

DOI 10.51558/2490-3647.2024.9.2.1195

UDK 371.3:5
37.018.43:004

Primljeno: 23. 08. 2024.

Izvorni naučni rad
Original scientific paper

Martin Kalamković, Stanko Cvjetićanin

MULIMEDIJALNO I MOBILNO UČENJE U POČETNOJ NASTAVI PRIRODNIH NAUKA

Ovo istraživanje se bavi poređenjem efikasnosti multimedijalnog i mobilnog učenja u procesu usvajanja znanja iz prirodnih nauka kod dece nižeg uzrasta. Uzorak je obuhvatio dve grupe učenika uzrasta devet godina (treći razred osnovne škole), pri čemu je jedna grupa koristila multimedijalne materijale, dok je druga grupa učila pomoću mobilnih telefona. Istraživanje je sprovedeno kroz tri faze testiranja: pretest, post-test i retest, pri čemu je pretest imao za cilj da se utvrde početna predznanja učenika i izjednače grupe. Nakon prezentovanja obrazovnih sadržaja, sproveden je post-test, kako bi se procenio trenutni nivo usvojenog znanja. Retest je obavljen nakon 30 dana, kako bi se utvrdila trajnost znanja. Rezultati su pokazali da su učenici koji su koristili multimedijalno učenje postigli značajno bolje rezultate na post-testu i retestu u poređenju sa učenicima koji su koristili mobilne telefone. Ovi nalazi sugerišu da multimedijalno učenje nudi efikasniji način za postizanje dubljeg razumevanja i dugoročnog zadržavanja informacija kod dece nižeg uzrasta, posebno u kontekstu učenja prirodnih nauka.

Ključne reči: multimedijalno učenje, mobilno učenje; prirodne nauke

UVOD

Uvođenje u savremene pristupe obrazovanju neizbežno podrazumeva analizu i upotrebu različitih tehnologija koje transformišu način na koji učenici usvajaju znanja. U obrazovnom kontekstu, dve tehnologije koje su značajno oblikovale nastavu u poslednjim decenijama su multimedijalno i mobilno učenje. Multimedijalno učenje, koje kombinuje različite forme medija poput teksta, zvuka, slike i animacije, dugo se koristi kao efikasan alat za prenošenje složenih informacija na intuitivan i vizuelno stimulativan način. S druge strane, mobilno učenje, koje se oslanja na upotrebu pametnih telefona, tableta i drugih prenosivih uređaja, omogućava učenicima pristup obrazovnim sadržajima bilo kada i bilo gde, čime se proširuju mogućnosti za učenje van tradicionalne učionice (Ozdamar 2011). Ovo istraživanje ima za cilj da uporedi ova dva oblika usvajanja znanja, te da da preporuke za upotrebu istih u svakodnevnom radu.

TEORIJSKO RAZMATRANJE PROBLEMA

Mobilno i multimedijalno učenje postaju sve značajniji aspekti savremenog obrazovanja, reflektujući promene u načinu na koji pristupamo znanju u digitalnom dobu (Yousafzai 2016). S obzirom na sve veći broj digitalnih uređaja i aplikacija dostupnih učenicima i nastavnicima, istraživanja u ovoj oblasti postaju ključna za razumevanje njihovih efekata na obrazovni proces. U tom kontekstu, naime, promene u obrazovnom procesu suočavaju se s brojnim izazovima i problemima, naročito kada govorimo o direktnoj primeni tehnoloških akvizicija u svakodnevnom radu.

Jedan od osnovnih problema u istraživanjima mobilnog i multimedijalnog učenja jeste brzina tehnoloških promena. Tehnologije koje su aktuelne danas, mogu biti zastarele već sutra, što istraživanja čini prolaznim i često nedovoljno relevantnim za dugoročne obrazovne strategije (Butler 2016). Pored toga, nedostatak standardizacije u korišćenju mobilnih uređaja i multimedijalnih alata dovodi do poteškoća u komparativnoj analizi različitih studija. Ovi problemi naglašavaju potrebu za kreiranjem univerzalnih kriterijuma i metodoloških okvira koji bi omogućili konzistentnost i validnost istraživanja.

Drugi značajan problem je teorijska praznina u razumevanju efekata mobilnih i multimedijalnih tehnologija na učenje. Iako postoje mnoge studije koje ukazuju na pozitivne ili negativne aspekte ovih tehnologija, manjak teorijskih modela, koji bi objasnili ove efekte, otežava formulisanje generalnih zaključaka. Ovaj problem

dodatno komplikuje i činjenica da su mnoge studije fokusirane na kratkoročne efekte, dok dugoročni uticaji ostaju nedovoljno istraženi.

Takođe, postoji i pitanje etike i sigurnosti u korišćenju mobilnih uređaja u obrazovanju (Traxler 2011). Sa sve većim prisustvom tehnologije u svakodnevnom životu, postavlja se pitanje privatnosti i sigurnosti podataka učenika. Istraživači moraju da pronađu ravnotežu između inovacije i zaštite privatnosti, što predstavlja značajan izazov, posebno u kontekstu sve strožih regulacija o zaštiti podataka.

Pored toga, demografski faktori igraju ključnu ulogu u razumevanju uticaja mobilnog i multimedijalnog učenja. Varijacije u pristupu tehnologiji, digitalnoj pismenosti i kulturnim kontekstima mogu značajno uticati na ishode istraživanja. Na primer, učenici iz različitih socioekonomskih sredina mogu imati različite nivoe pristupa kvalitetnim digitalnim resursima, što može dovesti do povećanja obrazovnih nejednakosti. Retka su istraživanja koja su sprovedena u našoj zemlji o ovoj tematici.

Na kraju, sveobuhvatna evaluacija mobilnog i multimedijalnog učenja zahteva interdisciplinarni pristup, koji uključuje ne samo obrazovne nauke, već i psihologiju, sociologiju, informatiku i druge oblasti. Ovi izazovi ukazuju na kompleksnost istraživanja u ovoj oblasti, ali i na potrebu za dubinskim i sveobuhvatnim studijama, koje bi mogle da unaprede kvalitet obrazovanja u digitalnom dobu.

Da bi se izbegle nejasnoće u upotrebi pojmova multimedijalno i mobilno učenje potrebno je objasniti i definisati oba pojma. U savremenoj obrazovnoj praksi multimedijalno učenje i mobilno učenje se često preklapaju (Ruixia 2023). Iako se oba oslanjaju na upotrebu digitalnih tehnologija za unapređenje obrazovnih procesa, važno je razlučiti njihove specifičnosti i međusobni odnos.

Multimedijalno učenje, koje podrazumeva upotrebu različitih medija kao što su tekst, slike, animacije, video i zvuk za prenošenje obrazovnog sadržaja, može se koristiti na različitim platformama poput računara, interaktivnih tabli ili tableta. Njegova ključna prednost leži u mogućnosti kombinovanja različitih formata prezentacije, što omogućava bogatiju i složeniju interpretaciju obrazovnih tema.

Sa druge strane, mobilno učenje predstavlja poseban oblik učenja koje se odvija putem mobilnih uređaja kao što su pametni telefoni ili tableti i omogućava učenicima pristup obrazovnim sadržajima bilo gde i bilo kada. Ključna prednost mobilnog učenja je njegova fleksibilnost i dostupnost, što učenicima omogućava da samostalno organizuju svoje vreme i mesto učenja (Dias 2022). Mobilno učenje često uključuje upotrebu multimedijalnih sadržaja, ali se razlikuje od klasičnog multimedijalnog učenja po tome što je specifično dizajnirano za mobilne uređaje i prilagođeno dinamičnom načinu života učenika. Mobilno učenje se može smatrati podskupom

multimedijalnog učenja, jer koristi multimedijalne alate, ali u specifičnom, mobilnom kontekstu, dok multimedijalno učenje omogućava bogatiju prezentaciju i bolji prikaz kompleksnih tema u formalnom obrazovnom okruženju.

Nakon detaljne pretrage relevantne literature nisu pronađena istraživanja koja se specifično bave upoređivanjem efekata multimedijalnog i mobilnog učenja u osnovnoj školi. Iako postoje studije koje ispituju ove metode pojedinačno, poređenje između njih, posebno u kontekstu učenika osnovnoškolskog uzrasta, ostaje neistraženo područje. Ovo istraživanje stoga ima za cilj da popuni tu prazninu u literaturi i pruži nove uvide u efikasnost različitih tehnoloških pristupa obrazovanju.

Multimedijalno učenje

Multimedijalno učenje je pristup obrazovanju koji koristi različite vrste medija, uključujući tekst, slike, video, audio, animacije i interaktivne elemente, kako bi se poboljšalo razumevanje i zadržavanje informacija kod učenika (Mayer 2002). Ovaj metod je postao sve popularniji s razvojem digitalnih tehnologija, koje omogućavaju jednostavan pristup i kombinovanje različitih formi medija.

Istorija multimedijalnog učenja je usko povezana sa razvojem tehnologija koje omogućavaju korišćenje različitih formi medija u obrazovanju. Ideja korišćenja više medija za obrazovanje može se pratiti unazad, a od 19. veka su prvi put počele da se koriste slike i grafički prikazi u obrazovnim materijalima. U to vreme, crteži, dijagrami i slike su postali sastavni deo udžbenika, omogućavajući učenicima da vizuelno prate gradivo (Friedland 2007). U prvim decenijama 20. veka, film i radio postali su novi mediji koji su uneli revoluciju u obrazovanje. Filmovi su korišćeni za demonstraciju složenih procesa i ideja, posebno u nauci i industrijskom obrazovanju, dok je radio bio ključan za pružanje obrazovnih programa širim masama, posebno u ruralnim oblastima, gde pristup obrazovnim ustanovama nije bio široko dostupan.

Pravi procvat multimedijalnog učenja započinje s razvojem personalnih računara i softverskih aplikacija tokom 1980-ih i 1990-ih godina. Prvi kompjuterski bazirani treninzi (*CBT – Computer-Based Training*) koristili su jednostavne tekstualne i grafičke prikaze, ali s vremenom su postali sve sofisticiraniji, uključujući animacije, zvuk i interaktivne komponente. Jedan od ključnih momenata u istoriji multimedijalnog učenja bilo je uvođenje CD-ROM-ova, koji su omogućili skladištenje i distribuciju velikih količina multimedijalnih podataka.

Dolaskom interneta krajem 20. i početkom 21. veka, multimedijalno učenje doživelo je pravu transformaciju. Online platforme, poput *Coursera*, *Khan Academy*

i *YouTube*, omogućile su besplatan i masovan pristup obrazovnim materijalima, koji često uključuju video lekcije, interaktivne kvizove i simulacije. Danas, multimedijalno učenje koristi najnovije tehnologije poput veštačke inteligencije, proširene (*AR*) i virtuelne stvarnosti (*VR*), koje omogućavaju sticanje još bogatijih i interaktivnijih obrazovnih iskustava. Ovi alati imaju potencijal da transformišu obrazovanje i dalje, pružajući učenicima priliku da uče kroz simulacije i interaktivne scenarije (Adurangba 2023).

Ključne prednosti multimedijalnog učenja su:

- poboljšano razumevanje i zadržavanje informacija: kombinovanje vizuelnih i auditivnih elemenata pomaže učenicima da lakše razumeju i pamte gradivo, na primer kada se tekst objašnjava uz pomoć ilustracija ili animacija, učenici često bolje povezuju teoriju sa praksom;
- podsticanje različitih stilova učenja: svaki učenik ima jedinstven način na koji najbolje uči – neki preferiraju vizuelne prezentacije, dok drugi više vole auditivne ili kinestetičke metode; multimedijalno učenje omogućava prilagođavanje različitim stilovima učenja, čineći proces obrazovanja efikasnijim i usklađenijim s individualnim potrebama;
- veća angažovanost učenika: multimedijalni sadržaji često su dinamični i interaktivni, što povećava angažovanost učenika; korišćenjem animacija, video materijala ili interaktivnih simulacija, učenici se aktivnije uključuju u proces učenja, što može poboljšati motivaciju i smanjiti dosadu (Mayer 2022);
- praktične primene i simulacije: multimedijalno učenje omogućava korišćenje simulacija i virtuelnih laboratorija, što može biti posebno korisno u disciplinama kao što su nauka, inženjering ili medicina; na primer, studenti mogu da koriste simulacije za vežbanje hirurških procedura ili eksperimenata u kontrolisanim uslovima (Çeken 2022);
- dostupnost i fleksibilnost: multimedijalni materijali mogu biti dostupni online, što omogućava učenicima da pristupaju sadržaju u bilo koje vreme i sa bilo koje lokacije, što posebno pogoduje učenicima koji imaju obaveze van škole ili univerziteta, jer mogu učiti tempom koji im odgovara.

Iako multimedijalno učenje donosi brojne prednosti, postoje i određeni izazovi. Kvalitet multimedijalnih sadržaja može značajno varirati, a preopterećenje informacijama može dovesti do smanjenja efikasnosti učenja. Takođe, tehnički problemi ili manjak digitalne pismenosti kod učenika i nastavnika mogu ometati

proces učenja. Pored toga, potrebno je pažljivo dizajnirati multimedijalne materijale kako bi se osiguralo da različiti mediji međusobno podržavaju i pojačavaju informacije, a ne da stvaraju konfuziju ili suvišne informacije (Huang 2005). Korišćenje multimedije zahteva i adekvatnu obuku nastavnika, koji moraju biti sposobni da efikasno integrišu ove tehnologije u svoje nastavne planove.

Mobilno učenje

Mobilno učenje, ili m-učenje, predstavlja savremeni obrazovni pristup koji se oslanja na mobilne uređaje poput pametnih telefona, tableta i laptopa za pristup obrazovnim sadržajima (Motiwalla 2007). Ovaj oblik učenja omogućava učenicima da se obrazuju u pokretu, prilagođavajući proces svojim individualnim potrebama, vremenu i mestu. Fleksibilnost koju nudi mobilno učenje transformiše tradicionalni način obrazovanja, čineći ga dostupnim gotovo u svakom trenutku i na svakom mestu.

Istorija mobilnog učenja usko je povezana sa razvojem mobilnih tehnologija i promenama u obrazovnim paradigama koje su se dogodile tokom poslednjih nekoliko decenija. Početak priče o mobilnom učenju datira iz vremena kada su prvi prenosivi uređaji počeli da postaju dostupni široj javnosti (Crompton 2013). U 1980-im godinama prvi prenosni računari, poznati kao "laptopi", otvorili su mogućnosti za rad i učenje van tradicionalnih okvira. Prava prekretnica u istoriji mobilnog učenja dogodila se s razvojem mobilnih telefona u 1990-im godinama. Razvoj pametnih telefona u 2000-im godinama označio je još jednu ključnu fazu u istoriji mobilnog učenja. Pametni telefoni su kombinovali funkcionalnosti računara s mobilnošću telefona, omogućavajući korisnicima da pristupaju bogatim multimedijalnim sadržajima, koriste aplikacije za učenje jezika, matematike, nauke i drugih predmeta i da komuniciraju s nastavnicima i vršnjacima u realnom vremenu. Ovaj period je, takođe, obeležen razvojem mobilnih mreža, koje su omogućile brži i pouzdaniji pristup internetu, čime su stvoreni uslovi za masovnu primenu mobilnog učenja.

Ono što mobilno učenje čini posebno značajnim jeste njegova sposobnost da odgovori na sve veću potrebu za personalizovanim obrazovanjem. Učenici danas nisu ograničeni na klasične učionice niti na striktno rasporede (Hameed 2024). Umesto toga, mogu birati kada i kako će učiti, koristeći širok spektar digitalnih alata i aplikacija. Ove aplikacije često omogućavaju prilagođavanje sadržaja prema nivou znanja i interesovanjima učenika, što povećava efikasnost učenja i motivaciju za dalje napredovanje.

Interaktivnost je još jedna ključna komponenta mobilnog učenja. Korišćenjem mobilnih uređaja, učenici imaju pristup različitim oblicima multimedijalnih sadržaja, uključujući video lekcije, audio zapise, infografike i animacije. Ovi sadržaji pomažu u boljem razumevanju i zadržavanju informacija, a interaktivni elementi, poput kvizova i simulacija, podstiču aktivno učešće učenika u procesu učenja. Pored toga, mobilno učenje često uključuje mogućnosti za kolaboraciju, omogućavajući učenicima da se povežu sa svojim vršnjacima i nastavnicima putem društvenih mreža, foruma i aplikacija za razmenu poruka, čime se podstiče saradnja i razmena ideja.

Međutim, mobilno učenje nije bez svojih izazova. Iako su mobilni uređaji postali široko dostupni, nejednakosti u pristupu kvalitetnim uređajima i brzom internetu i dalje predstavljaju prepreku za mnoge učenike. Takođe, mobilni uređaji, iako veoma praktični, imaju ograničenja u poređenju sa računarima, kao što su manji ekrani i manjak funkcionalnosti za određene zadatke, što može otežati neke aspekte učenja. Pored tehničkih izazova, mobilno učenje može dovesti do preopterećenja informacijama. Učenici su često suočeni sa velikim količinama podataka, što može otežati fokusiranje i dubinsko razumevanje sadržaja.

Jedan od najvažnijih aspekata mobilnog učenja jeste potreba za očuvanjem privatnosti i sigurnosti podataka učenika (Kambourakis 2013). Korišćenje mobilnih uređaja za obrazovanje otvara pitanja o tome kako zaštititi lične podatke i osigurati sigurno okruženje za učenje, posebno u kontekstu sve većih pretnji u digitalnom svetu.

Unapređenje tehnologije i dalje doprinosi razvoju mobilnog učenja. Sa pojavom veštačke inteligencije, proširene stvarnosti i virtuelne stvarnosti, mobilno učenje postaje još dinamičnije i prilagodljivije, omogućavajući učenicima da uče kroz simulacije i scenarije koji su ranije bili nezamislivi (Ally 2014). Ove inovacije obećavaju da će dodatno transformisati način na koji učenici pristupaju obrazovanju, pružajući im priliku da uče na način koji je interaktivniji, personalizovaniji i u skladu sa njihovim individualnim potrebama i interesovanjima.

Mobilno učenje, kao integralni deo savremenog obrazovnog okruženja, predstavlja most između tradicionalnog obrazovanja i potreba digitalnog doba. Njegova sposobnost da učini obrazovanje pristupačnim, fleksibilnim i prilagođenim učenicima čini ga ključnim alatom za budućnost učenja, iako se suočava sa izazovima koji zahtevaju stalno unapređenje i prilagođavanje novim tehnološkim i društvenim okolnostima.

METODOLGIJA ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je ispitivanje efikasnosti multimedijalnog u odnosu na mobilno učenje u procesu usvajanja znanja iz prirodnih nauka kod učenika nižeg uzrasta (treći razred, devet godina), kao i utvrđivanje koliko dugo traje usvojeno znanje kroz retest nakon 30 dana. Ova metodologija omogućava ne samo procenu trenutnog napretka učenika, već i da se ispita dugoročnua održivost usvojenog znanja. Centralno istraživačko pitanje je: *Koji metod učenja, mobilno ili multimedijalno, doprinosi boljem usvajanju i dugoročnom pamćenju nastavnih sadržaja iz prirodnih nauka kod učenika mlađeg uzrasta?* Istraživanje je osmišljeno da odgovori na ovo pitanje kroz eksperiment, upotrebom kvantitativnih metoda za merenje učeničkog napretka.

Metode istraživanja i uzorak ispitanika

Uzorak istraživanja činilo je 60 učenika trećeg razreda (devet godina) Osnovne škole “Prva vojvođanska brigade” u Novom Sadu. Izbor ispitanika za svaku od eksperimentalnih grupa izvršen je slučajnim rasporedom koji su sproveli učiteljice i učitelji. Oni su, bez uvida u individualne karakteristike učenika koje bi mogle uticati na rezultate, nasumično raspodelili učenike u dve grupe (po 30 učenika), vodeći računa o ravnomernoj zastupljenosti učenika. Ovim postupkom je osigurana slučajna distribucija učenika, u skladu s ciljevima istraživanja. Jedna grupa koristila je mobilne telefone, a druga multimedijalnu tablu. U obe grupe se vodilo računa o ravnomernoj zastupljenosti polova, kako bi se izbegle pristrasnosti. Treba napomenuti da su svi učenici bili iz iste škole, te da su predavači pratili identični Plan i program tokom realizacije nastave i za to su koristili iste udžbenike, čime su eliminisane moguće razlike u prethodnim iskustvima sa materijalom. Randomizacija uzorka osigurava reprezentativnost i validnost rezultata, a veličina uzorka je dovoljna za postizanje statistički značajnih rezultata u analizama.

Istraživanje je bilo eksperimentalnog tipa sa dve grupe: grupa koja koristi multimedijalne materijale za učenje i grupa koja koristi mobilne uređaje za učenje. Svaka grupa je bila izložena identičnom sadržaju iz prirodnih nauka i sadržaj je bio prilagođen uzrastu. Konkretno, radilo se o nastavnoj oblasti ***Kruženje vode u prirodi***. Razlog za odabir ovog dizajna je mogućnost direktne komparacije dve različite metode učenja pod kontrolisanim uslovima. Dizajn istraživanja omogućava merenje

kratkoročnih i dugoročnih efekata tehnologija na učenje, čime se istražuje efikasnost obe metode u različitim vremenskim okvirima.

Kontrolisani uslovi su ključni za ovo istraživanje, jer omogućavaju izolaciju nezavisne promenljive – metode učenja (mobilno ili multimedijalno). Spoljne varijable, poput nastavnika, vremena učenja i sadržaja lekcije su kontrolisane, kako bi rezultati bili pouzdani.

Za istraživanje je odabrana kvantitativna metoda za prikupljanje podataka. Kvantitativne metode uključuju upotrebu testova znanja iz prirodnih nauka, koji se sprovode pre i posle obrazovnih intervencija, omogućavajući merenje napretka učenika u učenju. Za prikupljanje podataka korišćeni su standardizovani testovi znanja iz prirodnih nauka, koji su razvijeni i prilagođeni uzrastu učenika. Testovi su kreirani u saradnji sa stručnjacima iz oblasti obrazovanja (učitelji, pedagog, stručnjaci sa fakulteta) i pokrivaju ključne koncepte iz nastavne oblasti ***Kruženje vode u prirodi***. Prvo je izvršena identifikacija osnovnih obrazovnih ciljeva i koncepata koji se odnose na kruženje vode u prirodi, nakon čega su testni zadaci osmišljeni tako da obuhvate različite aspekte znanja, od faktografskih informacija do razumevanja i primene pojmova. Nakon početne faze kreiranja, testovi su prošli kroz proces validacije i prilagođavanja, gde su stručnjaci sa fakulteta pregledali zadatke kako bi se osigurala njihova jasnost i prikladnost za učenike osnovnih škola. U konkretnom istraživanju učenici su tri puta testirani (pretest, post-test i retest). Testiranja su realizovana sa testovima u papirnoj verziji.

Pretest: Pre početka obrazovnih intervencija svi učenici su uraditi pretest kojim je procenjeno učeničko početno znanje iz oblasti prirodnih nauka koje će biti obuhvaćeno nastavnim sadržajem. Pretest se sastojao od 10 pitanja, koja su pokrivala ključne koncepte iz materije koju su učenici usvajali u predhodnim razredima iz oblasti prirodnih nauka. Pretest je bio namenjen ujednačavanju grupa učenika koji učestvuju u istraživanju.

Obrazovna intervencija: Nakon pretesta učenici su podeljeni u dve grupe. Jedna grupa je koristila multimedijalne resurse, koji su prezentovani na multimedijalnoj tabli, dok je druga grupa koristila mobilne aplikacije za usvajanje istih sadržaja. Intervencija je trajala tri školska časa, s tim da su učenici radili u istim vremenskim intervalima i pod nadzorom nastavnika, kako bi se osigurali slični uslovi za učenje.

Post-test: Odmah nakon završetka obrazovne intervencije učenici su, ponovo, radili test, kako bi se utvrdilo koliko su napredovali u usvajanju znanja. Ovaj test je omogućio istraživaču da izmeri efekat različitih metoda učenja. Test se sastojao od 10 pitanja, koja su pokrivala glavne segmente obrađenog gradiva.

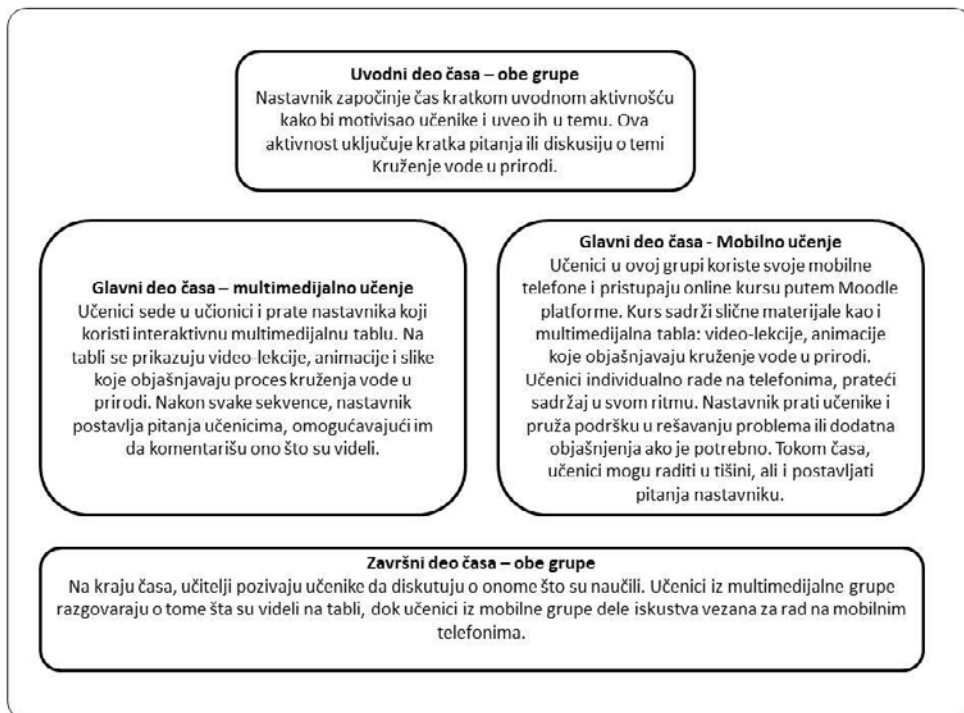
Retest: Nakon 30 dana učenici su radili retest. Cilj retesta je utvrđivanje koliko dugo učenici zadržavaju usvojeno znanje i da li postoje razlike u dugoročnoj efikasnosti između multimedijalnog i mobilnog učenja. Retest se sastojao od 10 pitanja, koja su pokrivala glavne segmente obrađenog gradiva.

Obrazovni materijali za istraživanje pažljivo su razvijeni, kako bi odgovarali obrazovnim ciljevima i uzrastu ispitanika (učenika). Za grupu koja je koristila multimedijalne materijale razvijene su video lekcije, animacije i prezentacije, koje objašnjavaju prirodne pojave i fenomene na način koji je razumljiv i zanimljiv deci. Za izradu multimedijalnih materijala korišćeni su provereni resursi sa Interneta, kao što su *You tube* i *GIPHY*. U pripremi materijala učestvovali su učitelji, informatičar, pedagog, psiholog, kao i stručnjaci sa fakulteta.

Za mobilnu grupu je razvijen specijalno dizajniran online kurs na platformi *Moodle*, koji je uključivao sličan obrazovni sadržaj u formi animacija, video zapisa i pitanja za samoprocenu. Ovaj kurs je zasnovan na principima linearnog programiranog učenja. Materijal je takođe kreiran uz doprinos stručnjaka iz obrazovnih institucija, čime je osigurano da sadržaj bude primenljiv i relevantan za uzrast učenika.

Materijal za učenje kod obe grupe je pažljivo kreiran, kako bi obuhvatio slične sadržaje i koncepte, čime su se obezbedili isti obrazovni uslovi za sve učenike. Ova sličnost materijala omogućila je da se fokus istraživanja usmeri na poređenje metoda učenja, bez uticaja razlika u obrazovnim sadržajima. Cilj je bio da učenici iz obe grupe dobiju jednaku priliku za usvajanje istih obrazovnih ciljeva, kako bi rezultati istraživanja bili objektivni i relevantni. Razlika između grupa odnosila se isključivo na nastavno sredstvo putem kojeg je obrazovni sadržaj isporučen. Oba pristupa su koristila sličan obrazovni materijal, ali je jedna grupa primala sadržaj putem multimedijalne table, dok je druga koristila mobilne telefone.

Grupa koja je koristila multimedijalni pristup imala informacije je primala pomoću multimedijalne table dimenzija 190cm (dijagonala) rezolucije 32767 x 32767. Tabla je bila opremljena zvučnicima za prenos audio materijala. Učenici koji su koristili mobilno učenje posedovali su savremene *smart* telefone. Svaki učenik je koristio svoj telefon. Pre eksperimenta provereno je da svi učenici ove grupe imaju telefone sličnih performansi, te da mogu da se povežu na školski Internet. Na Slici 1 se može videti shema scenarija časa tokom sprovođenja eksperimenta.



Slika 1. Scenario časa

Nakon završetka obrazovnih intervencija sproveden je post-test, kako bi se utvrdilo da li postoji značajna razlika u nivoima usvojenog znanja između dvaju pristupa. Tokom analize rezultata korišćene su sledeće statističke metode: *Krombah alfa koeficijent*, *Jednofaktorska analiza varijanse* i *Koeficijent varijacije*. Istraživanje je sprovedeno u skladu sa etičkim standardima uz obezbeđenje saglasnosti roditelja svih učenika koji su učestvovali u istraživanju. Poverljivost podataka je osigurana, a rezultati su predstavljeni u agregatnoj formi, radi zaštite privatnosti ispitanika (učenika, dece).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Pouzdanost testova utvrđena je izračunavanjem *Krombah alfa koeficijenta*. Rezultati testova koji su upotrebljeni u istraživanju ispunjavaju zahteve pouzdanosti. Smatra se da vrednosti u intervalu $0.7 \leq \alpha < 0.9$ predstavljaju dobru pouzdanost testova. Dobijene vrednosti nalaze se u Tabeli 1.

Tabela 1. Krombah alfa koeficijenti svih testova

	Krombah alfa koeficijent
Pretest	0,817
Post-test	0,808
Re-test	0,736

Pretest

Pretest se sastojao od 10 pitanja, koja su pokrivala teme iz prirodnih nauka, koje su učenici obrađivali u predhodnim razredima. Svako pitanje je bodovano sa po jednim bodom. U Tabeli 2 prikazani su rezultati (ukupan broj bodova) napretestu.

Tabela 2. Ukupan broj bodova učenika svih grupa napretestu

	Mobilno učenje	Multimedijalno učenje
Pretest	215	221

Analizom broja bodova na pretestu može se zaključiti da su obe grupe učenika ostvarile približno isti uspeh, Upoređivanje kvaliteta znanja između grupa na pretestu izvršeno je pomoću *Jednofaktorske analize varijanse* i prikazano je u Tabeli 3. Zaključuje se da ne postoji statistički značajna razlika između grupa: $p=0,997$; $p>0,05$.

Tabela 3. Jednofaktorska analiza varijanse razlika u znanju svih grupa na pretestu

Grupe	M	SD	SE	Grupe	Σ Kvadrata	df	F	p
Mobilno učenje	3,09	1,27	0,16	Unutar grupa	296.033	60	0,02	0,977
Multimedijalno učenje	3,13	1,22	0,15	Ukupno	296.109	60		

Post-test

U Tabeli 4 prikazan je ukupan broj bodova obe grupe ostvaren na post-testu.

Tabela 4. Ukupan broj bodova obe grupe ostvaren na post testu

	Mobilno učenje	Multimedijalno učenje
Post-test	220	232

Grupa koja je gradivo usvajala multimedijalnim učenjem ostvarila je bolje rezultate u odnosu na grupu koja je primenjivala mobilno učenje.

Upoređivanje kvaliteta znanja između grupa učenika na post-testu izvršeno je pomoću *Jednofaktorske analize varijanse* i prikazane su u Tabeli 5. Zaključuje se da postoji statistički značajna razlika između grupa: $p=0,000$; $p >0,05$.

Tabela 5. Jednofaktorska analiza varijanse razlika u znanju svih grupa na post-testu

Grupe	M	SD	SE	Grupe	Σ Kvadrata	df	F	p
Mobilno učenje	3,891	0,830	0,106	Unutar grupa	129,245	60	17,314	0,000
Multimedijalno učenje	4,311	0,742	0,095	Ukupno	154,109	60		

Uočeno je da su učenici, koji su znanje usvajali pomoću multimedijalnog učenja, ostvarili bolje rezultate u odnosu na grupu koja je primenjivala mobilno učenje.

Izračunavanjem *Koeficijenta varijacije* utvrđene su varijacije u kvalitetu znanja na post-testu, što je prikazano u Tabeli 6. Grupa koja je usvajala znanje pomoću multimedijalnog učenja pokazala je veću ujednačenost znanja učenika na post-testu u odnosu na grupu koja je primenjivala mobilno učenje.

Tabela 6. Koeficijent varijacije(%) na post-testu – obe grupe

	Mobilno učenje	Multimedijalno učenje
Post-test	22	20

Retest

Na retestu učenici obe grupe ostvarili su slabije rezultate u odnosu na post-test. Rezultati su prikazani u Tabeli 7. Uočeno je da su učenici koji su znanje usvajali pomoću multimedijalnog učenja ostvarili bolje rezultate u odnosu na grupu koja je primenjivala mobilno učenje.

Tabela 7. Ukupan broj bodova obe grupe ostvaren na retestu

	Mobilno učenje	Multimedijalno učenje
Retest	199	211

Upoređivanje trajnosti znanja obe grupe učenika na retestu izvršeno je pomoću *Jednofaktorske analize varijanse* i prikazano je u Tabeli 8. Zaključeno je da postoji značajna statistička razlika u trajnosti stečenih znanja ($r=0,042$).

Tabela 8. Jednofaktorska analiza varijanse razlika u znanju svih grupa na retestu

Grupe	M	SD	SE	Grupe	Σ Kvadrata	df	F	p
Mobilno učenje	3,327	1,106	0,141	Unutar grupa	12,207	60	5,222	0,042
Multimedijalno učenje	3,475	1,026	0,131	Ukupno	210,393	60		

Izračunavanjem *Koeficijenta varijacije* utvrđene su varijacije u kvalitetu znanja na retestu, što je prikazano u Tabeli 9. Grupa koja je usvajala znanje pomoću multimedijalnog učenja pokazala je veću ujednačenost znanja učenika na post-testu u odnosu na grupu koja je primenjivala mobilno učenje.

Tabela 9. Koeficijent varijacije (%) znanja učenika na retestu za obe grupe

	Mobilno učenje	Multimedijalno učenje
Re-test	29,5	28,2

DISKUSIJA

Analiza rezultata pokazuje efikasnost multimedijalnog i mobilnog učenja kod dece nižeg uzrasta (treći razred osnovne škole, devet godina) u procesu usvajanja znanja iz prirodnih nauka i otkriva nekoliko ključnih nalaza koji doprinose razumevanju ovih metoda učenja. Rezultati post-testova i retestova jasno pokazuju da su učenici koji su koristili multimedijalne materijale postigli bolje rezultate u odnosu na one koji su koristili mobilne uređaje za učenje, što ima značajne implikacije za odabir obrazovnih tehnologija u osnovnom obrazovanju.

Jedan od najvažnijih nalaza ovog istraživanja je superiornost multimedijalnog učenja u postizanju dubljeg razumevanja i dugoročnog zadržavanja znanja. Učenici u grupi koja je koristila multimedijalne resurse ostvarili su bolje rezultate na post-testu, što ukazuje na to da su odmah nakon prezentovanja gradiva imali bolji uvid u ključne koncepte prirodnih nauka. Ovi rezultati mogu se delimično objasniti činjenicom da multimedijalni materijali, kao što su video zapisi, animacije i interaktivne simulacije, omogućavaju vizuelnu i auditivnu stimulaciju koja može olakšati razumevanje složenih tema (Mayer 2022). Učenje kroz različite medije podstiče sinesteziju, gde se informacije simultano obrađuju kroz više čula, a što može poboljšati kognitivnu obradu i memorisanje (Evans 2007).

Još jedan značajan aspekt istraživanja je analiza retesta, koji je sproveden 30 dana nakon inicijalnog učenja. Rezultati retesta pokazali su da su učenici iz multimedijalne grupe zadržali veći deo usvojenog znanja u poređenju sa učenicima iz mobilne grupe. Ova razlika u dugoročnoj zadrživosti znanja može biti povezana s prirodom multimedijalnog sadržaja, koji često uključuje ponavljajuće elemente i mogućnosti za interaktivno istraživanje gradiva, čime se omogućava dublje ukorenjivanje informacija u dugoročnoj memoriji (Sameeran 2024).

Nasuprot tome, iako mobilno učenje ima značajnu prednost u pristupačnosti i fleksibilnosti, rezultati sugerišu da može biti manje efikasno u kontekstu formalnog obrazovanja kod dece nižeg uzrasta, posebno kada je reč o složenijem gradivu poput onog iz prirodnih nauka. Moguće je da mobilni uređaji, zbog svoje prirode, koja često uključuje kraće vremenske intervale učenja i potencijalne distrakcije, ne omogućavaju istu dubinu obrade informacija kao multimedijalni sadržaji dizajnirani za formalno učenje (Costabile 2008). Takođe, interfejs i format mobilnih aplikacija mogu ograničiti interakciju sa sadržajem na način koji nije optimalan za razvoj složenog konceptualnog razumevanja (Sönmez 2018).

Dodatno, u razmatranje treba uzeti i fizičke aspekte korišćenja mobilnih uređaja u učenju, poput ergonomije sedenja i karakteristika ekrana. Deca koja koriste mobilne uređaje za učenje često su izložena nepravilnim položajima sedenja, što može dovesti do nelagodnosti ili smanjenja koncentracije tokom učenja (Petit 2014). Ovaj faktor može negativno uticati na njihov kognitivni učinak, jer nepravilno sedenje može izazvati napetost i umor, ometajući njihovu sposobnost da se fokusiraju na sadržaj koji uče.

Veličina i rezolucija ekrana mobilnih uređaja predstavljaju još jedan važan faktor koji može ograničiti efikasnost mobilnog učenja (Daesang 2012). Manji ekrani, tipični za mobilne telefone i tablete, često otežavaju preglednost i interakciju sa

složenim sadržajem, posebno u oblastima kao što su prirodne nauke, gde je vizuelizacija procesa i fenomena ključna za razumevanje. Niža rezolucija ekrana može dodatno smanjiti jasnoću prikaza, što može otežati usvajanje i zadržavanje znanja (Maniar 2008).

Nasuprot tome, multimedijalno učenje koje se odvija na većim ekranima, poput interaktivnih tabli, omogućava prikaz složenijih i detaljnijih vizuelnih materijala u visokoj rezoluciji. To ne samo da poboljšava vizuelni doživljaj već i omogućava učenicima da lakše prate i razumeju obrazovne sadržaje. U kombinaciji sa pravilnom ergonomijom sedenja, gde su učenici u mogućnosti da sede u udobnijem položaju, multimedijalno učenje obezbeđuje optimalnije uslove za koncentraciju i učenje.

Jedno od ograničenja ovog istraživanja predstavlja broj učesnika u eksperimentu. Bilo bi ineresantno ispitati veći broj učenika različitih uzrasta iz različitih demografskih sredina. Još jedno važno ograničenje odnosi se na relativno kratko trajanje obrazovnih intervencija, koje su sprovedene tokom tri školska časa. Iako je retest nakon 30 dana omogućio uvid u dugoročno zadržavanje znanja, duži period praćenja mogao bi pružiti dublji uvid u održivost i efikasnost metoda učenja. Takođe, trebalo bi tokom istraživanja obuhvatiti i veće nastavne celine. Uzevši u obzir da ne postoje studije koje se bave upoređivanjem multimedijalnog i mobilnog učenja u nižim razredima, ovo istraživanje predstavlja izazov za dalji rad kroz buduća istraživanja koja bi mogla pružiti širi i dublji uvid u efikasnost različitih metoda učenja.

ZAKLJUČAK

U skladu sa ovim nalazima, može se zaključiti da, iako mobilno učenje ima svoje mesto u obrazovnom procesu, multimedijalno učenje nudi više prednosti kada je reč o usvajanju i dugoročnom zadržavanju znanja iz prirodnih nauka kod dece nižeg uzrasta (treći razred, devet godina). Ovi rezultati sugerišu potrebu za daljim istraživanjima koja bi detaljnije ispitala kako se različite karakteristike ovih obrazovnih tehnologija mogu kombinovati da bi se maksimalizovala efikasnost učenja. Takođe, ovi nalazi mogu imati značajne implikacije za obrazovne politike i praksu, sugerišući da bi škole mogle imati koristi od integracije multimedijalnih materijala u svoje nastavne planove i programe, posebno u ranom obrazovanju.

LITERATURA

1. Adurangba, Oje V., Nathaniel J. Hunsu, Dominik May (2023), "Virtual reality assisted engineering education: A multimedia learning perspective", *Computers & Education: X Reality*, Volume 3, 100033.
2. Ally, Momhamed, Josep Prieto-Blázquez (2014), "What is the future of mobile learning in education? Mobile Learning Applications in Higher Education", [Special Section], *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 11(1), 142-151.
3. Butler, Declan (2016), "Tomorrow's world: technological change is accelerating today at an unprecedented speed and could create a world we can barely begin to imagine", *Nature*, 530(7591), 398+
4. Çeken, Burç, Nazım Taşkın (2022), "Multimedia learning principles in diferent learning environments: a systematic review", *Smart Learning Environments*, 9, 19
5. Costabile, Maria F. (2008), "Explore! Possibilities and Challenges of Mobile Learning", in: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Florence, Italy, 145-154.
6. Crompton, Helen (2013), "A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education", In: Zane L. Berge, Lin Y. Muilenburg (eds.), *Handbook of mobile learning*, Routledge, Florence, KY, 3-14.
7. Daesang, Kim (2012), "Effect of screen size on multimedia vocabulary learning", *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 62-70.
8. Dias, Lina, Angelin Victor, (2022), "Teaching and Learning with Mobile Devices in the 21st Century Digital World: Benefits and Challenges", *European Journal of Multidisciplinary Studies*, 7(1), 26-34.
9. Evans, Chris (2007), "The interactivity effect in multimedia learning", *Computers & Education*, 49(4), 1147-1160.
10. Friedland, Gerald (2007), "Educational multimedia systems: The past, the present, and a glimpse into the future", In: *Conference: Proceedings of the International Workshop on Educational Multimedia and Multimedia Education*, Augsburg, Bavaria, Germany
11. Hameed, Farhina, Abdul Qayyum, Faheem Ahmad Khan (2024), "A new trend of learning and teaching: Behavioral intention towards mobile learning", *Journal of Computers in Education*, 11(1), 149-180.

12. Huang, Camillan (2005), "Designing high-quality interactive multimedia learning modules", *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 29, 223-233.
13. Kambourakis, Georgios (2013), "Security and Privacy in m-Learning and Beyond: Challenges and State-of-the-art", *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, 6(3), 67-84.
14. Maniar, Nipan (2008), "The effect of mobile phone screen size on video based learning", *Journal of software*, 3(4), 51-61.
15. Mayer, Richard E. (2002), "Multimedia Learning", *The Annual Report of Educational Psychology in Japan*, 41, 27-29.
16. Mayer, Richard E. (2003), "The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media", *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.
17. Mayer, E. Richard (2022), "Cognitive theory of multimedia learning", In: R. E. Mayer & L. Fiorella (eds.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 3rd ed., Cambridge University Press, 57-72.
18. Motiwalla, Luvai F. (2007), "Mobile learning: A framework and evaluation", *Computers & Education*, 49, 581-596.
19. Ozdamar, Nilgun (2011), "The current perspectives, theories and practices of mobile learning", *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 202-208.
20. Petit, Thomas Louis, Lacerda G. Santos (2014), "Mobile Learning: An Ergonomic Alternative for Long-Awaited Educational Changes?", In: Marco Kalz, Yasemin Bayyurt, Marcus Specht (eds), *Mobile as a Mainstream – Towards Future Challenges in Mobile Learning. mLearn 2014. Communications in Computer and Information Science*, Vol. 479. Springer
21. Ruixia, Liu (2023), "Analysis of multimedia technology and mobile learning in English teaching in colleges and universities", *Nonlinear Engineering*, 12(1), 2022-0300.
22. Sameeran, Kanade G., Sogand Hasanzadeh, Brandon Pitts, Behzad Esmaeili, Vincent G. Duffy (2024), "Evaluating the Effectiveness of GameBased Learning for Long-Term Knowledge Retention", in: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Human Factors and Ergonomics Society, 21-44.

23. Sönmez, Abdulvahap, Lütfiye Göçmez, Derya Uygun, Murat Ataizi (2018), "A Review Of Current Studies of Mobile Learning", *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 1(1), 13-27.
24. Traxler, John (2011), "Ethics In Mobile Learning – Moral Movements?", *International Conference Mobile Learning*, Avila, Spain, March 10-12, 95-101.
25. Yousafzai, Abdullah (2016), "Multimedia augmented m-learning: Issues, trends and open challenges", *International Journal of Information Management*, 36(5), 784-792.

MULTIMEDIA AND MOBILE LEARNING IN PRIMARY NATURAL SCIENCE TEACHING

Summary:

This research deals with the comparison of the effectiveness of multimedia and mobile learning in the process of acquiring knowledge from natural sciences among children of a lower age. The sample included two groups of students nine ages, where one group used multimedia materials, while the other group studied using mobile phones. The research was conducted through three phases of testing: pretest, post-test and retest, where the pretest aimed to determine the initial prior knowledge of the students and equalize the groups. After the presentation of the educational content, a post-test was conducted to assess the current level of acquired knowledge. A retest was performed after 30 days to determine the durability of the knowledge. The results showed that students who used multimedia learning achieved significantly better results on the post-test and retest compared to students who used mobile phones. These findings suggest that multimedia learning offers a more efficient way to achieve deeper understanding and long-term retention of information in younger children, especially in the context of science learning.

Keywords: multimedia learning; mobile learning; natural sciences

Adrese autora
Authors' address

Martin Kalamković
ŠOSO "Milan Petrović" Novi Sad
kalamkovic@gmail.com

Stanko Cvjetićanin
Univerzitet u Novom Sadu
Pedagoški fakultet u Somboru
stanko.cvjeticanin@gmail.com