojenja. Obrazovni softver za osnovne i srednje škole dostupan je kao virtualni kemijski laboratorij nazvan „Chemistry Crocodile Clips“. Ovaj program također omogućuje učenicima samostalni rad ili rad u skupinama, gdje ih sučelje postupno vodi korak po korak kroz virtualni eksperiment. Učenici ili nastavnici imaju na raspolaganju gotove zbirke eksperimenata. Program ima mogućnost mijenjati postojeće eksperimente. Učenici ili nastavnici mogu prilagoditi postojeći eksperiment promjenom različitih parametara kao što su temperatura, masa, koncentracija itd. Upotreba virtualnog laboratorija pomaže učenicima usvajanje znanja na višim kognitivnim razinama [36], [37], [38].

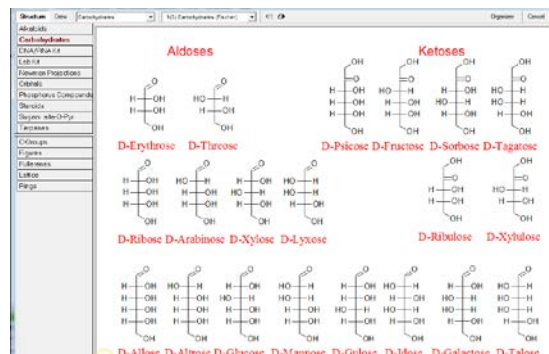
U svrhu razumijevanja građe tvari nužna je vizualizacija u nastavi kemije te se stvara potreba korištenja modela molekula kao jedan od oblika vizualizacije istih.

ChemSketch je besplatan digitalni paket za crtanje modela i struktura u kemiji, uključujući organske spojeve, organometalne spojeve i polimere. Alat omogućuje izračunavanje određenih karakteristika pojedinih molekula kao što su molarna masa i gustoća. Mogući je 2D i 3D prikaz modela molekula kao i njihova rotacija (slika 10).

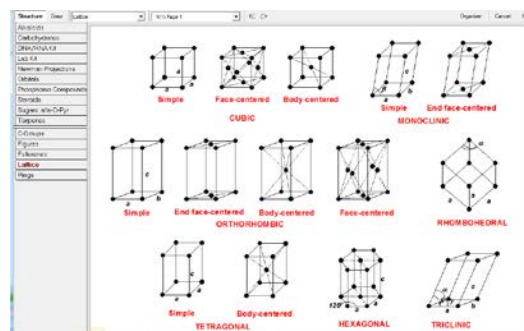


Slika 10. Prikaz strukture molekule valentnim crticama, štapičastim modelom, modelom kuglica-štapić i kalotnim modelom načinjenom u programu ChemSketch.

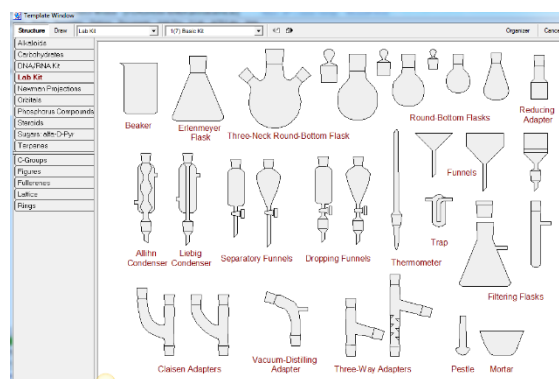
ShemSketch nudi i brojne predloške formula složenijih molekula (slika 11), predložak prikaza kristalnih rešetki (slika 12) te predložak osnovnog kemijskog pribora i posuda (slika 13) koji uvelike pomažu kvalitetnijoj vizualizaciji apstraktnih pojava i procesa u kemiji.



Slika 11. Prikaz predložka molekula ugljikohidrata u programu ChemSketch

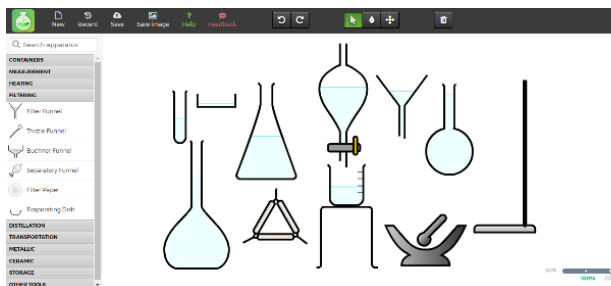


Slika 12. Prikaz predložka kristalnih rešetki u programu ChemSketch



Slika 13. Prikaz predložka kemijskog pribora i posuda u programu ChemSketch

Chemix je besplatan digitalni alat koji omogućuje jednostavno crtanje laboratorijskog posuda i aparatura korištenih za provođenje pokusa (slika 14).



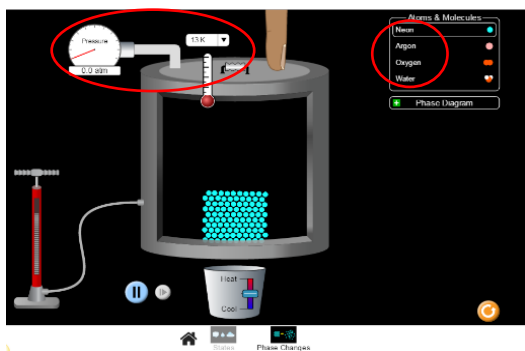
Slika 14. Prikaz digitaliziranih skica kemijskog posuđa.

Carl Wieman, dobitnik Nobelove nagrade 2002., sudjelovao je u projektu izrade interaktivnih simulacija PHET (slika 15).



Slika 15. Prikaz stranice PHET za pristup interaktivnim simulacijama

Interaktivne simulacije pomažu učenicima da aktivno uče i istražuju u okruženju koje nalikuje na kompjutorske igre (slika 16).

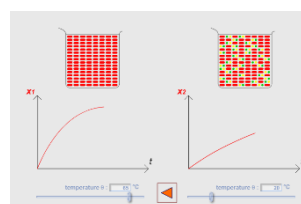
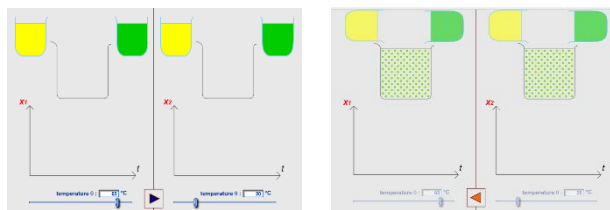


Slika 16. Prikaz interaktivne simulacije u kojoj je moguće varirati vrstu tvari, tlak i temperature te uočiti agregacijsko stanje u kojem se odabrana tvar nalazi pri odabranim uvjetima.

Interaktivne animacije pomažu učenicima predočavanja pojava i procesa koje nije moguće promatrati golim okom, povećalom ili mikroskopom, što zbog submikroskopske veličine

čestica koje želimo promatrati, što zbog brzine događanja promjene.

Primjer su promjene brzine kemijskih reakcija u ovisnosti o temperaturi (slika 17).



Slika 17. Slikoviti prikaz tijeka računalne animacije ovisnosti brzine kemijske reakcije o temperaturi.

5. IGRE U KEMIJI

Rezultati istraživanja [39] pokazuju da je učenje temeljeno na igri, a dizajnirano na modelu izvedbe, igranja i dijaloga, djelotvornije u usporedbi s učenjem u tradicionalnim učionicama koje su usmjerene na poučavanje, a ne na aktivno učeničko istraživanje. Angažman je mjera učeničkog sudjelovanja u zadatku učenja. Skinner i Belmont sve to objašnjavaju sugerirajući da angažirani "... pokazuju kontinuiranu uključenost u aktivnostima učenja praćenim pozitivnim emocionalnim tonovima. Oni odabiru zadatke na granici svojih nadležnosti, pokreću akciju i vrše intenzivne napore u provedbi zadataka učenja; oni pokazuju opće pozitivne emocije tijekom tekuće akcije, uključujući entuzijizam, optimizam, znatiželju i zanimanje "[40].

Kao što pokazuju rezultati istraživanja, navike se u učionici mijenjaju i to u smjeru da se stvaraju „zajednice za istraživanje“ gdje se učenici osjećaju korisnima i identificiraju se s nastojanjem u stvaranju znanosti. Oni više nisu "redovni učenici" u očima drugih i u očima njihovih učitelja. U toj zajednici razvijaju se sposobnosti kritičkog i kreativnog razmišljanja. Na taj način učenici postaju više samosvjesni i samokritični u razmišljanju. Iskazuju veću znatiželju prema znanosti. Oni se također počinju kritički odnositi prema znanjima u udžbenicima. Ti rezultati upućuju na to da učenici razvijaju dublje uvažavanje stvaranja znanosti kao ljudskog pothvata i imaju veću sklonost autoritetu udžbenika. Kao dio željenog kulturalnog pomaka u učionici, učenici izražavaju svoje razumijevanje važnosti za govor,

slušanje i otvorenost za više gledišta. Sve te promjene imaju veliku važnost u unapređenju kulture učionice "znanosti koja govori" i prakticiranja znanstvenog istraživanja [39]. Donošenje nastavnog programa „Alkhimia“ predstavlja povezivanje više načina učenja i donosi učenje usmjereno na učenika u kontekstu obrazovanja iz dvadeset i prvog stoljeća i njenog naglaska na potrebi za stjecanjem novih kompetencija. „Alkhimia“ je kompjuterska igra koju učenici uče predmetne sadržaje igrajući se. Napraviti odmak od činjeničnog znanja prema tzv. društvenom znanju veliki je izazov [41]. Izazov je pomoći učenicima razviti načine upoznavanja, glume i govora koji imaju vrijednost u globaliziranom svijetu. Na temelju dosadašnjih iskustava, ova promjena zahtijeva prilagodbu učitelja, učenika i administratora obrazovanja. Također, nastavnici trebaju razvijati vještine pojednostavljenja nastavnih sadržaja što zahtijeva dijaloško učenje. U istraživačkom duhu otvorenog učenja, učitelji više ne znaju više; niti su oni konačni arbitri onoga što je "točno". "Točno" postaje relativno, a vještine kritike i argumentacije postaju sve važnije. Učenici također trebaju razviti razumijevanje novih "pravila igre". Dok je učinkovito pamćenje činjenica možda bilo korisno u prošlosti, ova dobro obučena vještina više ne donosi tražene nagrade. Učenici danas moraju razvijati neovisnu sposobnost rješavanja problema i kritičkog razmišljanja [42], [43]. No, moramo biti svjesni činjenice i da nisu svi učenici nužno dobrodošli u ovaj razvoj niti imaju sposobnosti pratiti ovakav oblik nastave. Osim toga, administratori obrazovanja moraju pomaknuti svoje razmišljanje daleko od modela školskog dana podijeljenog na više pojedinačnih dijelova od 30 do 45 minuta (školskih sati). Obrazovanje i učenje temeljeno na rješavanju zadataka zahtijevaju produljeno vrijeme za fokusirano mišljenje. Kratka pažnja učenika jedan je od bitnih problema kada se aktivnosti u učionici usredotočuju na širenje informacija. Kada učenici nauče raditi, i kada su oni aktivni sudionici procesa, angažman prilično prirodno dolazi i mogućnost zadržavanja pažnje više ne mora biti odlučujući čimbenik za planiranje školskog rasporeda [44]. Kao što se može očekivati, angažman je snažno povezan s postignućima i stopama odustajanja. Uz rastuću uporabu tehnologije na svim razinama i svakodnevnog života i obrazovanja, a što dovodi do pomiješanog pristupa učenju, osobito je važno poboljšati pristup i usavršiti oblike E-učenja [45], [46].

Dostupna literatura ne opisuje veliki broj igara koje su dizajnirane isključivo za učenje kemije, no opisane dobrobiti učenja kroz igru su velike u svim područjima edukacije pa je očekivano da će imati pozitivan utjecaj i na učenje kemije.

6. NEODLUČNOST UČITELJA ZA KORIŠTENJE IKT-a U NASTAVI

Sve se više učitelja suočava s odlukom treba li ili ne koristiti informacijsko-komunikacijske tehnologije u nastavi [47]. Odluka je teška iz razloga što sve ima svoje prednosti i nedostatke. Prednosti korištenja IKT-a u nastavi su uspostavljanje novih interakcija i povećana aktivnost učenika za vrijeme procesa učenja. No, brojna istraživanja pokazuju i negativnu stranu korištenja tehnologije u nastavi, a to je ometajući čimbenik. Lam i Tong [47] nakon provedenog istraživanja donose zaključke da je korištenje tehnologije u nastavi vrlo složena i kontroverzna pojava. S jedne strane povećava motivaciju i aktivnost učenika, a s druge strane tehnologija ometa učenike kod učenja i obavljanja zadataka na nastavi. Učenicima su uz korištenje tehnologije dostupni i komunikacijski alati te drugi, njima zanimljiviji sadržaji pa oni često „zloupotrebjavaju“ dostupnost tehnologije za bavljenje njima zanimljivijim sadržajima (igre, chatovi, društvene mreže....) Driver navodi da korištenje tehnologije u nastavi povećava zadovoljstvo u učionici i olakšava rad u skupinama [48]. Demb opisuje povezanost korištenja tehnologije u nastavi s njihovim akademskim uspjehom [49]. Nakon provedenog usporednog istraživanja među učenicima koji su koristili računala u nastavi i onih koji to nisu bili u mogućnosti, Trimmel i Bachmann navode da su učenici koji su koristili digitalne uređaje u nastavi bili više uključeni u nastavni proces te bili zainteresiraniji i motiviraniji za učenje [50]. Negativna strana i zabrinutost učitelja prema negativnom učinku korištenja digitalnih uređaja u nastavi odnosi se na slobodno korištenje istih u nastavi.

Tesch, Coelho i Drozdenko su proveli studiju kako bi istražili mišljenja učenika o činjenici ometaju li učenje digitalni uređaji koji se koriste bez nadzora učitelja. Pronađeno je 57 potencijalnih distraktora koje su naveli sami učenici. Neki od češće navođenih distraktora su komentiranje sa susjedom, ljudi koji kasne na sat te korištenje digitalnih uređaja [51].

„Zloupotreba“ tehnologije na nastavi ne utječe samo na učenike koji ju „zloupotrebjavaju“ već i na ljude koji su u okruženju. Nakon provedenih istraživanja u kojima je upotreba digitalnih uređaja u nastavi bila potpuna autori opisuju situacije u kojima su učitelji bili frustrirani zluporabom digitalnih uređaja da su ručno onesposobili „wireless“ uređaje [52].

Suvremena nastava i moderno društvo podrazumijeva da su učitelji osposobljeni za radu s informacijsko-komunikacijski tehnologijama. Učitelj koji se „osjeća ugodno“ s IKT-om bolje motivira učenike na rad pa učenici lakše i potpunije

stječu kompetencije, a i zadovoljniji su procesom učenja [53], [54], [55]. Postoje i drugačija mišljenja. Clark vidi bit uspješnog učenja u obrazovnim strategijama, a ne u samom mediju koji se danas sve više koristi u osnovnoškolskom i srednjoškolskom obrazovanju [56]. Castells smatra da je školski sustav nespreman za nove oblike učenja jer, usprkos dobroj tehnologiji, nedostaju osposobljeni učitelji i pedagoška saznanja iz tog područja učenja [57]. S jedne strane se uočava ulaganje sredstava u bolju opremljenost IKT-a u školama dok se s druge strane nedovoljno ulaže u dodatno obrazovanje samih učitelja koji trebaju biti pokretači cijelog procesa. Istraživanje koje je proveo Gehlauf sa suradnicima 1991. ukazuje kako se učitelji žele držati tradicionalnog načina poučavanja ali shvaćaju da te metode nisu učinkovite te osjećaju potrebu edukacije za rad s IKT-om [58].

7. ZAKLJUČAK

Brojna istraživanja provedena u svijetu i kod nas o upotrebi digitalnih uređaja u nastavi pokazuju kako korištenje istih ima pozitivan utjecaj na motivaciju učenika, na aktivnu participaciju učenika u nastavnom procesu te na povećanu dostupnost informacijama na web-u.

Brojne su prednosti korištenja animacija i vizualizacija u nastavi jer one omogućuju kvalitetniju interpretaciju nastavnih sadržaja koje si učenici ne mogu predočiti i koje ne mogu promatrati u neposrednoj stvarnosti. Korištenje *online* testova za uvježbavanje nastavnih sadržaja također ima pozitivne učinke na učenička postignuća. Učenici su motiviraniji kada rješavaju *online* testove za razliku od situacija u kojima rješavaju testove na satu ili zadatke u radnoj bilježnici.

Igre u nastavi kemije još su jedan način korištenja novih digitalnih tehnologija u obrazovne svrhe i učenici na njih pozitivno reaguju, ali se takav oblik nastave teško ugrađuje u postojeći obrazovni sustav s ograničenim vremenom trajanja nastavnog sata. Kombinirani model nastave, koji omogućuje „produljeno učenje“, učenje u bilo koje vrijeme i na bilo kojem mjestu omogućuje veću primjenu igara u nastavi.

Iako su prednosti korištenja digitalnih uređaja u nastavi brojne, istraživanja otkrivaju i negativnu stranu, a to je ometanje za vrijeme nastave. Učenicima su uz korištenje tehnologije za vrijeme nastave i u slobodno vrijeme dostupni i komunikacijski alati te drugi, njima zanimljiviji sadržaji pa oni često „zloupotrebjavaju“ dostupnost tehnologije za bavljenje njima zanimljivijim sadržajima (igre, chatovi, društvene mreže....), a ne za učenje ili obavljanje radnih zadataka.

Odgovor na pitanje treba li koristiti digitalne uređaje u nastavi ili ne, nije jednostavan i ne može se odgovoriti sa „Da“ ili „Ne“. Potrebno je uzeti u obzir dob učenika te nastavnu situaciju u kojoj se koristi tehnologija.

Također, korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija u nastavi nije lagano za korištenje današnjim nastavnicima kao što je današnjim učenicima. Brojni nastavnici imaju strah od korištenja tehnologije, a prepreku u njihovom korištenju stvaraju i nedovoljno opremljene škole te needuciranost učitelja.

LITERATURA

[1] Stankov, S., Grubišić, A., Žitko, B. (2004a). E-learning paradigm & Intelligent tutoring system. In: Kniewald, Z. (ed.): Annual 2004 of the Croatian Academy of Engineering, Croatia Academy of Engineering, Zagreb 21-31.

[2] Grubišić, A. (2007). Vrednovanje učinka inteligentnih sustava e-učenja. Magistarski rad. Split: Prirodoslovno-matematički fakultet, 195 str.

[3] Khan, B.H. (2001). A framework for Web based learning. In: Khan, B. H. (ed.): Web-based training. Englewood Cliffs, NJ: Education Technology Publication.

[4] Balanskat A., Blamire R. (2007), ICT in Schools, European Schoolnet

[5] Balanskat A., Blamire R., Kefala S. (2006), The ICT Impact Report, European Schoolnet

[6] Ramboll Management (2006) 'Elearning Nordic 2006: Impact of ICT on Education', Denmark: Ramboll Management.

[7] Kralj, L. (2008) Utjecaj obrazovnih tehnologija na poučavanje, *Edupoint / godište VIII / ISSN 13335987*

[8] G. A. Jaña, W. Cardona and V. A. Jiménez; *Quim. Nova*, Vol. 38, No. 4, 595-598, 201.

[9] CARNet, "Edu-modul 3: Razvoj digitalne kompetencije I multimedije u nastavi", str.2., 2012. http://www.carnet.hr/upload/javniweb/images/static/3/91305/File/Digitalna_kompetencija_prirucnik.pdf (18.6.2015.)

[10] A. Nenadić, "Skripta: E-učenje", Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet u Splitu, 2013.

[11] Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5), 1-6.

- [12] A. B. Yılmaz, Gazi University, Turkey
Journal of Learning and Teaching in Digital Age, 2017, 2(2), 36-45
- [13] Schmidt J T and Werner C H (2007)
“Designing Online Instruction for Success: Future Oriented Motivation and Self- Regulation” *The Electronic Journal of e-Learning* Volume 5 Issue 1, pp 69 -78, available online at www.ejel.org
- [14] Lee, H. W.; Lim, K. Y.; *The Asia-Pacific Education Researcher* 2013, 22, 241.
- [15] O'Malley, P. J.; *New Directions* 2010, 64.
- [16] Shibley, Ike. 2009. 10 Ways to Improve Blended Learning Course Design. In Magna Publications Online Seminar, edited by B. Snyder.
- [17] I. Nuić, S. A. Glažar, *Kem. Ind.* 66 (7-8) (2017) 411-416
- [18] R. C. Clark, R. E. Mayer, *E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. 3rd Ed. Pfeiffer, San Francisco, 2011, doi:<https://doi.org/10.1002/9781118255971>.
- [19] J. Olson, J. Codde, K. deMaagd, E. Tarkleson, J. Sinclair, S. Yook, R. Egidio, *An Analysis of e-Learning Impacts & Best Practices in Developing Countries*. Michigan State University, 2011.
- [208] Chan Du, University of Massachusetts Dartmouth, USA; *American Journal of Business Education – September 2011 Volume 4, Number 9*
- [219] Basitere M and Ndeto Ivala E, “An Evaluation of the Effectiveness of the use of Multimedia and Wiley Plus Web-Based Homework System in Enhancing Learning in The Chemical Engineering Extended Curriculum Program Physics Course” *The Electronic Journal of e-Learning* Volume 15 Issue 2 2017, (pp156-173) available online at www.ejel.org
- [22] Ally, M. (2008). Foundations of Educational Theory for Online Learning. U Anderson, T. (ur.), *Theory and Practice of Online Learning*. (str. 15-44). Athabasca, Kanada: Athabasca University.
- [23] Cole, R. A. (2000). *Issues in web-based pedagogy: A critical primer*. Westport, CT: Greenwood Press.
- [24] Songtao Mo, Purdue University Calumet, USA, *American Journal of Business Education – February 2011 Volume 4, Number 2*
- [25] Atkinson, J.W., Raynor, J.O. (1978). *Motivation and achievement*. New York: Wiley.
- [26] Dobson, J. L. (2008). "The use of formative online quizzes to enhance class preparation and scores on summative exams." *Advances in Physiology Education* 32(4): 297-302.
- [27]. V. Vidović, V., Rijavec, M., Štetić-Vlahović, V., Miljković, D. (2003). *Psihologija obrazovanja*. Zagreb: IEP-VERN.
- [28]. MZOŠ (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu*. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta. Zagreb.
- [29]I. Devetak,. (2012). *Zagotavljanje kakovostnega znanja naravoslovja s pomočjo submikroreprezentacij*. Pedagoška fakulteta Univerza v Ljubljani.
- [308] I. Devetak,. (2007). *Elementi vizualizacije pri pouku naravoslovja*, Pedagoška fakulteta Univerza v Ljubljani.
- [319] J. Vogrinc, I. Devetak,. (2007). *Ugotavljanje učinkovitosti uporabe vizualizacijskih elementov pri pouku naravoslovja s pomočjo pedagoškega raziskovanja* Pedagoška fakulteta Univerza v Ljubljani.
- [32] Robberecht R (2007) “Interactive Nonlinear Learning Environments” *The Electronic Journal of e-Learning* Volume 5 Issue 1, pp 59 - 68, available online at www.ejel.org
- [33] Petz, B., Kolesarić V., Ivanec D., „Petzova statistika – Osnovne statističke metode za nematematičare“, Jastrebarsko: Naklada Slap, 2012.
- [34] Vrtačnik, M., Ferk, V., Fir, M., Dolničar, D., Renič, V., Potisk, B., & Pozdered, N. (2003). *Dinamična vizualizacija naravoslovnih pojmov s poskusi in modeli*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- [35] Vrtačnik, M., Glažar, S. A., Ferk, V., Pahor, V., Keuc, Z. & Sodja, V. (2005). *Kako uspešneje poučevati in učiti se kemijo?* Ljubljana: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.
- [36] Abdulwahed, M., Nagy, Z. (2009). Applying Kolb's Experiential Learning Cycle for Laboratory Education. *Journal of Engineering Education*, 98(3), 283-293.
- [37] Rizman Herga, N. & Dinevski, D. (2012). *Virtual Laboratory in Chemistry – Experimental Study of Understanding, Reproduction and Application of Acquired Knowledge of Subject's Chemical Content*. *Organizacija*, 45 (3), 108-116.

- [38] N. R. Herga, M. I. Grmek, D. Dinevski, The Turkish Online Journal of Educational Technology – October 2014, volume 13 issue 4
- [39] Chee Yam S and Tan D “Becoming Chemists through Game-based Inquiry Learning: The Case of Legends of Alkhimia” *Electronic Journal of e-Learning* Volume 10 Issue 2, 2012, (pp185 - 198), available online at www.ejel.org
- [40] Skinner, E.A. and Belmont, M.J. (1993) “Motivation in the Classroom: Reciprocal Effects of Teacher Behavior and Student Engagement across the School Year”, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 85, No. 4, pp 571-581.
- [41] Lankshear, C. & Knobel, M. (2006) *New literacies: Everyday practices and classroom learning*, Open University Press, Maidenhead, Berkshire.
- [42] Chee, Y. S., Loke, S. K. & Tan, E. M. (2009) “Becoming citizens through game-based learning: A values-driven, process approach to citizenship education”, *International Journal of Gaming and Computer Mediated Simulations*, Vol 1, pp 32–51.
- [43] Chee, Y. S. (2011) “Learning as becoming through performance, play, and dialog: A model of game-based learning with the game *Legends of Alkhimia*”, *Digital Culture & Education*, Vol 3, pp 98–122.
- [44] Wertsch, J. V. (1998) *Mind as action*, Oxford University Press, New York.
- [45] Charles, M, Bustard, D, and Black, M. “Game Inspired Tool Support for e-Learning Processes” *Electronic Journal of e-Learning* Volume 7 Issue 2 2009, (pp101 - 110), available online at www.ejel.org
- [46] Trotter, E. and Roberts C. (2006) "Enhancing the Early Student Experience", *Higher Education Research Development*, Vol. 25, No. 4, pp 371-386.
- [47] Lam, P., Tong, A. (2012.) ; Digital Devices in Classroom – Hesitation of Teachers-to-be; *Elektronik Journal of E-Learning*, Volume 10, Issue 4, 2012. (387-395)
- [48] Driver, M., Erickson, D., Hawkins-Wilding, S. (2004); *The Notebook Alternative: Student`s Reactions and Strategic Implications*, *Computers and Education*, Vol 43, pp 383-401.
- [49] Demb, A. (2002); *Exploring Student Perceptions of Group Interactions and Class Satisfaction in the Web- Enhanced Classroom*, *The Internet and Higher Education*, Vol 5, No. 1, pp 35-45.
- [507] Trimmel, M., Bachmann, J. (2004); *Cognitive, Social, Motivational and Health Aspects of Student sin Notebook Classrooms*, *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol 20, pp 155-158.
- [518] Tesch, F., Coelho, D, Drozdenko, R. (2011); *The relative potency of classroom distracters on student concentration: We have met the enemy and he is us*, in *Proceedings of American Society of Business and Behavioral Sciences* 2011; pp 886-894, ASBBS, Las Vegas, VA
- [52] Young, Y. R. (2006) *The fight for classroom attention: Professor vs notebook*; *Cronicle of Higher Education*, 2 June, A27-A29.
- [53] M. W. Egan, J. Sebastian i M. Welch, “Effective television teaching: Perceptions of those who count most distance learners”, *Proceedings of the Rural Education Symposium*, Nashville, TN. (ED 342 579), 1991.
- [54] E. J. Burge i J. L. Howard, “Audio–conferencing in graduate education: A Case Study”. *The American Journal of Distance Education*, 4(2), 3–13, 1990.
- [55] I. Kokić Batarelo, “Obrazovanje nastavnika za poučavanje temeljeno na kompetencijama” http://www.academia.edu/4301516/Obrazovanje_nastavnika_za_pou%C4%8Davanje_temeljeno_na_kompetencijama
- [56] R. E. Clark, “When researchers swim upstream: Reflections on an unpopular argument about learning from media”, u *Educational Technology Research and Development*, str. 34-40, 1991.
- [57] M. Castells, “The Internet galaxy : reflections on the Internet, business, and society”, Oxford :Oxford University Press, 2001.
- [58] D. N. Gehlauf, M. A. Shatz i T. W. Frye, “Faculty perceptions of interactive television instructional strategies: implicatins for training”, u *The American Journal of Distance Education*. Vol 5, No 3, str 20-27, 1991.