

Korištenje Moodle lekcija za poučavanje i ponavljanje nastavnog sadržaja u nastavi biologije

Ana Plantak

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Splitu

Poslijediplomski sveučilišni studij

Istraživanje u edukaciji u području prirodnih i tehničkih znanosti usmjerenje Biologija

ana.plantak1@skole.hr

SAŽETAK

Unatoč brzom napretku tehnologije, obrazovni sustav se još uvijek većinski oslanja na tradicionalne metode poučavanja. Novije generacije učenika traže nove oblike učenja u skladu s razvojem tehnologije pošto većinu slobodnog vremena provode online. Jedan od online alata u nadležnosti SRCA (Sveučilišnog računalnog centra) besplatan za učenike i nastavnike u Republici Hrvatskoj, a koji pruža različite mogućnosti u online poučavanju, jest Moodle sustav. Moodle lekcije omogućuju asinkrono, individualizirano i strukturirano učenje uz popratne komentare koji usmjeruju učenike prema logičkom razmišljanju i povezivanju nastavnog sadržaja. Ponavljanje i učenje uz pomoć Moodle lekcija je cjelokupno, planirano i organizirano ponavljanje nastavnog sadržaja. Prednost takvog učenja je samostalnost učenika u ponavljanju i fleksibilnost da ponavljaju kada i gdje njima odgovara. Uz samostalno ponavljanje, učenici vježbaju i vještinu samoregulacije u učenju jer samostalno prate svoj napredak i odlučuju koliko će puta ponoviti sadržaj na osnovi rezultata.

Ključne riječi: *Moodle lekcije, 11 godišnji učenici, online ponavljanje, učenje biologije*

1. UVOD

Kako se mijenja tehnologija i stil života, tako se i načini učenja, poučavanja te ponavljanja mijenjaju velikom brzinom. Učenici novijih generacija pripadaju tako zvanoj alfa generaciji učenika tj. učenicima koji su od najranijeg djetinjstva izloženi tehnologiji, informacijama, putovanjima i koji provode većinu vremena pred ekranima [1]. Učenici alfa generacije, za stjecanje kompetencija i vještina češće odabiru dinamične oblike rada koji zadržavaju koncentraciju i omogućuju učenicima da sami odabiru put do stjecanja znanja, kao i teme koje će učiti i načine na koje će učiti [13].

Za kvalitetnu nastavu, pobuđivanje motiviranosti učenika i održavanje koncentracije tijekom nastavnog procesa potrebno je uključiti različite izvore učenja. Prema Koren, izvori učenja dijele se na ljudske izvore, izvornu stvarnost i nastavna sredstva [22]. Sve češće ljudski izvori i izvorna stvarnost nisu dostupni ili su dostupni samo virtualno te se u takvim situacijama izvori učenja svode svega na nastavna sredstva i pomagala koja ih pokreću, što ponovno upućuje na potrebu za kvalitetnim nastavnim sadržajima bez izvorne stvarnosti i ljudskog kontakta. Zanimljiv je i podatak da kada se radi o komunikacijskim izvorima učenja, učenici će za pomoć prvo pitati roditelja, a tek onda učitelja [23]. Uzrok tome može biti taj što roditelje bolje poznaju i što se osjećaju slobodniji u komunikaciji s osobama s

kojima provode svaki dan. Osim što se uloga učitelja kao prenosioca informacija smanjila u odnosu na druge izvore informacija [22], učenici učitelja vrlo rijetko pitaju ako im nešto nije jasno, što bi online alati mogli promijeniti [24]. Vjerojatno zbog intenzivnog i dobro strukturiranog rada orijentiranog uvijek na novo učenje tijekom poučavanja i učenja u školi, učenici smatraju da se ne mogu vraćati na prethodne sadržaje ili pitati učitelja za pojašnjenje [25]. Zbog toga bi bilo posebno važno tijekom nastavnih sati sistematizacije koji su većim dijelom usmjereni na različite oblike provjere znanja, uklopiti i aktivnosti u kojima se učenici neće osjećati neugodno ako postavljaju pitanja i traže pomoć u razjašnjavanju prethodnog učenja [25]. Digitalni alati upravo pružaju različite oblike online učenja, provjere znanja kao i prostor učenicima za upit o nejasnom nastavnom sadržaju.

Pošto svijet polazi kroz brze promjene, obrazovanje je prvo koje treba napredovati i prilagoditi se novijem dobu i novoj tehnologiji. U novije doba, obrazovni sustav shvaća potrebu za integracijom tehnologije u obrazovni proces [29]. Tehnološke inovacije postupno će promijeniti način na koji institucije poučavaju i način na koji učenici uče. Pogodnosti obrazovanja na daljinu su mnoge te se mnogi nastavnici, ali i učenici odlučuju na takav način rada [30]. S druge strane, izvorna stvarnost u području biologije je obavezni i glavni izvor učenja, dok je ljudski kontakt neizbježan za odgojni tj. pedagoški utjecaj koji svaki predmet u osnovnoj školi mora imati. Potrebno je učenike pripremati na pravilno korištenje Interneta kao izvora informacija i poticati ih kroz različite aktivnosti tijekom nastave i zadatke nakon nastave da se koriste i ostalim izvorima znanja uz udžbenik i bilježnicu [31]. Na kraju, možemo zaključiti da će način učenja alfa generacije uvelike ovisiti o tehnologiji [29], ali će izvorna stvarnost i ljudski kontakt i dalje imati važan utjecaj na proces obrazovanja.

Internet je dostupan većini učenika i oni ga svakodnevno koriste za komunikaciju i zabavu ali vrlo malo za učenje [28]. Internet kao izvor

učenja nalazi se tek na trećem mjestu i njegovo rijetko korištenje kao izvora učenja može ukazivati i na zastarjele metode poučavanja [27] [33]. Rezultati se podudaraju s istraživanjem Arbunić i Kostović-Vranješ [27], gdje su srednjoškolski učenici također naveli da vrlo malo uče iz digitalnih izvora. Istraživanja poput Batarelo i Marušić [26] pokazuju digitalnu podijeljenost prema veličini mjesta stanovanja te kako učenici iz većih mjesta češće koriste Internet za učenje. Iako veličina mjesta utječe na njihov odabir Interneta kao izvora učenja, odnosno učenici iz velikih gradova češće koriste Internet prilikom učenja u odnosu na učenike manjih gradova i manjih mjesta, važno je osvijestiti da način učenja koji potiču učitelji ima veći utjecaj na odabir Interneta kao izvora učenja nego sama veličina mjesta [27]. Važno je primijetiti i da kasnija istraživanja ukazuju na veću dostupnost tehnologije u današnje vrijeme u svim prostorima [28] pa je i primjena digitalnih alata pristupačnija.

Prvi važniji koraci implementacije informacijske i komunikacijske tehnologije (skr. IKT) u formalnom obrazovanju u Republici Hrvatskoj učinjeni su i opisani u istraživanjima [34] [35]. Prema Nacionalnom kurikulumu Republike Hrvatske, u sklopu međupredmetne teme *Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije* izrazita je naglašenost primjene digitalnih alata, a preporučeni su i u ostvarivanju svih odgojno-obrazovnih ishoda Biologije i Prirode. Istraživanja na temu primjene digitalnih alata kroz nastavni proces u Hrvatskoj postoje [15] [16] [17] [18] [19], ali i dalje su to pojedinačni primjeri bez strukturirane i planirane podrške institucija odgovornih za obrazovanje, što ukazuje na potrebu za novim sadržajima prilagođenim za primjenu u učenju putem različitih (za učenike prihvatljivih) digitalnih alata. Kako bi se provjerila učinkovitost primjene alata i omogućila što bolja upotrebna vrijednost izrađenih nastavnih sadržaja u digitalnom obliku, neophodno je provoditi i istraživanjima novih oblika učenja.

2. PRIMJENA IKT-a U NASTAVI BIOLOGIJE

U današnjem modernom društvu, uz napredak znanosti i tehnologije, nezaobilazan je i napredak STEM područja (eng. *science, technology, engineering, mathematics*) koji je privukao interes na mnogim radnim mjestima, u politici i obrazovanju [36]. Mnoge države ulažu u inovacije kako bi što više poticale gospodarski rast i razvoj, a samim time smanjile i nezaposlenost te se okreću inovacijama koje su usmjerene na napredak STEM područja budući da sve veći broj radnih mjesta zahtjeva STEM znanje [37]. Predmeti STEM područja, a posebice prirodne znanosti su često učenicima zahtjevni za učiti, jer su mnogi pojmovi na apstraktnoj razini te se potiče učenje otkrivanjem, grupni radovi i eksperimenti pomoću kojih učenici mogu usvajati nove činjenice kroz znanstveno razmišljanje [38]. Zbog zahtjevnog sadržaja koji STEM zahtijeva otvara se prostor digitalnim alatima da na učenicima blizak način i praktičnom primjenom nauče ili ponove zahtjevni nastavni sadržaj. Primijećeno je da se obrazovanje usmjerilo više na fizikalne znanosti i kemiju, koje imaju izravniju vezu s matematikom i inženjerstvom nego na biologiju koju se manje ističe i istražuje od ostalih predmeta STEM područja [39].

U istraživanju Hidi i Andersen [40] o interesu učenika za predmet pokazano je kako učenici često u biologiji nalaze individualni interes (npr. kako čuvati svoje zdravlje), što predstavlja snažnu motivaciju za učenje koju treba iskoristiti u sastavljanju sadržaja u IKT-u. S druge strane, prema nastavnim sadržajima vezanim uz biljke, koje učenicima nisu u okviru njihova osnovnog individualnog interesa, učenici pokazuju nezainteresiranost [41]. U hrvatskom školstvu uočava se pad interesa za nastavne sadržaje iz biologije kroz godine obrazovanja pa su tako učenici petih i šestih razreda pokazali visoku motivaciju, dok motivacija za sadržaj biologije opada kod učenika sedmog i osmog razreda [42].

Proučavajući učenike alfa generacije u njihovo slobodno vrijeme nije teško primijetiti da slobodno vrijeme koriste za aktivnosti na pametnim telefonima. U skladu s time, u većini

slučajeva, učenici biraju ponavljanje sadržaja preko mobilnih aplikacija radije nego ponavljanje na tradicionalni način [13] pa bi učenike viših razreda upotreba IKT-a motivirala za učenje sadržaja iz biologije. IKT se u nastavi može koristiti različitim intenzitetom pa tako razlikujemo: I) nastavu uz pomoć IKT-a (digitalni alati za poboljšanje klasične nastave), II) hibridnu nastavu kod koje se kombinira online nastava i nastava u učionici i III) online nastavu kod koje se nastava u potpunosti održava online [44]. Nedavna pandemija COVID-19 prisilila nas je na globalno prihvaćanje učenja na daljinu kao jedini način poučavanja kako bi smanjili ljudski kontakt i širenje virusa [45]. Za vrijeme pandemije, učenici su školske obaveze većinski obavljali preko mobitela, tableta ili računala [46]. Zbog toga su pripremljeni materijali na BUBO platformi MoD sustava (SRCE), koji podržavaju ASIO model, temeljen na video-materijalima sa simulacijama promatranja i istraživanja te slijede osnovnu ideju poučavanja uz individualne doprinose kolektivnom učenju (IN-KO), podržanu materijalima izrađenim za učenike različitih profila učenja [86]. Roditelji su, u vrijeme pandemije, preuzeli važnu ulogu mentora učeniku u procesu učenja i poučavanja [29]. U istraživanju zadovoljstva roditelja poučavanjem bioloških sadržaja u vertikalni školovanja tijekom epidemioloških uvjeta, polovica anketiranih roditelja iskazuje zadovoljstvo, a kao najvažniji čimbenik za razlikovanje mišljenja roditelja pokazao se samostalan rad učenika tijekom online nastave [87]. U istraživanju Garbe i sur. [47] pokazano je kako roditelji daju različite odgovore vezane uz poteškoće s kojima se susreću tijekom nastave na daljinu. Neki od njih su: smanjena motivacija, prebacivanje odgovornosti, pristupačnost sadržaja, nedostatak pedagoškog i metodičkog pristupa, potreba za komunikacijom s nastavnicima i drugim učenicima [47]. Kako bi se navedene poteškoće uklonile i omogućio kvalitetan samostalni rad učenika i u online okruženju, nužni su svima dostupni materijali što upućuje na potrebu za kvalitetnim online nastavnim sadržajima prilagođenim školskom kurikulumu.

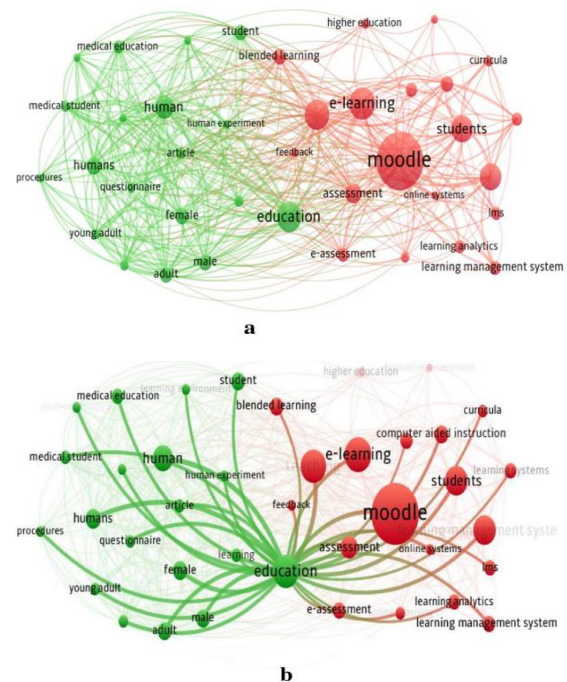
3. MOODLE LEKCIJE

Osim udžbenika i bilježnice, učenicima su dostupni i digitalni izvori za učenje koji obuhvaćaju širok spektar informacija - od onih koje su lako dostupne svima na Internetu do informacija dizajniranih od strane nastavnika za potrebe konkretne nastave (u školskom kontekstu ili koje su osnova učenja na daljinu i/ili učenju u online okruženju) [22]. U današnje doba na Internetu se mogu pronaći različite platforme i sustavi za primjenu IKT-a no nastavnicima i učenicima je bitno da su jednostavni za korištenje i besplatni. Postoji nekoliko sustava za planirano online učenje dostupnih za korištenje na Internetu kao što su Docebo, Moodle i Canvas [48]. Moodle je jedna od najpopularnijih platformi za učenje s velikim brojem implementacija. Moodle trenutno ima 164 494 registriranih stranica u više od 237 zemalja. Održava 43 473 120 tečajeva i ima 352 437 542 korisnika [49].

Moodle kratica dolazi od Modularno objektno-orijentirano dinamičko okruženje za učenje i poučavanje (engl. Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) koji je (uz potporu institucija) za učenike i nastavnike besplatan za korištenje [3]. Moodle sustav omogućuje jednostavnu organizaciju različitih online materijala i mogućnost kreiranja sadržaja u različitim digitalnim alatima (H5P (kratke edukativne igrice), Moodle lekcije, GeoGebra, Virtualni laboratorij za programiranje (VPL)...) [12] [7].

U istraživanju Sithara i sur. [11] pomoću aplikacije Vosviewer pokušali su identificirati riječi koje su najčešće vezane uz obrazovanje. Uz mogućnost izdvajanja najpopularnijih korištenih ključnih riječi unutar članaka vezanih uz obrazovanje, Vosviewer je napravio klaster grafiku ključnih riječi. Slika 1a prikazuje grafiku klastera ključne riječi s više od tri upotrebe, a što je uporaba veća označena je gustoćom s većim markerom na prikazu, po čemu su najznačajniji markeri *Moodle*, *e-učenje* i *edukacija*. Slika 1b prikazuje drugu opciju za pregled poveznica koje povezuju ključne riječi

unutar članaka u Vosvieweru (u ovom je slučaju naglašeno obrazovanje). Zaključak istraživanja jest da je pojam „*moodle*“ usko vezan uz pojam *edukacija* i *e-učenje*.



Slika 1. Vosviewer klaster grafika rezultata ključnih riječi: **a** Ključne riječi s više od 3 upotrebe, **b** Veze istaknute kada je riječ 'obrazovanje' istaknuta [11]

Većina sveučilišta, veleučilišta i obrazovnih institucija u Hrvatskoj koristi Moodle. Kako se sustavu pristupa uz osobni elektronički identitet (AAI), koji posjeduju svi učenici i učitelji/nastavnici škola u Hrvatskoj, svaki učenik može pristupiti platformi besplatno, zbog čega je vrlo jednostavna za korištenje i praćenje napretka. Moodle alati podržavaju i olakšavaju proces učenja, a činjenica da su alati u online obliku čini proces učenja pristupačnim učenicima novijih generacija, jer mogu komunicirati s nastavnicima na njima prilagođen način [50]. Martin-Blas i sur. [50] zaključuju da online učenje omogućuje uklanjanje vremenskih i prostornih prepreka koje su karakteristične za tradicionalno poučavanje diljem svijeta. Osim toga, online oblici učenja omogućuju i kvalitetnije praćenje napretka učenika u učenju, jer se u kratkom roku i reprezentativno može opisati trenutno stanje učenikog napretka [50]. Moodle nudi i

moćnost prilagođavanja pa tako korisnik može u nekoliko jednostavnih koraka mijenjati vlastiti tečaj prema zahtjevima pojedine grupe [48]. Važna je i informacija da platforma nudi praktične izmjene u obliku podrške prilagođene nastavnicima koji nemaju nikakve vještine programiranja [51]. Pokazano je isto tako da alati poput Moodle lekcija mogu biti korisni i učiteljima kod planiranja procesa poučavanja samo ako imaju dovoljno korisnih informacija o prednostima i mogućnostima korištenja određene tehnologije u nastavi [52], kao i o rezultatima koji proizlaze iz njihove primjene [50]. Na kraju, namjera učitelja da koriste određene mogućnosti Moodle lekcija ovisi o stavu pojedinog nastavnika o pitanjima koliko je alat koristan učenicima, je li jednostavan za korištenje i hoće li zadovoljiti tražene pedagoške zahtjeve nastavnika [48]. Prema istraživanju Deepak [48] većina učitelja koristi platformu kod primjene gotovih tečaja u nastavi, dobivanje povratnih informacija o radu učenika i izradu kraćih kvizova. Ispitivani korisnici u istraživanju Deepak [48] izjašnjavaju se da je jednostavno korištenje platforme te da su Moodle lekcije imale iznimno važan utjecaj s pedagoškog gledišta. U istraživanju Rapi i sur. [53] proučavana su iskustva učenika koji su koristili Moodle platformu za učenje sadržaja iz biologije te je njihov zaključak da je ovakav sustav učinkovit i jednostavan za primjenu na računalu i pametnom telefonu, a rezultati su pokazali kako je korištenje alata pozitivno utjecalo na ishod učenja učenika.

Isto tako, sustav Moodle omogućuje jednostavno praćenje učenikovih postignuća što je kvalitetna informacija i za učitelja ali i za učenika u procesu učenja. U sustavu se mogu izraditi pisane provjere u online obliku s mnogim mogućnostima (višestruki odabir, kratki odgovor, povuci i ispusti (*drag&drop*), uparivanje itd.) [12]. Sustav Moodle omogućuje i integraciju već postojećih materijala za poučavanje kao što su video i audio zapisi, PowerPoint prezentacije i slično [2] pa nije potrebno sve sadržaje ponovno izrađivati i prilagođavati specifičnom sustavu što ga čini

praktičnim i jednostavnijim za nastavnike koji u Republici Hrvatskoj pokazuju nisku primjenu IKT-a u odgojno-obrazovnom procesu [6].

U istraživanju Grundler i sur. [4] pokazano je kako učenici u srednjoj školi pozitivno ocjenjuju učenje i rad na Moodle sustavu te je nakon višegodišnje primjene IKT-a anketom ustanovljeno da je 81 % ispitanika zadovoljno s primjenom IKT-a te zaključuju da je najbolje kombinirati učenje u učionici s IKT-om (hibridna nastava). Isto tako, više od 90 % ispitanika izjašnjava se da bi u budućnosti htjeli koristiti ovakav oblik poučavanja [4]. Učenici petog razreda pokazuju visoki interes za primjenu Moodle sustava u nastavi te se nakon primjene Moodle lekcija izjašnjavaju negativno o pitanjima praktičnosti, jednostavnosti i učinkovitosti primjene lekcija u svega 1 ili 2% [5]. U radu su zaključili da je primjena Moodle lekcija cjelokupno, planirano i organizirano ponavljanje nastavnog sadržaja. Prednost takvog učenja je samostalnost učenika u ponavljanju i fleksibilnost učenika da ponavljaju kada njima odgovara [5]. Uz samostalno ponavljanje, učenici vježbaju i vještinu samoprocjene i samokontrole jer samostalno prate svoj napredak i odlučuju koliko će puta ponoviti sadržaj na osnovi rezultata što vodi k učenju samoregulacije u učenju što je kod e-učenja iznimno bitno. S druge strane, u radu [88] pokazano je kako se uspjeh učenika nakon učenja na klasični način u učionici i e-učenja ne razlikuje značajno pa tako zaključuju da je potrebno usmjeriti se na profesionalnu edukaciju učitelja u e-učenju kako bi obrazovanje bilo u korak s tehnologijom.

4. SAMOREGULACIJA U UČENJU

Definicija očekivanja uspjeha značajno se preklapa s konstruktom samoregulacije kojeg je definirao Albert Bandura [55] godine u okviru svoje socijalno-kognitivne teorije. Prema toj teoriji, samoregulacija se definira kao procjena pojedinca o vlastitim sposobnostima organiziranja i izvršavanja akcija koje su potrebne za ostvarenje željenih ishoda [55]. Vjerovanja o samoregulaciji formiraju se na

osnovi prijašnjih iskustava osobe, opažanja uspješnosti drugih te na osnovi stavova i vjerovanja koje drugi ljudi daju o sposobnostima osobe, primjerice roditelji, skrbnici i druge bliske osobe [56]. Ono što je važno naglasiti jest da je samoregulacija vezana uz procjenu sposobnosti u specifičnoj situaciji, u određenom trenutku te se uvijek nanovo vrši u nekoj konkretnoj situaciji [54]. Situacijski određene percepcije samoregulacije važne su za konkretno prilagođavanje problemskim situacijama [57]. Primijenivši to na školu, procjena samoregulacije vezana je uz svaki specifični predmet (samoregulacija u biologiji) i upravo takva specifična mjera samoregulacije bolje predviđa učinak u konkretnom zadatku nego cjelokupni akademski angažman.

Jedan od ključnih čimbenika u postizanju očekivanih odgojno-obrazovnih ishoda koji se sve više istražuje u posljednja dva desetljeća jest i uključenost [58]. Interes je sve veći budući da mnogi smatraju da bolje razumijevanje uključenosti može pomoći ne samo unapređenju ishoda, već i u smanjivanju nepoželjnog akademskog ponašanja, nezainteresiranosti učenika te postizanju slabijeg uspjeha [59]. Autori različito definiraju konstrukt uključenosti kao i njezine dimenzije, no najjednostavnije je definirati kao aktivno sudjelovanje u školskim aktivnostima te posvećenost obrazovnim ciljevima [59].

Dobiveni rezultati mogu se koristiti u praktične svrhe na način da potaknu nastavnike da potiču rast i razvoj samoregulacije i vrijednosti te na taj način povećaju razinu uključenosti u nastavu biologije. Osim toga, nastavnici mogu promijeniti svoj način rada tako da stvaraju bolje školsko ozračje u kojem će učenici otkrivati moguće strategije učenja biologije, uvježbavati njihovo korištenje i na taj način si pomoći u što lakšem savladavanju nastavnog sadržaja [60].

U Moodle sustavu postoji više mogućnosti za uključivanje samoregulacije u učenje. Na primjer tijekom rješavanja Moodle lekcije učenici nakon odgovora na pitanje pročitaju

komentar (je li odgovor točan ili nije i dodatni sadržaj vezani uz pitanje) i mogu odlučiti žele li prijeći na novo pitanje ili još jednom pokušati odgovoriti na isto. Na taj način učenici sami odlučuju jesu li naučili određeni sadržaj ili ga je potrebno ponoviti. Isto tako, učenici imaju priliku i van redovne nastave koristiti materijale u Moodle sustavu te sami odlučuju koliko će puta i s kojim uspjehom ponavljati uz pomoć online materijala. Samoregulirano učenje bazira se na dva osnovna aspekta metakognicije: donošenju mišljenja o usvojenom tj. naučenom (praćenje) i korištenju tih mišljenja za daljnji tijek učenja (kontrola) [61]. Ukratko, metakognicija je "mišljenje o mišljenju" ili "znanje o znanju". Postoje mnoge definicije metakognicije, od kojih je možda najprikladnija, a i najkraća, Brownova [62] - 'metakognicija se odnosi na znanje i upravljanje kognitivnim sustavom pojedinca'. Pogreške kod jednog od aspekata mogu narušiti djelotvorno učenje.

Točnost metakognitivnog praćenja mjeri se na dva načina – rezolucijom, koja je visoka ako se dobro naučenim sadržajima daje relativno visoki značaj i kalibracijom, koja je visoka u stupnju u kojem se podudaraju predviđene razine prisjećanja sadržaja i njihovo stvarno prisjećanje [61]. Pogreške u mjerenju točnosti metakognitivnog praćenja mogu utjecati na proces učenja npr. loša razlučivost može navesti učenike da daju prioritet pogrešnim sadržajima dok loša kalibracija, osobito pretjerano samopouzdanje, može dovesti do odustajanja ili premalo učenja [63].

Metakognitivna kontrola korisna je samo uz dobru strategiju kontrole što znači da učenici trebaju odlučiti od kojih sadržaja će imati najviše koristi [63]. Učenici bi trebali dati prioritet onim sadržajima koje smatraju da će lakše naučiti, ne onima koje su naučili niti onima za koje smatraju da će teško naučiti [64]. U smislu Moodle lekcija, učenici bi trebali posebnu pažnju posvetiti pitanju koje nisu točno odgovorili i pročitati povratnu informaciju te pokušati ponovno odgovoriti, a ne preskočiti pitanje.

Samoregulacija kod učenika usko je vezana uz pisanje domaćih zadaća. U doktorskoj disertaciji Bulić [7] prikazano je kako u mnogim zadacima učenici koji uče uz Moodle češće i kvalitetnije rješavaju i domaće zadaće. Isto tako, pokazano je kako sustav Moodle motivira i bolje usmjeruje učenike kod rješavanja domaćih zadaća jer su svi ispravci i dodatni komentari dostupni online za učenike i roditelje [7].

Mustapha i sur. [10] predlažu korištenje Moodle sustava kao alata za samo testiranje što Zung i sur. [65] povezuju s efektom testiranja (eng. *retrieval practice*) tj. fenomenom kojim se korištenjem testova za memoriranje nekog sadržaja pospješuje dugotrajno pamćenje tog sadržaja uspješnije u odnosu na metode koje se ne temelje na dohvaćanju sadržaja iz memorije, kao što je ponovno proučavanje određene pojave [65] [66] [67]. Mustapha i sur. [10] zaključuju da korištenjem Moodle lekcija učenici uobičajeno i samotestiraju svoje znanje. Osim efekta testiranja, lekcije omogućuju učenicima i prednosti povratne informacije točnog odgovora (eng. *correct answer feedback*) u kojoj nakon predanog odgovora odmah dobivaju povratnu informaciju o točnosti odgovora i dodatni sadržaj vezan uz pitanje [69]. No međutim, Rosyadi i sur. [9] pokazuju da učenici koji imaju manje razvijenu samoregulaciju kod učenja često postižu slabije rezultate bez obzira na ponavljanje uz pomoć Moodlea. Takvi rezultati ponovno ukazuju na važnost vođenja učenika za vrijeme korištenja Moodle lekcije, koji trebaju učenike motivirati da ponove određeno pitanje, da lekcije vide kao pomoć pri učenju, a ne samo još jednu obavezu koju treba odraditi.

Još jedan od efekta koji se pojavljuje korištenjem lekcija, a pospješuje samoregulaciju učenja je učinak razmaka (eng. *spacing effect*) prema kojem je memoriranje uspješnije ako se isti nastavni sadržaj uči u više navrata kroz vremenski razmak [70]. Moodle omogućuje učenicima da sami odluče kada će raditi razmake između korištenja alata te da

učinak razmaka prilagode individualnim potrebama [11].

Na kraju, Moodle lekcije mogu se povezati s prednostima efekta generiranja (eng. *generation effect*) na način da sadržaj koji se stalno ponavlja učenici bolje zapamte nego sadržaj koji su pročitali [71]. Na primjer kod usvajanja matematičkih operacija potrebno je uvježbavati iste operacije više puta kako bi ih zapamtili i kako bi ih mogli primijeniti kasnije u složenijim operacijama [72].

Prema navedenim efektima koji su vezani uz korištenje Moodle lekcija možemo zaključiti da nude puno opcija oko organizacije učenja te da učenik sam regulira način na koji će upamtiti pojedini sadržaj. Učenici koriste lekcije svojevolumno, kao način na koji bi se uključili u proces učenja isto kao i način na koji provjeravaju znanje prije provjere [9]. Uz veliku autonomiju u procesu učenja, Moodle lekcije su unaprijed pomno osmišljene i potpuno strukturirane kako bi učenici metodički osmišljenim pristupom učili kao da ih mentor individualno usmjerava u stvarnosti. Prema tome, virtualno oponašanje individualnog praćenja napretka učenika kroz nastavni proces možemo povezati s imerzivnim učenjem.

5. IMERZIVNO UČENJE

Imerzivna tehnologija omogućuje umjetno iskustvo uz zamućenje linije između stvarnog i virtualnog svijeta (Lee i sur. 2013). Pojam imerzija opisuje tehnološke elemente alata i odgovor koji proizlazi iz kombinacije ljudske percepcije i motoričkog sustava [73]. Dengel i Magdefrau [74] podijelili su imerzivno učenje na dvije skupine: uporabnu skupinu koja je usmjerena na učenje kroz osjećaj prisutnosti i skupinu ponude koja se koncentrira na poučavanje. Uz Moodle lekcije veže se druga skupina ponude, kod koje se uz igru na digitalnim alatima sječe novo znanje i povezuju se naučene činjenice. Kognitivno-afektivni model imerzivnog učenja (CAMIL) objašnjava kako koristiti imerzivnu tehnologiju u okruženju za učenje na temelju kognitivnih i afektivnih čimbenika koji uključuju interes, motivaciju,

samoučinkovitost, kognitivno opterećenje i samoregulaciju [75].

U preglednom radu Kuhali i sur. [73] opisane su tri vrste stvarnosti u imerzivnoj tehnologiji: virtualna stvarnost (VR od eng. *virtual reality*), proširena stvarnost (AR od eng. *augmented reality*) i miješana stvarnost (MR od eng. *mixed reality*). Virtualna stvarnost se može definirati kao kombinacija hardvera i softvera koji stvara umjetno simulirano iskustvo slično ili različito od stvarnog svijeta [76]. Proširena stvarnost (AR) povezuje virtualni sadržaj s izvornom stvarnošću [77], budući da se takvo iskustvo događa u stvarnom vremenu kada korisnik komunicira s programom, AR može poboljšati interakciju sa stvarnim svijetom [73]. Moodle lekcije upravo su jedan primjer AR-a i mogu pružiti impresivni digitalni doživljaj učenja kroz poznate pojmove za poboljšanje materijala za učenje [78]. Znanstvena zajednica uspostavila je jasnu razliku između VR-a i AR-a: VR omogućuje korisnicima da manipuliraju s digitalnim objektima isključivo u umjetnom okruženju dok AR mijenja percepciju korisnika i također omogućuje interakciju s fizičkim svijetom [79]. AR tehnologija može se praktično primijeniti u nastavnom procesu na način da u fizički svijet (učionu), uključimo i digitalne alate za uspješniji proces učenja. Miješana stvarnost (MR) vodi AR dalje dopuštajući korisniku da ulazi i manipulira s virtualnim objektima kao što je to u stvarnom svijetu [80].

U istraživanju Meyer i sur. [81] uspoređuju dvije skupine učenika u znanju iz područja biologije na način da skupina učenika uči preko video snimke, a druga skupina uči preko virtualne stvarnosti. Pokazano je da učenici koji su upoznati s metodom i uče preko tehnologije virtualne stvarnosti postižu značajan pozitivni efekt na znanje, samoučinkovitost, prijenos i retenciju znanja, ali niti jedan od tih efekata nije postignuti kod učenja uz video snimke što dokazuje da tehnologija VR-a kod iskusnih učenika jest kvalitetno nastavno sredstvo. Isto tako, prikazano je da učenici koji nemaju prijašnjeg iskustva s VR tehnologijama nisu u istoj mjeri uspješni u pamćenju i organiziranju

sadržaja koji su učili u istraživanju što znači da je potrebno učenike unaprijed pripremiti za korištenje s određenom tehnologijom. Na kraju, Makransky i Peterson [82] zaključuju da CAMIL može predvidjeti interakciju između medija i metode kojom bi učenici imerzivnim učenjem bolje učili nego korištenjem video lekcija zbog prednosti VR tehnologije da omogućuje prilagodbu metode. AR tehnologija uz sve prednosti VR tehnologije omogućuje i izvornu stvarnost te smanjuje moguće pogreške u procesu zbog komunikacije u stvarnom vremenu.

Za bolju kvalitetu imerzivnih alata za učenje osmišljen je SAMR model (kratica od model redefinicije modifikacije supstitucijskog povećanja) koji ispituje kako tehnologiju koristiti u nastavnom procesu [83]. SAMR model omogućuje edukatorima da procijene i razmisle o novoj integraciji tehnologije u proces učenja [73]. Proces poučavanja i učenja trebao bi biti središnji fokus pri odabiru odgovarajuće tehnologije temeljene na potrebama učenika [73]. Prema Kuhail i sur. [73] SAMR model možemo podijeliti na četiri osnovna koraka. Prva dva koraka u SAMR modelu uključuju tehnologiju kao alat za poboljšanje, dok posljednja dva koraka uključuju tehnologiju kao alat za transformaciju. U nekim okolnostima, koraci između poboljšanja i transformacije mogu potrajati dok edukatori vježbaju, razmišljaju i uče kako odabrati odgovarajući alat. Prvi korak je zamjena, primjer zamjene je korištenje online matematičkih igara za izvođenje osnovnih matematičkih operacija zbrajanja, oduzimanja, množenja i dijeljenja umjesto računanja olovkom na papiru. Drugi korak je argumentacija tj. u ovom koraku tehnologija dodaje funkcionalnost koju inače ne bi bilo moguće koristiti. Primjer ovog koraka je korištenje učenja temeljenog na igri kako bi se omogućilo igračima da nauče osnovne koncepte programiranja koristeći se kartaškom igrom i rješavanjem problema. Modifikacija je prvi korak transformacije koja zahtijeva više promišljanja od strane nastavnika, a kao primjer bio bi virtualni laboratorij u kojem

učenici mogu testirati svoje ideje, promatrati rezultate. Zadnji korak SAMR modela je redefinicija koji nudi nešto novo, zadatke koji su prije bili nezamislivi. Primjer takvog učenja je korištenje interaktivnih alata kako bi naučili o složenosti ljudskog tijela, objašnjavaju Kuhail i sur. [73]. Mogućnosti tehnologije sve su veće, imerzivno učenje širi svoje mogućnosti svakom nadogradnjom tehnologije i potrebno je što više proučavati načine na koje će određena tehnologija pozitivno utjecati na proces poučavanja te se stoga u konceptu Moodle lekcija promatraju prva dva koraka SAMR modela (tehnologija kao alat za poboljšanje učenja).

Procjena znanja na temelju igranja edukativnih igrica nudi impresivna iskustva, prikuplja niz podataka o učenju i daje učenicima brze povratne informacije u stvarnom vremenu [84]. Kao što Groff [84] zaključuje, učenje uz online edukativne igre inspirativno je i obećavajuće, ali ne daje potpuna rješenja za bolje vrednovanje i identifikaciju podataka o naučenom te iz tog razloga treba provesti mnoga istraživanja i uključiti stručnjake iz različitih polja znanosti.

Novije generacije ističu se po učenju uz raznolike izvore učenja, od kojih je jedan od važnijih izvora Internet, zbog čega je potrebno učenike pripremati za pravilno korištenje Interneta i omogućiti učenicima kvalitetne sadržaje za učenje na Internetu [31]. Moodle lekcije upravo su jedan od novijih, interaktivnih izvora učenja na Internetu te se u istraživanju planira istražiti utjecaj ponavljanja uz pomoć lekcija na uspješniji proces učenja i bolje postignuće kao produkt učenja sadržaja iz biologije.

McLuchan [85] poznat je zbog fraze „sredina je poruka (bit)“ što objašnjava da je priroda sredine puno bitnija od sadržaja poruke. Kao primjer, Makransky i Petersen [75] navode da je gledanje televizije puno snažnije u formiranju osobe kako razmišlja, kako se ponaša ili komunicira s ostalima nego li sami sadržaj koji gleda na televiziji. S druge strane, suprotna teorija govori da sredina nikada neće voditi

prema uspjehu u učenju te da je jedini način za postizanje uspjeha u učenju vođeno tj. mentorirano učenje [32]. Clark [32] tvrdi da su mediji više kao strojevi koji dostavljaju instrukcije i da ne utječu na učenikove uspjehe, učenje i motivaciju. Na kraju u istraživanju Kozma [82] zaključuje da je utjecaj medija neupitan i da ako nađemo vezu između medija i učenja da ćemo imati mogućnost vidjeti kako tehnologija utječe na učenje. Kognitivno-afektivni model imerzivnog učenja govori kako nije priroda sredine ona koja će utjecati na bolje učenje već će metoda instrukcija tj. vođenja biti posebno učinkovita ako se primjeni i potrebna sredina u korištenju tehnologije [75]. Zaključno, pravilna metoda vođenja uz kvalitetno mentoriranje od strane učitelja uvelike će pojačati utjecaj imerzivnog učenja na postizanje znanja i vještina [75] što vodi do važnosti istraživanja o utjecaju novih načina učenja na postignuća učenika pa će se ovo istraživanje upravo baviti utjecajem Moodle lekcija na postignuća učenika, a ostvariti će se kroz strukturirano praćenje.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA

Doktorska disertacija izraditi će se u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost, IP-CORONA-2020-12-3798, pod nazivom „Učenje biologije u epidemiološki prilagođenom istraživačkom okruženju“ preko kojeg je izrađena platforma BUBO na kojoj će biti dostupni i svi materijali potrebni za istraživanje. Glavni cilj projekta je zadržati ili čak poboljšati kvalitetu poučavanja i učenja biologije u uvjetima smanjene interakcije učenik – nastavnik. Uz upotrebu osmišljenih digitalnih nastavnih materijala učenici će učiti i ponavljati nastavni sadržaj samostalno u obliku hibridne ili online nastave. Prema projektu, razvijen je visoko interaktivni model usmjeren na učenika (ASIO model – Aktivnosti Simuliranog Istraživačkog Otkrivanja u biologiji) temeljen na video-materijalima sa simulacijama promatranja i istraživanja koje podržavaju postavke kurikuluma Prirode (NN 7/2019-148) i Biologije (NN 7/2019-149) te Nacionalnog kurikuluma Republike Hrvatske (MZO, 2019).

Model se pokazao kao dobar alat za poučavanje bioloških koncepata u oblicima online i kontaktne nastave kada učenici nemaju mogućnost provoditi istraživanja i aktivnosti opažanja i otkrivanja, ali i kao poticaj raspravi rezultata provedenih istraživanja. Materijali pripremljeni prema ASIO modelu korišteni su u pripremi Moodle lekcija za ponavljanje. ASIO model provodi se u dva oblika, ASIO-1, vezan uz simulacije promatranja i istraživanja, primijenjen je za Koncept A i Koncept B. Koncept A je vezan uz energetske učinke prehrane živih bića dok je Koncept B vezan uz prilagodbe živih bića kao posljedica evolucije, ASIO-2 model se temelji na simulaciji terenskog istraživanja (slika 2).



Slika 2. Struktura ASIO modela za Prirodu u petom razredu [5]

Testiranje će se provesti na uzroku učenika od petog do osmog razreda osnovne škole. Učitelji mentori koji žele sudjelovati u istraživanju javiti će se na poziv koji će preko maila biti upućen svim županijskim stručnim vijećima u Hrvatskoj i dodatnim mailing listama.

U istraživanje će biti uključena eksperimentalna skupina učenika koja će ponavljati nastavne sadržaje Prirode i Biologije uz pomoć Moodle lekcija. Učenici će prije početka rada na BUBO platformi riješiti nestandardiziranu anketu pripremljenu za potrebe ovog istraživanja, a kojom se ispituje kako učenici trenutno ponavljaju, kako uče i koliko koriste digitalne alate u nastavi i učenju nakon nastave. Nakon toga učenici se prijavljuju AAI elektroničkim identitetom na platformu BUBO i ponavljaju kroz tri različite teme (dva koncepta i simulaciju terenskog istraživanja). Prije rješavanja svake lekcije, učenici rješavaju kratku provjeru prije učenja koja ispituje usvojenost osnovnih ishoda Prirode i Biologije o kojima će se učiti u lekciji, nakon toga učenici rješavaju Moodle lekcije uz vođenje nastavnika i sami kod kuće te na kraju

rješavaju provjeru nakon učenja. Nakon što ponove isti postupak s tri teme (Koncept A, Koncept B i Simulacija terenskog istraživanja) učenici će rješavati završnu provjeru koja uključuje sve tri teme i riješiti anketu u kojoj će izraziti svoje mišljenje o novom načinu ponavljanja, opisati način na koji su ponavljali i odrediti stupanj samoregulacije koji su imali prilikom učenja uz lekcije (slika 3).



Slika 3. Hodogram aktivnosti kroz istraživanje

Kontrolna skupina učenika ponavljati će nastavne sadržaje Prirode i Biologije analogne temama Moodle lekcija uobičajenim načinom uz razgovor s učiteljem. Učenici kontrolne skupine također će rješavati po tri provjere (za svaku temu po jednu) prije učenja i tri provjere nakon učenja te će na kraju istraživanja rješavati završnu provjeru. Rezultati eksperimentalne i kontrolne skupine usporediti će se statističkim testovima u programu SPSS.

Mentori učenika će se s voditeljicom istraživanja nalaziti na kontinuiranim mjesečnim online sastancima tijekom istraživanja, kako bi bili u stalnoj komunikaciji podrške, ali i kontrole odvijanja aktivnosti te kako bi se omogućilo vođenje dnevnika istraživanja u kojem će biti zabilježena opažanja mentora tijekom istraživanja. Nakon istraživanja mentori će biti intervjuirani svaki zasebno s posebno strukturiranim pitanjima. Aktivnost učenika bilježiti će se u Google table koja je dostupna na pregled svim mentorima i u kojoj je zabilježeni točan broj učenika koji su riješili određeni zadatak za svaku školu i generaciju zasebno.

Predviđa se da će primjena ASIO modela učenja i Moodle lekcija pozitivno utjecati na uspješnost ostvarivanja ishoda kod učenika, da

će učenici biti zadovoljni s korištenjem Moodle lekcija te da će takav način poučavanja pozitivno ocijeniti. Do sada provedeno je pilot istraživanje te su se na temelju rezultata i iskustva u pilot istraživanju revidirali pojedini dijelovi istraživanja. Također, očekuje se da će učenici učenjem uz Moodle lekcije razvijati samoregulaciju te da će moći samostalnije usvojiti odgojno-obrazovne ishode uz pomoć online alata.

7. LITERATURA

[1] Amrit, K. 2020. Understanding Generation Alpha

[2] Jadrić, M., Ćukušić, M. i Lenkić M. 2013. E-učenje: Moodle u praksi, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet

[3] CARNET Loomen
<https://www.carnet.hr/usluga/loomen/>
(10.3.2024.)

[4] Grundler, D., Rolich, T. i Šutalo S. 2012. Praktična iskustva primjene e-učenja u srednjoškolskoj i visokoškolskoj nastavi, <https://www.bib.irb.hr:8443/590973>
(10.3.2024.)

[5] Skuhala, A. i Radanović I. 2023. Utjecaj interaktivnog oblika ponavljanja na uspješnost učenja Prirode u 5. razredu osnovne škole, *Educatio biologiae*, vol. , br. 9., , str. 56-64. <https://doi.org/10.32633/eb.9.6> (10.03.2024.)

[6] Kostović-Vranješ, V., Bulić, M. i Novoselić, D. (2013/2014), *Kompetencije učitelja biologije* Zb. rad. filoz. fak. Splitu, 6/7 6/7, 15-26

[7] Bulić, M. 2017, <https://repositorij.pmfst.unist.hr/islandora/object/pmfst%3A541/datastream/PDF/view>
(10.3.2024.)

[8] Hakim, A. R. 2018. Pengembangan E-Learning Berbasis Moodle Sebagai Media Pengelolaan Pembelajaran, *Kodifikasia*, vol. 12, no. 2, pp. 167–183,

[9] Rosyadi, B. R., Nisa, K., Afandi, I., Rozi, F., Fawaid, A., Fajri, Z., Hasanah, U., Maimunah,

Helmiati, S. 2021. Self-regulation using moodle virtual learning environment (VLE) in solar system practice, *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1779. No. 1. IOP Publishing,

[10] Mustapha, A. M., Zakaria, M. A. Z. M., Yahaya, N., Abuhassna, H., Mamman, B., Isa, A. M., & Kolo, M. A. 2023. Students' motivation and effective use of self-regulated learning on learning management system moodle environment in higher learning institution in nigeria. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(1), 195-202.

[11] Gamage, S., Jennifer R. A. i Monica B. B. 2022. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning, *International journal of STEM education* 9.1

[12] Merlin: Priručnik za nastavnike https://moodle.srce.hr/ceublog/prirucnici/Merlin-prirucnik-nastavnik-ozujak_2014.pdf
(10.3.2024.)

[13] Steyn, M. 2015. *Critical Diversity Literacy: Routledge International Handbook of Diversity Studies*. 379-389

[14] Bjelanović, Ž. 2013. Analiza primjene IKT u nastavi matematike u Republici Hrvatskoj,

[15] Tomaš, S., Zoranić, F. i Papić, A., Istraživanje zainteresiranosti učenika šestog razreda za e-učenje, http://bib.irb.hr/datoteka/581384.zainteresiranost_ucenika.pdf (10.3.2024.)

[16] Dukić, D. i Bimbi, I. 2009. Analiza implementacije elearninga. *Ekonomski vjesnik : časopis Ekonomskog fakulteta Osijek*, 22, 2, str. 328-339

[17] Đuranić, I. 2012. Moodle 2.0 u učionici Praktični, ekonomični i IT osviješteni, *Pogled kroz prozor*, <https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2012/09/30/moodle-2-0-u-ucionici-prakticni-ekonomicni-i-itosvijeteni/> (10.3.2024.)

[18] Jugo, G., Matotek, I., Carev, M. i Dumovic, D. 2012. Uporaba Moodle-a 2.0 u vrednovanju

znanja, u Medijska istraživanja, br.1, str. 153-162, Sustavi e-učenja u promicanju obrazovanja za zdrav i održiv život

[19] Hajdarović, M. 2014. Obogaćivanje nastave kombiniranim radom s Moodle sustavom u srednjoj školi Čakovec, <http://hajdarovic.com/2014/01/obogacivanje-nastavekombiniranim-radom-s-moodle-sustavom-u-srednjojskoli-cakovec/> (10.3.2024.)

[20] Mikulan, K, Legac, V. i Siročić, D. 2011. Pozitivni i negativni aspekti platforme za učenje na daljinu Moodle, WebCT u nastavi stranih jezika, Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu, Vol.2 No.1, p. 83- 94

[21] Grundler, D., Rolich, T. i Šutalo S. 2012. Praktična iskustva primjene e-učenja u srednjoškolskoj i visokoškolskoj nastavi, http://www.sandasutalo.from.hr/sadrzaji/autor/mipro_2012.pdf (10.3.2024.)

[22] Koren (2014). Poučavanje za učenje. Grčka, CDRSEE

[23] Jaynes, W. 2012. A meta-analysis of the efficacy of different types of parental involvement programs for urban students, Urban education 47.4 str. 706-742.

[24] Dillon, G. 1981. Construyendo Textos: Elementos y Teorías de la Composición de Estilo

[25] Chow, S. i Ho-Tat Chu, M. 2007. The impact of filial piety and parental involvement on academic achievement motivation in Chinese secondary school students, Asian Journal of Counselling

[26] Batarelo, I. i Marušić, I. 2006. Digitalna podijeljenost u hrvatskim školama: razlike u korištenju računala s obzirom na neke socio-demografske varijable, Sociologija sela 44.2-3 str. 201-219.

[27] Arbunić, A. i Kostović-Vranješ, V. 2007. Nastava i izvori znanja, Odgojne znanosti 9.2 (14) str. 86-111.

[28] Stamenković, D. 2014. Generacija Z, Internet i obrazovanje, Sinteza, Impact of the Internet on Business Activities in Serbia and Worldwide str. 506-509.

[29] Ziatdinov, R. i Cilliers, J. 2022. Generation Alpha: Understanding the next cohort of university students. European Journal of Contemporary Education, 10(3), 7

[30] Glenn, M. 2008. The future of higher education: How technology will shape learning. Austin, Texas: The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/182088/> (10.3.2024.)

[31] Balažinec, M., Radanović, I. i Sertić Perić, M. 2021. Izvori učenja učenika petih razreda osnovne škole u nastavi Prirode, Educatio biologiae, (7.), str. 1-12.

[32] Clark, R. E. i Salomon, G. 1986. Media in teaching, Handbook of research on teaching (treće izdanje)

[33] Matijević, M., Rajić V. i Topolovčan, T. 2013. Učenička percepcija srednjoškolskih udžbenika, Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja 59.29, str. 64-78.

[34] Mikulan, K., Legac, V. i Siročić, D. 2011. Pozitivni i negativni aspekti platformi za učenje na daljinu Moodle i WebCT u nastavi hrvatskog jezika, Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu. 2 (1): 83–94.

[35] Grundler, D., Rolich T. i Šutalo S. 2012. Praktična iskustva primjene e-učenja u srednjoškolskoj i visokoškolskoj nastavi. U: Biljanović, P. (ur.). Computers in Education: MIPRO 2012 35th International Convention, Rijeka, MIPRO, str. 1684–1688

[36] Gonzalez, H. B. i Kuenzi, J. J. 2012. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer (Publication No. R42642). Congressional Research Service, Library of Congress. Retrieved from <http://www.upd.edu.ph/~updinfo/oct13/articles/R42642.pdf> (10.3.2024.)

- [37] Corlu, M. S., Capraro, R. M. i Capraro, M. M. 2014. Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- [38] Vizek-Vidović, V., Rijavec, M., Vlahović-Štetić, V. i Miljković, D. 2014. Psihologija obrazovanja, IEP; VERN.
- [39] Riechert, S. i Post, B. 2010. From Skeletons to Bridges & Other STEM Enrichment Exercises for High School Biology, *The American Biology Teacher*, 72. str. 20–22.
- [40] Hidi, S. i Anderson, V. 1992. Situational Interest and Its Impact on Reading and Expository Writing, In *The Role of Interest in Learning and Development*, edited by K. A. Renninger, S.
- [41] Lavonen, J., Juuti, K., Uitto, A., Meisalo, V. i Byman, R. 2005. Attractiveness of Science Education in the Finnish Comprehensive School
- [42] Garašić, D. 2012. Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet
- [43] Zemsky R. i Massy W.F. 2004. Thwarted innovation, what happened to e-learning and why. University of Pennsylvania, Weatherstation Project of the Learning Alliance
- [44] CARNet, "Edu-modul 3: Razvoj digitalne kompetencije I multimedije u nastavi", str.2., 2012.
http://www.carnet.hr/upload/javniweb/images/static3/91305/File/Digitalna_kompetencija_prirucnik.pdf (18.6.2015.)
- [45] Viner, R. M., Russell, S. J., Croker, H., Packer, J., Ward, J., Stansfield, C., Mytton, O., Bonell, C. i Booy, R. 2020. School closure and management practices during Coronavirus outbreaks including COVID-19: A rapid systematic review. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(3), 397-404.
- [46] Nadeak, B. 2020. The effectiveness of distance learning using social media during the pandemic period of COVID-19: A case in Universitas Kristen Indonesia. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(7), 1764-1772.
- [47] Garbe, A., Ogurlu, U., Logan, N. i Cook, P. 2020. COVID-19 and Remote Learning: Experiences of Parents with Children during the Pandemic. *American Journal of Qualitative Research*, 4(3), 45-65.
<https://doi.org/10.29333/ajqr/8471>
- [48] Deepak, K.C. 2017. Evaluation of Moodle Features at Kajaani University of Applied Sciences – Case Study. *Procedia Computer Science*. 116. str. 121-128.
10.1016/j.procs.2017.10.021.
- [49] Moodle statistics
<https://stats.moodle.org/> (14.3.2024.)
- [50] Martin-Blas, T. i Serrano-Fernandez, A. 2009. The Role of New Technologies in the Learning Process: Moodle as a Teaching Tool in Physics. *Computers & Education*, 52, str. 35-44.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.005> (10.3.2024.)
- [51] Graf, S. 2005. Fostering adaptivity in e-learning platforms: A meta-model supporting adaptive courses CELDA 1 str. 440-443.
- [52] Kaminski, J. 2005. Moodle—A user-friendly, open source course management system, *Online Journal of Nursing Informatics* 9.1
- [53] Rapi, N. K., Suastra, I. W., Widiarini, P. i Widiana, I. W. 2022. The influence of flipped classroom-based project assessment on concept understanding and critical thinking skills in physics learning, *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 11.3 str. 351-362.
- [54] Bandura, A. 2006. Guide for constructing self-efficacy scales, *Self-efficacy beliefs of adolescents* 5.1 str. 307-337.
- [55] Bandura, A. 1977. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215.

- [56] Koludrović, M. i Reić Ercegovac, I. 2010. Poticanje učenika na kreativno mišljenje u suvremenoj nastavi, *Odgojne znanosti*, 12 (2 (20)), 427-439. <https://hrcak.srce.hr/68283> (10.3.2024.)
- [57] Ratkajec Gašević, G., Dodig Hundrić, D. i Mihić, J. 2016. Spremnost na promjenu ponašanja – od individualne prema obiteljskoj paradigmi, *Kriminologija & socijalna integracija*, 24 (1), 50-83. <https://doi.org/10.31299/ksi.24.1.3> (10.3.2024.)
- [58] Petričević, E., Rovan, D., Pavlin-Bernardić, N., Putarek, V. i Vlahović-Štetić, V. 2017. Personality and engagement in learning physics: the mediating effect of achievement goals // 20th Psychology Days in Zadar: Book of Selected Proceedings / Burić, Irena (ur.). Zadar: Sveučilište u Zadru, str. 205-215
- [59] Christenson, S. L., Reschly, A. L. i Wylie, C. 2012. *Handbook of Research on Student Engagement*. New York: Springer.
- [60] Kotarski, M. 2019. Povezanost motivacijskih uvjerenja sa strategijama učenja i uključenosti učenika u učenje i nastavu biologije (Diplomski rad). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet hrvatskih studija. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:111:007174> (10.3.2024.)
- [61] Nelson, T. O. i Narens, L. 1994. Why investigate metacognition?, *Metacognition: Knowing about knowing* str. 1-25.
- [62] Brown, A. L. 1987. Metacognition, Executive Control, Self-Regulation, and Other More Mysterious Mechanisms. In F. E. Weinert, & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, Motivation, and Understanding* (pp. 65-116). Hillsdale: L. Erlbaum Associates.
- [63] Kornell, N. i Bjork, R. A. 2008. Optimising self-regulated study: The benefits—and costs—of dropping flashcards, *Memory*, 16, 125-136. <http://dx.doi.org/10.1080/09658210701763899> (10.3.2024.)
- [64] Kornell, N. i Metcalfe, J. 2006. Study efficacy and the region of proximal learning framework, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 32(3), str. 609-622. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.32.3.609> (10.3.2024.)
- [65] Zung I., Imundo, M. N., Steven, P. C. 2022. How do college students use digital flashcards during self-regulated learning?, *Memory*, 30(8), str. 923-941, <https://doi.org/10.1080/09658211.2022.2058553> (10.3.2024.)
- [66] Roediger, H. L., III. i Karpicke, J. D. 2006. Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention, *Psychological Science*, 17(3), str. 249–255. <https://doi.org/10.1111/j.14679280.2006.01693>
- [67] Bjork, R. A. 1975. Retrieval as a memory modifier: An interpretation of negative recency and related phenomena, Erlbaum, *Information processing and cognition: The Loyola symposium*, str. 123–144.
- [68] Carrier, M. i Pashler, H. 1992. The influence of retrieval on retention, *Memory & Cognition*, 20(6), str. 633–642. <https://doi.org/10.3758/BF03202713>
- [69] Butler, A. C., Karpicke, J. D. i Roediger H. L., III. 2008. Correcting a metacognitive error: Feedback increases retention of low-confidence correct responses«, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(4), str. 918–928. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.4.918>
- [70] Cepeda, N. J. 2008. Spacing effects in learning: A temporal ridgeline of optimal retention, *Psychological science* 19.11 str. 1095-1102.
- [71] Bertsch, S. 2007. The generation effect: A meta-analytic review, *Memory & cognition* 35 str. 201-210.

- [72] Crutcher, R. J. i Healy A. F. 1989. Cognitive operations and the generation effect, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 15.4 str. 669.
- [73] Kuhail, M. A., Areej, E., Shahbano, F., Alghamdi A. 2022. Exploring Immersive Learning Experiences: A Survey, *Informatics* 9, 4, str. 75. <https://doi.org/10.3390/informatics9040075>
- [74] Dengel, A. i Magdefrau, J. 2018. Immersive learning explored: Subjective and objective factors influencing learning outcomes in immersive educational virtual environments. *IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 10.1109/TALE.2018.8615281
- [75] Makransky, G. i Petersen, G. B. 2021. The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality, *Educ. Psychol. Rev.*, 33, str. 937–958. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-020-09586-2>
- [76] Delaney, B. i Furness, T. A. 2014. Virtual Reality 1.0—The 90's: The Birth of VR, in the *Pages of CyberEdge Journal*, *CyberEdge Information Services*
- [77] Klopfer, E. i Squire, K. 2007. Environmental Detectives—The development of an augmented reality platform for environmental simulations, *Educ. Tech. Res. Dev.*, 56, str. 203–228. <http://dx.doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
- [78] Huisinga, L. A. 2021. Collaborative Design of Augmented Flashcards for Design History Class«, 2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW) str. 651-652. <https://doi.org/10.1109/VRW52623.2021.00208>
- [79] Leonard, S. N. i Fitzgerald, R. N. 2018. Holographic learning: A mixed reality trial of Microsoft HoloLens in an Australian secondary school, *Res. Learn. Technol.*, 26, str. 2160. <http://dx.doi.org/10.25304/rlt.v26.2160>
- [80] Speicher, M., Hall, B. D., Nebeling, M. 2019. What is Mixed Reality?, *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '19)*, <http://dx.doi.org/10.1145/3290605.3300767>
- [81] Wolf-Meyer, M. 2019. Human Nature and the Biology of Everyday Life." *American Anthropologist* 121.2 str. 338-349.
- [82] Kozma, R. B. 1994. Will media influence learning? Reframing the debate, *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 7–19. <https://doi.org/10.1007/BF02299087>
- [83] Puentedura R. 2014. Building transformation: An introduction to the SAMR model
- [84] Groff, J. S. 2018. The potentials of game-based environments for integrated, immersive learning dana, *European Journal of Education*, 53(2), 188-201. <https://doi.org/10.1111/ejed.12270>
- [85] McLuhan, M. 1964. *Understanding media: The extensions of man*, New York: McGraw Hill.
- [86] Radanović, I. (2023). Poučavanje i učenje uz BUBO. *Educatio biologiae*, (9.), 1-6. <https://doi.org/10.32633/eb.9.1>
- [87] Radanović, I., Sertić Perić, M., Šimić Šašić, S. 2022. Stavovi roditelja o online poučavanju i učenju bioloških sadržaja tijekom epidemioloških mjera, *Suvremene teme u odgoju i obrazovanju – STOO 2 In memoriam prof. emer. dr. sc. Milan Matijević, Velički, D., Dumančić, M. (ur), Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Zavod za znanstvenoistraživački rad u Bjelovaru HAZU*, ISBN 978-953-380-002-8, <https://hub.ufzg.hr/books/zbornikbook-of-proceedings-stoo2/page/stavovi-roditelja-o-online-poucavanju-i-ucenju-bioloskih-sadrzaja-tijekom-epidemioloskih-mjera>
- [88] Bulić, M. 2018. Ostvarenost ishoda učenja biologije u sustavu e-učenja. *Educatio*

biologiae, (4.), 56-66.
<https://doi.org/10.32633/eb.4.7>