

Predlog za razvoj osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter digitalne pismenosti pri pouku naravoslovnih predmetov v osnovni šoli s pomočjo računalniško podprtega laboratorijskega dela



*Andreja ŠPERNJAK¹, Andrej ŠORGO¹, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za biologijo

V izobraževanju se je za dvig kakovosti življenja, za svobodno, odgovorno in uspešno življenje, pozornost usmerila na razvoj kompetenc. Strokovnjaki so kompetence razdelili v več sklopov, ki so medsebojno povezani. Zaradi hitrega načina življenja bi bilo smiselno združiti več aktivnosti, s katerimi bi v istem času razvili čim več različnih kompetenc. V šolstvu bi naravoslovne kompetence lahko razvijali v veliki meri s pomočjo računalniško podprtega laboratorija, ki nudi razvoj palete kompetenc.

Ključne besede: biologija, izobraževanje, naravoslovne kompetence, računalniško podprt laboratorij

UVOD

V zadnjih desetletjih je dozorelo spoznanje, da absolventi šol največkrat niso pripravljeni v zadostni meri na izzive, ki jih od njih zahteva vključevanje v globalizirano družbo, trg dela ter zahteve po vseživljenjskem in prožnem izobraževanju.

¹Projekt delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Projekt se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, 3. razvojne prioritete: "Razvoj človeških virov in

vseživljenjskega učenja", 3.1 prednostne usmeritve "Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistema izobraževanja in usposabljanja" ter Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008–2011.

vseživljenjskega učenja", 3.1 prednostne usmeritve "Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistema izobraževanja in usposabljanja" ter Javni razpis za izvajanje projekta naravoslovne kompetence za obdobje 2008–2011.

Medtem, ko opredelitev kompetenc na teoretičnem nivoju verjetno v bližnji prihodnosti ne bo več deležna velikih sprememb, pa ostaja v veliki meri odprto vprašanje, kako zasnovati šolsko delo in izvesti pouk namenjen konkretnemu učencu, da bi te kompetence razvil v kar največji meri. V kolikor želimo da bi učenci dosegali višje taksonomske nivoje znanj in razvijali zaželene kompetence (Blažič in sod., 2003), mora pouk potekati z uporabo ustreznih učnih pristopov, didaktičnih metod in oblik dela, ki vključujejo ustrezne kognitivne ter metakognitivne procese (Gerlič, 2006). Izobraževalne inštitucije bi morale omogočiti optimalne pogoje poučevanja, s katerimi bi učenci lahko pridobili predpisana znanja in spretnosti (Smeets, 2004). Osnovne zahteve za doseg ciljev je aktivno učno okolje, ki ga v razredu vodi predvsem učitelj (Bransford, Sherwood, Hasselbring, Kinzer, & Williams, 1990; Duffy & Knuth, 1990).

Samo šolsko delo pa mora biti deležno ustrezne strokovne in znanstvene spremljave. Le tako se lahko izognemo odločitvam zasnovanim na nivoju anekdot ter po analitični in empirični poti raziščemo, katera metoda šolskega dela je uspešnejša pri doseganju višjih taksonomskih nivojev znanj (Bao, 2006; Coletta, 2005; Colletta, 2007; Hake, 1998; Špernjak in Šorgo, 2009) in kompetenc.

V prispevku sva se osredotočila na uporabo računalnika in pripadajočih merilnikov – računalniško podprt laboratorij (RPL) – pri urah biologije in naravoslovja, saj s takim načinom dela učenci lahko razvijajo več ključnih kompetenc na področju naravoslovja in to le z enim načinom dela (Šorgo in Kocijančič, 2007; Špernjak in Šorgo, 2009). S takim načinom dela zadovoljimo več pedagoških komponent: v istem času razvijamo naravoslovne kompetence in zadovoljujemo načelo časovne ekonomičnosti (več kompetenc v krajšem času).

OPREDELITEV KOMPETENC

Do današnjega pojmovanja koncepta kompetenc (Uradni list EU št. 394/10, 2006) je pripeljala vse prej, kakor linearna pot. Že ob koncu prejšnjega stoletja (in še pred uvedbo v izobraževanje pojma kompetence, v pomenu zmožnosti opraviti neko nalogo) so številni avtorji opisovali pozitivne učinke sodelovalnega učenja, zaradi katerih so učenci/dijaki/študentje pridobili učne spretnosti, lažje so reševali problemske naloge in utrjevali socialne odnose (Bennett in Dunne, 1994; Slavin, 1995; Susman, 1998). V letih, ki so sledila, so nastali številni nabori in delitve kompetenc. V našem šolskem prostoru pa se je predvsem uveljavila delitev kompetenc v 1) generične; 2) ključne; 3) posebne (specifične) kompetence in 4) predmetno specifične kompetence (Razdevšek Pučko in Rugelj, 2006).

Po klasifikaciji (Key competencies A developing con-

cept in general compulsory education, 2002) so generične kompetence tiste kompetence, ki jih posameznik bolj kot s specifičnim učenjem določene snovi razvija z načinom dela. Posebne (specifične) kompetence posameznik razvija na širšem, a specifičnem področju (npr: naravoslovje, v katerega so vključene biologija, fizika in kemija). Predmetno specifične kompetence so tiste kompetence, ki jih posameznik lahko pridobi in razvije le pri določenem predmetu (biologija: poznavanje bioloških zakonitosti, idr.). Manj jasna pa je opredelitev termina ključne kompetence, ki omogočajo izpolnitev opredeljenih ciljev. Načeloma so to tiste kompetence, ki so relevantne za vse ljudi, ne glede na spol, razred, raso, kulturni izvor in družinske okoliščine ali materni jezik. Biti morajo skladne z etičnimi, gospodarskimi in kulturnimi vrednotami in navadami skupnosti.

Svetlik (2006) je napravil sintezo devetih naborov ključnih kompetenc in le-te združil v sklope:

1. socialne kompetence v smislu sposobnosti vzpostavljanja dobrih odnosov z drugimi, sodelovanje oziroma delo v timih, skupnosti in podobno;
2. obvladovanje materinega jezika, branje v smislu hitrega pridobivanja pisnih informacij, pisno in ustno sporočanje, komuniciranje idej in informacij;
3. sposobnost divergentnega mišljenja, kritičnega presojanja, ustvarjalnosti in reševanja problemov;
4. obvladovanje novih tehnologij, zlasti informacijsko-komunikacijskih;
5. medkulturna kompetentnost v smislu poznavanja splošne in različnih kultur ter obvladovanje vsaj enega tujega jezika;
6. obvladovanje strategij samostojnega učenja in načrtovanja življenjske poti oziroma osebnega razvoja;
7. obvladovanje števil, matematike, analitičnega mišljenja;
8. podjetniška kompetentnost v smislu sposobnosti organiziranja, načrtovanja, vodenja, odločanja ipd.

O pomenu, ki ga daje kompetencam Evropska unija, je možno sklepati iz referenčnega okvirja EU. Le-tega določa osem ključnih kompetenc (Priporočilo evropskega parlamenta in sveta, 2007):

1. matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji;
2. digitalna pismenost;
3. sporazumevanje v maternem jeziku
4. učenje učenja;
5. sporazumevanje v tujih jezikih;
6. socialne in državljanske kompetence;
7. samoiniciativnost in podjetnost ter
8. kulturna zavest in izražanje.

Vse ključne kompetence štejemo za enako pomembne, saj vsaka od njih prispeva k uspešnemu življenju v družbi znanja. Številne kompetence se prekrivajo, dopolnjujejo in povezujejo: vidiki, ki so bistvenega pomena za eno področje, bodo podpirali kompetence na drugem. Kompetenca na področju temeljnih osnovnih znanj jezika, kompetenca branja, pisanja, računanja in na področju informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) je bistvena podlaga za učenje, učenje učenja pa podpira vse učne dejavnosti. Mnoge teme, ki jih navajajo v celotnem referenčnem okviru: kritično razmišljanje, ustvarjalnost, dajanje pobud, reševanje problemov, ocena tveganj, sprejemanje odločitev ter konstruktivno obvladovanje čustev, so pomemben dejavnik pri vseh ključnih kompetencah.

Ne glede na ugotovitev, da so vse kompetence enako pomembne, pa jih v neposredni šolski praksi ne moremo pri vseh predmetih in predmetnih področjih razvijati v enaki meri. Na področju naravoslovja bi lahko kompetenčni okvir EU (Uradni list EU št. 394/10, 2006) glede na pomembnost razdelili v tri skupine (slika 1).



Slika 1: Razdelitev ključnih kompetenc na področju naravoslovja

Znotraj pouka naravoslovnih predmetov lahko kot jedrni kompetenci prepoznamo predvsem:

- kompetenco v znanosti in tehnologiji ter matematično kompetenco. Kompetenca v znanosti in tehnologiji vključuje poznavanje osnovnih pojmov in procesov ter razumevanje delovanja znanosti. Matematična kompetenca pa se v osnovni ravni najbolj kaže v obvladanju štirih osnovnih matematičnih operacij, razumevanju razmerij ter enot merjenja ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter
- kompetenco digitalne pismenosti, ki vključuje učinkovito in kritično uporabo elektronskih medijev pri delu, komunikaciji in zabavi. Te kompetence so povezane z logičnim in kritičnim razmišljanjem, z visoko razvitimi spretnostmi upravljanja informacij in z dobro razvitimi spretnostmi komuniciranja.

Pri razvoju ostalih kompetenc pa je pouk naravoslovja lahko v enakopravnem položaju z ostalimi predmeti ali pa je njegov prispevek manjši v primerjavi z drugimi predmeti ali predmetnimi področji.

RAZVOJ OSNOVNE KOMPETENCE V ZNANOSTI IN TEHNOLOGIJI TER DIGITALNE PISMENOSTI PRI POUKU NARAVOSLOVNIH PREDMETOV

En od ključnih problemov s katerimi se danes srečujejo učitelji v šoli, je pomanjkanje motivacije pri učencih za učenje naravoslovnih predmetov. En od vzrokov za takšno stanje je dejstvo, da so programi naravoslovnih predmetov premalo povezan z učenčevimi življenjskimi izkušnjami, učitelji pa v poučevanje le redko vključuje uporabne vidike naravoslovnih znanj (Osborne in Collins, 2001). Zato učenci menijo, da je učenje naravoslovja nepotrebno breme, saj niso sposobni prepoznati povezav med abstraktnimi naravoslovnimi pojmi in lastnimi življenjskimi izkušnjami (Bennet in Holman, 2002, Osborne in Collins, 2001).

Tako učitelji naravoslovja kot raziskovalci, kakor tudi šolske oblasti želijo oblikovati take učne programe, ki bi motivirali mlade za študij naravoslovnih predmetov in tehnologij. Pri tem ne gre le za programe, ki bi vzbujali trenutno navdušenje za naravoslovne predmete, temveč za stalno vzdrževanje motivov za pridobivanje naravoslovnega znanja in za njegovo uporabo v življenju – se pravi razvoj kompetenc, v skladu s katerimi bodo delovali (Newman in sod., 1992; Brophy, 1998). Pri razvoju naravoslovnih kompetenc ne smemo pozabiti na razvoj »naravoslovne pismenosti«, ki pomeni zmožnost posameznika, da uporabi naravoslovno znanje in sposobnosti na različnih področjih in vsakdanjem življenju.

Ena od možnosti, kako dvigniti kakovost pouka naravoslovja in naravoslovne pismenosti ter ga približati učencem, je bila uvedba informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT) v pouk.

Do konca prejšnjega stoletja je bila pozornost usmerjena predvsem v osnovno delo z IKT (Chalkley in Nicholas, 1997; Richardson, 1997; Smeets in Mooji, 2001; Williams in sod. 2000). Med pomembnejšimi ugotovitvami so bile, da s pomočjo IKT lahko ustvarimo kreativno učno okolje, ustvarimo aktivno učenje in dosežemo cilje višjih kognitivnih kategorij (Alexandre, 1999; Jonassen, 1999), poleg tega pa učenci razvijajo digitalno pismenost. Ta vključuje varno in kritično uporabo IKT pri delu, v prostem času in pri medsebojnem sporazumevanju. Osnovna znanja digitalne pismenosti pa so uporaba računalnikov za iskanje, ocenjevanje, shranjevanje, proizvodnjo, predstavitev, izmenjavo informacij ter za sporazumevanje in

sodelovanje v skupnih omrežjih po internetu. Digitalna pismenost pa ne vsebuje le znanj, temveč zahteva temeljito razumevanje in poznavanje pojmov, dejstev in procesov, vloge in priložnosti IKT v vsakdanjem življenju: v zasebnem in socialnem življenju ter pri delu. Da bi to bilo mogoče mora uporabnik obvladati računalniške aplikacije, kot so obdelava besedila, izdelava razpredelnic, zbirke podatkov, shranjevanje in upravljanje podatkov ter razumevanje možnosti ter potencialnih nevarnosti interneta in sporazumevanja s pomočjo elektronskih medijev (elektronske pošte, omrežnih orodij) za delo, prosti čas, izmenjavo informacij in skupna omrežja, učenje in raziskave. Posameznik mora tudi razumeti, kako lahko IKT podpira ustvarjalnost in inovativnost ter se zavedati vprašanj glede veljavnosti in zanesljivosti informacij, ki so na voljo, ter pravnih in etičnih načel, ki so vključena v interaktivni rabi IKT.

VPLIV RAČUNALNIŠKO PODPRTEGA LABORATORIJSKEGA DELA NA RAZVOJ KOMPETENC

V zadnjih letih se pri pouku naravoslovnih predmetov vse bolj uveljavlja računalniško podprto laboratorijsko delo, v katerem računalnik, opremljen z ustrezno merilno opremo, pridobi vlogo vsestranskega merilnega instrumenta (Kocijančič in O'Sullivan, 2004). Računalnik, opremljen z ustreznim vmesnikom za merjenje in krmiljenje, omogoča popolnoma nove in drugačne razsežnosti izobraževanja tudi pri pouku biologije (Šorgo, 2004; Šorgo, 2005; Šorgo in sod., 2008). Z uporabo računalnika in ustrezno dodatno opremo lahko:

- učenci izvajajo posodobljene in bolj zanimive obstoječe laboratorijske vaje, kjer razvijajo sledeče kompetence (slika 1):
 - osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter matematične kompetence,
 - digitalna pismenost,
 - razumevanje in uporaba naravoslovnih pojmov v maternem jeziku;
- z inovativnimi kombinacijami različnih merilnih naprav vpeljemo nove demonstracijske in samostojne laboratorijske vaje, kjer razvijajo sledeče kompetence (slika 1):
 - učenje učenja,
 - samoiniciativnost in podjetnost,
 - sporazumevanje v tujih jezikih (saj je večina računalniških programov te vrste še vedno v tujem jeziku – najpogosteje je to angleški jezik);
- izboljšamo vizualizacijo in omogočimo učencu boljšo

predstavo o rezultatih laboratorijskih vaj, ki jih lahko zaradi lažjega razumevanja prenesemo na primere iz vsakdanjega življenja kjer razvijajo sledeče kompetence (slika 1):

- osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji ter matematične kompetence,
- digitalna pismenost,
- razumevanje in uporaba naravoslovnih pojmov v maternem jeziku,
- učenje učenja,
- samoiniciativnost in podjetnost,
- sporazumevanje v tujih jezikih.

Z uporabo RPL pri naravoslovnih predmetih v osnovni šoli bi učenci dobili občutek pravega znanstvenega raziskovalnega dela, ker bi šolski laboratorij lahko spremenili v manjši znanstveni laboratorij. Ob tem bi razvijali:

- prepoznavanje naravoslovno-znanstvenih vprašanj;
- znanstveno razlaganje pojavov;
- uporabo naravoslovno-znanstvenih podatkov.

Osnovnošolci bi lahko s pomočjo RPL razvijali več različnih kompetenc posebej, če bi:

- v laboratoriju ali naravoslovni učilnici izvajali več praktičnih poskusov;
- morali samostojno sestaviti preprost načrt laboratorijskega poskusa za raziskovanje naravoslovnega problema;
- sami pripravili poskuse;
- morali narediti raziskavo, s katero bi preverili svoje zamisli;
- profesor s primeri uporabe sodobne tehnologije pokazal, kako je naravoslovje pomembno za družbo in njen razvoj;
- profesor jasno razložil, kako pomembno je naravoslovno znanje v življenju posameznika;
- profesor s pomočjo naravoslovja pomagal učencem razumeti svet zunaj šole;
- profesor razložil, kako lahko naravoslovno znanje uporabijo pri različnih življenjskih pojavih.

V sklepnih fazi sva se osredotočila na predlagana posodobljena učna načrta za naravoslovje v 6. in 7. razredu in biologijo v 8. in 9. razredu osnovne šole. Zanimalo naju je ali so zapisane aktivnosti, s katerimi bi s pomočjo IKT učenci lahko razvijali zgoraj opisane kompetence. Po pregledu učnih načrtov, sva ugotovila, da pri nobeni vsebini niso podane dejavnosti ali vsaj smernice za uporabo IKT, zato v tabeli 1 povzemava splošne cilje/kompetence, pri katerih bi s pomočjo RPL lahko razvijali naravoslovne kompetence.

Tabela 1: Predlog uporabe RPL pri urah naravoslovja v 6. in 7. razredu in biologije v 8. in 9. razredu osnovne šole za razvoj ključnih naravoslovnih kompetenc

Razvoj naravoslovnih kompetenc s pomočjo RPL		
	Naravoslovje v 6. in 7. razredu	Biologijo v 8. in 9. razredu
Cilji iz prenovljenega učnega načrta za naravoslovje v 6. in 7. razredu in za biologijo v 8. in 9. razredu	<p>poznavanje in razumevanje temeljnih naravoslovnih konceptov ter njihova uporaba pri razlagi naravnih pojavov in dogajanj v okolju;</p> <p>iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz različnih virov;</p> <p>razvijanje eksperimentalnih spretnosti in metod raziskovanja;</p> <p>razvijanje stališč in odnosov;</p> <p>razumevanje vplivov naravoslovno-matematičnih znanosti in tehnologij na razvoj družbe in na okolje.</p>	<p>razumevanje dejavnikov, ki vplivajo na stabilnost oz. nestabilnost ekosistemov;</p> <p>razumevanje pretoka energije in kroženje snovi skozi žive sisteme; ustrezen in odgovoren odnos do narave na osnovi znanja in razumevanja ter interes za njeno aktivno ohranjanje;</p> <p>sposobnost za prepoznavanje kompleksnih problemov in njihovo reševanje ter znanstven način razmišljanja;</p> <p>učenje na osnovi opazovanj in eksperimentov ter ročne spretnosti;</p> <p>zmožnost uporabe sodobne tehnologije, iskanje in obdelavo podatkov in ekstrakcijo informacij;</p> <p>zmožnost za sodelovanje in odgovornost pri delu ter načrtovanje in izvajanje enostavnih bioloških raziskav ter interpretacije rezultatov in sposobnost kompleksnega mišljenja.</p>

Pregledni znanstveni članek je nastal v sklopu projekta Razvoj naravoslovnih kompetenc, ki poteka na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru in ga sofinancira Evropski socialni sklad.

DISKUSIJA (S SKLEPI)

Gospodarska globalizacija in informacijska revolucija napovedujeta radikalne spremembe v sami naravi procesa učenja (Blažič, 2008), zato bodo učitelji morali spremeniti tudi metode poučevanja (Hardman, 2005), da bodo dvignili zanimanje za naravoslovne predmete in v čim večji meri razvijali naravoslovne kompetence. V osnovni šoli

je IKT uporabljena kot tehnologija, s katero učenci razvijajo kompetence iskanja, zbiranja in obdelave tekstovnih gradiv. RPL je v osnovni šoli novost, ki poleg omenjenih kompetenc pri uporabi IKT omogoča razvoj ključnih naravoslovnih kompetenc (slika 1). Učitelji se za uporabo RPL delu le redko odločajo, ker ga še ne poznajo dobro, imajo občutek, da so nevedši pri pripravi takega načina dela, za katerega bi potrebovali tudi veliko dodatnega časa, energije in spretnosti.

V gimnazijskih programih učitelji naravoslovnih predmetov uspešno uporabljajo RPL kot pripomoček za laboratorijsko delo, pri katerem razvijajo predvsem generične kompetence (kompetence, ki jih posameznik bolj kot s specifičnim učenjem določene snovi razvija z načinom dela), ki so predmetno neodvisne. Učitelji bi z uporabo RPL v prvi vrsti sami utrdili generične kompetence, učenci pa bi le-te (še dodatno) razvijali. Glede na trenutnem trendu uporabe RPL bi morebiti marsikateri učenec lažje/hitreje razvil ključne kompetence na področju naravoslovja, hkrati pa tudi generične kompetence. Računalniki so za današnjo mladino igrača, s katerimi bi šolskem okolju ob vključitvi RPL lahko pripravili aktivno učno okolje. S pomočjo RPL bi učenci lažje prepoznali povezave med mnogimi abstraktnimi pojmi in lastnimi življenjskimi izkušnjami, kar bi doprineslo k višji kakovosti učenčevega znanja.

Nikakor ne smemo misliti, da bi z uporabo RPL (ker delamo z aparaturami), izpodrinili razvoj osebnih in/ali socialnih kompetenc. Učenci ob uporabi RPL lahko prav tako razvijajo socialne in državljanske kompetence, kulturno zavest in izražanje, saj bi učenci ob uporabi RPL medsebojno sodelovali, komunicirali in se navajali na skupinsko delo.

Uvedba RPL v osnovnošolske laboratorijske vaje predstavlja za vse (učitelje in učence) noviteto. Do sedaj učenci nikoli niso bili glavna ovira pri uvajanju novitet v šolski sistem, temveč učitelji, posebej tisti, ki so se strogo držali učnih načrtih, čeprav le-ti dopuščajo izbor načinov in metod dela. Učitelji se najprej prestrašili neznanega, nato pa ugotovijo, da bo potrebno vložiti dodatno energijo za usvojitve novosti in spremembi način razmišljanja. Ravno zaradi slednjega bi v učne načrte, pod aktivnosti, bilo dobro zapisati, delo z računalnikom in podpornimi sredstvi. S tem bi zagotovili delo z drugačnimi, modernejšimi pristopi, učitelji pa se ne bi mogli izgovarjati, da tako delo v učnem načrtu ni predvideno. Učenci že v osnovni šoli zelo suvereno rokujejo z računalniki in večino potrebne dodatne opreme, medtem ko jih učni načrti skoraj ne omenjajo. Vendar smo ob pregledu učnih načrtov ugotovili, da je veliko ključnih kompetenc, ki bi jih lahko razvijali s pomočjo RPL.

LITERATURA

- Alexander, J. O. (1999). Collaborative design, constructivist learning information technology immersion, & electronic communities a case study, *Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21st Century* 7 (1-2).
- Bao, L., (2006). Theoretical comparisons of average normalized gain calculations, *American Journal of Physics*, 74 (10).
- Bennett, J., & Holman, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? In J. K. Gilbert et al. (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-based practice*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Bennett, N., & Dunne, E. (1994). The nature and quality of talk in co-operative classrooms groups. *Learning and Instruction* 1, 103–118.
- Blažič, M., Ivanuš Grmek M., Kramar M., Strmčnik F. (2003). Didaktika – visokošolski učbenik, Visokošolsko središče Novo mesto.
- Blažič, M. Globalization process and education. *Pedagoš. obz.*, 2008, let. 23, št. 1, str. 74–85.
- Bransford J. D., Sherwood, R. D., Hasselbring, T., Kinzer, C. K., & Williams. S. M. (1990). Anchored instruction: why we need it and how technology can help. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *Cognition, education, multimedia. Exploring ideas in high technology* (pp. 115–141). Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brophy, J. (1998). *Motivating students to learn*. Boston: McGraw Hill.
- Chalkley, T. W., & Nicholas, D. (1997). Teachers' use of information technology: observations of primary school classroom practice. *Aslib Proceedings*, 49(4), 97–107.
- Coletta, P.V. et al. (2005). Interpreting FCI scores: Normalized gain, pre-instruction scores, and scientific reasoning ability, *American Journal of Physics*, 73 (10).
- Coletta, P.V. et al., 2007. Why You Should Measure Your Students' Reasoning Ability, *The Physics Teacher*, 45.
- Duffy, T., M., Knuth, R., A., *Hypermedia and instruction: where is the match?*, *Designing hypermedia for learning*, Springer-Verlag, London, 1990.
- Gerlič I., Udir V. (2006). Problemi pouk fizike v osnovni šoli, ZRSŠ.
- Hake R.R. (1998). Interactive – engagement versus traditional methods: A six – thousand – student survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics*, 66 (1).
- Hardman, J. An exploratory case study of computer use in a primary school mathematics classroom: New technology, new Pedagogy? *Perspectives in Education*. 23, No. 4/2005, str. 99–111.
- Ivšek M. (2006). Kako razvijati kompetence pri učencih v osnovni in srednji šoli. *Vzgoja in izobraževanje* 37, 1 : 3.
- Jonassen, D. H. (1999). *Computers as mindtools for schools; Engaging critical thinking* (second ed.), Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Key competencies A developing concept in general compulsory education, 2002. EU: Eurydice European Unit.
- Kocijančič, S. O'Sullivan, C. Are dead chickens ohmic? *Phys. Education*. 39, No. 1/2004, str. 69–73.
- Newmann, F., Wehlag, G., & Lamborn, S. (1992). The significance and sources of student engagement. In F. Newmann (Eds.), *Student engagement and achievement in American secondary schools*. New York: Teachers College Press.
- Osborne, J., & Collins, J. (2001). Pupils' Views of the Role and Value of the Science Curriculum: a Focus group Study. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 441–467.
- Priporočilo evropskega parlamenta in sveta, z dne, 18. decembra 2006, o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje. L 394/10, SL, Uradni list Evropske unije 30. 12. 2006, (2006/962/ES), dostopno na spletu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:SL:PDF>
- Razdevšek Pučko, C., Rugelj, J. (2006). Kompetence v izobraževanju učiteljev, *Vzgoja in izobraževanje*, 37, 1, 34–41.
- Richardson, J. (1997). *Information Technology a new path to creativity in education*. Paris: Editions ESKA.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research and practice* (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Smeets, E., & Mooij, T. (2001). Pupil-centered learning, ICT, and teacher behaviour: observations in educational practice. *British Journal of Educational Technology*, 32(4), 403–418.
- Smeets, E., 2004. Does ICT contribute to powerful learning environments in primary education?, *Computers & Education*, 44 (3), 343–355.
- Susman, E. B. (1998). Co-operative learning: a review of factors that increase the effectiveness of computer-based instruction, *Journal of Educational Computing Research*, 18(4), 303–322.
- Svetlik I. 2006. O kompetencah. *Vzgoja in izobraževanje*, 37,1: 4–12.
- Šorgo, A. Računalniško podprt laboratorij pri pouku biologije v programu gimnazije. Modeli poučevanja in učenja. Zavod Republike Slovenije za šolstvo. Ljubljana, 2005, 10 str.
- Šorgo, A., Kocijančič, S. Vpliv računalniško podprtih laboratorijskih vaj na razvoj kompetenc pri dijakih = The influence of a computerised laboratory exercises on the development of competency in high school students. V: VREČA, Maja (ur.), BOHTE, Urška (ur.). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2007, Kranjska Gora, 19.–21. april 2007. *Zbornik*. Ljubljana: Arnes, 2007, str. 109. [COBISS.SI-ID 7030089]
- Šorgo, A., Hajdinjak Z., Briški D. The journey of a sandwich: computer-based laboratory experiments about human digestive system in high school biology teaching *Advan. Physiol. Education*. 32/2008, str. 92–99.
- Špernjak, A., Šorgo, A., (2009). Primerjava priljubljenosti klasičnega, računalniško podprtega in virtualnega laboratorijskega dela pri pouku bioloških vsebin v osnovni šoli = Comparison between classical, computerised and virtual laboratory works at Biology classes in Primary school. V: OREL, Mojca (ur.), VREČA, Maja (ur.), LENARČIČ, Anja (ur.), KOSTA, Maja (ur.). Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009, Kranjska Gora, 15.–18. april 2009. *Zbornik*. Ljubljana: Arnes, 2009, str. 579.
- Učni načrt (2008). *Biologija – osnovna šola* (8. in 9. razred), Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport.
- Uradni list EU, 2006, št. 394/10, str. 4–5.
- Williams, D., Coles, L., Wilson, K., Richardson, A., & Tuson, J. (2000). Teachers and ICT: current use and future needs. *British Journal of Educational Technology*, 31(4), 307–320.