

Metoda I³ – Interaktivnost na treću

Ivana Katavić

Agencija za odgoj i obrazovanje

Hrvoje Mladinić

Osnovna škola Mertojak

Sažetak. U protekla tri desetljeća provode se sustavna istraživanja u edukacijskoj fizici koja doprinose boljem razumijevanju učeničkih poteškoća u fizici te razvoju novih nastavnih metoda koje doprinose smislenijem poučavanju fizike na svim razinama. Možda je najvažniji rezultat takvih istraživanja upravo to što je postalo jasno da predavačka nastava nije pogodna za razvijanje konceptualnog razumijevanja u fizici, te se zato sve više nastavnika okreće interaktivnim nastavnim metodama. Interaktivnih nastavnih metoda ima doista mnogo, no njihov zajednički nazivnik je upravo intelektualna angažiranost učenika za vrijeme nastave te uzimanje u obzir njihovih predkonceptija. Mnoge od novih nastavnih strategija uključuju značajnu uporabu računala no treba naglasiti da je učinkovitost samih metoda baziranih na uporabi računala niska ukoliko se zanemari uključivanje interaktivnih nastavnih metoda kao i intelektualna angažiranost učenika. U svrhu ispitivanja učinkovitosti jedne od strategija koja uključuje računalo i digitalne materijala provedeno je testno ispitivanje. U ispitivanju je sudjelovalo ukupno 168 učenika u 5 škola u Hrvatskoj. Rezultati su prezentirani i komentirani te se može zaključiti da primjena odgovarajućih digitalnih materijala ima pozitivan učinak na učenje i savladavanje koncepata iz kinematike. Rezultati ovog ispitivanja indikator su za istraživanje koje slijedi a kojim će se ispitati nastavna metoda koja uključuje interaktivnost u svim fazama nastavnog procesa i ističe korištenje digitalnih materijala kao jednog od alata za ostvarivanje interaktivnosti i povećanja učenikove intelektualne aktivnosti.

Ključne riječi: *edukacijska fizika, interaktivne nastavne metode, učinkovitost digitalnih materijala, interaktivni eLearning materijali*

1. Uvod

U protekla tri desetljeća edukacijska istraživanja u fizici pojavila su se kao novo polje istraživanja koje aktivno uključuje velik broj fizičara diljem svijeta. Provode se sustavna istraživanja koja stvaraju nove rezultate i doprinose boljem razumijevanju učeničkih poteškoća u fizici te razvoju novih nastavnih metoda koje doprinose smislenijem poučavanju fizike na svim razinama. Edukacijska istraživanja u fizici ukazala su na nisku učinkovitost predavačke nastave u razvijanju konceptualnog razumijevanja materije te su stoga poslužila kao baza za razvoj novih nastavnih strategija i značajno utjecala na potrebu razvijanja digitalnih kompetencija nastavnika [1].

Rezultati ovih istraživanja ističu također i značaj samostalnog kontroliranja procesa učenja od strane učenika. Interaktivni mediji omogućavaju učeniku promjenu parametara u svrhu neposrednog uvida u rezultat promjene tih parametara (npr. posljedice po tijek fizikalnih pojava). Interaktivni mediji potiču i razvijanje kreativnosti. Za istinsku kreativnost potrebno je omogućiti učenicima upravljanje procesom učenja uporabom programa koji dinamično i adaptirano prate aktivnosti učenika [2]. Osim toga, kada govorimo o didaktičkim potencijalima modernih medija, možemo zaključiti da nam moderni mediji nude mogućnost bogatog, fleksibilnog i varijabilnog predstavljanja fizikalnih stvarnosti. U odnosu na tradicionalne medije posebno ih izdvaja svojstvo interaktivnosti, koje se pokazalo ključnim za aktivno učenje fizike [3].

2. Digitalni materijali u nastavi fizike

Digitalni materijali učiteljima služe za olakšavanje procesa poučavanja dok učenicima pomažu u procesu učenja. Međutim, postavlja se pitanje da li digitalni materijali sami po sebi mogu utjecati na kvalitetu nastave fizike. Rezultati brojnih edukacijskih istraživanja ukazuju na to da moderne tehnologije samo djelomično ispunjavaju očekivanja te se ujedno ističe važnost njihove kompetentne primjene radi osiguravanja plodotvornih nastavnih situacija koje olakšavaju učenje [4]. Iako su metodički aspekti prepoznati kao veoma bitni, oni u najvećem broju izvještaja o empirijskim studijama primjene modernih medija ostaju u sjeni opisivanja same tehnologije i učeničkih stavova u odnosu na moderne tehnologije [5]. Digitalni materijali su efikasni samo u onoj mjeri koliko nastavnici uspijevaju iskoristiti njihove didaktičke potencijale.

Potpunije razumijevanje problema efikasnosti primjene digitalnih materijala u nastavi, moguće je razviti tek na osnovu odgovarajućih teorija iz kognitivne psihologije. U tom smislu naročito je bitna teorija kognitivne opterećenosti. Teorija kognitivne opterećenosti se bavi pitanjem zahtjevnosti procesuiranja informacija u radnoj memoriji. Sweller [6] razlikuje intrinzičnu i ekstrinzičnu kognitivnu opterećenost. Intrinzična je rezultat prirode samih sadržaja radne memorije dok je ekstrinzična posljedica poučavanja te se na nju može i utjecati. Osim toga, Sweller [6] spominje i relevantnu kognitivnu opterećenost koja odražava kognitivni napor koji doprinosi konstrukciji shema (skupova povezanih elemenata znanja). Efektivna nastava smanjuje ekstrinzičnu, a povećava relevantnu opterećenost.

Različiti digitalni materijali oblikuju i različite mogućnosti izražavanja. Utvrđeno je kako različiti oblici vizualizacije dovode do stvaranja različitih struktura znanja, sa specifičnim mogućnostima upotrebe [7]. Jednostavni digitalni materijali nemaju i ne moraju imati nužno

pozitivan utjecaj. Učenici koji su manje uspješni u većoj mjeri profitiraju na osnovu zadataka koji su deskriptivni, a ne konstruktivni, a realiziraju se uporabom digitalnih materijala. Naime, uspješniji učenici i bez digitalnih materijala najčešće uspijevaju izgraditi adekvatne znanstvene modele. Vizualizacija je korisna u slučaju pravilnog definiranja ishoda. U suprotnom, može doći do interferiranja sa predkonceptijama učenika što dodatno otežava učenje. Primjenu digitalnih materijala potrebno je brižno planirati i to tako da oni budu element ili alat za ostvarenje ishoda učenja. Ukoliko primjena digitalnih materijala ili obrazovnog software-a nije efikasno metodički osmišljena ona neće rezultirati željenim ishodima. Tijekom samog korištenja digitalnih materijala značajno je da nastavnik usmjerava pažnju učenika na najvažnije aspekte demonstriranog sadržaja jer inače postoji velika opasnost da se ograničeni kapaciteti radne memorije koriste za procesuiranje nerelevantnih sadržaja.

5.1. Kategorije *eLearning* materijala

S obzirom na razinu interaktivnosti, *eLearning* materijali mogu se podijeliti u tri kategorije [8]:

1. **Osnovni (Level 1)** – podrazumijevaju vebne stranice sa sadržajem u obliku teksta, slika, jednostavnih audio i video zapisa, PowerPoint prezentacija i sl.
2. **Interaktivni (Level 2)** – podrazumijevaju prethodnu kategoriju (Level 1) plus 25% i više interaktivnih vježbi (korisnicima je omogućeno izvođenje vježbi metodom „pokušaja“), korištenje multimedije
3. **Napredni (Level 3)** – podrazumijevaju visoku razinu interaktivnosti, korištenje simulacija i specijaliziranih igara, korištenje avatara, prilagodljiva interakcija, nagrade u skladu s uspjehom korisnika

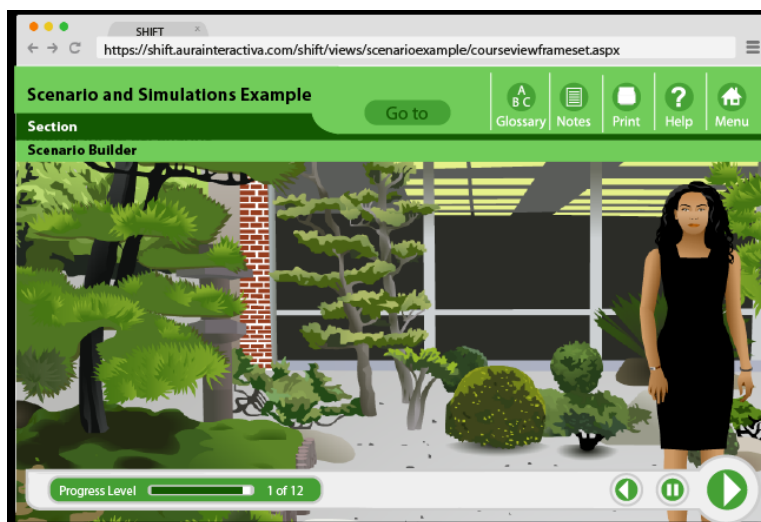
Interaktivnost u nastavi fizike bitna je u svakoj fazi nastavnog procesa. Digitalni materijali moraju aktivirati i potaknuti učenika na razmišljanje u fazi otkrivanja vlastitog predznanja te omogućiti otkrivanje i bilježenje učenikovih predkonceptata. U fazi istraživanja odnosno učenja i otkrivanja znanja digitalni materijali moraju omogućiti učeniku da provođenjem istraživanja samostalno dođe do određenih, točnih ili netočnih, zaključaka. U zadnjoj fazi, fazi ocjenjivanja donesenih zaključaka, učeniku mora biti omogućeno da samostalno uoči ispravnost donesenih zaključaka nakon čega slijedi utvrđivanje ishoda. Napredni (Level 3) *eLearning* materijali podrazumijevaju najveći postotak interaktivnosti i omogućavaju primjenu interaktivnosti u svim fazama nastavnog procesa. Stoga će se ta kategorija *eLearning* materijala u nastavku pobliže opisati.

5.2. Napredni (Level 3) *eLearning* materijali

Pravi interaktivni *eLearning* materijali imaju moć preobraziti sadržaj i učenje u smisleno iskustvo za učenika. Takvi materijali omogućavaju učenicima da aktivno obrađuju sadržaj, primjenjuju ga u interaktivnim okruženjima i na taj način duže zadrže usvojeno znanje. Učenje pomoću interaktivnih materijala često je i brže jer korisnik koristi više razine misaonih vještina kao što su ocjenjivanje, interpretiranje i sistematizacija informacija za razliku od označavanja, memoriranja ili opisivanja podataka.

Kvalitetna interaktivnost mora imati svrhu. Ključ leži u postizanju ravnoteže materijala kako bi oni bili zaista interaktivni i uključivali učenika u onoj mjeri kako ne bi postali iritantni i dosadni. Postoji nekoliko načina za stvaranje interaktivnih materijala koji će potaknuti učenje i zadržati učenikov interes, povećati učenikovo razumijevanje i zadržavanje naučenog. Prateći i ispunjavajući sljedeće korake u izradi digitalnih materijala moguće je uspješno stvoriti interaktivne eLearning materijale:

- **Stvoriti scenarij i simulacije:** Simulacije stvarnih okolnosti omogućavaju učeniku da mijenjanjem varijabli utječe na ishode i uočava posljedice pojedinih aktivnosti.



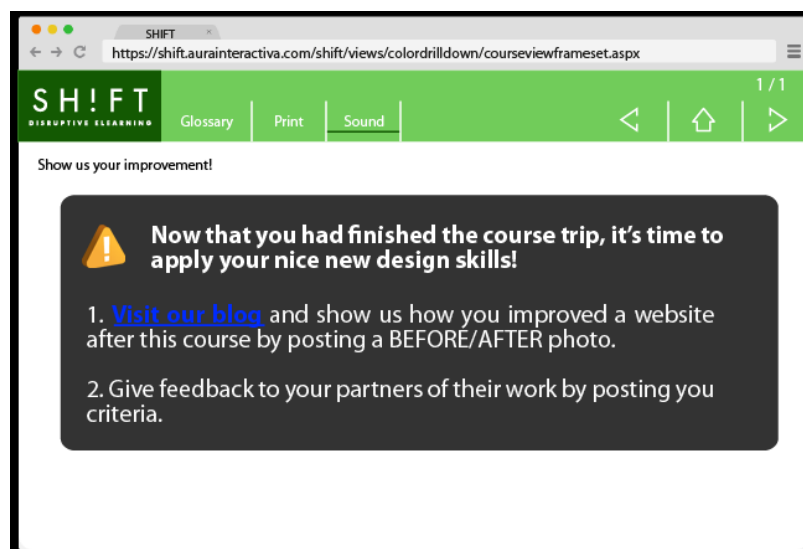
Slika 2. Simulacije omogućavaju uočavanje odnosa među varijablama i uzročno posljedične veze

- **Omogućiti učeniku da ima kontrolu:** Omogućiti učeniku da ima kontrolu na način da mu se ponudi izbor i omogućiti da se izjasni u kojem smjeru želi započeti ili nastaviti učenje.
- **Koristiti problemski usmjeren pristup:** Učeniku trebaju biti dodijeljeni problemi i zadaci u skladu s njegovim mogućnostima. Problem mora biti relevantan i povezan sa stvarnom životnom situacijom učenika. Najbolje je krenuti od jednostavnog ka složenijim problemima.
- **Osigurati izazove:** Izazovi stimuliraju mozak. Tjeraju učenika da razmišlja o svom predznanju, obrađuje nove informacije, povezuje i donosi zaključke.
- **Uključiti igru:** Uključiti igru koja će ispitivati učenikovo znanje. Igre su dobre jer omogućavaju učeniku da u stvarnom vremenu vidi rezultate svojih odgovora. Osim toga, sve što učenik radi ima neku posljedicu što igru čini vrlo dobrim materijalom za iskustveno učenje.



Slika 3. Igre predstavljaju izazov i omogućavaju učeniku da vidi rezultate svojih odgovora

- **Osigurati povratne informacije:** Bez povratnih informacija nema interaktivnosti! Učenik mora znati kakav je njegov napredak tijekom učenja i kako se poboljšati.
- **Uključiti istraživačke aktivnosti:** Potiču učenika da se uključi, otkriva, traži, čita ili obavlja bilo koju drugu aktivnost potrebnu za ostvarivanje ciljeva učenja
- **Uključiti elemente suradnje:** Učenje nije i ne smije biti usamljena aktivnost. Učenje je simbiotski odnos. Potrebno je omogućiti učenicima da međusobno surađuju na način da aktivno traže i razmjenjuju informacije, izgrađuju smislene zaključke, proizvode raznolik skup ideja i cijene različita mišljenja.



Slika 4. Blog, chat i slično učenicima omogućavaju komunikaciju, međusobnu suradnju i razmjenu informacija

Nažalost, mnogi eLearning materijali nose oznaku interaktivnosti pod krivom pretpostavkom da su interaktivni samo zato što su *online*. Učenici se mogu kretati kroz vebnu stranicu, klikati svugdje mišem ali takvi se materijali svode na hrpu informacija. Pomicanje miša nije interaktivnost! [9]

3. Primjena digitalnih materijala i ispitivanje učinkovitosti

U školskoj godini 2014./2015. provedeno je testno ispitivanje u 5 hrvatskih osnovnih škola na 168 ispitanika (učenika). Škole su bile jednako regionalno, ruralno i urbano zastupljene u testnom ispitivanju. Cilj ispitivanja bio je utvrditi učinkovitost digitalnih materijala pri upoznavanju, učenju i savladavanju koncepta iz kinematike. U svrhu toga, stvorena je mrežna stranica na kojoj je opisana provedba ovakvog načina rada nazvanog „Virtualna učionica“. Osim smjernica za provođenje „Virtualne učionice“, stranica sadrži interaktivne (Level 2) digitalne materijale. Digitalni materijali koji su se koristili za testno ispitivanje učeničkih predkoncepta su:

- video animacije
- video prezentacije
- interaktivne simulacije

Video animacije su izrađene pomoću alata za izradu animacija kao što su Moovly i GoAnimate. Video prezentacije su izrađene pomoću Office mix alata za izradu video prezentacija. Office mix omogućava umetanje teksta, slika, video zapisa, web stranica, interaktivnih simulacija, kvizova, snimanje i izravno umetanje vlastitog video zvučnog zapisa. Interaktivne simulacije su dijelom preuzete s PhET Colorado web stranice a dijelom su izrađene koristeći programski jezik NetLogo. PhET Colorado web stranica sadrži interaktivne simulacije za fiziku, matematiku, kemiju, biologiju, itd. koje se mogu pregledavati online ili preuzeti na računalo. NetLogo je okruženje za višeagentno programsko modeliranje. Koristi ga više od deset tisuća učenika, učitelja i istraživača u svijetu. Provedba „Virtualne učionice“ podrazumijevala je primjenu navedenih digitalnih materijala i općenito informacijsko komunikacijskih tehnologija u svim fazama nastavnog procesa i to na sljedeći način:

1. PRIPREMA ZA NASTAVNU JEDINICU

- zadati učenicima u obliku domaćeg rada
- u LMS sustavu (Edmodo) objaviti link na dostupne digitalne materijale
- digitalni materijali mogu biti u obliku video animacija, video prezentacija, interaktivnih simulacija, slika itd.
- u sklopu Edmoda stvoriti kviz u svrhu otkrivanja učenikovog predznanja i pretkoncepta
- iskoristiti učeničke odgovore iz kviza i na temelju toga pripremiti sat

2. NASTAVNI SAT

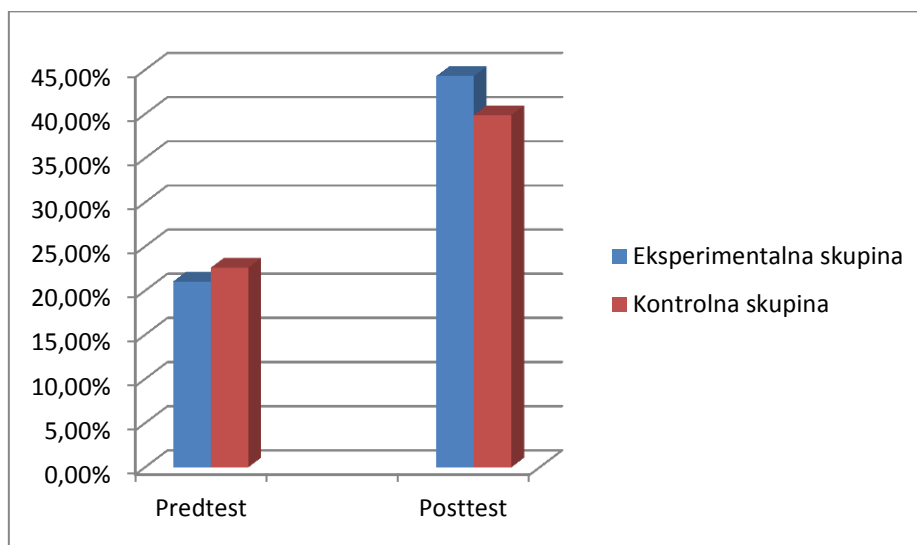
- oblikovati sat u vidu rasprave o nastavnom gradivu iz 1. točke
- oblikovati sat u vidu eksperimentalne nastave
- poželjno je koristiti digitalne materijale (video prezentacije, animacije, interaktivne simulacije)

3. PONAVLJANJE NASTAVNE JEDINICE

- zadati učenicima u obliku domaćeg rada
- na Edmodu objaviti link na dostupne digitalne materijale
- na Edmodu objaviti zadatke za vježbu i ponavljanje u obliku dokumenta ili kviza
- iskoristiti učeničke odgovore iz kviza u svrhu bržeg uočavanja učenikovih pogrešaka i ispravljanja istih

Pet škola u Hrvatskoj sudjelovalo je u provedbi ispitivanja. U svakoj školi definirane su eksperimentalna skupina i kontrolna skupina. Eksperimentalna skupina podrazumijeva razred u kojem je primjenjena „Virtualna učionica“ dok kontrolna skupina predstavlja razred u kojem se nije uvodilo ništa novo vezano za nastavu fizike odnosno obradu cjeline „Gibanje i sila“. U eksperimentalnu skupinu uključeno je ukupno 79 učenika dok je u kontrolnu skupinu uključeno ukupno 89 učenika. Kako bi se provjerila učinkovitost primjene „Virtualne učionice“ razvijen je test razumijevanja grafičkih prikaza iz kinematike. Test je rađen po uzoru na test Robert J. Beichnera¹ s tim da je prilagođen osnovnoj školi prema Hrvatskom nacionalnom okvirnom kurikulumu.

Učenici eksperimentalne i kontrolne skupine pisali su isti test prije početka obrade cjeline (predtest) „Gibanje i sila“ i nakon obrade iste cjeline (posttest). Rezultati ispitivanja prikazani su na slici 1.



Slika 1. Prikaz rezultata predtesta i posttesta razumijevanja grafičkih prikaza iz kinematike

Prema rezultatima može se zaključiti da je kod eksperimentalne skupine postotak rješenosti posttesta u odnosu na predtest porastao za 23.25% dok za kontrolnu skupinu taj porast iznosi 17.30%. Dakle, porast rješenosti kod eksperimentalne skupine veći je za 5.95% u odnosu na kontrolnu skupinu iz čega bi se moglo utvrditi da je provedba „Virtualne učionice“ i primjena odgovarajućih digitalnih materijala imala pozitivan učinak na učenje i savladavanje koncepata iz kinematike.

Bitno je istaknuti da je primjena „Virtualne učionice“ naišla na nekoliko prepreka. Uočeno je da se u samom početku primjene „Virtualne učionice“ nisu svi učenici aktivno uključili u njenu provedbu odnosno učenici nisu pregledavali digitalne materijale u svrhu pripreme za nastavnu jedinicu. Kako se odmicalo s provedbom uočeno je da sve više učenika pregledava materijale i priprema se za nadolazeću nastavnu jedinicu. Isto tako, na samom početku provedbe, veću aktivnost na satu fizike pokazali su samo odlični učenici a kasnije i ostali. Učenici su istakli da im se „Virtualna učionica“ sviđa ponajviše zbog toga što je ono što se radi na satu dostupno na jednom mjestu (mrežna stranica). Većina učenika izjasnila se da

¹ *Testing student interpretation of kinematics graphs*, Robert J. Beichner, Physics Department, North Carolina State University

fiziku voli manje od ostalih predmeta ali da žele nastaviti s ovakvim načinom rada i u sljedećim nastavnim cjelinama (Valovi, Svjetlost).

Rezultati ovog ispitivanja indikator su za istraživanje koje slijedi a kojim će se ispitati metoda I³. Metoda I³ – Interaktivnost na treću jest nastavna metoda i didaktička inovacija primjene digitalnih materijala i računalnih simulacija u nastavi kojom se omogućava:

- usvajanje novih informacija
- transformacija znanja
- definiranje znanja

Ova nastavna metoda uključuje interaktivnost u svim fazama nastavnog procesa (utvrđivanje predkonceptata, istraživanje i donošenje zaključaka, vrednovanje zaključaka) i ističe korištenje digitalnih materijala kao jednog od alata za ostvarivanje interaktivnosti i povećanja učenikove intelektualne aktivnosti.

4. Zaključak

Moderni mediji i digitalni materijali imaju izrazito visok potencijal kada je u pitanju doprinos unaprjeđivanju nastave fizike. Primjena digitalnih materijala u nastavi fizike ne znači nužno i postizanje boljih rezultata ukoliko se ne vodi računa o osnovnim didaktičkim principima kognitivne teorije učenja. Nisu digitalni materijali ti koji utječu na krajnje ishode učenja, nego su to nastavne metode koje prate primjenu različitih nastavnih tehnologija. Drugim riječima, promijenimo li samo medije putem kojih prezentiramo nastavne sadržaje, a zadržimo pri tome iste nastavne metode kao i ranije, efikasnost nastave ostaje ista. Vrijedi i obratno – ukoliko se efikasno koristimo nastavnim metodama učenje će biti efikasno, bez obzira na nastavne tehnologije koje se koriste u nastavi. Međutim, digitalni materijali se međusobno razlikuju s obzirom na potencijal stvaranja nastavnih situacija koje nam omogućuju efikasno korištenje nastavnih metoda. Neki digitalni materijali u većoj mjeri olakšavaju realizaciju interaktivne nastave od drugih.

Viša kvaliteta nastave postiže se kada nastavnik uključuje učenike u proces otkrivanja i spoznavanja tražeći od njih da sami uočavaju bitne pojedinosti, sličnosti i razlike, povezivanje u cjelinu, zaključivanje itd. Svrha vizualizacije bi trebala biti da učenici uz nastavnu pomoć promatraju predmete i pojave da bi došli do jasnih i pravilnih spoznaja. Dobro izvedena vizualizacija bi trebala utjecati ne samo na proces usvajanja znanja nego i na razvoj učenikovih intelektualnih, senzorskih i praktičnih sposobnosti, te sposobnosti izražavanja. Ona je uspješno sredstvo za suzbijanje verbalizma i formalizma u znanju učenika.

Bez vizualiziranja problema teško je predstaviti fizikalne modele i sustave. U slučaju nemogućnosti izvedbe pokusa koristit ćemo računalnu simulaciju. Pravilnom razradom modela i kvalitetnim metodičkim konceptom simulacija može uvelike olakšati stjecanje znanja.

Budućnost nastave fizike leži u interaktivnom pristupu, a samim time i u primjeni digitalnih materijala koji potiču interaktivnost. U tom smislu, u okviru inicijalnog obrazovanja i stručnog usavršavanja nastavnika, nužno je dodatno razvijati kompetencije nastavnika koje se odnose na pažljivu selekciju i metodiku primjene modernih tehnologija u nastavi fizike.

Literatura

1. *Suvremene ideje u metodici nastave fizike*, Rudolf Krsnik, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
2. *Lernen mit Multimedia aus medienpsychologischer Sicht*, Issing, L.J. & Strzebkowski, R., Institut für Fachdidaktik Physik und Lehrerbildung Berlin, 1997.
3. *Interactive-engagement versus traditional methods*, Richard R Hake, American journal of Physics. 1998.
4. *Media Will Never Influence Learning*, Richard E. Clark, Educational Technology Research & Development, 1994.
5. *The Role of Interest in Learning From Scientific Text and Illustrations: On the Distinction Between Emotional Interest and Cognitive Interest*, Shannon F. Harp and Richard E. Mayer University of California, Santa Barbara, Journal of Educational Psychology, 1997.
6. *Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design*, John Sweller, Learning and Instruction, Volume 4, Issue 4, 1994.
7. *Simulacije u nastavi fizike*, Amila Spahić, diplomski rad, Univerzitet u Sarajevu Prirodno – matematički fakultet Odsjek za fiziku, veljača 2013.
8. *How Long Does it Take to Create Learning?*, Brian Chapman, A Chapman Alliance, Research Study, September 2010.
9. *An Essential Checklist for Creating Interactive eLearning*, www.shiftelearning.com , preuzeto u lipnju 2015.