

ANALIZA REZULTATA USPJEŠNOSTI MULTIMEDIJALNIH I STEM ČASOVA MATEMATIKE

Azra Hadžiomerović
Anes Hadžiomerović

Sažetak: Izrada kvalitetnih multimedijalnih sadržaja za nastavu matematike zahtijeva obrazovane i disciplinovane nastavnike koji su spremni uložiti vrijeme u kreativnu pripremu časova. Nastavnici moraju biti upoznati s principima oblikovanja multimedijalnog sadržaja zasnovanog na spoznajama kognitivne psihologije kako bi poboljšali kvalitetu i djelotvornost nastave. Cilj ovakvog pristupa je da učenici bolje razumiju i pamte gradivo, a to se postiže povezivanjem matematike s drugim oblastima i svakodnevnim životom. Učenje napamet može stvoriti kognitivno opterećenje, pa je važno da učitelji pojednostave gradivo i podijele ga na manje dijelove. Tako učenici postaju aktivniji učesnici u nastavi, što doprinosi njihovoj motivaciji i boljem usvajanju znanja.

Кljučне riječi: nastava matematike, multimedijalna nastava, kognitivno opterećenje, STEM nastava, dugoročna memorija

Uvod

STEM je novi obrazovni program, koji se razlikuje od tradicionalnog, razvijen tako da povezuje četiri oblasti: nauku, tehnologiju, inženjerstvo i matematiku. Za cilj ima da podstakne kritički um, logičko rezonovanje i vještine kod učenika. STEM integriše više disciplina i podstiče učenike da koriste multidisciplinarno znanje za rješavanje problema. Ovaj pristup promovise pristup učenja kroz rad. (Yildirim, Sidekli, 2018)

PISA testiranja u Bosni i Hercegovini su nam pokazala loše rezultate jer naši učenici imaju teoretsko znanje iz matematike, primjenjuju ga u klasičnim školskim zadacima iz zbirke, međutim ne razumiju primjenu nastavnih cjelina u primjerima iz svakodnevnog života. To je jedan od razloga zašto mali broj njih ne zadržava trajno usvojeno gradivo. (Džumhur, 2020)

Stoga smo odlučili uraditi ovo istraživanje sa testnim STEM časovima koristeći multimedijalnu nastavu matematike. Postojeće principe i efekte kreiranja multimedijalnih sadržaja smo primjenili za kreiranje časova matematike. Učenici su bili aktivni sudionici ovakvih časova uz pomoć profesora. Kroz projekte i istraživanja su matematiku prikazali na drugačiji način, zanimljiviji učenicima.

Oslanjajući se na teoriju dvojnog kodiranja, pretpostavljamo da višestruki senzorni stimulansi u multimedijalnoj prezentaciji poboljšavaju pamćenje, posebno kod učenika koji više vole da informacije predstavljaju grafički. (Butler, 1996)

Poslije testnih časova sa učenicima je urađeno istraživanje (anketa-upitnik) o uspješnosti provedenih multimedijalnih i STEM časova, kako bismo imali jasnije pokazatelje da li i učenici pružaju podršku tom tipu nastave, te koliko im je olakšao taj pristup da gradivo ostane trajnije pohranjeno.

Cilj i svrha istraživanja

Cilj ovog istraživanja, provedenog putem ankete sa Likertovom skalom procjene, bio je ispitati korisnost uvođenja multimedijalne nastave matematike za učenike. Istraživanje se fokusiralo na to da li

ovakav pristup omogućava trajnije zadržavanje nastavnog gradiva u memoriji i smanjuje kognitivno opterećenje. Također, cilj je bio utvrditi koliko je multimedijalna nastava zanimljivija i lakša za pamćenje u odnosu na tradicionalne metode, te da li učenici smatraju da je ovakav oblik online nastave dostupniji i efikasniji od nastave u učionici. Važno nam je naći pristup u kojem će učenici biti aktivni sudionici časa.

Metodologija, instrument i uzorak istraživanja

Ovo istraživanje provedeno je metodom ankete, koja je omogućila prikupljanje stavova učenika o efikasnosti multimedijalne nastave matematike. Ispitanici su nakon multimedijalnih i STEM časova dobili anonimnu anketu izrađenu putem Google obrasca, koja je sadržavala osam pitanja s Likertovom skalom procjene, koja se kretala od potpunog slaganja do potpunog neslaganja. Vrijeme potrebno za ispunjavanje ankete iznosilo je 3-5 minuta.

Uzorak istraživanja činili su učenici drugog i trećeg razreda Gimnazije Mostar, koji su anketu popunili na kraju nastavne 2021/2022. školske godine. Cilj je bio prikupiti informacije o tome koliko učenici smatraju da je multimedijalna nastava korisna, zanimljiva i dostupna u poređenju s tradicionalnom nastavom. Također, istraživanje je omogućilo prikupljanje stavova o primjenjivosti multimedijalne i STEM nastave matematike, s namjerom da se doprinese njenom daljnjem razvoju u našem obrazovnom sistemu s akcentom na časove matematike, koja je učenicima, po njihovom mišljenju, jedan od najtežih predmeta još od prvog razreda osnovne škole.

Koncept sprovedenih multimedijalnih i STEM časova:

Sa ciljem uvođenja inovacija u nastavu matematike, održani su časovi matematike sa primjenom principa: modaliteta (slušni+vizuelni format), suvišnosti, podijeljene pažnje, prostorne i privremene povezanosti, koherentnosti, personalizacije, zvuka i efekata: signalizacije, segmentiranja, efekta obrađenih primjera, preokreta i efekta kolektivnog radnog pamćenja za kreiranje multimedijalnih časova kroz STEM nastavu. (Hadžimerović, 2024.)

Multimedijalna nastava matematike je održana kroz oba vida nastave, u učionici i putem onlajn nastave, kako bismo mogli napraviti usporedbu. Opisat ćemo vam koncept takvih časova koji su održani u drugom razredu srednje škole.

Sa dva učenika je urađeno istraživanje o kvadratnim funkcijama, njihovoj primjeni, zatim im je predavač pomogao da naprave kviz i prezentaciju na tu temu. Na početku časa profesorica je učenicima objasnila koncept časa, te da će navedeni učenici voditi čas uz pomoć predavača. Nastavna jedinica je bila *Primjena kvadratnih funkcija*, a trebalo je da učenici shvate zašto se veći broj časova obrađuju kvadratne funkcije, jednačine i nejednačine. Uvodni dio časa je započeo kvizom. Svrha kviza je bila da učenici ponove najvažnije stavke iz nastavne jedinice kvadratne funkcije, koju su prethodno učili. Odgovarajući na pitanja *Kahoot kviza*, učenici su pokazali takmičarski duh u reprodukciji gradiva. Na taj način svi su pokazali aktivnost i motivisanost sa željom da budu plasirani na jedno od prva tri mjesta. Ono što im je bilo ohrabrujuće jeste da su se u kviz ulogovali sa svojim imenom i prezimenom ili sami izaberu korisničko ime, te kviz na kraju prikaže prvo, drugo i treće mjesto. Za odgovore su imali unaprijed određeno vrijeme. Osim što su na taj način pokazali ono što su zapamtili, imali su priliku da usvoje one odgovore koje nisu znali.

Poslije kviza je uslijedila prezentacija koja je kreirana uz pomoć navedenih principa za uspješno kreiranje multimedijalnih sadržaja u nastavi matematike. Učenici su izložili istraživanje o širokoj primjeni kvadratnih funkcija u mnogim sferama života. Prezentacija je sadržavala slike grupisane po oblastima koje prikazuju primjenu, video isječke primjene funkcije u sportovima, grafike itd. Učenici su paralelno davali objašnjenja svega što se nalazi na prezentaciji. Svrha primjene principa i efekata pri izradi multimedijalnog sadržaja je bila da se usvojeno gradivo pohrani u dugoročno pamćenje.

Nakon prezentovanja primjene kvadratne funkcije u drugim oblastima, profesorica je preuzela objašnjavanje. Izložila je primjer primjene parabole, tj. grafika kvadratne funkcije, u izgradnji mosta.

Vidjeli su praktičnu primjenu u stvarnom životu. Pokazala im je sliku mosta, te njegove dimenzije, visinu i dužinu. Cilj je bio naći kvadratnu funkciju koja se koristila pri izgradnji mosta. Dok je rješavala zadatak, stalno sam postavljala pitanja učenicima, kako bi sami došli na ideju za rješenje. Bila je zastupljena interakcija.

Potom su učenici dobili dva zadatka u kojima su trebali naći kvadratnu funkciju koja se koristila pri izgradnji tunela i određivanje mlaza vode u fontani, oboje je oblika parabole. Pokazali su sjajne rezultate u razmišljanju, oluju ideja, te želju za rješavanjem. Povratna informacija je bila odlična gdje su u konačnici našli tražene funkcije, te su zadatke uradili na tabli uz objašnjavanje.

Na kraju časa su ponovili kroz pitanja šta su radili na času, profesorica je nagradila najaktivnije. Zatim su učenici dobili zadaću da nađu praktične primjere u prirodi, okolini, kod kuće, slične onim na času, tj. da nađu objekte, građevine gdje se primjenjuje parabola. Da uslikaju po pet različitih primjera te da za jedan od njih, nakon mjerenja dimenzija odrede i kvadratnu funkciju koja se primjenjivala za izradu.

Na sljedećem času, učenici su izložili svoju zadaću i najzanimljivije primjere koje su pronašli, te bi ih objasnili kolegama iz odjeljenja. Pravili su na času zajedničke panoe prikazujući praktičnu primjenu gradiva, koji su bili okačeni u učionici tokom cijele nastavne godine kako bi se mogli podsjećati primjene kvadratne funkcije.

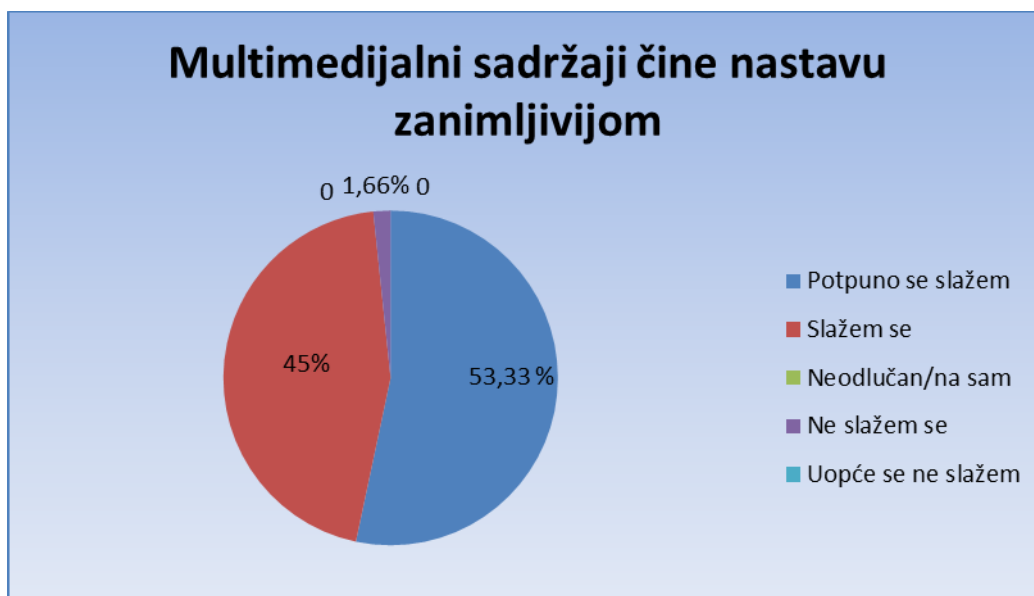
Sličan princip je korišten i sa učenicima 3. razreda. S obzirom da se trigonometrija obrađuje veliki broj časova, te primjenjuje u drugim oblastima, obrađena je i ova nastavna cjelina na sličan način uz multimedijalne sadržaje. Uvodni dio časa je sadržavao kahoot kviz o trigonometriji, koju su izučavali veći broj časova. Potom su učenici, koji su radili istraživanje o ovoj oblasti, izložili kroz multimedijalne sadržaje široku primjenu trigonometrije u drugim oblastima, te u svakodnevnom životu. Za grafike funkcija koristenjena je geogebra, zatim razni video primjeri primjene, grafika, ilustracija, gdje su učenici shvatili važnost trigonometrije.

Vidjeli su primjere kako se pomoću trigonometrije može mjeriti visina zgrada, piramida, zatim njenu primjenu u konstrukciji, kriminologiji, astronomiji, biologiji mora, navigaciji, video igricama, muzici, medicini itd. Svi primjeri su potkrijepljeni slikama i videima. Na času su rješavali praktične zadatke gdje su koristili trigonometrijske funkcije. Nerijetko su predavači matematike, mogli čuti pitanje učenika: kome i zašto treba trigonometrija? Nakon što su bili aktivni sudionici u časovima koji prikazuju široku primjenu trigonometrije svuda oko nas, shvatili su važnost obrađivanja te nastavne cjeline. S obzirom da se obrađuje mnogo časova, neophodno je bilo prikazati njenu važnost, ne samo ove nastavne cjeline, nego svih koje se obrađuju više časova. Potom je urađen pano sa prikazivanjem primjena na slikama uz kratke opise, koji je onda okačen u njihovoj učionici.

Ono što je bio dobar pokazatelj uspješnosti ovakvih STEM časova uz multimedijalne sadržaje jeste da su svi učenici pokazali entuzijazam, zainteresovanost, bili su aktivni sudionici u času, uradili su zadatke iz domaće zadaće. Na sličan način su obrađene još neke veće matematičke oblasti. Potom je urađena anketa sa učenicima o uspješnosti ovakvih časova.

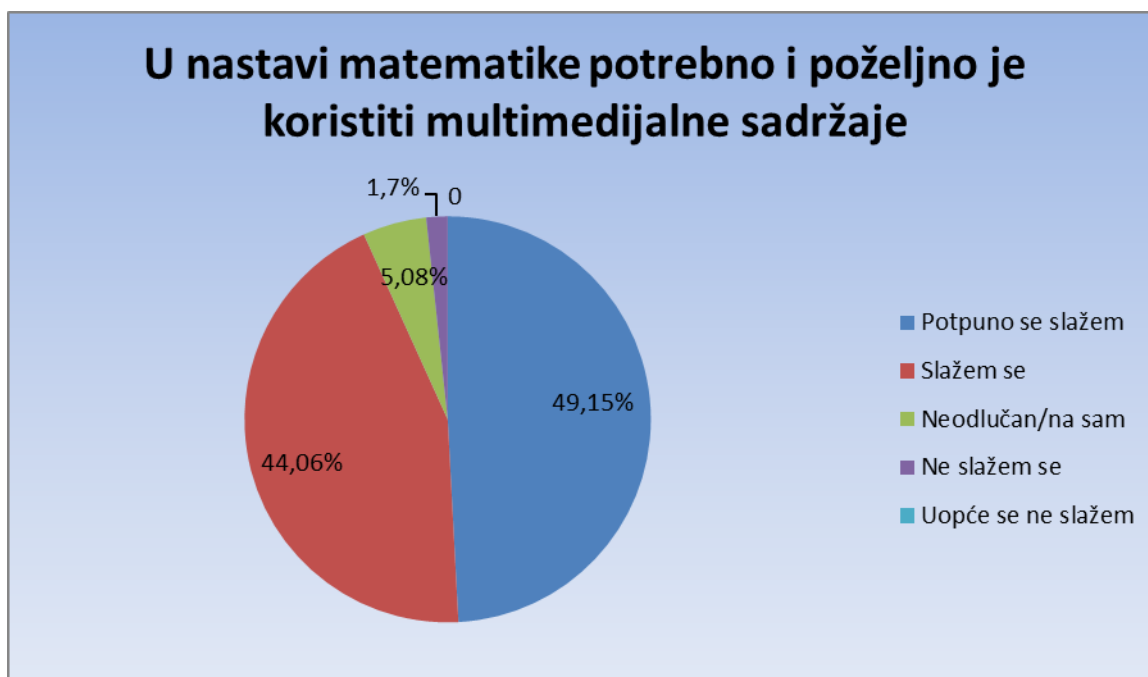
Rezultati istraživanja

Početak istraživanja je imao za cilj da vidimo koliko ovakav koncept časova drži učeničku pažnju. Prvo pitanje je bilo da se izjasne da li smatraju da multimedijalni sadržaji (tekst, zvuk, grafika, video, kviz...) čine nastavu općenito zanimljivijom? 53,33% učenika je odgovorilo da se slaže u potpunosti, 45% je odgovorilo da se slaže, te 1, 67% je odgovorilo da se ne slaže, dok ostalih odgovora nije bilo. Očigledno je da su učenici iskazali zadovoljstvo uvođenjem te inovacije u nastavi.



Grafik 1: Prikaz stava učenika vezanih za upotrebu multimedijalnih sadržaja u nastavi

Drugo pitanje je zahtjevalo od učenika da se izjasne preko Likertove skale da li je potrebno i poželjno koristiti multimedijalne sadržaje na nastavi matematike. 49% učenika je odgovorilo da se potpuno slaže, 44% njih se slaže s tvrdonjom, 5% ih je neodlučno, dok je 2% odgovorilo da se ne slaže. S obzirom da učenici nose sa sobom negativan stav vezan za matematiku još od nižih razreda osnovne škole, te nezainteresovanost za aktivno učešće u času, možemo uočiti napredak. Vidimo da je 93% učenika odgovorilo potvrdno, stoga zaključujemo da su im se svidjeli održani multimedijalni časovi nastave matematike gdje su bili aktivni sudionici nastave.

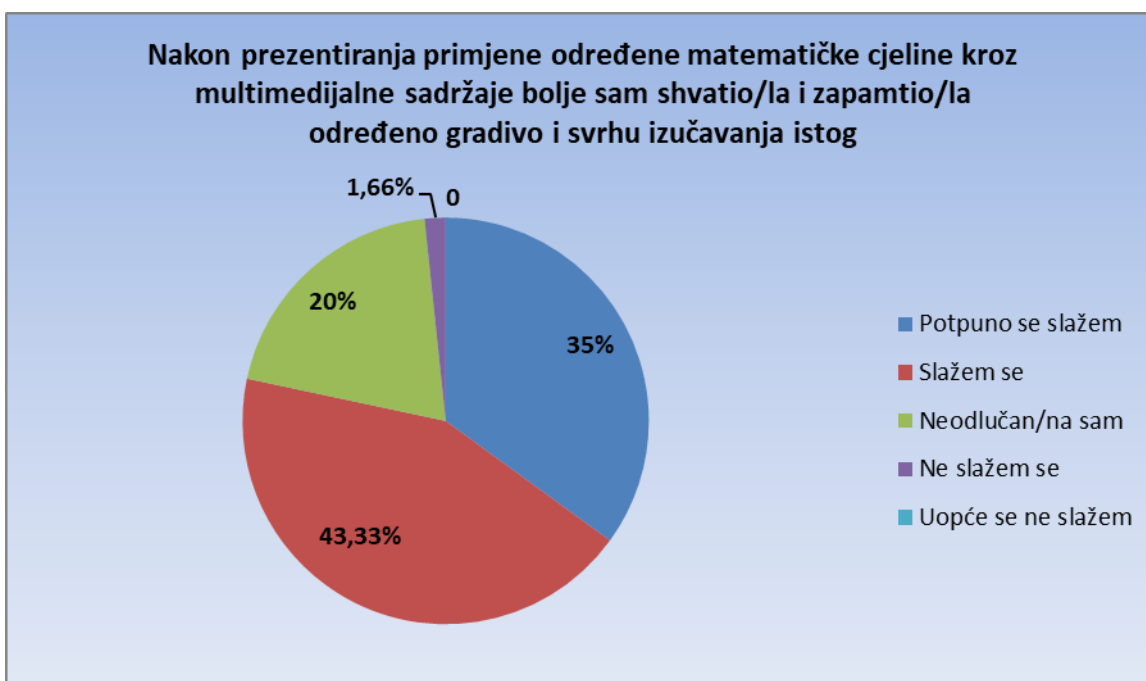


Grafik 2: Mišljenje učenika vezano za upotrebu multimedijalnih sadržaja u nastavi matematike.

Iz trećeg pitanja smo željeli saznati koliko im je bilo korisno biti dio takvih časova matematike. Koliko su praktični primjeri pomogli u shvatanju gradiva. Da li je nastavna jedinka ili cjelina ostala trajno pohranjena. Sve u svrhu smanjenja kognitivnog opterećenja učenika, te zbog pronalaska efektivnijeg načina kako da se nastavno gradivo iz radne memorije pohrani u dugoročno pamćenje.

35% učenika se izjasnilo da se potpuno slažu da su bolje shvatili i zapamtili nastavnu jedinku ili cjelinu iz matematike koristeći multimedijalne sadržaje, 43,33% ih je odgovorilo da se slažu, 20% ih je neodlučno, dok je 1,66% samo onih koji se nisu složili s tvrdnjom.

S obzirom da veliki broj učenika općenito ima problem sa razumijevanjem određenih lekcija na nastavi matematike, uočen je znatan napredak kroz odgovore. Mutimedijalni sadržaji su im probudili interesovanje i svi su imali svoj dio koji su trebali odraditi, stoga su bili pažljiviji i zainteresovaniji na časovima. Svi su izradili zadaću sa različitim primjerima koje su pronašli.

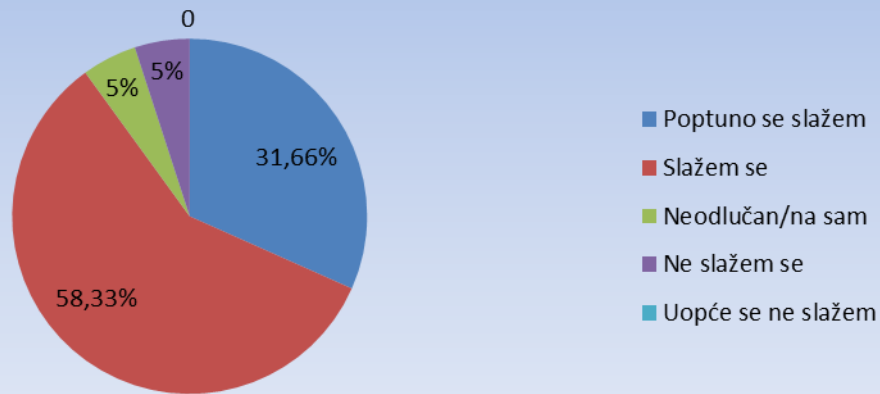


Grafik 3: Stav učenika o tome koliko su mutimedijalni časovi matematike pomogli u razumijevanju i pamćenju gradiva.

Četvrto pitanje je bilo vezano za to da li su počeli nastavu matematike povezivati sa stvarnim životom nakon časova u kojima su vidjeli klasičnu primjenu određene nastavne jedinice. 90% učenika je izrazilo pozitivan stav, od čega se 31,66% učenika složilo u potpunosti, a 58,33% ih je izabralo odgovor slažem se. 5% učenika je ostalo neodlučno, a 5 % njih se nije složilo sa tvrdnjom.

Pričajući sa učenicima na narednim časovima, navodili su mi gdje su sve primjenu nastavnih jedinica iz matematike uočavali u povratku od škole do kuće. Skoro pa jednaku aktivnost na tim časovima su pokazali učenici sa višim i nižim ocjenama. Također i sami su istraživali teme koje smo obrađivali i svi su dali svoj doprinos.

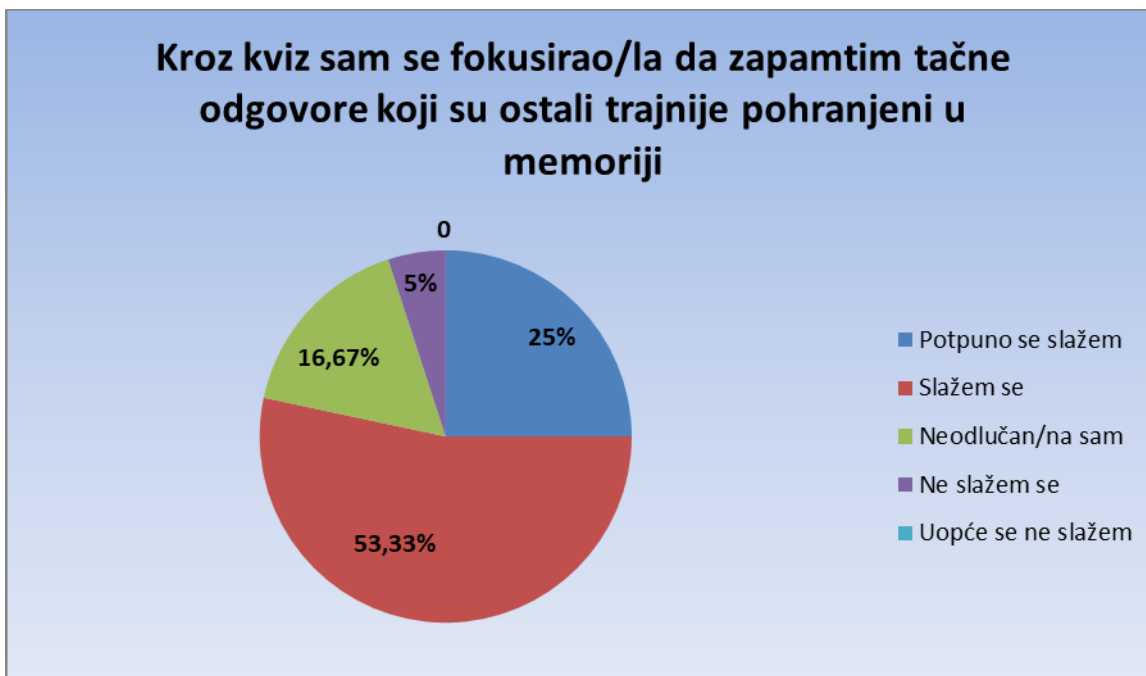
Tokom gledanja prezentacija koje prikazuju primjenu nastavne cjeline, počeo/la sam povezivati gradivo sa stvarnim životom



Grafik 4: Mišljenje učenika o tome da li im je pomogla multimedijalna nastava matematike da gradivo povežu sa stvarnim životom.

Na multimedijalnim časovima smo koristili kvizove kako bismo ponovili gradivo sa prethodnih časova koje nam je potrebno za realizaciju časa. Učenici su se takmičili međusobno. Kviz je imao 4 ponuđena odgovora od kojih je jedan bio tačan, te dozvoljeno vrijeme za odgovor na pitanje. Kod klasičnog ponavljanja gradiva kroz pitanja predavača, ne mogu svi učenici učestvovati, nekad imaju strah od davanja pogrešnog odgovora, dok su na ovaj način svi učenici bili aktivni sudionici kviza, prijavljujući se sa svog mobilnog telefona na Kahoot kviz. S obzirom da su prva tri mjesta istaknuta na kraju kviza, učenici su uložili trud kako bi dali što više tačnih odgovora.

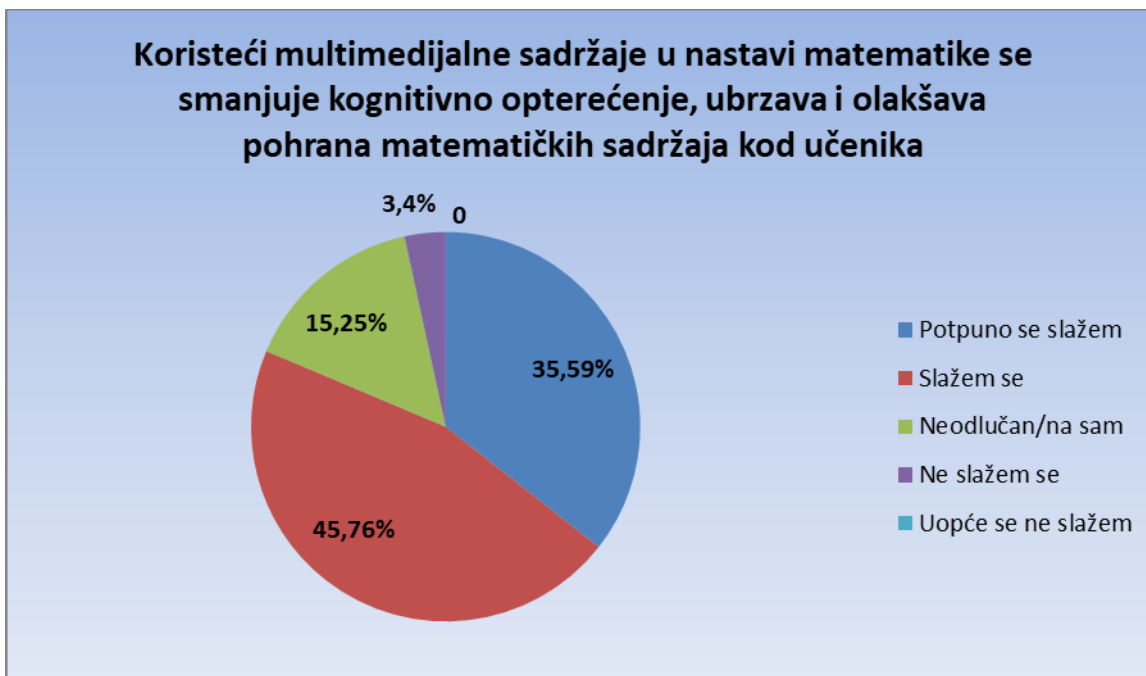
Peto pitanje se odnosilo upravo na taj kviz u uvodnom dijelu, da li im je pomogao da lakše zapamte odgovore koje nisu prije znali iz prethodnih lekcija. Odgovori su sljedeći: 25% učenika je odgovorilo potpuno se slažem, 53,33% učenika se izjasnilo sa odgovorom slažem se, 16,67% ih je neodlučno dok je 5% odgovorilo da se ne slaže.



Grafik 5: Stav učenika o tome da li pomoću kviza trajnije pamte odgovore na pitanja iz nastavne cjeline iz matematike.

Uz objašnjenje profesora učenicima o tome šta su kognitivno opterećenje, radna memorija, trajna memorija, oni su dali odgovor na šesto pitanje koje je bilo vezano za to. U šestom pitanju se od učenika zahtjevalo da li misle da se uz pomoć multimedijalnih sadržaja na nastavi matematike smanjuje kognitivno opterećenje, te da li se ubrzava i olakšava pohrana informacija u trajnu memoriju. Učenici su dali sljedeće odgovore: 36% ih je odgovorilo sa potpuno se slažem, 46% je odgovorilo sa slažem se, 15% ih je neodlučno i 3% ih se ne slaže.

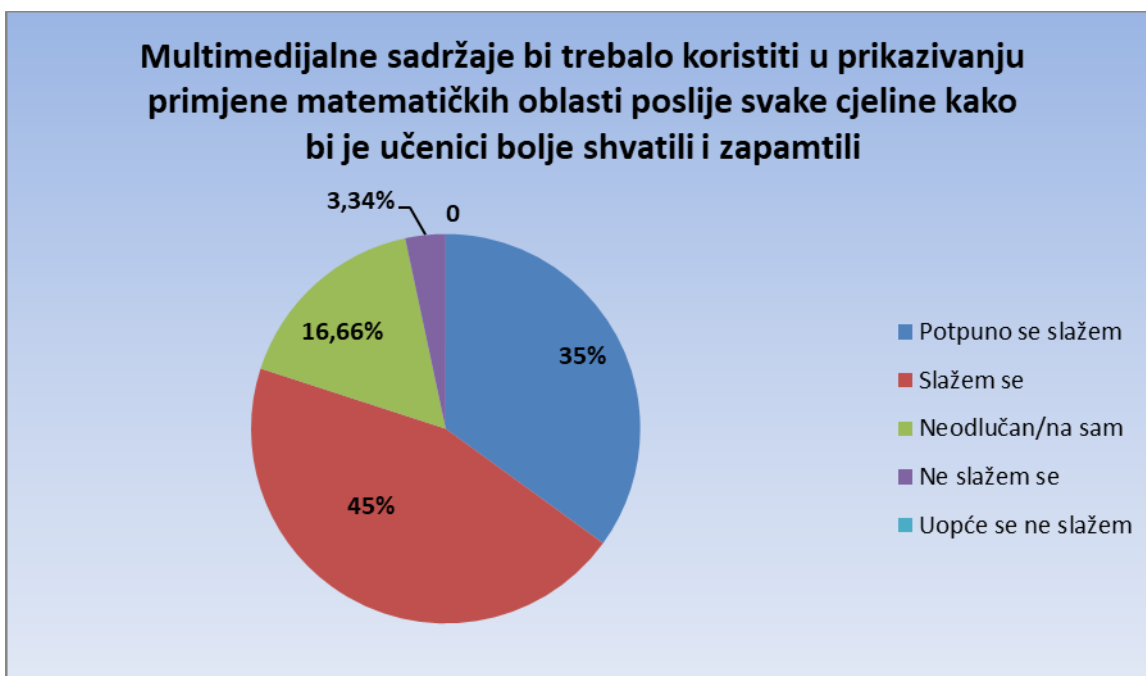
Možemo zaključiti da je 82% učenika dalo potvrdan odgovor, da se uz pomoć multimedijalnih sadržaja smanjuje kognitivno opterećenje učenika i ubrzava pohrana novih informacija što je i bio primarni cilj primjene ovakvog tipa časova. S obzirom na to da smo suočeni godinama s tim da se učenici osjećaju umorno i preopterećeno informacijama na času matematike, uz dodatne časove instrukcija, na ovaj način smo poboljšali razumijevanje gradiva i smanjili opterećenje učenika. Principi i efeketi koje smo primijenili u nastavi matematike su bili produktivni i ostvarili željeni cilj kod učenika.



Grafik 6: Multimedijalni časovi matematike smanjuju kognitivno opterećenje i olakšavaju pohranu matematičkih sadržaja.

S obzirom na to da smo mi multimedijalne sadržaje koristili u određenim nastavnim cjelinama, koje su se obrađivale više časova, zanimalo nas je da li misle da je to potrebno uvijek koristiti. U sedmom pitanju smo htjeli saznati od učenika da li žele da se multimedijalni sadržaji nastavi primjenjivati u nastavi matematike poslije svake nastavne cjeline kako bi shvatili upotrebu određenog gradiva i naučili primjenu istog. Mislimo da bi to bilo dobro praktikovati nakon svih pređenih jedinki u jednoj nastavnoj cjelini, te da to bude kao završni čas.

Odgovorili su da se 35% učenika slaže u potpunosti, 45% ih je odgovorilo sa slažem se, 16,66% ih je neodlučno dok ih se samo 3,34% ne slaže s tim da je potrebno praktikovati ovakav tip časa poslije svake nastavne cjeline.

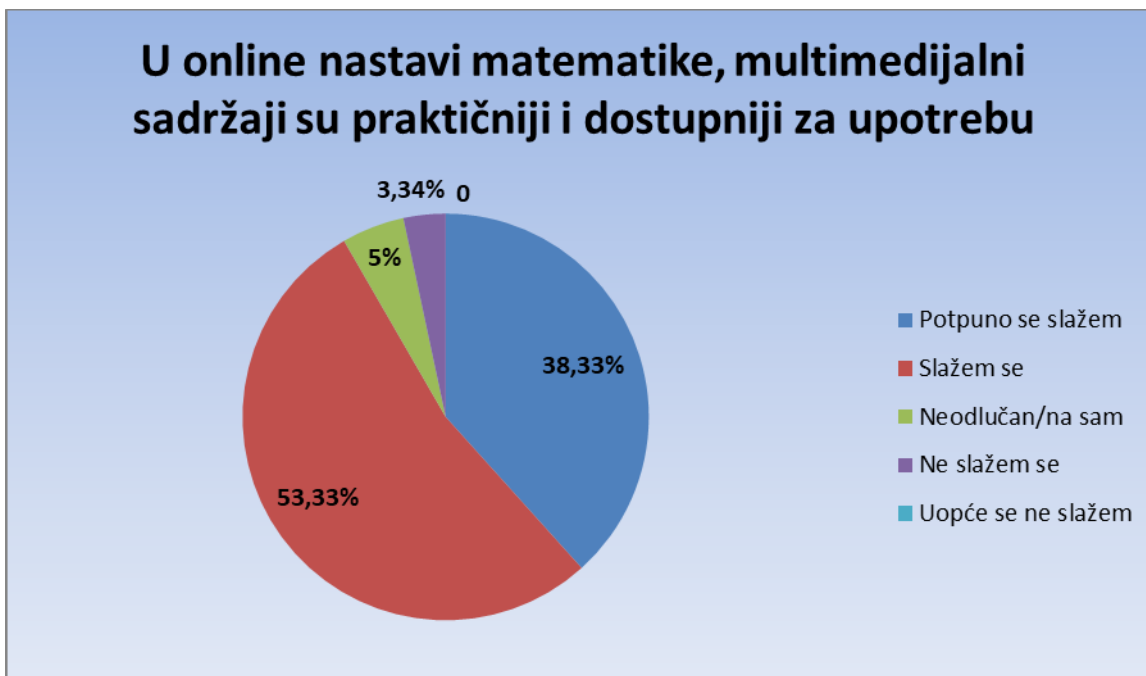


Grafik 7: Poželjno je multimedijalne sadržaje koristiti u nastavi matematike poslije svake nastavne cjeline.

Za završno pitanje smo ostavili da učenici iznesu stav da li smaraju da je u onlajn nastavi matematike praktičnije koristiti multimedijalne sadržaje u odnosu na nastavu u učionici. S obzirom da su nam izvori dostupniji, s klikom možemo doći do više informacija, videa, materijala, animacija, sve nam je dostupnije, dok za upotrebu multimedijalnih sadržaja u učionici potrebno bi bilo unaprijed spremići sav sadržaj. Odgovor učenika je bio pozitivan, što je očekivano da je prednost u online nastavi dostupnija upotreba interneta i multimedijalnih sadržaja koji se nalaze na njemu, a vezani su za sve nastavne cjeline iz matematike.

Potrebno je stručno usavršavanje predavača, te uloženi trud, za kvalitetnu pripremu nastavne jedinice. Tehnologija napreduje svakodnevno, potrebno je pratiti njen napredak i primjenjivati ono što je pozitivno za praksu u našim učionicama.

38,33% učenika je odgovorilo sa potpunim slaganjem da je u online nastavi praktičnije koristiti multimedijalni sadržaj u odnosu na nastavu u učionici, 53,33% je dalo odgovor slažem se (što je ukupno 92% potvrdnih odgovora), 5% ih je odgovorilo sa neodlučan/na sam, te 3,34% ih se ne slaže. Možemo zaključiti da online nastava matematike ima mnogo prednosti, ako se iskoristi na pravi način sve što nam pruža. Ono što je za naše istraživanje važno, jeste da se multimedijalna nastava matematike i STEM časovi mogu primjenjivati i u klasičnoj nastavi u učionici kao i u online nastavi matematike.



Grafik 8: Stav učenika o tome da je u onlajn nastavi matematike praktičnije i dostupnije koristiti multimedijalne sadržaje jer nam pruža više mogućnosti.

Zaključak

Izrada kvalitetnih obrazovnih multimedijalnih sadržaja nastave matematike zahtjeva disciplinovane, obrazovane učitelje, nastavnike i profesore, koji će ulagati vrijeme za kreativnu pripremu časova. Potrebno je da nastavnik bude upoznat sa principima i efektima oblikovanja multimedijalnog sadržaja koji je utemeljen na spoznajama kognitivne psihologije kako bi sadržaj bio kvalitetniji i djelotvorniji. Cilj dobro uređenog multimedijalnog matematičkog sadržaja je da učenici što bolje shvate, razumiju i zapamte određenu oblast, što će se postići primjenom principa koji nas vode ka tome da kreiramo što bolje materijale iz nastave matematike u osnovnoj i srednjoj školi. (Mayer, 2001)

Povezivanje nastave matematike s drugim oblastima i svakodnevnim životom ima značajan utjecaj na učenike, olakšavajući im obradu nastavnog gradiva u radnoj memoriji i njegovo prenošenje u dugoročnu memoriju. Učenje napamet često izaziva kognitivno opterećenje, što može otežati učenicima da odgovore na postavljene zahtjeve. Stoga je glavna zadaća nastavnika i profesora da pojednostave gradivo koje prenose učenicima i učine ga zanimljivijim kako bi đaci bili aktivni sudionici časa. Ovaj pristup potiče učenike na aktivnije sudjelovanje i izražavanje interesa za predmet.

Svrha kviza u uvodnom dijelu časa je da se poveća učešće svakog učenika pojedinačno na času, ojača samopouzdanje, olakša interaktivnost učenja, te unaprijedi uspjeh na času. To ima veoma pozitivan učinak jer se poboljšava razumijevanje određene lekcije ponavljajući glavne činjenice. (Dindia, 2013)

Kroz multimedijalne i STEM časove ustanovili smo da su učenici bili zainteresovaniji, odgovarali su na zadane zadatke, kako tokom časa, tako i na one iz zadatke. Ovaj pristup se pokazao korisnijim za trajniju pohranu nastavnih cjelina u dugoročnu memoriju. Kod kreiranja multimedijalnih matematičkih sadržaja potrebno je biti umjeren u korištenju određenog principa za izradu, pretjerivanje u upotrebi jednog principa može izazvati dosadu kod učenika.

Da bismo provjerili da li su ostvareni planirani ciljevi časa, sa učenicima smo odradili ovaj upitnik o utiscima vezanim za multimedijalne časove matematike. Proveden je jedan određen period poslije ovog tipa nastave, kako bismo provjerili da li se nastavna cjelina zadržala u memoriji.

Anketa sadrži Likertovu skalu procjene sa odgovorima potpuno se slažem, slažem se, neodlučan/na sam, ne slažem se, uopće se ne slažem. Od toga raspon pozitivnog stava učenika, na pitanja o sprovedenoj nastavi, sa odgovorima potpuno se slažem i slažem se kretao od 78-93% učenika, čime smo potvrdili pozitivne efekte multimedijalne i STEM nastave. Također, izrazili su želju da se takvi časovi nastave primjenjivati i u budućnosti kao dio obrazovnog sistema poslije svake nastavne cjeline, te da su na taj način nastavne jedinice bolje shvaćene i ostale trajno pohranjene.

Literatura

1. Butler, Janet B.;Mautz R., David Jr (1996) "Multimedia Presentations and Learning:A Labaratory Experiment", Issues in Accounging Education, vol.11, str. 259.
2. Džumhur Ž, (2020), "PISA 2018. Izvještaj za Bosnu i Hercegovinu, Agencija za predškolsko, osnovno i srednje obrazovanje, Tuzla
3. Hadžiomerović A. (2023.) "Multimedijalno učenje kroz online nastavu matematike u osnovnoj i srednjoj školi u svrhu smanjenja kognitivnog opterećenja", Zbornik radova Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, str. 12-20
4. J. Sweller and P. Chandler (1991) „Evidence for cognitive load theory,“ Cognition and Instruction, vol. 8, pp. 351-362
5. L. Dindia (2013),„Pre-lecture activities in undergraduate science courses,“ Teaching Innovation Projects, vol. 3, no. 1, str. 1-8
6. Mayer, E., Richard, (2001), Multimedia Learning, Cambridge University Press, Cambridge,vol 54, str. 85-139
7. Yildirim B, Sidekli S. (2018), "STEM applications in mathematics education: the effect of STEM applications on different dependent variables",Journal of Baltic Science Education, vol 17 (2), str. 200-214

Link za anketu:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdB3ZcmODuMZD8TPxBdwSjuB_uzzz0VDv6cPevVzMakwQcPjw/viewform