

Računalniško podprti pouk fizike v srednji šoli – študij primera

The Computer-Based Instructions in a Physics Course in the Secondary School – Case Study

Simon Ülen

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko
simon.uelen@guest.arnes.si

Ivan Gerlič

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko
ivan.gerlic@uni-mb.si

Povzetek

V zadnjih štirih letih poteka v Sloveniji intenzivna posodobitev srednješolskih učnih programov. Posodobitev vključuje tri večja področja: uvedbo posodobljenih učnih načrtov, spremembe pri izvedbi mature iz posameznih predmetov in iskanje novih, aktivnejših oblik poučevanja. Osnovno vodilo posodobitve je poiskati tiste učne pristope oziroma metode poučevanja, ki bi omogočale dijakom doseganje globljih - višjih nivojev znanja. V posodobitvi aktivno sodelujemo tudi raziskovalci na področju poučevanja fizike, združeni v večih projektih, kot sta npr. Razvoj naravoslovnih kompetenc in projekt Posodobitev gimnazije. V članku prikazujemo del aktivnosti avtorske skupine, ki aktivno sodeluje v obeh projektih, s poudarkom na analizi učinkovitosti računalniško podprtega pouka fizike v srednji šoli. V raziskavi smo, po izvedenih učnih urah iz izbranih poglavij Elektrike, preverjali znanje dijakov, pri čemer smo eno skupino dijakov (eksperimentalna skupina) poučevali z uporabo interaktivnih gradiv, ki smo jih posebej izdelali za raziskavo. Drugo skupino dijakov (kontrolna skupina) smo poučevali na tradicionalni način – frontalno, z metodo razlage in demonstracije. Testirali smo pet taksonomskih stopenj oziroma nivojev znanja dijakov: poznavanje, analizo, sklepanje, primerjavo in ovrednotenje. Rezultati dijakov eksperimentalne skupine so bili boljši od rezultatov dijakov kontrolne skupine na vseh taksonomskih stopnjah. Z rezultati študije smo potrdili našo domnevo, da je računalniško podprt pouk fizike v srednji šoli eden izmed možnih učnih pristopov, ki omogoča doseganje višjih taksonomskih nivojev znanja ter tako lahko predstavlja uspešno dopolnitev, v izbranih primerih pa tudi alternativo tradicionalnemu poučevanju fizike.

Ključne besede: tradicionalni frontalni pouk, informacijska in komunikacijska tehnologija (IKT), simulacije, računalniško podprt pouk fizike

Abstract

In the last four years there has been intensive renovation of education across high schools in Slovenia. This renovation has focussed on three main areas, firstly, the introduction of new curriculums, secondly, changes to general examinations before leaving high school and thirdly, the search for new and innovative methods of teaching. The main purpose of this change is to discover what kind of teaching approaches and methods will enable students to reach a higher level of knowledge. This programme of renovation has included participation from Physics Education Researchers who have been involved with important projects such as the Development of Science Competences and The Renovation of the Gymnasium. In this paper we present a review of activities of the authors group that has actively participated in both projects, with emphasis on analysing the successfulness of the computer-based lessons in a Physics course in the secondary school. This research examined the knowledge of third-year high school students after carrying out lessons specifically on the topic of Electricity. In one group (experimental group) students were taught using interactive materials, which we prepared specially for this study. The second group (control group) were taught traditionally - expository teaching and demonstration method were used. Five taxonomic levels were assessed: Knowledge, Analysis, Inference, Comparison and Evaluation. The study showed that the results of the students from the experimental group were significantly better than the results of the students from the control group on every taxonomic level. These results offer support for the assumption that computer-based lessons may enable students to reach higher levels of knowledge and could therefore be an effective completion or alternative to traditional approaches.

Keywords: ex cathedra teaching, information and communication technology (ICT), simulations, computer-based physics` lesson

1 Uvod

Obstaja več razlogov, da učitelji v srednjih šolah praviloma uporabljajo tradicionalne oblike in metode dela, kot je npr. frontalna oblika pouka z metodo razlage. V prvi vrsti k temu prispeva število dijakov v razredih, (npr. v Sloveniji praviloma presega število 30), velikokrat velik obseg snovi, ki ga mora učitelj predelati v skladu z učnimi načrti in pa učitelji sami, ki so se v svojem srednješolskem izobraževanju največkrat srečevali s klasično obliko dela. Zaradi omenjenih razlogov, ki zagotovo niso edini, tudi poučevanje fizike poteka največkrat klasično, kjer učitelj dijakom frontalno podaja izbrano snov. Vendarle številni raziskovalci opozarjajo na težave, povezane s tradicionalnimi pristopi v poučevanju fizike.

Selcuk [2] opozarja, da je tradicionalni pouk fizike v večji meri omejen na memoriziranje enačb, pri čemer dijaki pogosto ne razumejo osnovnih konceptov, kar pogosto vodi do številnih težav pri problemsko zastavljenih nalogah. Posledično dijaki doživljajo fiziko kot težko, kar ima za posledico negativen odnos dijakov do fizike in nepriljubljenost predmeta. Kot temeljni problem tradicionalnega pristopa je von Glasersfeld (Von Glasersfeld, 1990) izpostavil posredovanje znanja pasivnim učencem, saj, kot je poudaril, znanja ni mogoče

posredovati, ampak si ga mora posameznik konstruirati sam z lastno aktivnostjo. Kozielska izpostavlja veščine, katere tradicionalni frontalni pouk, kjer so dijaki bolj ali manj pasivni poslušalci, v večji meri ne spodbuja in bi jih dijaki morali pridobiti tekom izobraževanja za poznejše uspešno delovanje v sodobni družbi: kreativnost, aktivnost, samoiniciativnost, fleksibilnost in sposobnost sprejemanja odločitev [Kozielska, 2004]. Številne raziskave in projekti doma in po svetu [McDermott, Redish, 1999; Thacker, 2003] kažejo na to, da se vedno več srednjih in visokih šol zaveda potrebe po spremembah v poučevanju fizike. Eden izmed takih projektov je tudi intenzivna posodobitev srednješolskih učnih programov, ki poteka zadnje štiri leta v Sloveniji. Ključni cilj prenove je poiskati tiste učne pristope oziroma metode poučevanja, ki bi omogočale dijakom doseganje globljih - višjih nivojev znanja. Kot možno izbiro v prispevku predstavljamo računalniško podprt pouk fizike v srednji šoli, na primeru izbranih poglavij iz Elektrike.

2 Računalniške simulacije

2.1 Pozitivne in negativne strani uporabe simulacij

V literaturi zasledimo precej študij, ki obravnavajo pozitivne in negativne strani uporabe računalniških simulacij pri pouku fizike [Sadaghiani, 2011; Podolefsky, Perkins in Adam, 2010]. Carlsen in Andre poročata o tehničnih težavah dijakov ob delu s simulacijami pri obravnavi električnih krogov, kot je npr. počasen odziv računalnikov [Carlsen in Andre, 1992]. Yildiz in Atkins v študiji ugotavljata več negativnih strani uporabe simulacij, npr. zelo dobrim dijakom uporaba simulacij ni predstavljala večjega izziva ali pa simulacije niso vsebovale jasnih učnih ciljev. [Yildiz in Atkins, 1996]. Kot negativno plat avtorji Lee, Nicoll in Brooks izpostavljajo manj bistvene aktivnosti ob uporabi simulacij, katere lahko motijo učenje dijakov [Lee, Nicoll in Brooks, 2004].

Po drugi strani številni raziskovalci poročajo o pozitivnih straneh uporabe simulacij. Finkelstein ugotavlja, da simulacije pri obravnavi električnih krogov omogočajo vizualizacijo določenih konceptov, ki jih sicer pri elektriki z realnim eksperimentom ni moč videti (npr. električni tok) [Finkelstein in drugi, 2005]. Casperson in Linn v raziskavi o uporabnosti simulacij pri obravnavi pojavov iz elektrostatike ugotavljata, da simulacije pomagajo dijakom povezati mikroskopski in makroskopski pogled na določen pojav [Casperson in Linn, 2006]. Wieman, ki že od leta 2001 sistematično raziskuje in razvija interaktivne simulacije za pouk fizike, opozarja, da še tako dobra simulacija, ki je slabo uporabljena pri pouku, ni učinkovita in obratno – ob kvalitetni aktivnosti pri pouku lahko tudi slabšo simulacijo koristno uporabimo [Wieman, 2007].

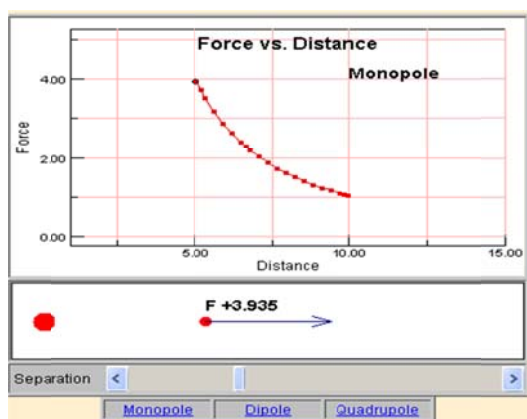
Tako negativne kot pozitivne strani ustrezne uporabe računalniških simulacij pri izbranih učnih temah opozarjajo, da je raziskovanje učinkovitosti uporabe računalniških simulacij v poučevanju, kdaj in kje jih vključiti v pouk, kako jih najučinkoviteje vključiti v učni proces itd., še vedno v svoji zgodnji fazi, zato bo v prihodnosti potrebnih še več študij, ki bodo poiskale odgovore na te dileme.

2.2 Od simulacij do fizletov

Najprej so bile za simulacije potrebne zahtevnejše grafične postaje (npr. HP, Silicon Graphic.), s pojavom osebnih računalnikov in svetovnim spletom pa so postale dosegljive vsem in na vseh stopnjah izobraževanja [Gerlič, 2006]. V zadnjem desetletju so ena od pomembnih tehnologij programi, napisani v Javi, največkrat namenjeni uporabi skupaj s hipertekstom, ki lahko predstavlja moderno obliko interaktivnega učbenika. Takim javanskim

programom pravimo apleti [Christian, Belloni in Divjak, 2006]. Obenem moramo izpostaviti še eno tehnologijo, ki je značilna predvsem za spletne aplikacije, to je JavaScript [Gerlič, 2006]. JavaScript je skriptni jezik, ki nam sam po sebi omogoča vnos večje dinamike v morda statične hipertekstne strani. Prav možnost kombinacije interaktivnih programov s primernimi spremnimi besedili v hipertekstu je vodila v razvoj apletov, za katere je značilno, da ponujajo funkcije, ki jih lahko vključimo v skripte, tako da dopolnjujejo naš hipertekst.

Aplete, orientirane na ožje fizikalno področje oz. fizikalni problem, imenujemo fizleti [Christian, Belloni in Divjak, 2006]. Fizleti so fizikalni apleti, za katere je značilno prav to, da jih je mogoče programirati, prilagajati lastnim učnim situacijam s pomočjo JavaScript-a. So majhni, prilagodljivi javanski apleti, vezani na ozki fizikalni problem. Odlikuje jih več lastnosti, ki jim dajejo še posebno izobraževalno vrednost. Imajo enostavno grafiko, vsak fizlet običajno obravnava en fizikalni pojav in se ne ukvarja z analizo podatkov, zato so razmeroma preprosti. Dijaki ob raziskovanju fizikalnega pojava lahko spreminjajo relevantne parametre in takoj vidijo posledico svojih dejanj. Na ta način dijaki najprej raziščejo in spoznajo osnovne koncepte izbranega fizikalnega pojava, nakar lahko sledi nadaljnja teorijska ali praktična obravnava. Fizlete smo v raziskavi uporabili pri izdelavi interaktivnih učnih listov, katere smo uporabili pri računalniško podprtem pouku. Na sliki 1 je fizlet [Christian, Belloni in Divjak, 2006], ki smo ga v naši raziskavi uporabili pri izdelavi interaktivnega učnega lista za raziskavo Coulombovega zakona.



Slika 1: Simulacija omogoča, da dijaki raziščejo odvisnost sile med nabojema od njune medsebojne razdalje.

Pri računalniško podprtem pouku smo uporabili fizlete, na spletu pa je še ogromno podobnih in še boljših (grafično, vsebinsko itd.) simulacij, kot so npr. Phet simulacije¹.

2.3 Računalniško podprti pouk

V raziskavi je bila računalniško podprta učna ura fizike sestavljena iz naslednjih glavnih komponent:

- Ugotavljanje predznanja dijakov o izbranem pojavu – diskusija z dijaki.
- Motivacija dijakov z izpostavitvijo problema, ki smo ga želeli raziskati; običajno smo izvedli (realni) demonstracijski eksperiment in dijakom zastavili vprašanje, na katerega še niso vedeli odgovora. Npr., pred obravnavo električnih sil oz. Coulombovega zakona smo naelektrili balon, ki se je ob dotiku “prilepil” na steno. Dijaki so sklepali, da med naelektrenimi telesi obstajajo električne sile. Sledilo je učiteljevo vprašanje, od česa je v dani situaciji, npr. v primeru dveh ali več nabojev,

¹ phet.colorado.com

električna sila odvisna. Odgovori na to vprašanje so bili različni in v malo primerih pravilni.

- Reševanje zastavljenega problema - obravnava nove učne snovi: dijaki so v parih ob računalnikih samostojno raziskovali zastavljeni problem s pomočjo interaktivnih učnih listov; učitelj je samo po potrebi pomagal, svetoval in odgovarjal na vprašanja dijakov. Interaktivne učne liste, katere smo izdelali z ustreznimi fizleti in dodanim hipertekstom, smo zasnovali tako, da so dijaki ob problemsko zastavljenih vprašanjih in nalogah spoznali izbrani fizikalni pojav.
- Preverjanje razumevanja obravnavanega pojava, zakona, konceptov itd. v novih problemsko zastavljenih situacijah in s tem usvojenega znanja. Doseženo znanje dijakov smo preverjali na koncu vsake učne ure z interaktivnimi učnimi listi.

3 Namen raziskave

Glavni cilj raziskave je bil preveriti možnost doseganja višjih taksonomskih nivojev znanja fizike in s tem učinkovitost računalniško podprtega pouka fizike v srednji šoli, na primeru poglavij iz Elektrike (3. letnik splošne gimnazije). Poglavitni razlog, da smo v raziskavo vključili ravno poglavja iz Elektrike, je zahtevnost učne snovi in posledično težave, ki jih imajo srednješolci s predstavo in razumevanjem določenih fizikalnih konceptov (npr. razumevanje koncepta električnega polja). Zanimala nas je učinkovitost računalniško podprtega pouka v primeru petih taksonomskih nivojev znanja, in sicer (Phye, 1997):

1. znanje oz. poznavanje: pomeni samo spominsko usvojitev določenih pojmov, zakonov, definicij itd.
2. analiza: pomeni razstavitev celote na razpoznavne elemente in razumevanje odnosa med deli in celoto,
3. primerjava: obsega prepoznavanje podobnosti in razlik ter razumevanje pomena le-teh,
4. sklepanju: zajema različne oblike induktivnega in deduktivnega sklepanja
5. vrednotenju: obsega izrekanje sodb o vrednosti posameznih idej, argumentov, eksperimentalnih rešitev itd., glede na predhodno določene kriterije.

Znanje dijakov smo preverjali pred obravnavo učnih vsebin (pred-test) in po obravnavi učnih tem (po-test). Oba, tako pred-test kot po-test, sta vsebovala 12 nalog objektivnega tipa s štirimi možnimi odgovori. Posebej nas je zanimalo, v kolikšni meri omogočata različna učna pristopa doseganje višjih taksonomskih nivojev znanja, kot so analiza, primerjava, sklepanje in vrednotenje.

3.1 Metoda

Izvedli smo pedagoški eksperiment in sicer na naslednji način: vsaka učna tema je bila izvedena na dva načina, v kontrolni skupini s tradicionalnim pristopom in v eksperimentalni skupini z računalniško podprtim poukom. Obravnavali smo štiri učne teme v skladu z veljavnim učnim načrtom za slovenske splošne gimnazije²: Električno polje, Coulombov zakon, Sila na naboj v ravnini in Električni pretok. Obravnava učnih tem je potekala dva tedna, dodaten teden je bil namenjen za pred-test in po-test.

²Učni načrt dostopen na spletnem naslovu <http://portal.mss.edus.si>

3.2 Raziskovalni vzorec

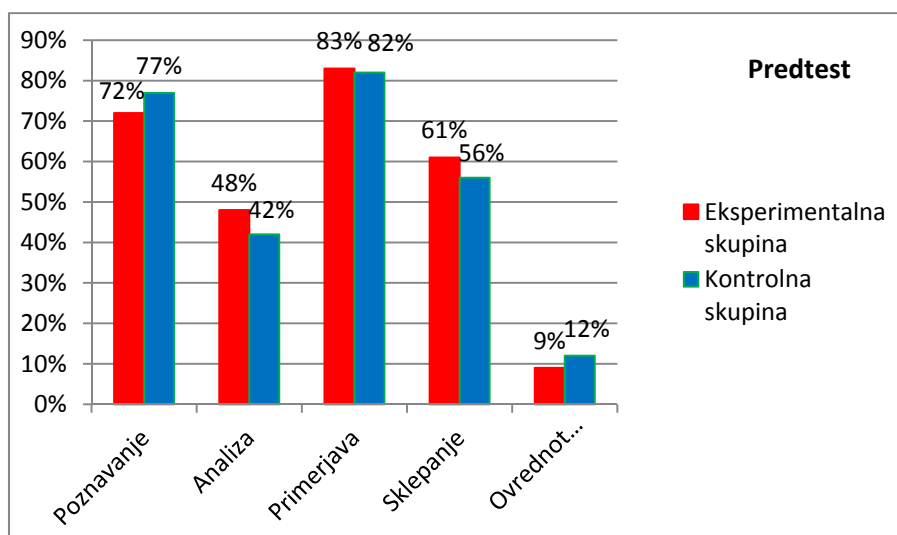
Raziskava je bila izvedena na Gimnaziji Franca Miklošiča Ljutomer v šolskem letu 2011/2012. V raziskavi je sodelovalo 59 dijakov 3. letnika gimnazije, pri čemer je 26 dijakov sestavljalo eksperimentalno skupino, 33 dijakov pa kontrolno skupino. Gimnazija v Ljutomeru je tipična slovenska splošna gimnazija s približno 500 dijaki.

4 Rezultati

V prispevku predstavljamo rezultate deskriptivne statistike. Najprej predstavljamo rezultate pred eksperimentom, nato sledi prikaz rezultatov po eksperimentu.

4.1 Rezultati pred-testa

Na sliki 2 grafično predstavljamo odstotek doseženih točk pri posameznih taksonomskih nivojih znanja, pred izvedbo eksperimenta.

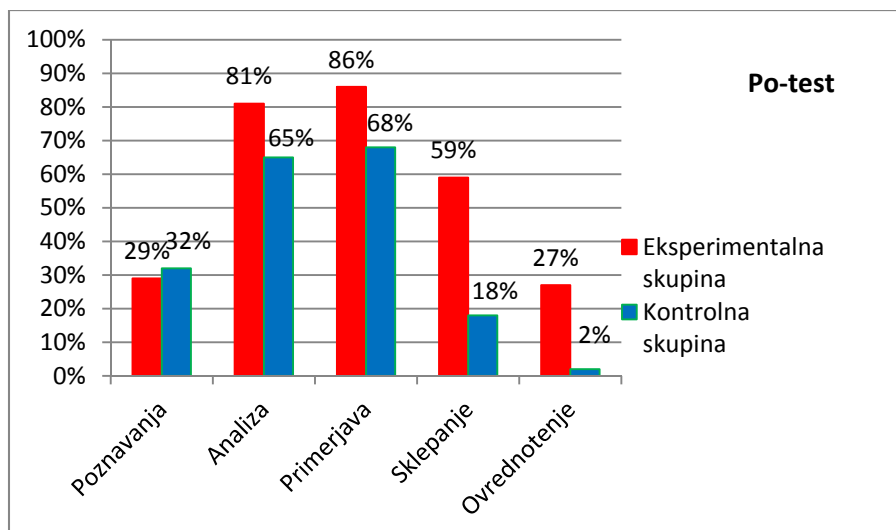


Slika 2: Odstotek doseženih točk dijakov na posameznih nivojih znanja pred eksperimentom.

Iz grafičnega prikaza je razvidno, da sta bile obe skupini primerljivega znanja pred izvedbo učnih ur.

4.2 Rezultati po-testa

Na sliki 3 grafično predstavljamo odstotek doseženih točk pri posameznih taksonomskih nivojih znanja, po izvedbi eksperimenta.



Slika 3: Odstotek doseženih točk dijakov na posameznih nivojih znanja po eksperimentu.

Predvsem nas je zanimalo, v kolikšni meri omogočata računalniško podprti pouk fizike na eni strani in tradicionalni frontalni pouk na drugi strani doseganje višjih taksonomskih nivojev znanja fizike dijakov v srednji šoli. Iz grafičnega prikaza na sliki 3 razberemo, da so rezultati eksperimentalne skupine na posameznih višjih taksonomskih nivojih znanja občutno boljši od rezultatov kontrolne skupine. Na nivoju analize se rezultati eksperimentalne skupine za 16% razlikujejo od rezultatov kontrolne skupine (81% proti 65%). Podobno ugotavljamo prednost eksperimentalne skupine pri primerjavi (86% proti 68%), sklepanju (59% proti 18%) in ovrednotenju (27% proti 2%).

5 Zaključek

V študiji smo preverjali učinkovitost računalniško podprtega pouka fizike v srednji šoli in ga izpostavili kot primer dobre prakse, ki lahko predstavlja enega izmed možnih inovativnih učnih pristopov pri pouku fizike. Zanimalo nas je, v kolikšni meri tak učni pristop omogoča doseganje višjih taksonomskih nivojev znanja: analize, primerjave, sklepanja in ovrednotenja. Po izvedbi načrtovanih učnih ur smo primerjali rezultate po-testa dijakov eksperimentalne skupine, v kateri je učitelj izvajal računalniško podprti pouk fizike s poudarkom na samostojnem raziskovanju, z rezultati dijakov kontrolne skupine, kjer je učitelj izvajal tradicionalni frontalni pouk fizike.

Iz rezultatov po-testa je razvidno, da računalniško podprti pouk fizike omogoča doseganje višjih taksonomskih nivojev znanja v večji meri kot tradicionalni frontalni pouk in ga zato lahko, v našem primeru, smatramo za učinkovitejši učni pristop in zatorej možno izbiro učiteljev fizike v luči posodobitve srednješolskega izobraževanja v Sloveniji.

Strinjamo se s tistimi raziskovalci, ki poudarjajo, da je realni eksperiment temelj vsakega učnega pristopa pri pouku fizike in da je tradicionalni frontalni pouk še vedno nepogrešljiv učni pristop pri pouku fizike. Hkrati pa dodajamo, da nam, tudi zaradi hitrega razvoja sodobnih tehnologij in novih generacij dijakov kot uporabnikov le-teh, IKT nudi številne nove možnosti za izpopolnitev ali dopolnitev tradicionalnega poučevanja fizike. Obenem nam IKT tudi nudi številne možnosti za razvoj novih, inovativnih učnih pristopov, zato v prihodnosti potrebujemo še več dodatnih raziskav in projektov, na katerih bo tudi naša skupina še nadaljevala.

Viri

- Carlsen, D. D., Andre, T. (1992). Use of microcomputer simulation and conceptual change text to overcome student preconceptions about electric circuits, *Journal of Computer-Based Instructions* 19.
- Casperson, J. , Linn, M. C. (2006). Using visualizations to teach electrostatics, *American Journal of Physics* 74 (4).
- Christian, W., Belloni, M., Divjak, S. (2006). Fizika s fizleti. Interaktivne predstavitve in raziskave za uvod v fiziko, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K. , Keller, C. J. Kohl, P. B. , Perkins, K. K. Podolefsky, N. S. et al. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 1, 010103.
- Gerlič, I. (2009). Izzivi novih tehnologij in šola bodočnosti, Informacijska družba IS – 2009, Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi.
- Huffman D., Goldberg F. , Michlin, M. (2003). Using computers to create constructivist learning environment; Impact on pedagogy and achievement, *The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 22 (2).
- Kozielska, M. (2004) Developing creativity of students in a computer-assisted learning process, *European Journal of Physics* 25: 279-285.
- Lee, K. M. , Nicoll, G. Brooks, D. W. (2004). A comparison of inquiry and worked example web-based instruction using physlets, *Journal of Science Education and Technology* 13 (1).
- McDermott, C. L., Redish, E. F. (1999). Resource letter: PER-1: Physics Education Research, *American Journal of Physics* 67 (9), 755 – 767.
- Phye G.D., (1997). *Handbook of Classroom Assessment: Learning, Adjustment and Achievement*, Academic press, ZDA.
- Podolefsky, N. S. , Perkins, K. K. , Adams, W. K. (2010). Factors promoting engaged exploration with computer simulations, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 6, 020117.
- Sadaghiani, H. R. (2011). Using multimedia learning modules in a hybrid-online course in electricity and magnetism, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 7, 010102.
- Selcuk, G. Z., Sahin M. & Acikgöz, K. Ü. (2009). The Effects of Learning Strategy Instruction on Achievement, Attitude, and Achievement Motivation in a Physics Course. *Res Sci Educ* 41, 39 – 62.
- Spletni vir:
http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/media/pdf/un_gimnazija/un_fizika_gimn.pdf (9. 12. 2010).
- Thacker, B. A. (2003). Recent advances in classroom physics, *Rep. Prog. Phys.* **66**, 1833–1864.
- Von Glasersfeld, E. (1990). An Exposition of Constructivism: Why Some Like it Radical. *Monographs of Journal for Research in Mathematics Education*, #4. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 19 – 29.
- Wieman, C. E. (2007). Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, any why. *American Journal of Physics* **76** (4&5).
- Yildiz, R., Atkins, M. (1996). The cognitive impact of multimedia simulations on 14 year old students, *British Journal of Education Technology* 27.