

# Audiovizualna multimedijaska komunikacija

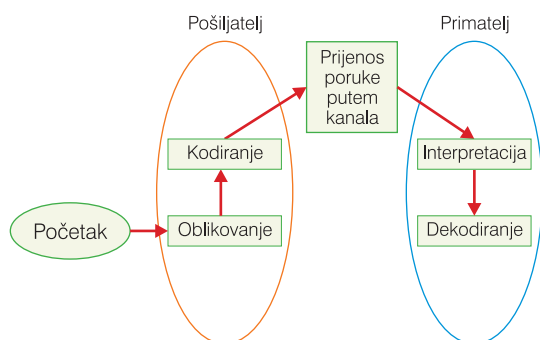
pri učenju matematike putem interaktivne web stranice

Željka Bjelanović, Čazma



## 1. Komunikacija i pedagoška komunikacija

Komunikacija je proces prenošenja poruke od jedne do druge osobe. (Weick i Browning, 1986, prema Rouse i Rouse, 2005, str. 40), a može se opisati modelom na slici:



Slika 1. Komunikacijski model (Rouse i Rouse, 2005, str. 43)

Proces počinje time da pošiljalac razmišlja što želi reći i oblikuje ideju koju zatim kodira, odnosno pretvara u smislene simbole poput govorne ili pisane

riječi da bi poruka putem kanala bila prenesena do primatelja. Primatelj prima poruku, dekodira je tako da iz dobivenih simbola izlučuje smisao te na taj način interpretira poruku. Ako je poruka u pogledu sadržaja i značenja točno primljena, govorimo o uspješnoj komunikaciji. Kanal putem kojeg se ostvaruje komunikacija je tehnologija ili metoda pomoću koje se prenosi poruka, a može biti pismo, razgovor licem u lice, telefon, novine, radio, televizija, plakat, web stranica i sl. Pojam medija u komunikaciji označava način na koji je poruka kodirana, što može biti govorna ili pisana riječ, zvuk, slika, animacija, video, odnosno bilo koja kombinacija navedenog – multimedija. Povratna informacija ili *feedback* je reakcija primatelja i nužna je za nastavak uspješne komunikacije u kojoj zatim pošiljalac i primatelj zamjenjuju uloge. Na odašiljanje, odnosno primanje poruke mogu utjecati i neki ometajući faktori koje nazivamo šumovi. Šum je sve što prekida ili iskrivljava poruku, a može biti tehnološki ili ljudski problem. Stoga je za uspješnu komunikaciju dobro naglasiti poruku, što se može postići na nekoliko načina:

- kodiranjem poruke pomoću nekoliko kodova (npr. na web stranici koristiti slike, riječi, zvukove, animaciju),
- prenošenjem poruke preko nekoliko kanala (razgovor, telefon, pismo) (Rouse i Rouse, 2005).

Lasswel (prema Bogнар i Matijević, 2002) je sažeo komunikacijski proces u nekoliko pitanja: tko kaže, što kaže, kojim kanalom, komu i s kojim učinkom (izvor – poruka – informacija – kanal – primatelj – učinak). Haley (prema Brajša, 1994) uz pošiljatelja, poruku i primatelja ističe i važnost konteksta, odnosno situacije u kojoj se odvija komunikacija. Rudenauer (prema Brajša, 1994) interpersonalnu komunikaciju opisuje kao uspostavljanje kontakta, izazivanje pozornosti, davanje informacija i učvršćivanje poslanih informacija kod primatelja.

Odgojno-obrazovni proces složen je komunikacijski proces koji uključuje interakciju dviju ili više osoba ili čak jedne osobe s neživim izvorom (npr. računalom). Kada govorimo o procesu usvajanja novih informacija, važno je da se učenici aktivno uključe u komunikaciju kako bi se ostvarila bogata interakcija između njih i izvora informacija.

Matijević (2002) naglašava kako je uz komunikacijsku paradigmu uloga učitelja od osnivanja prvih školskih institucija do danas bitno izmijenjena. Učitelj postaje mentor, pomagač i suradnik. Glavni zadatak mu je osigurati izvore znanja i stvarati pedagoške situacije u kojima će svaki učenik moći ostvariti optimalne mogućnosti i zadovoljiti svoje osnovne potrebe. Andrić (1996) ističe tri važne uloge nastavnika u suvremenoj organizaciji učenja i nastave: (1) izvor informacija, (2) upućuje što treba učiti te kako to usvojiti i (3) povremeno pruža obavijesti o napredovanju učenika.

Pojavom računala i interneta otvaraju se nove mogućnosti izvođenja nastave. Ipak, treba naglasiti da suvremena tehnologija neće sama po sebi dovesti do poboljšanja u nastavi. Njena uloga je sporedna, primarne su aktivnosti učenika koje se pomoću računala izvode. Herceg (2008) je izvršno uočio problem primjene računala u nastavi: *“Računalo nas prisiljava da mislimo o stvarima o kojima bismo morali misliti i bez računala.”* Komu-

nikacija i suradnja su dva osnovna procesa u učenju i razumijevanju matematike jer dopuštaju učenicima da analiziraju, dijele i raspravljaju vlastito poimanje matematičkih koncepata i postupaka (Ontario Ministry of Education, 2007, prema Reis i Karadag 2008).

A kako udovoljiti gore navedenim zahtjevima aktivnog učenja matematike uz pomoć tehnologije? Samostalnim radom na pomnjivo pripremljenim digitalnim interaktivnim materijalima koji su dostupni učenicima putem interneta. Proces stjecanja znanja pospješuje se korištenjem različitih digitalnih medija, pa prije nego opišem o kakvim je interaktivnim materijalima riječ, nekoliko riječi o medijima i multimediji.

## 2. Klasifikacija medija u procesu poučavanja i učenja

U didaktici se pojam medija definira kao nositelj/posrednik informacija u didaktički funkcionalnim vezama (Dohmen, prema Matijević, 2002). Pastović (1999) u Edukologiji prihvaća definiciju prema kojoj su mediji poučavanja fizička sredstva pomoću kojih se posreduju informacije (Reiser i Gagne, 1983) te ističe dvije sastavnice medija – hardver i softver. Hardver se odnosi na tehničku opremu, a softver na informacije.

Postoji nekoliko različitih klasifikacija nastavnih medija. Prema osjetilima putem kojih se posreduje informacija postoje vizualni, auditivni i audiovizualni mediji. Didaktičari (Poljak, 1985, Matijević, 2002) posebno izdvajaju tekstualne medije kao podskupinu vizualnih medija. Prenosjenje informacija na više načina (putem više osjetila) istovremeno naziva se multimedija, a pojavom računala i interneta sve se digitalizira, što omogućuje dodatnu računalnu obradu. Galešev (2006) izdvaja elemente digitalne multimedije: tekst, hipertekst, sliku, animaciju, video, zvuk te prividnu stvarnost. Carnetov referalni centar za izradu multimedijalnih elemenata koristi ovakvu podjelu: tekst, zvuk, grafika, video i animacija. Siemens (2007) procjenjuje značajke medija u e-učenju te navodi različite formate medija: tekstualni, auditivni, vizualni, video, softver, uživo/F2F, mediji namijenjeni su-

radničkom radu te integracija medija u jedinstvenom sučelju.

Gagne (prema Matijević, 2002, str. 329) je klasificirao medije prema didaktičkim funkcijama koje se mogu ostvariti u nastavi: davanje podražaja, usmjeravanje pozornosti i drugih aktivnosti, pripremanje modela očekivanog učinka, davanje vanjske pomoći, usmjeravanje mišljenja, uzrokovanje transfera, ispitivanje uspjeha te posredovanje povratne informacije. Prema Pastuoviću najsvestraniji medij je učitelj, dok Gagne dodaje još i strojeve za učenje, odnosno današnja računala koja omogućuju korištenje multimedije na najvišem nivou.

Matijević (2002) navodi da dobra klasifikacija brojnih nastavnih medija može biti polazište za definiranje kriterija za izbor medija u nastavnom procesu. Pa se tako pri izboru nastavnih medija učitelji vode sljedećim kriterijima:

1. ciljevima odgoja i obrazovanja te utvrđenim ishodima učenja,
2. iskustvu i psihofizičkim karakteristikama učenika,
3. karakteristikama sadržaja učenja,
4. sposobnostima učitelja, njegovoj osposobljenosti za uporabu i razvoj medija,
5. stavovima učitelja i rukovodećeg osoblja prema korištenju medija u nastavi,
6. prednostima i nedostacima raspoložive nastavne opreme, te
7. raspoloživosti medijskih sadržaja (Matijević, 2002, Pastuović, 1999).

U nastavku ovog rada bit će opisani digitalni mediji koji se koriste kod učenja uz pomoć računala (*computer assisted learning*) s naglaskom na učenje utemeljeno na webu (*web based learning*).

## 2.1. Vizualni mediji

Internet, odnosno najpopularnija njegova usluga – web stranica – vizualni je medij. To je hipermedijalni dokument koji kao osnovni element sadržava tekst, odnosno hipertekst. Hipertekst omogućuje povezivanje s drugim dokumentom, drugim mjestom unutar istog dokumenta ili nekim drugim elementom poput slike, zvuka i sl.

Osim teksta i hiperteksta, web stranica često sadržava zasebne vizualne elemente poput crteža, slika, fotografija, grafikona, tablica, raznih karti, mapa i sl. Digitalizacija slikovnih elemenata izvodi se u dvije osnovne vrste grafike: vektorskoj i raster-skoj. Za vektorsku grafiku karakteristična je visoka kvaliteta izrade i mali kapacitet datoteka. Povećanje slike ne narušava njenu oštrinu. Nedostatak je što vektorska grafika zbog načina crtanja pomoću vektora može prikazati samo jednostavnije crteže, logotipe i sl. Rasterska grafika prikazuje sliku (bitmapu) pomoću sitnih točkica – piksela. Postoje različiti formati slika (jpg, bmp, tiff, gif, png...) koji se razlikuju po kvaliteti slike, broju boja koje prikazuju i drugim karakteristikama.

Vizualni elementi mogu biti statični (prethodno opisani), ali i dinamični (pokretne slike, animacije). Animacija je dinamički povezan skup grafičkih elemenata koji se izmjenjuju u vremenu. Njome se omogućava dinamičko predstavljanje činjenica, događaja, omogućuje se prikaz procesa kao i postupni prikaz složenijih zadataka. Poželjno je ugraditi sustav kretanja kroz animacijski prikaz koji će omogućiti zaustavljanje, vraćanje unazad, pomicanje prema kraju te ponovljeni pregled. Svi vizualni elementi koriste se za obogaćivanje teksta, upotpunjavanje informacija te potpomažu vizualno učenje.

## 2.2. Auditivni mediji

Sastavni su dio obrazovanja na daljinu, omogućuju dvosmjernu interakciju. Integracijom zvuka u web stranicu također se postiže bogatstvo sadržaja, posebno ako je riječ o snimkama prirodnih zvukova. Snimka ljudskog glasa može biti korisna kod objašnjavanja, pogoduje auditivnim tipovima učenika. Međutim, slušanje čitanja teksta ograničava tempo, a može biti i monotono pa se učenici nesvjesno isključuju iz procesa učenja. Osim govora, u web stranicu može se ugraditi glazba i ostali zvučni sadržaji koji se prethodno digitaliziraju. Također postoje različiti formati zvuka (mid, wav, wma, mp3, cda...) Zvuk se u web stranicu može integrirati na dva načina: ugradnja u web stranicu (pri učitavanju stranice pokreće se audiozapis) ili mogućnost učitavanja zvuka tako da korisnik sam izabere hoće li i kada poslušati audiozapis.

## 2.3. Audiovizualni mediji

To su mediji koji objedinjuju audio- i vizualnu komponentu, naziva ih se još i videomedijima, a imaju dvije nove dimenzije – prostor i vrijeme. Na web stranicama obično se pojavljuju kao animacije popraćene zvukom ili kao videoisječci. Animacija se sastoji od niza crteža koji se brzo izmjenjuju, dok se videoisječak sastoji od pokretnih slika. Digitalizacija videozapisa provodi se u nekoliko formata (mpeg, wmv, divx, avi).

Videozapisi dodaju se web stranici s ciljem obogaćivanja i povećanja razumljivosti informacijske poruke. Pozitivna strana im je mogućnost zastavljanja projekcije te ponovljenog pregleda i promišljanja o sadržaju, a negativna otežano modificiranje zbog složenosti postupka izrade te pasivnost učenika.

## 2.4. Simulacija

Simulacija je skup postupaka kojima se oponašaju objekti, strojevi, stanja i procesi u umjetnim uvjetima, a radi njihova temeljitijeg upoznavanja ili uvježbavanja određenih radnji (Matijević, 2002). Ako se izvodi na računalu, govorimo o kompjutorskoj simulaciji. U nastavi matematike jednostavno se može izvoditi korištenjem interaktivnih apleta koji se ugrađuju u web stranicu te zajedno s vizualnim, auditivnim i/ili audiovizualnim medijima čine multimedijiski sustav.

## 3. Multimedijaska instruktivna poruka

Integracijom dvaju ili više medija, radi njihova međusobnog pojačavanja, dopunjavanja ili obogaćivanja u djelovanju, nastaju razni multimedijiski sustavi (Matijević, 2002, str. 343). Bitno obilježje multimedija je interaktivnost, ona svakom korisniku pruža mogućnost izbora vlastitog puta kroz informacije i navigaciju; korisnici tako imaju mogućnost interakcije s računalnim okruženjem, interakcije sa sadržajem. Komunikacija računala i korisnika odvija se putem multimedijaskih poruka.

Lauc i Mikelić (2005) uvode pojam *multimedijске instruktivne poruke*. Multimedijaska poruka je

prikaz koji se sastoji od jednog ili više elemenata (tekst, slika, fotografija, video, animacija, govor, glazba, itd.), koji su kombinirani i sinkronizirani u vremenu, npr. poruka koja se sastoji od fotografije ili interaktivnog apleta uz dodani tekst i/ili govorni zapis. Poruka kojoj je cilj poučavanje naziva se instruktivna poruka. Multimedijaska instruktivna poruka je ona poruka koja se izmjenjuje između pošiljatelja i primatelja s ciljem poticanja procesa usvajanja znanja i boljeg razumijevanja sadržaja. Naglasak je na unaprijeđenom načinu prijenosa i prikaza te na ciljanom primatelju poruke, a ne na konkretnom sadržaju.

Multimedijaska instruktivna poruka obvezno sadržava i tekst i sliku. Ako želimo da proces usvajanja znanja i razumijevanja sadržaja bude učinkovit, tada oblikovanje takvih poruka trebamo temeljiti na pravilima funkcioniranja ljudskog uma, odnosno spoznajnoj teoriji usvajanja znanja:

1. postojanje dvaju kanala za obradu informacija (dvostruko kodiranje) – vizualno utemeljen prikaz i verbalno utemeljen prikaz,
2. primatelji imaju ograničen kapacitet radne memorije,
3. aktivna obrada informacija (Lauc i Mikelić, 2005).

Dokazano je da se verbalna i vizualna poruka trebaju prezentirati zajedno. Ipak, treba izbjegavati nekritičnu uporabu slika, crteža, zvukova i sl. Ako se ti elementi ne odnose na sadržaj učenja, oni će nepotrebno opteretiti radnu memoriju primatelja i odvlačiti njihovu pozornost od sadržaja te na taj način usporavati proces usvajanja znanja. Kako bi autori multimedijaskih digitalnih materijala izbjegli pogreške poput ove, trebaju se držati elementarnih pravila za oblikovanje multimedijске instruktivne poruke (Lauc i Mikelić, 2005):

1. Pravilo multimedija – prikaz riječi i slika zajedno učinkovitiji je od prikaza samog teksta ili samih slika jer su oba kanala za obradu informacija iskorištena.
2. Pravilo prostorne povezanosti – riječi i slike staviti što bliže jedne drugima da se primatelj ne opterećuje nepotrebним pretraživanjem po web stranici. Također, ponekad treba prikazati i upute kako obraditi poruku.

3. Pravilo vremenske usklađenosti – govoreni tekst i animaciju prikazati istovremeno, u suprotnom će primatelji slabije razumjeti poruku.
4. Pravilo koherentnosti – prethodno već opisano; nebitan sadržaj (suvišne riječi, dekorativna grafika, dodatni zvukovi) isključiti iz prikaza multimedijske poruke jer odvlače pozornost, sama poruka treba biti kratka i koncizna.
5. Pravilo modaliteta – odnosi se na pitanje kako uz sliku ili animaciju prikazati riječi, kao govor ili kao pisani tekst. Imamo li na umu postojanje dvaju kanala za obradu informacija, odgovor je jasan, sliku ili animaciju primamo putem vizualnog kanala pa bi verbalni kanal trebalo iskoristiti za riječi. Nasuprot tomu, istraživanja pokazuju da ako su slika i tekst prikazani vizualno na istoj stranici, primatelj dublje obrađuje takve poruke i provodi smislenu obradu informacija.
6. Pravilo zalihosti – riječi ne prikazivati istovremeno i kao pisani i kao govoreni tekst jer će njihovo udvostručivanje nepotrebno preopteretiti sustav za primanje poruke. Ako se želi udovoljiti potrebama i vizualnih i auditivnih tipova ljudi, može se ostaviti mogućnost izbora.
7. Pravilo individualnih razlika – treba voditi računa o individualnim razlikama među primateljima, a one se kod multimedijskih instruktivnih poruka odnose na razlike u predznanju i razlike u prostornoj sposobnosti. Osobe s boljim predznanjem razumjet će i lošije oblikovanu poruku, dok je osobama s boljom prostornom sposobnosti i te kako važna kvalitetno oblikovana poruka.

Teoh i Neo (2007) koristili su devet Gagneovih točaka za izradu dobrog materijala za učenje (*Gagne's Nine Events of Instruction*) pri kreiranju web okoline za multimedijsko učenje usmjereno na učenika (*multimedia and student-centered learning*):

1. usmjeriti pozornost i motivirati za učenje,
2. informirati učenika o sadržaju učenja,
3. stimulirati prisjećanje "starog znanja" kao preduvjeta učenja,

4. prezentirati novi sadržaj,
5. osigurati dodatne vodiče kao potporu učenju,
6. izmamiti izvedbu u smislu demonstracije razumijevanja,
7. osigurati povratnu informaciju,
8. ocijeniti razumijevanje sadržaja učenja,
9. poticati pamćenje i primjenu u novim situacijama.

U svom istraživanju pokazali su pozitivan stav studenata prema interaktivnom učenju u web okolini, izdvojeno prema kategorijama: motivacija za učenje, organizacija sadržaja, navigacija i grafičko korisničko sučelje, multimedija i interaktivnost te ostala obilježja weba.

Govoreći o web stranici kao kanalu za komunikaciju u matematici, Siergist (2006) naglašava kako se pri oblikovanju interaktivnog sadržaja i multimedijskih poruka najbolja praksa postiže poštivanjem dvaju osnovnih načela:

1. načela dostupnosti – da materijal funkcionira na različitim platformama. Tehnologija koja se preporučuje za izradu ovakvih materijala je HTML u kombinaciji s Javascriptom (Kuntz, 1998, Siergist, 2006, Šuljić, 2006);
2. načela ponovnog korištenja – web stranicu sastaviti iz odvojenih dijelova koji imaju vlastitu vrijednost tako da ih autor ili drugi mogu ponovno koristiti. Za matematičke sadržaje odvojiti sljedeće dijelove: tekst, hipertekst, matematičke izraze, interaktivne aplete, grafičke dijelove, audio- i videoisječke, datoteke izrađene u nekom od specijaliziranih programa za matematiku, dijelove koda i sl.

I dok jedni ističu Macromediju Flash kao autorski alat koji omogućava oblikovanje visoko interaktivnog instruktivnog materijala (Lauc i Mikelić, 2005), drugi (čak i u Flashu) kreiraju digitalne materijale u kojima se interaktivnost svodi samo na navigaciju kroz web sadržaj. Oblikovanje multimedijskih digitalnih materijala za učenje matematike ima još neka obilježja koja svakako treba uzeti u obzir da bi se iskoristile mogućnosti koje nam web kao kanal za komunikaciju danas pruža.

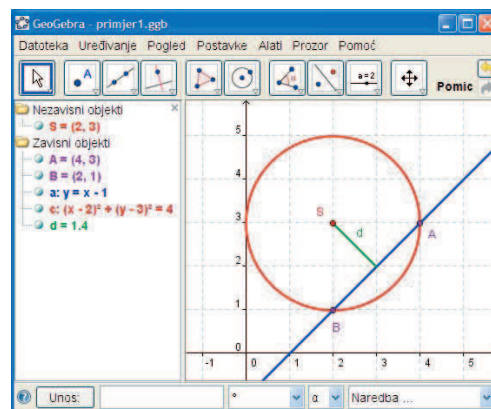


## 4. Digitalni obrazovni materijali za nastavu matematike

Suvremena nastava matematike sve više stavlja naglasak na razumijevanje matematičkih sadržaja koji su velikim dijelom apstraktni, što otežava njihovo razumijevanje. Računalo može pomoći u njihovu vizualiziranju. "Dok objekti iz realnog života dolaskom na ekran postaju apstraktni, matematički objekti koji su apstraktni na ekranu postaju konkretni" (Lester, 2000). U tu svrhu preporučuje se korištenje specijalizirane softverske podrške za nastavu matematike koja podržava jedan ili više matematičkih prikaza (grafičkih, simboličkih, tabelarnih), a to mogu biti razni programi dinamične geometrije (SDG – *Software Dynamic Geometry*), tablični kalkulatori, grafički alati te sustavi računalne algebre (CAS – *Computer Algebra System*) (Glasnović Gracin, 2008). Vizualizaciju matematičkih objekata na razini osnovnoškolske i srednjoškolske matematike jednostavno je postići programima dinamične geometrije poput *GeoGebra*, *The Geometer's Sketchpada*, *Cabri Geometry* i sl. Oni omogućavaju brže i jednostavnije predočavanje geometrijskih sadržaja, čuvaju odnose geometrijskih objekata, omogućuju da se matematičkim objektima na zaslonu računala lako pridruži, demonstrira ili otkrije njihovo osnovno svojstvo. Neki od njih poput *GeoGebra* sadržavaju još i mogućnosti CAS programa jer omogućuju analitičku obradu geometrije, odnosno geometrijskim objektima pridružuju i algebarski prikaz.

Analizirajući zapreke za korištenje programa dinamične geometrije u nastavi Little (2008) navodi: (1) nastavnike treba uvjeriti da bi geometriju mogli poučavati mnogo djelotvornije nego dosad, (2) oprema treba biti dostupna i nastavniku i učenicima, (3) program koji bi koristili treba biti jednostavan za učenje tako da naglasak ostane na učenju matematike, a ne programa. *GeoGebra* se pokazala kao izvrsno rješenje. Osim što povezuje geometriju i algebru, omogućuje sva tri matematička prikaza – grafički, simbolički i tablični – te kao takva ima veliku prednost pred ostalim programima jer se umjesto dvaju ili više specijaliziranih programa za potrebe nastave može koristiti samo jedan

softver, a također omogućava prebacivanje iz jednog prikaza u drugi. Osnovno obilježje ovog programa jest da izraz u algebarskom prozoru odgovara objektu u geometrijskom prozoru i obrnuto (vidi sliku 2.).



Slika 2. Algebarski i geometrijski prozor *GeoGebra*

*GeoGebra* je svima dostupna jer je otvorenog koda, svatko je može besplatno preuzeti s interneta ([www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)) i koristiti u školi i kod kuće. *GeoGebra* je jednostavna i intuitivna pa će i učenici i nastavnici vrlo brzo savladati rad u tom programu te ga moći primjenjivati u gotovo svim segmentima nastave matematike. Učenicima se pruža mogućnost eksperimentiranja, samostalnog istraživanja vlastitim tempom i otkrivanja novih spoznaja. Nastavnicima se nudi suradničko okruženje putem *GeoGebraWiki* gdje svakim danom ima sve više gotovih interaktivnih materijala za učenje i poučavanje matematike. Među njima bih posebno izdvojila mathlete – manje objekte učenja koji obrađuju određenu matematičku temu ili problem namijenjen demonstraciji nastavnika ili samostalnom učenju učenika (Hohenwarter i Preiner, 2007). Mathlet se konstruira kao interaktivna web stranica koja se sastoji od dinamičnih elemenata (interaktivnih apleta) te popratnog teksta. Korisnicima *GeoGebra* ni izrada takvih materijala neće biti problem jer upravo *GeoGebra* omogućuje jednostavnu izradu interaktivne web stranice koju je moguće dodatno uređivati i dopunjavati odgovarajućim tekstom u nekom od programa za uređivanje web stranica ili u običnome tekstovnom editoru kopiranjem nekoliko redaka potrebnog

html koda. Radom na mathletima učenici eksperimentiraju, izvode zaključke, stječu osobno iskustvo, razvijaju kreativno mišljenje i izgrađuju vlastito znanje. Pritom interaktivna web stranica mora biti napravljena tako da se učenik u svom eksperimentu ne izgubi. To se postiže metodom vođenog učenja otkrivanjem – uz interaktivni aplet nalazi se nekoliko pomnijivo odabranih pitanja ili zadataka koji vode učenika u procesu zaključivanja i spoznaje s minimalnim rizikom od neuspjeha. Upravo taj niz pitanja osigurava uspješnu komunikaciju između učenika i računala.

Iako se čini da je tehnologija takva da omogućava jednostavnu izradu mathleta, to nije nimalo lak posao jer uključuje različite sposobnosti. Autor treba dobro poznavati matematičke sadržaje, prije svega paziti na metodički pristup, posjedovati programerske i dizajnerske vještine te uvažavati nove mogućnosti koje nudi web tehnologija (Siergist, 2006).

Slijedi analiza dvaju primjera materijala za učenje putem weba koji obrađuju isti sadržaj, ali se bitno razlikuju po metodičkom pristupu, dizajnu te načinu korištenja multimedije i interaktivnosti.

## 5. Analiza materijala za učenje – graf kvadratne funkcije

Web je toliko rasprostranjen prostor za skladištenje materijala za učenje da danas možemo naći i po nekoliko desetaka, čak i stotina različitih primjera koji obrađuju istu temu. U ovom radu izdvajam dva opsežnija digitalna materijala, oba na hrvatskom jeziku, koja obrađuju temu iz nastave matematike (za 2. razred gimnazija i tehničkih škola) – Graf kvadratne funkcije.

Prvi materijal rađen je u *flash* tehnologiji, izdvojen je iz *Matematike za srednju školu – univerzalni kurikulum Young Digital Planet*, u potpunosti preveden na hrvatski jezik i može se pogledati na *Nacionalnom portalu za udaljeno učenje "Nikola Tesla"* <http://lms.carnet.hr> uz prijavu putem AAI elektroničkog identiteta koji posjeduje svaki nastavnik i svaki učenik u Hrvatskoj. Nakon prijave treba slijediti vezu do seminara *Matematika za*

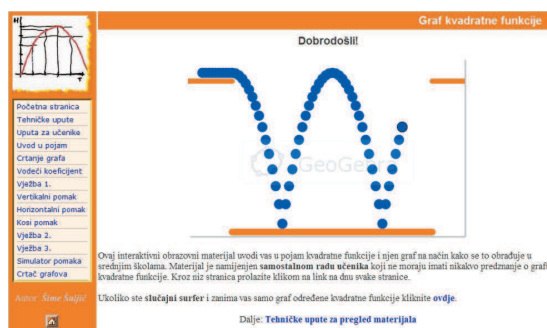
*srednje škole – učenički sadržaji*, a zatim odabrati materijal pod nazivom *Kvadratne funkcije, grafovi*.



Slika 3. Graf kvadratne funkcije – LMS Carnet

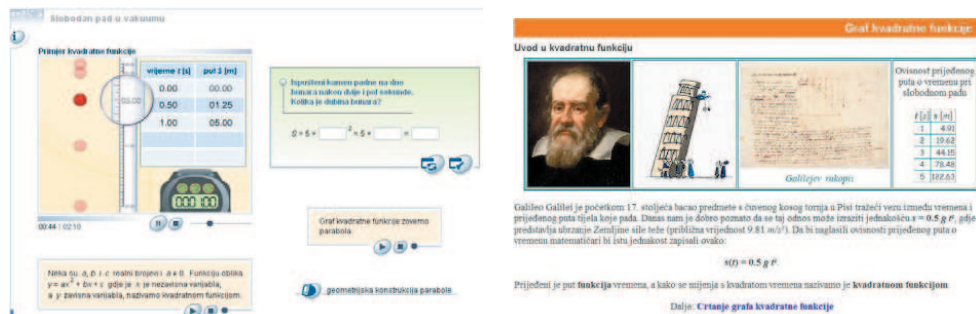
Drugi materijal sastavljen je od nekoliko mathleta generiranih iz *Geogebra* te objedinjenih u programu za oblikovanje web stranica, a djelo je profesora matematike Šime Šuljića iz Pazina. Svima je dostupan na stranici *Udruge za promicanje nastave matematike "Normala"* kao jedan od interaktivnih materijala za samostalno učenje

<http://www.normala.hr/interaktivna-matematika/kvadratna.htm>.



Slika 4. Graf kvadratne funkcije – Š. Šuljić

Na samom početku možemo uočiti da se oba materijala sastoje od deset lekcija. U Carnetovu materijalu navigacija je smještena u gornjem desnom dijelu stranice u obliku brojeva 1,2,...,12 dok se u Šuljićevu materijalu izbornik s punim nazivima lekcija nalazi s lijeve strane. Nadalje, iduće dvije stranice u Šuljićevu materijalu odnose se na tehničke upute (provjera je li na korisnikovu računalu instra-



Slika 5. Prva lekcija: Slobodan pad – Uvod u kvadratnu funkciju

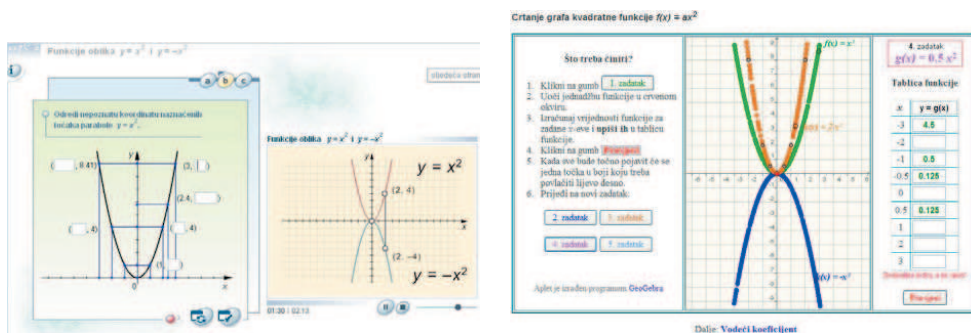
lirana Java te uputa kako je instalirati) i upute za učenike u kojima autor upozorava da je osnovna ideja učenje otkrivanjem, a ne prezentiranje gotovih činjenica. Također je učenicima dostupan radni list koji mogu isprintati i, nakon što prođu lekcije, riješiti olovkom kako bi sistematizirali usvojene sadržaje. U Carnetovu materijalu postoje vodiči koji se na svakoj stranici otvaraju u zasebnom prozoru klikom na dugme "i" u gornjem lijevom dijelu ekrana. Na prvoj stranici u vodiču se iznose obrazovni ciljevi, upozorava se učenika što bi trebao znati te što će kroz lekcije usvojiti.

Prva lekcija u oba materijala odnosi se na slobodan pad. U Carnetovu materijalu učenicima se nudi animacija popraćena zvukom u trajanju od 2:18 minuta koju je moguće zaustaviti u svakom trenutku i pogledati ispočetka. Definicije su ponuđene u tekstualnom obliku, prikazane su vizualno, ali se može birati i zvučni zapis. Dalje, nudi se kratak zadatak koji učenici trebaju riješiti, a nakon upisanog odgovora odmah se dobiva povratna informacija. Također se može pogledati i poslušati

animacija koja prikazuje geometrijsku konstrukciju parabole. U vodiču se učenika upozorava kojim redom treba ići: "Pogledaj..., Pročitaj..., Riješi..., Pogledaj...", međutim nigdje nije navedeno da se prvo pogleda vodič.

U svom materijalu Šuljić se oslanja samo na vizualni kanal učenika; prvo iznosi povijesne činjenice, spominje Galileja Galileija koji je u 17. st. s kosog tornja u Pizi bacao predmete i istraživao ovisnost puta o vremenu. Na ovoj stranici nema ni animacija ni zvučnih zapisa, nudi se tekst, dvije slike, skenirani Galilejev rukopis te tablica izmjerenih vrijednosti da bi se na kraju došlo do kvadratne funkcije  $s(t) = 5t^2$  kao i u Carnetovu materijalu. Definicije se ne spominju, a zadatak za učenike nalazi se na idućoj stranici.

U Carnetovu materijalu na idućoj stranici razmatraju se razlike između grafova funkcija  $f(x) = x^2$  i  $f(x) = -x^2$ . Ponuđene su tri vježbe a, b, c (od kojih je na slici 6. vidljiva samo b, te animacija u trajanju od 2:13 koju prati odgovarajući zvučni zapis govora. Vježbe su kreirane kao zadaci koji se rješava-



Slika 6. Druga lekcija: Funkcije oblika  $y=x^2$  i  $y=-x^2$  – Crtanje grafa funkcije  $f(x)=ax^2$



ju odabirom ili upisivanjem točnog odgovora gdje za vježbe a i c nije dostupna odgovarajuća slika koja bi vizualno potpomogla zaključivanje. Animacija je "televizična", zorno uz govornu pratnju prikazuju se svojstva funkcije  $f(x) = x^2$  te nastajanje funkcije  $f(x) = -x^2$ . Učenik samo gleda i sluša, serviran je gotovim činjenicama.

Za razliku od ovog pristupa, Šuljić nudi samostalno učenje otkrivanjem i na idućoj stranici obuhvaća funkcije oblika  $f(x) = ax^2$ . Prateći detaljne upute, učenik redom rješava 5 zadataka, za svaki računa i upisuje točke, provjerava točnost i po potrebi ispravlja krivo upisane brojeve, prikazuje ih u koordinatnom sustavu gdje povlačenjem samostalno iscrtava sve ostale točke i tako promatra nastajanje grafa. Cijelo vrijeme učenik aktivno radi.

U ovom dijelu mogu se uočiti još dvije za matematiku vrlo bitne stvari. Šuljić je posebno istaknuo da se piše decimalna točka, a ne zarez. To u Carnetovu materijalu nije posebno navedeno, a ako se upiše točan broj s decimalnim zarezom, povratna informacija kaže da je odgovor netočan i ne upozorava na problem zarezu i točke. Drugi nedostatak u Carnetovu materijalu je izbor točaka koje treba računati, npr. za točke  $(x, 8.41)$  i  $(2.4, y)$  treba izračunati drugu koordinatu što većina učenika ne može napamet tako da trebaju posegnuti za olovkom i papirom ili kalkulatorom što nije praktično za ovako osmišljen način učenja putem weba. Kod Šuljića su sve točke odabrane tako da ih je moguće napamet izračunati čime se štedi vrijeme i zadržava kontinuitet rada.

U Carnetovu materijalu se sada promatraju grafovi funkcija  $f(x) = x^2$ . Prva vježba nudi 4 grafa kojima

je potrebno pridružiti jednadžbe na osnovi jedne istaknute točke. U drugoj vježbi može se mijenjati vrijednost koeficijenta a pomicanjem klizača nakon čega se klikom na korolar ispisuje utjecaj vodećeg koeficijenta na graf funkcije. S desne strane u obliku teksta ponuđene su još neke informacije o funkciji te igra "Pronađi parabolu" koju je moguće otvoriti u zasebnom prozoru s tekstualnim vodičem, naputkom u obliku animacije te prikazom rezultata.

U Šuljićevu materijalu također se nudi klizač kojim je moguće mijenjati vrijednost koeficijenta a i promatrati njegov utjecaj na graf. Prvi put se uvode novi pojmovi – parabola i tjeme – te slijede tri zadatka odabira točnog odgovora kao zaključak. Ako se pogrešno odgovori, povratna informacija upućuje na sliku tako da učenik može vidjeti neopravdanost svog odgovora.

Daljnja detaljna analiza prelazi okvire ovog rada, a ovih nekoliko dosad opisanih web stranica dovoljno je za izvod zaključka.

## 6. Zaključak

Iako su oba materijala kreirana u skladu s pravilima za oblikovanje multimedijske instruktivne poruke (Lauc i Mikelić, 2005) te u skladu s devet Gagneovih točaka za izradu dobrog materijala za učenje (Teoh i Neo, 2007), bitno se razlikuju po metodičkom pristupu i shvaćanju pojma interaktivnog multimedijskog učenja.

Materijal dostupan na Carnetovim stranicama te izdvojen iz *Matematike za srednju školu – univerzalni kurikulum Young Digital Planet* podržava

Utjecaj vodećeg koeficijenta a na graf funkcije  $f(x) = ax^2$

Graf funkcije  $f(x) = ax^2$  je krivulja koja se zove **parabola**. Točka  $F(0,0)$  je njena lokalna točka i naziva se **tjeme**.

Na vertikalnoj dužini (klizaču) pomičite točku s oznakom a i promatraj što se događa s grafom. Odaberite točnu tvrdnju:

- Ako je  $a > 0$  onda je parabola otvorena prema:
  - gore i tjeme je njezina najniža točka
  - dolje i tjeme je njezina najviša točka
- Ako je  $a < 0$  onda je parabola otvorena prema:
  - gore i tjeme je njezina najniža točka
  - dolje i tjeme je njezina najviša točka
- Koja od ovih tvrdnji je istinita?
  - Što je koeficijent a manji parabola je šira
  - Što je koeficijent a manji parabola je uža
  - Što je koeficijent a veći parabola je šira
  - Što je koeficijent a veći parabola je uža
  - Ništa jedna od navedenih

$f(x) = 0.5 x^2$

Dalje: Vježba određivanja jednadžbe

Slika 7. Treća lekcija: Funkcije oblika  $y=ax^2$  – Utjecaj vodećeg koeficijenta na graf funkcije  $f(x)=ax^2$

multimedijski pristup procesu usvajanja znanja te vizualno i verbalno utemeljen prikaz. Međutim, aktivna obrada informacija mogla bi doći u pitanje jer se interaktivnost većim dijelom svodi na navigaciju, nove spoznaje uglavnom se prezentiraju animacijama koje su često preduge (hoće li nova generacija učenika digitalnih urođenika pazljivo pratiti više od 2 minute "TV emitiranja" ili će, ne dočekavši kraj, žuriti na iduće linkove tražeći novu aktivnost i zabavu?).

Šuljićev materijal izrađen je u obliku interaktivnih mathleta te podržava vođeno učenje otkrivanjem. Svaka web stranica sastoji se od statičkog i dinamičkog dijela. Statički dio je ispisani tekst koji obuhvaća kratke i jasne upute, zadatke, vrlo rijetko se prikazuju gotove činjenice. Dinamički dio konstruiran je kao interaktivni aplet u kojem učenici prateći tekstualne upute sami uzrokuju promjene te uočavaju odnose među matematičkim objektima. Do novih spoznaja dolaze samostalno te na taj način provode dubinsku obradu informacija i aktivno uče.

Možemo se zapitati je li interaktivnost kao bitno obilježje multimedije koje svakom korisniku pruža mogućnost izbora vlastitog puta kroz informacije i navigaciju ona vrsta interaktivnosti koja će podržavati uspješno učenje matematike putem weba. Ili je matematika ipak specifična pa je stoga treba promišljati drukčije od ostalih nastavnih predmeta te interaktivnost iskoristiti u dubljem i dvostrukom odnosu: interakcija u smislu učenik-sadržaj te interakcija matematičkih objekata međusobno.

Interaktivnost osigurava dvosmjernu komunikaciju i uspješno učenje putem weba u nastavi matematike. U "gramatici interaktivnosti" prilagođenoj interaktivnim matematičkim sadržajima na webu Lester (2000) naglašava kako ne treba koristiti animaciju kao zamjenu za interaktivnost (interaktivni aplet), treba štedljivo koristiti hiperteleviziju i šetnju kanalima te izbjegavati pasivnu interakciju, odnosno interakciju u smislu navigacije.

## LITERATURA

- [1] Andrić, V., Čudina-Obradović, M. (1996), *Psihologija učenja i nastave*. Zagreb: Školska knjiga.
- [2] Bjelanović Dijanić, Ž., Čurković Z. (2008), *Digitalni obrazovni materijali i specifični zahtjevi nastave matematike*. [http://cuc.carnet.hr/pages/radovi/rad\\_a2\\_3.pdf](http://cuc.carnet.hr/pages/radovi/rad_a2_3.pdf)
- [3] Brajša, P. (1994), *Pedagoška komunikologija : razgovor, problemi i konflikti u školi*. Zagreb: Školske novine.
- [4] Carnet - Referalni centar (2006), *Izrada multimedijalnih elemenata i njihova prilagodba za www*. <http://www.carnet.hr/referalni/obrazovni/imme>
- [5] Bognar, I., Matijević, M. (2002), *Didaktika*. Zagreb: Školska knjiga.
- [6] Galešev i dr. (2006), *Informatika i računalstvo : multimedijski udžbenik informatike i računalstva za srednje škole i gimnazije*. Zagreb: SysPrint.
- [7] Glasnović Gracin D. (2008), *Računalno u nastavi matematike – Teorijska podloga i metodičke smjernice*. Matematika i škola, god X, br 46, str. 10-15.
- [8] Herceg Đ., *GeoGebra u nastavi matematike*. [http://www.dms.org.yu/seminars/seminar\\_2008/papers/Herceg.pdf](http://www.dms.org.yu/seminars/seminar_2008/papers/Herceg.pdf)
- [9] Hohenwarter, M., Preiner, J. (2007), *Creating Mathlets with Open Source Tools*. [www.maa.org/joma/Volume7/Hohenwarter2/index.html](http://www.maa.org/joma/Volume7/Hohenwarter2/index.html)
- [10] Kuntz, G. (1998), *Dynamic Geometry on WWW*. [http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content\\_storage\\_01/0000019b/80/17/5a/fc.pdf](http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/17/5a/fc.pdf)
- [11] Lauc, T., Mikelić, N. (2005), *Multimedij i multimedijaska instruktivna poruka*. <http://bib.irb.hr/datoteka/205754.tomislava-nives.doc>
- [12] Lester, J., *Designing interactive mathematics*. <http://oldweb.cedm.sfu.ca/~jalester/DesignIntMath.pdf>
- [13] Little, C. (2008), *Interactive geometry in the classroom: old barriers and new opportunities*. <http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip28-2/BSRLM-IP-28-2-09.pdf>
- [14] Pastuović, N. (1999), *Edukologija : integrativna znanost o stavu cjeloživotnog obrazovanja i odgoja*. Zagreb: Znamen
- [15] Poljak, V. (1985), *Didaktika*. Zagreb: Školska knjiga.
- [16] Reis, Z. A., Karadag, Z. (2008), *A proposal for developing online collaborative environment for learning mathematics*. <http://www.edlib.org/p/29084>
- [17] Rouse, M. J., Rouse, S. (2005), *Poslovne komunikacije : kulturnološki i strateški pristup*. Zagreb: Masmedia
- [18] Siegrist, K. (2006), *Expository Mathematics in the Digital Age*. <http://www.joma.org/mathDL/4/?pa=content&sa=viewDocument&nodeId=1150>
- [19] Siemens, G. (2007), *Procjena značajki medija: Korištenje multimedije za postizanje ishoda učenja*. <http://edupoint.carnet.hr/casopis/53/clanci/3>
- [20] Šuljić, Š. (2006), *GeoGebra (7): Komunikacija s dinamičnim crtežom ugrađenim u web-stranicu*. Matematika i škola, god. VII, br. 34, str. 174-179. <http://geogebra.element.hr/>
- [21] Šuljić, Š. (2008), *Mijenja li uporaba računala nužno nastavu?* Matematika i škola, god. X, br. 47, str. 88-90.
- [22] Šuljić, Š. (2008), *Interaktivni materijali za nastavu matematike*. <http://www.azoo.hr/admin/fckeditor/File/Interaktivni%20materijali.ppt>
- [23] Teoh, B.S., Neo, T. (2007), *Interactive multimedia learning: Students' attitudes and learning impact in an animation course*. <http://www.tojnet.net/articles/643.htm>