

Janja Plazar

Učenje naravoslovja za slepe in slabovidne učence

Pregledni znanstveni članek

UDK: 37.091.3:5-056.262

POVZETEK

Učenje naravoslovja je pomembno tako za polnočutne kot tudi za slepe in slabovidne otroke, saj poleg pridobivanja naravoslovnega znanja razvijajo sposobnost razmišljanja in reševanja problemov na logičen in znanstven način. Dandanes pouk naravoslovja temelji na načelu konstruktivizma, pri katerem otroci nastopajo kot aktivni udeleženci v procesu učenja. Ker slepi in slabovidni otroci dojemajo svet na drugačen način kot polnočutni, si pri učenju naravoslovja pomagamo s prilagoditvijo metod ter učnih pripomočkov, ki omogočajo aktivno učenje slepih in slabovidnih učencev ter pripomorejo k trajnejšemu znanju, hkrati pa zmanjšujejo možnost nastanka morebitnih napačnih predstav.

Gljučne besede: učenje naravoslovja, slepi in slabovidni učenci, izkustveno učenje, prilagoditev učnih pripomočkov, inkluzija

Teaching Science to Blind or Partially Sighted Students

Review article

UDK: 37.091.3:5-056.262

ABSTRACT

Science education is of equally great importance to blind or partially sighted children as it is to fully-sighted children. Nowadays, science education is based predominantly on the principle of constructivism, in which children are engaged as active participants. Such learning processes enable them to acquire scientific knowledge and develop the ability to think and solve problems in a logical manner. This paper illustrates how science education methods and tools need to be adapted for blind or partially sighted students, in order for them to become active members of the learning process, taking into account that they perceive the world differently than fully-sighted children.

Key words: science education, blind or partially sighted students, inquiry-based learning, adjusted educational tools, inclusion

Uvod

Učenje naravoslovja je tako kot za polnočutne otroke tudi za slepe in slabovidne izjemnega pomena, saj poleg pridobivanja naravoslovnega znanja odkrivajo svoje sposobnosti, urijo spretnosti, se učijo sodelovanja v skupinah in razvijajo pozitivne osebnostne lastnosti. Slepí in slabovidni otroci dojemajo svet okoli sebe s pomočjo enega čutila manj kot polnočutni otroci. Ker živimo v okularocentristični družbi, ki ima vid za najpomembnejši čút, moramo slepim in slabovidnim otrokom svet približati in razložiti na nekoliko drugačen način. Pri učenju slepih in slabovidnih otrok si lahko pomagamo s prilagoditvijo poskusov ter učnih pripomočkov, ki omogočajo aktivno učenje naravoslovja in pripomorejo k trajnejšemu znanju, hkrati pa zmanjšujejo možnost nastanka morebitnih napačnih predstav.

Učenje naravoslovja v predšolskem in šolskem obdobju

Pomen zgodnjega učenja naravoslovja

Raziskave s področja razvojne in kognitivne psihologije kažejo, da ima vpliv okolja v zgodnjem otroškem obdobju izjemen pomen in da lahko pomanjkanje dražljajev iz okolja pripelje do zaostanka v otrokovem razvoju (Hadzigeorgiou 2002, 374). Že najmlajši otroci imajo prirojeno naravno potrebo po opazovanju, razmišljanju in raziskovanju v naravi. Zgodnje učenje naravoslovja se pri otrocih začne že v predšolskem obdobju, ko otroci razvijajo osnovno razumevanje naravnih pojavov in procesov preko vsakodnevnih aktivnosti, kot so igranje z mivko, nabiranje kamnov in ostankov organizmov, iskanje deževnikov ter opazovanje travniških rastlin in živali (Tu 2006, 246; Trundle 2010; Katalinič 2010; Mantzicopoulos 2008, 379). Otroci tako preko igre opazujejo, spoznavajo in posnemajo stvaritve iz svojega okolja in si sami pridobivajo prva spoznanja iz sveta naravoslovja. Osnovno razumevanje narave, ki si ga otroci pridobivajo sami preko lastnih izkušenj, je dobra podlaga za razumevanje kompleksnejših pojavov in procesov v kasnejši fazi otrokovega kognitivnega razvoja (Eshach in Fried 2005, 316).

V predšolskem obdobju je bistvenega pomena, da se razumevanje sveta, zbiranje in organiziranje informacij, uporabljanje in preizkušanje idej ter razvijanje pozitivnega odnosa do naravoslovja razvija s pomočjo odraslega, ki je za to usposobljen (Tu 2006, 245). Mirzaie et al. (2009, 89) trdijo, da je naravoslovno izobraževanje nujno potrebno za otroke, stare od treh do šestih let, saj lahko ti le pod strokovnim vodstvom izoblikujejo pravilne predstave o okolju, ki jih obdaja, in o naravnih pojavih, ki so jim priča. Tudi Özbey in Alisinanoglu (2008, 93) sta prepričana, da je prepozno, če z naravoslovnim izobraževanjem začnemo šele v osnovni šoli, to je nujno potrebno že v predšolskem obdobju. Otroci v tem zgodnjem obdobju nadvse uživajo v naravoslovnih aktivnostih in na ta način razvijejo pozitiven odnos do naravoslovja, ki se običajno ohrani tudi

kasneje (Mirzaie et al. 2009, 82). Raziskave zadnjih let dokazujejo tudi, da imajo otroci v predšolskem obdobju veliko večji potencial učenja in razumevanja, kot je bilo mišljeno do zdaj; to nakazuje, da otroci potrebujejo že v najzgodnejših letih bogato in izzivov polno okolje. Tako okolje kot podpora usposobljenih učiteljev imata velik vpliv na otrokove izkušnje in kasnejše vseživljenjsko učenje (Garbett 2003, 468; Worth, 2010; Saçkes et al. 2011, 217).

Učenje zgodnjega naravoslovja v predšolskem obdobju pomaga otrokom razvijati pozitiven odnos do naravoslovja ter postavlja temelje za nadaljnji razvoj znanstvenih konceptov in s tem osnovo nadaljnjemu učenju naravoslovja v šoli. Cilj naj bi bil naravoslovno pismen posameznik, ki bi bil poleg temeljnih pojmov opremljen še s sposobnostmi za doumevanje abstraktnih idej ter za odkrivanje narave in reševanje problemov na logičen in znanstven način (Krnel 2008, 160; Eshach in Fried 2005, 317). Pomanjkljivo podajanje naravoslovnih vsebin v zgodnjem otroštvu lahko privede do negativnega odnosa učencev do vsebin, povezanih z naravoslovjem, ki lahko vztraja do srednješolskih let in še dlje (Mullis in Jenkins 1988). Po drugi strani lahko podpiranje naravoslovnega razmišljanja otrok v zgodnjih letih otroštva privede do tega, da otroci med odraščanjem prenesejo lasten znanstveni način mišljenja še na druga znanstvena področja in s tem tudi uspeh in samozavest na vsa področja učenja (Kuhn in Pearsall 2000).

Predstave otrok o naravoslovju

Da bi odrasli lahko otrokom razložili naravoslovne koncepte ter jih naučili naravoslovnega razmišljanja, moramo pri otrocih prvenstveno razumeti naravo njihovih idej in predstav o svetu okoli njih. Na predstave otrok o naravnih pojavih in procesih vplivajo številni dejavniki. Predstave otrok izhajajo iz njihovih vsakodnevnih izkušenj in so koristen in dragocen del njihovega vsakodnevnega življenja (Driver et al. 1985, 2–9; Trundle 2010; Duit in Treagust 1995, 47). Predstave najpogosteje niso znanstvene, imenujemo jih naivne ali alternativne predstave, ki lahko izhajajo iz njihovega doživljanja sveta preko čutil, iz njihovega kulturnega okolja in jezika, od sovrstnikov, iz družbenih medijev, lahko pa tudi iz poenostavljenih razlag odraslih (Duit in Treagust 1995, 48).

Narava otroških idej in njihove predstave o svetu vplivajo na razumevanje znanstvenih konceptov. Otroci si svet in pojave v njem razlagajo na antropocentričen način, pri čemer so center sveta oni sami ali ljudje na splošno, ter antropomorfičen način, ko predmetom in pojavom pripisujejo človeške lastnosti, kot so čustva, lastna volja in smisel (Piaget 1972; Bell 1993; Battelli in Dolenc Orbanić 2006, 452). Na primer: otroci zahajajoče sonce dojemajo kot utrujeno, ki zvečer odhaja spat in zjutraj ponovno vstane, sveže in spočito. Poleg tega se otroci navadno bolj osredotočajo na spremembe kot na statično stanje v neki življenjski situaciji, kar jim otežuje razpoznavanje vzorcev sprememb v naravi brez pomoči kompetentne odrasle osebe (Driver et al. 1985, 2–9; Trundle 2010). Na primer: ko otroci opazujejo razvoj hrošča molarja, zlahka prepoznajo in dojamejo, kako se telo žuželke spreminja od ličinke do bube in nato do odrasle živali. Kljub temu

pa otroci brez pomoči odraslega stežka opazijo, da število osebkov skozi tedne opazovanja ostaja ves čas enako (Trundle 2010). Tudi naravoslovni koncepti so pri mlajših otrocih še večinoma nediferencirani. Na primer: koncept žive in nežive narave otroci intuitivno dojemajo na drugačen način kot odrasli; k živi naravi uvrščajo vse, kar se premika, tudi oblake, ogenj in tekočo vodo; k neživi naravi pa vse, kar dojemajo kot statično, tudi rastline in glive (Allen 2014, 5).

Predstave otrok o naravoslovju so večinoma izredno stabilne in jih je potem, ko se usidrajo v njihovo pojmovanje o svetu okoli njih, izredno težko ovreči. Tudi ko učitelji naravoslovja otrokom ponudijo dokaze o nasprotnem, jih otroci ignorirajo, zavračajo ali poskusijo razložiti v okviru svojih prejšnjih predstav (Trundle 2014, 127). Zato je pri poučevanju zgodnjega naravoslovja velikega pomena, da naravoslovne pojme in koncepte predšolskim otrokom podaja kompetenten učitelj na enostaven, vendar kljub temu znanstveno neoporečen način, z uporabo didaktičnih pristopov, ki bodo zmanjšali možnost pojava napačnih predstav pri otrocih.

Učinkoviti pristopi poučevanja naravoslovja za otroke

Dandanes se le redko še srečamo s poukom naravoslovja, ki temelji na tradicionalni obliki dela, pri katerem ima učitelj, ki frontalno podaja naravoslovne vsebine svojim učencem, aktivno vlogo v skupini, učenci, ki sprejemajo učiteljevo razlago, pa pasivno (Skribe Dimec 2009, 170). Učenje ne temelji več le na pridobivanju znanja, spretnosti in navad, pač pa na progresivnem spreminjanju posameznika na osnovi lastne aktivnosti, pri čemer se obstoječe znanje povezuje z novim (Ferjan 2005, 148; Ivanuš Grmek et al. 2009, 23). Sodobni didaktični pristopi poučevanja naravoslovja temeljijo večinoma na konstruktivistični filozofiji. Čeprav obstaja veliko oblik konstruktivizma, pri vseh nastopajo otroci kot aktivni udeleženci v procesu učenja, ki na osnovi lastnih izkušenj gradijo, konstruirajo svoje znanje, ki vključuje razumevanje narave in naravnih pojavov in procesov, konstruiranje znanja pa poteka skozi proces osmišljanja lastnih izkušenj (Mastropieri et al. 2001, 130; Gil-Pérez et al. 2002, 558; Trundle 2010). Konstruktivisti menijo, da učenci svojega znanja v gotovi obliki ne morejo drugim posredovati ali ga od drugih prejeti, temveč ga morajo ponovno zgraditi z lastno miselno aktivnostjo. Konstruktivistično naravnani pouk torej zahteva od učenca, da je miselno aktiven in svoje znanje gradi s pomočjo lastnega razumevanja (Marentič Požarnik 2003, 105). Novo znanje, ki ga pridobiva, učenec povezuje z že obstoječimi kognitivnimi strukturami ter jih tako nadgrajuje in preureja. Pri takem načinu se lahko učenčeve napačne, naivne in nepopolne predstave o naravnih procesih in pojavih ponovno izgrajujejo in napačne predstave nadomestijo s pravilnimi (Marentič Požarnik 2000).

Pomemben didaktični pristop, ki temelji na načelih konstruktivizma, je izkustveno učenje; njegovi začetniki in podporniki so številni teoretiki, kot Kolb, Piaget, Dewey, Lewin, Neil in drugi (Marentič Požarnik 2000). Osrednja ideja izkustvenega učenja je, da se posameznik najbolje nauči stvari, če jih izkusi sam in je pri učenju aktiven.

Opišemo ga lahko tudi kot proces refleksije posameznikove izkušnje, na podlagi katere nastane nov pogled na novo znanje (Ivanuš Grmek et al. 2009, 27). Izkustveno učenje je pomemben del učenja in poučevanja naravoslovnih vsebin v šolskem in predšolskem obdobju, saj že sama opredelitev področja narave v Kurikulumu za vrtce (Bahovec et al. 1999, 37) poudarja, da je naravoslovje posebno področje, pri katerem otrok aktivno in dejavno spoznava živi in neživi svet okoli sebe na podlagi lastnih izkušenj. Prav tako nam že sam opis predmeta Spoznavanje okolja v Učnem načrtu za osnovne šole (2011, 4) pove, da je predmet zasnovan tako, da združuje procese, postopke in vsebine, s pomočjo katerih učenci spoznavajo svet, v katerem živijo, preko neposredne izkušnje. Najpomembnejša cilja predmeta sta razumevanje okolja in razvijanje spoznavnega področja, ki pa se uresničujeta z aktivnim spoznavanjem okolja (Korban in Hus 2009, 75; Rajšp et al. 2013, 89).

Slepota in slabovidnost

Vid je v današnji vizualno naravnani družbi najpomembnejši čut (Mitchell 1986; Kermauner 2011, 82; Kermauner 2014a, 174), saj s pomočjo vida dobimo iz sveta, ki nas obdaja, kar 83 % vseh informacij. Preostalih 17 % informacij dobimo s pomočjo preostalih čutil: 11 % s sluhom, 3,5 % z vohom, 1,5 % s tipom in le 1 % s pomočjo okusa (Stolovitch in Keeps 2014). V luči te paradigme je slepota težka senzorna okvara.

Po najnovjših statističnih podatkih Svetovne zdravstvene organizacije (WHO 2014) na svetu živi 285 milijonov ljudi z okvaro vidne funkcije, od tega 19 milijonov otrok do petnajstega leta starosti. V Sloveniji naj bi po grobih ocenah živelo okoli 10.000 slepih in slabovidnih oseb, od katerih je v Zvezo društev slepih in slabovidnih Slovenije vključena slaba polovica (Kermauner 2014b, 19).

Poznamo veliko okvar vida; ne gre le za zmanjšanje vidne ostrine, temveč lahko tudi za zoženo vidno polje, slabše razločevanje barv, odsotnost binokularnega vida ipd. Slepota in slabovidnost sta v Sloveniji razvrščeni v skupine v skladu z evropskimi smernicami (Kermauner 2014b, 19):

Slabovidnost:

1. kategorija – zmerna slabovidnost: osebe, ki imajo na boljšem očesu s korekcijo ali brez nje od 10 do 30 % ostanka vida;
2. kategorija – težka slabovidnost: osebe, ki imajo na boljšem očesu s korekcijo ali brez nje od 5 do 10 % ostanka vida. Slabovidna je tudi oseba, ki ima na boljšem očesu zoženo vidno polje okrog fiksacijske točke od 20 do 5 stopinj, ne glede na ostanek ostrine vida.
3. kategorija – okvara vidne funkcije: osebe z okvaro vida kot posledica obolenja in/ali poškodbe osrednjega živčevja.

Slepota:

1. kategorija – slepota z ostankom vida: osebe, ki imajo na boljšem očesu s korekcijo ali brez nje od 2 do 5 % ostanka vida;

2. kategorija – slepota z minimalnim ostankom vida: osebe, ki imajo na boljšem očesu s korekcijo ali brez nje do 2 % preostalega vida do zaznavanja svetlobe;
3. kategorija – popolna slepota (amavroza) ali 0 % ostanka vida.

Slepa je tudi oseba, ki ima na boljšem očesu zoženo vidno polje okrog fiksacijske točke 5 stopinj in manj, ne glede na ostanek ostrine vida.

Zaznavanje sveta pri slepih

Pri slepem funkcijo vida prevzamejo preostala čutila, ki jih slepi z načrtovanimi in sistematičnimi vajami izuri do te mere, da z njihovo pomočjo pridobiva predstave o svetu okoli sebe (Brvar 2000). Za slepega človeka je tip – ontološko najprimernejši čut – najpomembnejši način, da vzpostavi stik z realnim svetom. Čeprav ima pri zaznavanju prostora tudi sluh precejšnjo vlogo, slepi s pomočjo sluha pri orientaciji izhaja le iz asociacij, povezanih s tipnimi zaznavami. Zato je tip, tako Heller (1989), edini pravi prostorski čut zaznave slepih. Vendar je tip proksimalen (bližinski) čut in ima zato pri spoznavanju sveta precejšnje omejitve (Kermauner 2014a, 176).

Posledice vidnih okvar pri otrocih

Okvara vida pri otrocih lahko posledično povzroča mnoge druge težave, ki niso neposredno vezane na sam vid. Čim manj otroci vidijo, tem manjšo zavzetost pokažejo za spontano opazovanje sveta okoli sebe. Če otroci pridobivajo znanje o okolici le s pomočjo opisovanja drugih in ne s pomočjo lastne izkušnje, zaznavni procesi pri njih potekajo počasneje ali moteno. Samo opazovanje narave in naravnih pojavov je posledično nejasno, sklepi napačni, predstave nepovezane in slabše utrjene, predstave razmerij in pojmov pa pogosto nepopolne (Murn 2002). V zgodnji otroški dobi lahko motivacijo raziskovanja okolja, koordinacijo, motoriko in druga čutila močno spodbudimo s pravočasno zgodnjo obravnavo in sistematičnimi vajami preostalih čutil. S pravilno obravnavo in pod pogojem, da ima slep ali slaboviden otrok na voljo ustrezne igrače, materiale, pripomočke, prilagojene metodične postopke in učila, ki mu pomagajo premagovati primanjkljaj, lahko v znanju naravoslovja doseže videče sovrstnike (Brvar 2010).

Vzgoja in izobraževanje slepih in slabovidnih otrok

Največjo spremembo v vzgoji in izobraževanju slepih in slabovidnih otrok je pomenila deklaracija iz Salamanke, sprejeta leta 1994, ki je osebam s posebnimi potrebami zagotovila vključevanje v redne šole. Integracija, torej vključevanje oseb s posebnimi potrebami v običajno okolje, in inkluzija, ki predpostavlja prilagoditev okolja osebi s posebnimi potrebami, imata v primerjavi z vključevanjem otrok v specializirane ustanove vsekakor prednost, vendar le, če je slep ali slaboviden učenec enakovreden pripadnik skupnosti in ima v njej možnost uresničevati svoje specifične potrebe (Žolgar Jerković in Kermauner 2006, 378).

Dandanes se v specializiranih ustanovah, kot je Zavod za slepo in slabovidno mladino v Ljubljani, šola le majhen delež slepih in slabovidnih otrok. Večina otrok

se šola v rednih osnovnih šolah v svojem domačem kraju, kjer imajo podporo tiflopedagoga, ki spremlja njihovo delo, pomaga učiteljem in svetuje staršem. Čeprav so slepi in slabovidni učenci vključeni v redne šole v domačem kraju, za premagovanje primanjkljaja nujno potrebujejo specialna znanja, kot so uporaba prilagojenih komunikacijskih tehnik, računalniška znanja za slepe in slabovidne, vaje drugih čutil, socialna znanja in orientacija (Žolgar Jerković in Kermauner 2006, 378). Te lahko dobijo v organizaciji Zavoda za slepo in slabovidno mladino v Ljubljani in njegovih izpostavah po Sloveniji.

Sodobna spoznanja o slepoti in slabovidnosti gredo v smeri čedalje kakovostnejšega vključevanja slepih in slabovidnih v družbena dogajanja. Z razvojem inkluzije slepi in slabovidni otroci dosegajo čedalje boljše znanje in s tem postajajo del šolskega procesa, ki jim na temeljih inkluzivne paradigme omogoča doseganje učno-vzgojnih ciljev tudi v rednih šolah (Kumar et al. 2001). Vendar je inkluzija uspešna le v primeru, če je učitelj, ki uči v inkluzivni šoli, pripravljen na inkluzivno šolo in izobraževanje. Za uspešno poučevanje slepih in slabovidnih otrok v rednih osnovnih šolah mora imeti učitelj usvojena temeljna znanja in spretnosti, ki so vezana na prilagajanje učnih vsebin, ocenjevanje učencev s posebnimi potrebami, uporabo podporne tehnologije ter individualizacijo učnega procesa (Štemberger 2013, 3); na voljo mora imeti tudi dovolj specialnih pripomočkov. Prav tako mora biti učitelj dobro seznanjen z učnimi načrti za osnovno šolo za Prilagojen izobraževalni program z enakovrednim izobrazbenim standardom za slepe in slabovidne (Učni načrti 2014), v katerih v primerjavi s splošnimi učnimi načrti za pouk v rednih osnovnih šolah niso dodani ali odvzeti nobeni cilji posameznih predmetov, prav tako so enaki standardi znanja, prilagoditve pa so v dokument vnesene le na ravni specialnodidaktičnih priporočil.

Učenje naravoslovja za slepe in slabovidne otroke

Področje naravoslovja je bilo v preteklosti za slepe in slabovidne otroke velikokrat nedostopno in zapostavljeno, saj je bilo klasično podajanje snovi s področij, kot so kemija, fizika, biologija in matematika, vedno odvisno od informacij in konceptov, ki so temeljili na klasičnem podajanju snovi v obliki predavanj, ter je temeljilo na vizualnih predstavah (Sahin in Yorek 2009, 19; Therrien et al. 2014, 16). Po drugi strani številni menijo, da naravoslovje predstavlja enega najpomembnejših področij za učence s posebnimi potrebami (Mastropieri in Scruggs 1992; Norman et al. 1998), torej tudi za slepe in slabovidne učence. Z učenjem naravoslovja namreč otroci pridobivajo ne le naravoslovno znanje in postajajo naravoslovno pismeni, ampak tudi odkrivajo svoje sposobnosti, urijo spretnosti, se učijo sodelovanja v skupinah in razvijajo pozitivne osebnostne lastnosti. Poleg tega znanje naravoslovja omogoča boljše razumevanje sveta in spodbuja radovednost ter interes otrok, saj daje znanje za razumevanje zapletenih odnosov v naravi (Kavkler 2005, 20; Norman et al. 1998, 127; Erwin et al. 2000, 339). Vsi otroci so se sposobni naučiti

naravoslovja (Kavkler 2005, 20), vendar le, če učitelj ustrezno prilagodi poučevanje in ustvari ustrezno učno okolje. Pri tem mora čim bolj upoštevati otrokove posebne potrebe in v skladu z njimi pripraviti ustrezne prilagoditve učnega procesa, kar lahko vključuje tudi določeno stopnjo individualiziranega pouka (Martin et al. 2001, 169). Slepí in slabovidni otroci dojemajo svet na drugačen način oziroma s pomočjo preostalih čutov, zato jim ga moramo približati in razložiti tako, da bodo prišli do pravih predstav in védenj.

Aktivno vključevanje slepih in slabovidnih otrok v pouk naravoslovja

Študije v zadnjem desetletju kažejo, da ima večina osnovnošolskih učiteljev še vedno premalo znanja in izkušenj za učenje otrok s posebnimi potrebami, zelo malo specialnih pedagogov pa je izučenih za podajanje snovi s področja naravoslovja (Norman et al. 1998; Štemberger 2013, 13). Učencem s posebnimi potrebami tako pri pouku naravoslovja ni omogočeno ustrezno podajanje snovi in prilagajanje navodil, posledica tega pa je, da slepi in slabovidni učenci v znanju naravoslovja zaostajajo za svojimi videčimi sovrstniki (Kumar et al. 2001). Običajno pri učenju naravoslovja slepih in slabovidnih učencev učitelji le redko izvajajo praktično delo, aktivno učenje in ekskurzije. Navadno so praktične aktivnosti, ki so jih deležni slepi in slabovidni, enostavne in premalo zahtevne in na ta način učencem ne predstavljajo intelektualnega izziva (Fraser in Maguvhe 2008, 84).

Učitelj mora zato v oddelku, v katerega je vključen slep ali slaboviden otrok, poskrbeti, da se bo lahko tudi ta aktivno vključil v pouk naravoslovja (Kumar et al. 2001; Maroney et al. 2003, 19), saj so aktivne metode dela ključ do uspešne inkluzije. Izbira naj med praktičnimi eksperimenti in tematikami, ki so povezani z vsakdanjim življenjem otrok in so ključni za krepitev motivacije za učenje naravoslovnih vsebin. Kolenc (2005, 9) izpostavlja, naj učitelj naravoslovja v inkluzivnem oddelku pazi: 1. da v pouk vključi različne in zanimive izkušnje, pri katerih uspeh ne bo odvisen le od obvladovanja teoretičnih znanj, 2. da bo veliko praktičnega dela, prilagojenega otrokovim sposobnostim in spretnostim, 3. da pripravi naloge z različnimi ravnmi zahtevnosti, ki omogočajo dobre dosežke tudi otrokom s posebnimi potrebami, ter naloge, pri katerih dosežki niso primarno odvisni od predhodno pridobljenih znanj in jezikovnih sposobnosti ter spretnosti.

Učenje slepih in slabovidnih učencev je tako lahko za učitelja poseben izziv. S kakovostnimi metodami in podporami, kot so prilagoditve didaktičnih kompletov, lahko slepemu ali slabovidnemu učencu zagotovimo popolno vključenost in sodelovanje v učnem procesu (Dion et al. 2000, 15–42).

Prilagoditve metod in pripomočkov za slepe in slabovidne otroke pri pouku naravoslovja

Pri učenju naravoslovja za slepe in slabovidne otroke je treba razviti drugačne metode, pripomočke, prijeme in poti za doseg istega učnega standarda (Brvar 2010; Mulloy et al. 2014, 121–146). Treba je poiskati, narediti ali kako drugače prikazati nadomestno informacijo za ključne pojme iz učnega načrta ali okolja, ki niso na doseg otrokove percepcije, ter ustrezno prilagoditi slikovni in grafični

material. Učni pripomočki morajo biti prilagojeni na tak način, da bo slepim in slabovidnim učencem omogočal uporabo drugih čutil, predvsem tipa in sluha (Martin et al. 2014, 53).

Izjemnega pomena so prostorska ponazorila oziroma makete, modeli in reliefi. Pri izdelavi ponazoril za slepe in slabovidne učence moramo upoštevati naslednje (Brvar 2000, 7):

- slepota in slabovidnost v veliki meri omejujeta celostno čutno zaznavo,
- praktične izkušnje slepih in slabovidnih in njihove predstave o prostoru ter zunanjem svetu so skromne, velikokrat nepopolne ali celo izkrivljene,
- zaradi skromnih prostorskih predstav je orientacija slepih in slabovidnih v prostoru relativno slaba,
- pri zaznavanju razdalj, smeri in odnosov med predmeti v prostoru imajo slepi in slabovidni izrazite težave,
- slepi in slabovidni imajo težave pri opazovanju in spremljanju dinamičnih pojavov in procesov v naravi,
- slepi in slabovidni imajo težave pri posploševanju in sintezi pojmov.

Elementi, ki jih vsebuje tipno ponazorilo ali učni pripomoček, morajo biti nazorni in generalizirani: izpuščene morajo biti nepotrebne podrobnosti, ki bi lahko ovirale tipno ali zmanjšano vidno zaznavo. Pozorni moramo biti na pravilna sorazmerja z danostmi, ki jih ponazorilo prikazuje. Pripomočki morajo biti enostavnih oblik in primernih velikosti. Material ponazorila ali pripomočka mora tudi haptično spominjati na stvarno podobo objekta ali pojma (Brvar 2000). Pri izdelavi pripomočka moramo upoštevati, da gladke površine delujejo hladno, hrapave pa toplo (Kermauner 2004).

Poleg učnih pripomočkov moramo slepim in slabovidnim učencem prilagoditi tudi ustrezno delovno okolje: učnim pripomočkom moramo določiti stalno mesto v razredu in prostor ohranjati pospravljen in organiziran. Slepega ali slabovidnega učenca posedemo bližje aktivnosti, ki jo trenutno izvajamo. Prostor mora biti tudi primerno osvetljen, da zagotavlja dovolj svetlobe slabovidnim učencem (Martin et al. 2014, 53).

Pri učenju naravoslovja moramo paziti tudi na nazornost postopka pri izvajanju raznih naravoslovnih poskusov. Učenci se morajo osredotočiti na izvajanje poskusa, da lahko v njem aktivno sodelujejo. Za to mora poskrbeti učitelj, ki spremlja slepega ali slabovidnega učenca pri izvajanju poskusa z enostavnimi in jasnimi vprašanji o poteku poskusa, pomoči pri tipanju določenih elementov poskusa, kjer s slepim ali slabovidnim učencem trenira tudi njegov tip, pomembna pa je tudi orientacija v prostoru, razpored elementov in predmetov za poskus ter jasna in razumljiva verbalna komunikacija med slepim ali slabovidnim učencem ter učiteljem (Brvar 2010).

Primeri aktivnega vključevanja slepih in slabovidnih učencev v pouk naravoslovja

Po pregledu literature s področja učenja naravoslovja slepih in slabovidnih učencev v nižjih razredih osnovne šole je videti, da na področju vključevanja slepih

in slabovidnih v aktivno učenje naravoslovja do sedaj ni bilo opravljenih veliko raziskav, ki bi temeljile na praktičnem izvajanju prilagojenega pouka. Raziskave in poskusi vključevanja slepih in slabovidnih se izvajajo večinoma v višjih razredih osnovne šole, na srednjih šolah ter visokošolskih študijih naravoslovnih ved s področja kemije in fizike, kjer učitelji oziroma univerzitetni profesorji s pomočjo tiflopedagogov prilagajajo eksperimentalno delo slepim in slabovidnim učencem oziroma študentom (Sahin in Yorek 2009, 21; Kumar et al. 2001).

Prve raziskave in poročila o vključevanju slepih in slabovidnih učencev v redni pouk naravoslovja segajo v sedemdeseta leta prejšnjega stoletja. Baughman in Zollman (1977) poročata o eksperimentalnem delu s študentom fizike, slepim od rojstva, ki je s pomočjo prilagoditev enostavnih tehničnih pripomočkov, kot so metrska palica, tehtnica, tabla in merilne posode, brez težav sledil fizikalnim eksperimentom ter jih izvajal skupaj z videčimi sovrstniki. Tudi Wagner (1995, 77) v svojem delu opisuje, kako je za potrebe slepega učenca prilagodil naprave za merjenje dolžine – vsak centimeter je označil s spenjačem ali lepilom, ki ga je slep učenec lahko otipal. Podobno napravo o merjenju dolžine opisuje tudi Windelborn (1999, 367), ki je za potrebe slepega učenca poleg merilne palice izdelal tudi električni tokokrog ter prilagojeno tablo za vnašanje rezultatov najrazličnejših fizikalnih poskusov, na podlagi katerega slep učenec s pomočjo žebličkov izriše graf. Že v sedemdesetih letih Weems (1977, 334) opisuje napravo Optacon, ki je z zaslonov digitalnih instrumentov, ki so jih uporabljali pri fizikalnih eksperimentih pri pouku fizike, informacijo prevedel v taktilno na površino prsta slepega študenta in je bil pravzaprav nekakšen predhodnik brajeve vrstice. Najnovejša dela s področja prilaganja pouka fizike za slepe in slabovidne učence opisujejo prilagojene fizikalne poskuse s področja optike – učitelji s pomočjo laserja slepim učencem razlagajo pojav loma in odboja svetlobe. Učenci točko na koži, kamor pade žarek laserja, zaznajo s pomočjo termoreceptorjev v koži kot spremembo temperature ter na podlagi le-te sklepajo o poteku svetlobnih žarkov (Azevedo et al. 2014). Kot večini osnovnošolcev in srednješolcev je astronomija privlačna tudi za slepe in slabovidne učence. Tem je učne pripomočke za razumevanje vsebin, povezanih z vesoljem, treba prilagoditi, saj so objekti in dimenzije, o katerih je govora, preveliki, da bi jih lahko primerjali s poznanimi objekti in dimenzijami na zemlji. Pri podajanju teh vsebin si lahko učitelji učinkovito pomagajo z dvodimenzionalnimi in tridimenzionalnimi modeli sončnega sistema in galaksij (Beck-Winchatz in Ostro 2004, 119) ter taktilnimi knjigami z vsebinami s področja astronomije (Beck-Winchatz in Riccobono 2008, 1855).

Številne študije poročajo tudi o prilagoditvah metod in učnih pripomočkov pri pouku kemije v osnovnih in srednjih šolah ter na univerzah. Hasse et al. 2011 pri poučevanju slepih in slabovidnih osnovnošolcev predlagajo kontrasten, razstavljen črno-bel model atoma, uporaben zaradi kontrasta za slabovidne, zaradi reliefne strukture pa tudi za slepe učence pri pouku kemije. Težje izvedljive so prilagoditve, ki se nanašajo na praktični pouk kemije v laboratoriju, ki temelji na opazovanju,

in kjer je problematična predvsem varnost slepih in slabovidnih učencev. Večina avtorjev vidi rešitev v računalniško podprtih orodjih ter sintetično govorečih laboratorijskih napravah, ki bi slepim in slabovidnim učencem pomagala pri razumevanju rezultatov in izsledkov kemijskih eksperimentov (Supalo et al. 2007, 27; Kumar et al. 2001; Nepomuceno et al. 2015).

Podobno kot pri naravoslovnih vsebinah iz astronomije se tudi pri pouku biologije srečujemo z objekti, ki jih ne moremo otipati – pri pouku astronomije z nepredstavljivo velikimi objekti, pri pouku biologije pa s takimi, ki so premajhni, da bi s tipanjem dobili predstavo o njihovi zgradbi in sestavi. Primer tega so živalske in rastlinske celice in njihovi organeli, ki jih slepim in slabovidnim učencem lahko prikazujemo s pomočjo dvo- in tridimenzionalnih modelov (Jones et al. 2006), delitev celic pa lahko prikažemo z modeli kromosomov z dodanimi taktilnimi označevalniki, s katerimi lahko prikažemo rekombinacijo v procesu mejoze (Ricker in Rodgers 1981).

Sklep

Na področju prilagajanja pouka naravoslovja v osnovnih, srednjih in visokih šolah slepim in slabovidnim učencem je bilo po svetu do sedaj narejenih dovolj raziskav, ki nakazujejo, da je vključevanje slepih in slabovidnih učencev v redni pouk naravoslovja smiselno in izvedljivo, pri čemer lahko tudi slepi in slabovidni učenci v znanju dosegajo svoje videče sovrstnike. Toda za to tudi pri nas potrebujemo usposobljene učitelje, ki bi na podlagi vseživljenjskega učenja pridobili spretnosti in znanja, potrebna za poučevanje otrok v inkluzivnih oddelkih. Primerno usposobljeni učitelji bi lahko ob pomoči tiflopedagogov prilagodili metode poučevanja ter učne pripomočke, ki bi slepim in slabovidnim učencem na vseh stopnjah šolanja pomagali pri aktivnem usvajanju novega naravoslovnega znanja brez napačnih predstav ter jim omogočili uspešno in kakovostno šolanje v rednih šolah.

Janja Plazar

Teaching Science to Blind or partially Sighted Students

Science education is of great importance to many aspects of child's development, and many researchers suggest science education should begin already during the early childhood period. Implementing science learning in the early years can take advantage of children's disposition to learn about natural phenomena and support development of inquiry skills and basic scientific concepts. To develop positive attitudes towards science, appropriate experience and engagement during development with quality learning is vital to help children understand the world, collect and organize information, and to apply and test their new ideas.

In the last decades science education has changed from a traditional, frontal way of teaching to contemporary instructional approaches as described in present-day science education literature. The latter draws heavily on the constructivist philosophy, in which children are engaged as active participants in the learning process and on the basis of their own experience to construct their own knowledge.

In the past science education was often inaccessible for blind or partially sighted children and neglected, as the traditional science teaching (for fully-sighted children) was based predominantly on visual instruction and visual conceptions. Compared to fully-sighted peers, blind or partially sighted children perceive the world differently with their senses, but have the same range of cognitive abilities. Therefore, teaching blind or partially sighted children about the world needs to be done in a different way as well, besides they need to be approached distinctively. It is important to actively involve these children in science teaching, which stimulates curiosity, interest and understanding of natural processes and phenomena. In order to learn science in an efficient and active way, obviously, the techniques of explaining science need to rely not on sight, but with an emphasis on the other senses and challenges to adjust the scientific experiments and to modify the educational tools.

Unfortunately, by reviewing the literature, it was noticed for Slovenia that science teachers generally have too little training or experience with blind or partially sighted students. Besides, in general, special educators have little or no exposure to science. When learning science blind or partially sighted students are often disadvantaged because of the ubiquity of important graphical information that is generally not available in accessible formats, the unfamiliarity of teachers with non-visual teaching methods, lack of access to blind role models, and the low expectations of their teachers and parents. In the present paper many studies are described, which were published in the last decade, that show integration and inclusion of blind or partially sighted students in regular classrooms of basic and secondary schools are possible and successful: with proper methods of teaching science blind or partially sighted students achieve the same knowledge as their fully-sighted peers. However, to achieve such a successful level of inclusion in Slovenia, more qualified teachers with the knowledge and skills to teach children in inclusive classrooms are needed. Appropriately qualified teachers could, with the assistance of a special educator, adapt educational methods and adjust educational tools to blind or partially sighted students at all school levels. In this way, all children could acquire new scientific knowledge in an active, inquiry-based way, which would minimize misconceptions in science and enable achievement of prosperous and quality education in regular schools.

LITERATURA

Allen, Michael. 2014. *Misconceptions in Primary Science*. Open University Press, Berkshire, England. Second Edition.

- Azevedo, AC, Vieira, LP, Aguiar, CE, Santos, ACF. 2014. Teaching light reflection and refraction to the blind. *Physics Education*. 50 (1): 1–5.
- Bahovec, Eva D., Bregar, Ksenija G., Čas, Metka, Domicelj, Marjeta, Saje Hribar, Nada, Japelj, Barbara. 1999. *Kurikulum za vrtce: predšolska vzgoja v vrtcih*. Ljubljana: Ministrstvo za šolo in šport.
- Batelli, Claudio, Dolenc Orbanic, Nataša. 2006. Zvita kot lisica, nesramna kot kukavica. V: *Zgodnje učenje in poučevanje otrok*, (ur.) Vida Medved Udovič, Mara Cotič, Darjo Felda, 447–454. Koper: Založba Annales.
- Baughman James, Zollman, Dean. 1977. Physics labs for the blind. *The Physics Teacher*. 15 (6): 339–342.
- Beck-Winchatz, Bernhard, Ostro, Steven J. 2004. Using Asteroid Scale Models in Space Science Education for Blind and Visually Impaired Students. *Astronomy Education Review*. 2 (2): 118–126.
- Beck-Winchatz, Bernhard, Riccobono, Mark A. 2008. Advancing participation of blind students in Science, Technology, Engineering and Math. *Advances in Space Research*. 42: 1855–1858.
- Bell, Beverly. 1993. *Children's science, constructivism and learning in science*. Victoria: Deakin University.
- Brvar, Roman 2000. *Geografija nekoliko drugače*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Brvar, Roman. 2010. *Dotik znanja: slepi in slabovidni učenci v inkluzivni šoli*. Ljubljana: Modrijan.
- Dion, Matthew, Hoffman, Karen, Matter, Amy. 2000. *Teacher's Manual for Adapting Science Experiments for Blind and Visually Impaired Students*. Christchurch, New Zealand: Elmwood Resource Centre.
- Driver, Rosalind, Guesne, Edith, Tiberghien, Andrée. 1985. Some features of children's ideas and their implications for teaching. V: *Children's ideas in science*, (ur.) Rosalind Driver, Edith Guesne, Andrée Tiberghien, 193–201. Philadelphia: Open University Press.
- Duit, Reinders, Treagust, David F. 1995. Students' conceptions and constructivist teaching approaches. V: *Improving science education*, (ur.) B. J. Fraser, H. J. Walberg, 46–69. Chicago: The University of Chicago Press
- Erwin, Elizabeth J., Perkins, Tiffany S., Ayala, Jennifer, Fine, Michelle, Rubin, Ellen. 2001. »You Don't Have to Be Sighted to Be a Scientist, Do you?« Issues and Outcomes in Science Education. *Journal of Visual Impairment & Blindness*. 59 (6): 338–352.
- Eshach, Haim, Fried, Michael N. 2005. Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*. 14 (3): 315–336.
- Ferjan, Tatjana. 2005. Nekaj misli o konstruktivistično naravnem pouku. *Pedagoška obzorja*. 20 (3–4): 147–150.
- Fraser, William John, Maguvhe, Mbulaheni Obert. 2008. Teaching life sciences to blind and visually impaired learners. *Journal of Biological Education*. 42 (2): 84–89.
- Garbett, Dawn. 2003. Science Education in Early childhood Teacher Education: Putting forward a Case to Enhance Student Teachers' Confidence and Competence. *Research in Science Education*. 33: 467–481.

Gil-Pérez, Daniel, Guisasaola, Jenaro, Moreno, Antonio, Cachapuz, Antonio, Pessoa De Carvalho, Anna M., Martínez Torregrosa, Joaquín, Salinas, Julia, Valdés, Pablo, González, Eduardo, Gené Duch, Anna, Dumas-Carré, Andrée, Tricárico, Hugo, Gallego, Rómulo. 2002. Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education*. 11: 557–571.

Hadzigeorgiou, Yannis. 2002. A study of the development of the concept of mechanical stability in preschool children. *Research in Science Education*. 32 (3): 373–391.

Hasse, Maren, Nicolajsen, Niels, Stirrett, Linda, Svekla, Richard. 2011. *Accessible Science Labs: A Resource with Experiments for Junior and Senior High Students who are Blind or Visually Impaired*. The Vision Resource Centre. <http://www.vision.alberta.ca/media/95794/accessible%20science%20labs%20resource%20book%20%28pages%201-20%29.pdf> (Pridobljeno 21. 10. 2015)

Heller, Theodore. 1989. *Študije k psihologiji slepih*. Würzburg: Edition Bentheim.

Ivanuš Grmek, Milena, Čagran, Branka, Sadek, Lidija. 2009. Didaktični pristopi pri poučevanju predmeta Spoznavanje okolja v tretjem razredu osnovne šole. *Znanstvena poročila Pedagoškega inštituta*. Ljubljana: Pedagoški inštitut.

Jones, Gail M., Minogue, James, Oppewal, Tom, Cook, Michelle P., Broadwell, Bethany. 2006. Visualizing without Vision at the Microscale: Students with Visual Impairments Explore Cells with Touch. *Journal of Science Education and Technology*. 15 (5/6): 345–351.

Katalinič, Dane. 2010. *Prvi naravoslovni koraki*. Odranci: Mizarstvo Antolin, d.o.o.

Kavkler, Marija. 2005. Učenci s posebnimi potrebami pri učenju naravoslovja. V *Naravoslovje za otroke s posebnimi potrebami: zbornik seminarja*, (ur.) Najji, M., Labernik, Z., 20–22. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.

Kermauner, Aksinja. 2004. *Tipna slikanica za slepe*. Diplomsko delo. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.

Kermauner, Aksinja. 2011. Prvoosebna fenomenološka študija samogenerirane slepote = Firsthand phenomenological study of selfgenerated blindness. *Revija za elementarno izobraževanje*. 4 (1/2): 81–94.

Kermauner, Aksinja. 2014a. Avdio-haptično-virtualna Mona Lisa: slepi in slikarstvo. *Časopis za kritiko znanosti, domišljijo in novo antropologijo*. 42 (255): 173–181.

Kermauner, Aksinja. 2014b. Umetnost za vse = Art for all. *Revija za elementarno izobraževanje*. 7 (3/4): 17–31.

Kolenc, Janez. 2005. Naravoslovje za otroke s posebnimi potrebami. V: *Naravoslovje za otroke s posebnimi potrebami: zbornik seminarja*, (ur.) Najji, M., Labernik, Z. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. 9–14.

Korban Črnjavič, Maja, Hus, Vlasta. 2009. Stališče učiteljev do izkustvenega učenja in poučevanja predmeta spoznavanje okolja. *Revija za elementarno izobraževanje*. 2 (1): 73–81.

Krnj, Dušan. 2008. Narava. V *Otrok v vrtcu. Priročnik h kurikulumu za vrtce*, (ur.) Ljubica Marjanovič Umek, 157–175. Maribor: Založba Obzorja.

Kuhn, Deanna, Pearsall, Susan. 2000. Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*. 1: 113–129.

Kumar, David D., Ramasamy, Rangasamy, Stefanich, Greg P. 2001. Science for Students with Visual Impairments: Teaching suggestions and Policy Implications for Secondary

Educators. *Electronic journal of science education*. 5 (3). <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7658/5425>. (Pridobljeno 15. 10. 2015)

Mantzicopoulos, Panayota, Patrick, Helen, Samarapungavan, Ala. 2008. Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*. 23: 378–394.

Marentič Požarnik, Barica. 2000: *Psihologija učenja in pouka*. Ljubljana: DZS.

Marentič Požarnik, Barica. 2003. Temelj uspešnega vključevanja učencev s posebnimi potrebami so uspešno usposobljeni učitelji. *Sodobna pedagogika*. 54: 104–113.

Maroney, Sharon A., Finson, Kevin D., Beaver, John B., Jensen, Mary M. 2003. Preparing for Successful Inquiry in Inclusive Science Classroom. *Teaching exceptional children*. 36 (1): 18–25.

Martin, Ralph, Sexton Colleen, Gerlovich, Jack. 2001. *Teaching Science for All Children*. Needham Heights, Massachusetts: A Pearson Education Company.

Martin, Ralph, Sexton Colleen, Gerlovich, Jack. 2014. *Teaching Science for All Children*. Edinburg Gate, Essex: Pearson Education Limited.

Mastropieri, Margo A., Scruggs, Thomas E. 1992. Science for students with Disabilities. *Review of Educational Research*. 62 (4): 377–411.

Mastropieri, Margo A., Scruggs, Thomas E., Boon, Richard, Butcher Carter, Karen. 2001. Correlates of Inquiry Learning in Science: Constructing Concepts of Density and Buoyancy. *Remedial and Special Education*. 22 (3): 130–137.

Mirzaie, Abdullah Rasol, Hamidi, Farideh, Anaraki, Ashraf. 2009: A Study on the effect of science activities on fostering creativity in preschool children. *Journal of Turkish science education*. 6: 81–90.

Mitchell, William John Thomas. 1986. *Iconology: Image, Text, Ideology*. Chicago - London: The University of Chicago Press.

Mullis, Ina V. S., Jenkins, Lynn B. 1988. *The science report card. Report No. 17-5-01*. Educational Testing Service. Princeton, NJ: National Assessment of Educational Progress: 1–67.

Mulloy, Austin M., Gevarter, Cindy, Hopkins, Megan, Sutherland, Kevin S., Ramdoss, Sathiyaprakash. 2014. Assistive Technology for Students with Visual Impairments and Blindness. *Assistive Technologies for People with Diverse Abilities Autism and Child Psychopathology Series*. 113–156.

Murn, Tatjana. 2002. *Kaj piše na tabli? Ne vidimo prebrati: priročnik za načrtovanje in izvajanje pouka s slepim ali slabovidnim učencem*. Škofja Loka: Center slepih in slabovidnih.

Nepomuceno, Gabriella M., Decker, Debbie M., Shaw, Julian D., Boyes, Lee, Tantillo, Dean J., Wedler, Henry B. 2015. The value of safety and practicality: Recommendations for training disabled students in the sciences with a focus on blind and visually impaired students in chemistry laboratories. *Journal of Chemical Health and Safety*. In Press.

Norman, Katherine, Caseau, Dana, Stefanich, Greg P. 1998. Teaching Students with Disabilities in Inclusive Science Classrooms: Survey Results. *Science Education*. 82 (2): 127–146.

Özbey, Saide, Alisininoglu, Fatma. 2008: Identifying the general ideas, attitudes and expectations pertaining to science activities of the teachers employed in preschool education. *Journal of Turkish science educatio*. 5 (2): 82–94.

Piaget, Jean. 1972. *Child's conceptions of the world*. (J. and A. Tomlinson, Trans.). Lanham, Maryland: Littlefield Adams. (Originalno delo objavljeno leta 1928).

Rajšp, Martina, Pintarič, Nuša, Fošnarič, Samo. 2013. Načrtovanje in izvajanje obravnave življenjskih prostorov v naravi. *Revija za elementarno izobraževanje*. 4: 87–103.

Ricker, K. S., Rodgers, N. C. 1981. Modifying instructional materials for use with visually impaired students. *The American Biology Teacher*. 43 (9): 490–501.

Saçkes, Mesut, Trundle, Kathy C., Bell, Randy, O'Connol, Ann A. 2011, 217 The Influence of Early Science Experience in Kindergarten on Children's Immediate and Later Science Achievement: Evidence From the Early Childhood Longitudinal Study. *Journal of Research in Science Teaching*. 48 (2): 217–235.

Sahin, Mehmet, Yorek Nurettin. 2009. Teaching Science to visually impaired students: A small-scale qualitative study. *US-China Education Review*. 53 (6/4): 19–26.

Skribe Dimec, Darja. 2009. Motivacija kot pomembna vez med cilji, osrednjim delom in zaključnim delom učne ure pri pouku naravoslovja. V *Pouk v družbi znanja*, (ur.) Vida Medved Udovič, Mara Cotič, Majda Cencič, 170–182. Koper: Pedagoška fakulteta.

Stolovitch, Harold D., Keeps, Erica J. 2014. *Senses: What The Research Tells Us About Their Abilities*. <http://velvetchainsaw.com/2012/05/23/your-senses-your-raw-information-learning-portals/> (Pridobljeno 27. 11. 2014)

Supalo, Cary A., Mallouk, Thomas E., Amorosi, Christeallia, Rankel, Lillian, Wohlers, David H., Roth, Alan, Greenberg, A. 2007. Talking Tools to Assist Students Who are Blind in Laboratory Courses. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*. 12 (1): 27–32.

Štemberger, Tina. 2013. Učiteljeva pripravljenost na inkluzijo. *Pedagoška obzorja*. 28 (3–4): 3–17.

Therrien, William J., Taylor, Jonte C., Watt, Sarah, Kaldenberg, Erica R. 2014. Science instruction for Students with Emotional and Behavioral Disorders. *Remedial and Special Education*. 35 (1): 15–27

Trundle, Kathy, C. 2010: http://ngl.cengage.com/assets/downloads/ngsci_pro0000000028/am_trundle_teach_sci_early_child_scl22-0429a.pdf (Pridobljeno 15. 10. 2015)

Trundle, Kathy. C. 2014. Teaching young children science. V *Contemporary Perspectives and Research on Early Childhood Education*, (ur.) Mustafa Yasar, Ozkan Ozgun, Jeanne Galbraith, 126–134. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing.

Tu, Tsunghui. 2006. Preschool Science Environment: What Is Available in a Preschool Classroom? *Early childhood Education Journal*. 33 (4): 245–251.

Učni načrt za Spoznavanje okolja. 2011. Program osnovna šola: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_spoznavanje_okolja_pop.pdf (Pridobljeno 18. 10. 2015).

Učni načrti za osnovne šole s prilagojenim izobraževalnim programom z enakovrednim izobrazbenim standardom za slepe in slabovidne: http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/posebne_potrebe/programi/PP_OS_slepi.pdf (Pridobljeno 19. 10. 2015).

- Wagner, B. V. 1995. Measurement for students who are visually impaired. V: *Improving science instruction for students with disabilities: Proceedings of a working conference on science for persons with disabilities*, (ur.) Egelston-Dodd, J. IA: University of Northern Iowa.
- Weems, Bruce. 1977. A physical science course for the visually impaired. *The physics teacher*. 333–338.
- WHO (World Health Organization). 2014: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/> (Pridobljeno 18. 10. 2015).
- Windelborn, Augden F. 1999. Doing Physics Blind. *The Physics Teacher*. 37: 366–367.
- Worth, Karen. 2010. Science in Early Childhood Classrooms: Content and Process. Collected Papers from the SEED (STEM in Early Education and Development) Conference. <http://ecrp.illinois.edu/beyond/seed/worth.html> (Pridobljeno 15. 10. 2015)
- Žolgar, Ingrid, Kermauner, Aksinja. 2006. Poznavanje slepih in slabovidnih učencev – pot do ustrezne obravnave. *Sodobna pedagogika*. 57 (4): 376–393.

