

Mag. Mariza Skvarč in mag. Andreja Bačnik, Zavod RS za šolstvo

RAZISKOVALNO EKSPERIMENTALNO UČENJE KOT IMPERATIV SODOBNEGA POUKA NARAVOSLOVNIH PREDMETOV

UČENJE Z RAZISKOVANJEM (*INQUIRY BASED LEARNING – IBL*) V NARAVOSLOVJU (*INQUIRY-BASED SCIENCE EDUCATION – IBSE*)

Aktualne diskusije o kompetencah za 21. stoletje vzpodbujajo učence in učitelje za medijsko pismenost, kritično in sistemsko mišljenje, medosebne in samousmerjene (*self-directed*) spretnosti (Partnership for 21st Century Skills, 2004). Eno od pogostejših navajanih »orodij« za doseganje teh znanj v izobraževalnem (posebej naravoslovnem) prostoru je *Inquiry based learning – IBL*, ki ga prevajamo kot učenje z raziskovanjem, preiskovanjem, odkrivanjem. Barron in Darling-Hammond (2010) učenje z raziskovanjem opredelujeta kot skupino pristopov, ki jih lahko opišemo s termini, kot so projektno zasnovano učenje (*project based learning*) (pri čemer termin projekt predstavlja širši sklop učnih izkušenj), problemsko učenje (*problem based learning*) in učenje skozi načrt (*learning trough design*).

Avtorici na temelju analize vrste raziskav tega področja ugotavljata:

- da se učenci učijo bolj poglobljeno, ko znanje, pridobljeno v razredu, vežejo na realne probleme (pri čemer pozornost usmerjajo tako na vsebino kot na proces učenja);
- da je učenje z raziskovanjem pomemben način razvijanja komunikacije, sodelovanja (vključuje različne oblike učenja od dvojic do skupin), kreativnosti in poglobljenega razmišljanja;
- da učenje z raziskovanjem temelji na dobro zasnovanem vrednotenju znanja in spretnosti učencev (z vodili za učence, kaj je dobro delo in učinkovito sodelovanje) ter pogostem formativnem vrednotenju;
- in ne nazadnje, da je uspeh učenja z raziskovanjem močno odvisen od znanja in spretnosti tistih, ki ga vpeljujejo, torej učiteljev, saj je v vseh vidikih učenja z raziskovanjem izkazana potreba po ekstenzivnem »odranju«¹ (*scaffolding*) učencev in konstantnem vrednotenju.

Evropski komisarji, pristojni za raziskave, izobraževanje in kulturo, so aprila 2006 imenovali skupino strokovnjakov

s področja naravoslovnega izobraževanja pod vodstvom Michela Rocarda z nalogo, da v državah članicah EU raziščejo primere dobrih praks, ki prispevajo k dvigu zanimanja za naravoslovje ter oblikujejo priporočila za širjenje in uveljavljanje najboljših pobud in modelov, ki bi prispevali k boljši naravoslovni pismenosti in porastu interesa za študij naravoslovnih in tehničnih smeri (zlasti med dekleti). Osrednjo pozornost je skupina ekspertov usmerila v šolsko poučevanje naravoslovnih predmetov s predpostavko, da je to pomemben razlog za upadajoče zanimanje za naravoslovje. Tudi iz poročila raziskave OECD-ja (2006) »Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies« je razvidna ugotovitev, da prav negativne izkušnje pri pouku naravoslovnih predmetov v šoli bistveno vplivajo na negativen odnos in nemotiviranost učencev za naravoslovje. Še posebej, ko je poučevanje usmerjeno bolj na pomnjenje kot na razumevanje, ko učitelji niso dovolj kompetentni za poučevanje naravoslovja in pouk ni podprt z eksperimentalnimi izkustvi.

Rocard in sodelavci so tako v publikaciji *Science education now – A renewed pedagogy for the future of Europe* (2007) posebej izpostavili potrebo po uvajanju učenja z raziskovanjem (IBL) na področju naravoslovja (*Inquiry-Based Science Education – IBSE*) in matematike (problemsko učenje oz. *Problem-Based Learning – PBL*). V svojih priporočilih so opozorili na pomen prehoda od deduktivnega k induktivnem pristopu pri poučevanju, ki dopušča več prostora opazovanju, eksperimentiranju in samoizgradnji znanja učencev ob ustreznem vodenju učitelja. Ta pristop je opisan tudi kot pristop od spodaj navzgor (*bottom-up*).

Danes lahko v evropskem prostoru zasledimo, da je termin učenje z raziskovanjem (IBL) že širše sprejet in se največkrat nanaša na način poučevanja naravoslovnih predmetov in matematike, kjer naj bi se učenci učili na način, kot delujejo znanstveniki na področju naravoslovja in matematike (Primas, 2011).

KDAJ GOVORIMO O RAZISKOVALNO EKSPERIMENTALNEM PRISTOPU IN ZAKAJ GA VPELJEVATI V POUK?

Če učenje z raziskovanjem v naravoslovju usmerimo na eksperimentalno delo kot temeljno učno metodo, lahko

¹ Gre za koncept in strategijo nujenja kognitivne podpore, katerega temeljno načelo je, da se učencem premišljeno v vsakem koraku njihove spoznavne poti nudi toliko opor(e), kot je v danem trenutku optimalno, in da se v skladu s tem v vsakem naslednjem koraku to oporo zmanjšuje oz. odmika. V slovenščini za ta koncept nimamo ustreznega prevoda; zaradi analogije s sistematičnim prestavljanjem in odmikanjem opore oz. odrov pri gradnji zato včasih uporabimo metaforo »odranje« (op. ur.).

govorimo o raziskovalno eksperimentalnem pristopu pri poučevanju naravoslovnih predmetov. Učenci pri tem (Linn, Davis in Bell, 2004, v Rocard in sodelavci, 2007):

- prepoznavajo probleme,
- kritično presojujejo/vrednotijo eksperimente/raziskave,
- razlikujejo med alternativami,
- načrtujejo eksperimente/raziskave,
- raziskujejo domneve/hipoteze,
- iščejo informacije,
- konstruirajo modele,
- razpravljajo s sošolci (kolegi),
- oblikujejo koherentne argumente, sklepe.

Učenje z raziskovalno eksperimentalnim pristopom ni samo ena izmed učnih strategij v naravoslovju, temveč proces, v katerem učence postopno in sistematično prek raznolikih (eksperimentalnih) dejavnosti in izkušenj vpeljujemo v metodologijo raziskovanja. Pouk, ki temelji na raziskovalno eksperimentalnem pristopu je procesno-ciljno usmerjen, s poudarkom na razvijanju miselnih procesov, kreativnega in kritičnega mišljenja. Pri tem učenci prek raznolikih aktivnosti spoznavajo znanstveni način razmišljanja in delovanja ter izgrajujejo znanje, ki omogoča vedno večjo stopnjo samostojnosti in inovativnosti pri raziskovanju, predvsem v smislu zastavljanja lastnih raziskovalnih vprašanj ter načrtovanja in izvedbe raziskave oz. eksperimenta, ki lahko vodi do odgovorov na ta vprašanja. Tak pouk temelji na konstruktivizmu, upoštevanju razlik med učenci (v interesih, spoznavnih stilih, razvojni stopnji itd.) in ustreznem prilagajanju aktivnosti. Učitelj pri načrtovanju in izvajanju dejavnosti izhaja iz učenčevega predznanja in izkušenj ter spremlja in usmerja spoznavni proces, povezovanje novih spoznanj s predhodno usvojenim znanjem ter spreminjanje obstoječih napačnih predstav. Učenci so v vlogi aktivnih reševalcev problemov in ob tem konstruirajo svoje lastno znanje in hkrati prevzemajo odgovornosti za svoje učenje.

Prevladujoči trendi na področju naravoslovnega izobraževanja vključujejo večji poudarek na razvijanju raziskovalno eksperimentalnih pristopov in spretnosti, kar zasledimo tudi v posodobljenih učnih načrtih za naravoslovne predmete v osnovni šoli, ki jih uvajamo v šolskem letu 2011/12. Bolj jasno so izpostavljena in opredeljena znanja in spretnosti, ki jih razvijamo pri pouku z raziskovalno eksperimentalnim pristopom tako v opredelitvi ciljev predmetov (splošnih in operativnih) kot tudi v standardih znanj. V preglednici 1 so prikazani izbrani cilji učnih načrtov naravoslovnih predmetov, povezani z razvijanjem raziskovalno eksperimentalnega pristopa.

Pri tem se postavlja vprašanje, v čem je razlika med raziskovalno eksperimentalnim pristopom in »običajnim« eksperimentalnim delom, ki je že tradicionalno prevladujoča metoda pri pouku naravoslovnih predmetov. Zakaj je vidik učenja z raziskovanjem posebej izpostavljen? Gre pri tem le za sodobni trend ali za smiselna prizadevanja po vpeljevanju določenih (novejših) didaktičnih pristopov, ki lahko prispevajo

k dvigu naravoslovne pismenosti?

Analiza eksperimentalnih dejavnosti v spremljavah osnovnih šol (ZRSŠ, 2000 do 2009) in v delovnih zvezkih za pouk naravoslovnih predmetov kaže na to, da je eksperimentalno delo učencev v večini primerov didaktično zasnovano tako, da učenci izvedejo poskuse po opisanih navodilih, beležijo opažanja in rezultate ter vodeno, z odgovarjanjem na zastavljena vprašanja, pridejo do sklepov ali ključnih ugotovitev ter povežejo eksperimentalne rezultate s predhodno usvojenim teoretičnim znanjem.

Učenci pri »klasičnih« eksperimentalnih dejavnostih, ob izvajanju poskusov po podanih navodilih, razvijajo naslednja znanja in spretnosti:

- opazovanje in opisovanje/zapisovanje opažanj,
- izvajanje eksperimentalnih tehnik in uporaba ustreznih pripomočkov in naprav za pridobivanje eksperimentalnih dokazov (meritev, opažanj),
- primerjanje, urejanje, razvrščanje in prikaz podatkov (tabelarni, grafični),
- analiza rezultatov in oblikovanje sklepov; opredelitev vzročno-posledičnih povezav; prepoznavanje vzorcev in zakonitosti iz podatkov,
- povezovanje eksperimentalnih rezultatov in sklepov s teoretičnim znanjem.

Le redko pa imajo učenci priložnost za razvijanje preostalih raziskovalnih znanj in spretnosti, kot so:

- zastavljanje raziskovalnih vprašanj in opredelitev (raziskovalnega) problema,
- sposobnost napovedovanja in postavljanja hipotez,
- načrtovanje poteka raziskave oz. poskusov – iskanje različnih izvedbenih strategij in poti za rešitev raziskovalnega vprašanja oz. problema,
- opredelitev spremenljivk in njihovih vrednosti ter zagotavljanje poštenega poskusa s kontrolo spremenljivk,
- vrednotenje dela in ocena možnih eksperimentalnih napak kot temelj za predlagane spremembe, dopolnitve ali nadgradnjo raziskave).

Ob posodabljanju učnih načrtov naravoslovnih predmetov (2006, 2008, 2011) so predmetne komisije poleg izsledkov rezultatov spremljave izvajanja učnih načrtov iz leta 1998, ki jo je izvajal Zavod RS za šolstvo, ob priporočilih skupine evropskih strokovnjakov s področja naravoslovnega izobraževanja (Rocard in sodelavci, 2007) upoštevale tudi priporočila Evropskega parlamenta in Sveta EU o ključnih kompetencah za vseživljenjsko učenje ter analize dosežkov slovenskih učencev in dijakov v mednarodnih raziskavah TIMSS in PISA.

Primerjava rezultatov mednarodnih raziskav s področja naravoslovja, v katere je vključena Slovenija (PISA, TIMSS), in rezultatov nacionalnih preizkusov znanj (na primeru kemije) ob koncu osnovne šole kaže nekatere ključne skupne ugotovitve.

Preglednica 1: Prikaz izbranih ciljev učnih načrtov naravoslovnih predmetov (2. in 3. triletja) osnovne šole, povezanih z razvijanjem raziskovalno eksperimentalnega pristopa

CILJI	NARAVOSLOVJE	BIOLOGIJA	FIZIKA	KEMIJA
<p>Učenci urijo in razvijajo spoznavne postopke, veščine in spretnosti ter oblikovanje stališč in vrednot:</p> <ul style="list-style-type: none"> načrtujejo in izvajajo poskuse ob hkratni skrbi za urejeno delovno okolje in upoštevanju varnosti pri delu, izvajajo osnovne eksperimentalne tehnike, s katerimi pridobivajo eksperimentalne podatke, in ustrezno uporabljajo pripomočke v ta namen, sistematično opazujejo in izvajajo meritve ter zapisujejo eksperimentalna opažanja in meritve, razlikujejo med poštenimi in nepoštenimi poskusi ter opredeljujejo konstante in spremenljivke pri poskusih, načrtujejo in izvajajo raziskave, zastavljajo problemska vprašanja, ki jih je mogoče eksperimentalno preveriti, napovedujejo eksperimentalne rezultate, oblikujejo hipoteze in ugotavljajo, ali dokazi, zbrani z opazovanji in poskusi, podpirajo njihovo veljavnost, urejajo in obdelujejo eksperimentalno pridobljene podatke (tabelarično, grafično), prepoznavajo vzorce, zakonitosti in vzročno-posledične povezave iz eksperimentalno pridobljenih podatkov, oblikujejo sklepe s povezovanjem eksperimentalnih rezultatov (meritev, opažanj) in teoretičnega znanja, vrednotijo smiselnost eksperimentalnih rezultatov ter načrtovanje sprememb ali izbolišav poskusa, predstavijo potek in rezultate poskusov ali raziskave v pisni in ustni obliki. ... 	<p>Učenci:</p> <ul style="list-style-type: none"> znajo samostojno postaviti raziskovalna vprašanja in načrtovati preprosto raziskavo (znajo izbrati in uporabiti ustrezna orodja in tehnologijo za izvajanje poskusov, zbiranje podatkov in prikaz podatkov: npr. računalnik, osebni računalnik, tehtnico, mikroskop, daljnogled), znajo poiskati in uporabljati tiskane in elektronske vire za zbiranje informacij in dokazov za raziskovalni projekt ter kritično presoditi njihovo verodostojnost, znajo predstaviti povezavo med raziskovalnim vprašanjem, naravoslovnimi koncepti, izvedenimi poskusi, zbranimi podatki in sklepi na podlagi znanstvenih dokazov, znajo poročati o poteku in rezultatih raziskave v pisni in ustni obliki. ... 	<p>Učenci:</p> <ul style="list-style-type: none"> sistematično odkrivajo pomen eksperimenta pri spoznavanju in preverjanju fizikalnih zakonitosti, načrtujejo in izvajajo preproste poskuse in raziskave, obdelujejo podatke, analizirajo rezultate poskusov in oblikujejo sklepe, preverjajo izide preprostih napovedi, spoznavajo pomembnost povezovanja eksperimentalnega znanja s teoretičnim, analitičnim in sintetičnim razmišljanjem. ... 	<p>Učenci:</p> <ul style="list-style-type: none"> se navajajo na izbiro in uporabo primerne in varne opreme, opredeljujejo dejavnike poskusov (eksperimentov); razlikovanje med konstantami in spremenljivkami ter poznavanje kontrolnih (referenčnih) poskusov, presojajo zanesljivost pridobljenih rezultatov, navajajo se na argumentirano sklepanje pri predstavitvi. uporabljajo eksperimentalno raziskovalni pristop. ... 	

Ugotovitve NPZ kemija 2010

Učenci so manj uspešni pri reševanju problemov oziroma strukturiranih nalog, ki zahtevajo samostojen opis poskusa ali interpretacijo preglednic oziroma shem.

Pri pouku kemije je še vedno premalo povezovanja razlag kemijskih pojmov z ugotovitvami eksperimentalnega dela in z njihovimi ponazoritvami na realnih primerih.

Pri reševanju problemskih nalog imajo učenci največ težav pri samostojnih interpretacijah v stavkih s smiselnim pomenom.

Ugotovitve PISA 2009

Slovenski dijaki so izkazali slabše rezultate pri reševanju nalog, ki ustrezajo 4.–6. stopnji dosežkov.

Izrazito slabši dosežek od povprečja držav OECD pri nalogah, ki zahtevajo sposobnost prepoznavanja in analiziranja »nenavadnih« problemov ter načrtovanja strategij za rešitev.

Učenci imajo težave z izkazovanjem znanj, ki se nanašajo na raziskovalno delo (načrtovanje eksperimentalnega dela, definiranje in spremljanje spremenljivk).

Ugotovitve TIMSS 2007

Učenci so uspešni pri nalogah, ki zahtevajo poznavanje dejstev, pojmov, teorij.

Manj uspešni so pri interpretiranju eksperimentalno pridobljenih podatkov (opazovanj, meritev) in pri uporabi znanja za reševanje kvalitativnih in kvantitativnih problemov.

Slovenski učenci sicer uspešno rešujejo naloge, ki preverjajo poznavanje dejstev, pojmov in teorij, izrazito slabše rezultate pa dosegajo pri nalogah, ki se nanašajo na sposobnost prepoznavanja in analiziranja novih problemov, načrtovanje strategij za reševanje le-teh ter pri nalogah, ki preverjajo obvladovanje raziskovalno eksperimentalnih znanj in spretnosti, kot so na primer interpretiranje eksperimentalno pridobljenih podatkov, načrtovanje eksperimentalnega dela, prepoznavanje spremenljivk. Izhajajoč iz teh ugotovitev, je treba iskati odgovore na vprašanja: Kako doseči, da bo večji delež slovenskih učencev sposoben reševati naloge na najvišjih taksonomskih stopnjah oz. izkazovati najbolj kompleksna znanja? Kaj so vzroki za slabše rezultate pri nalogah, ki se nanašajo na eksperimentalno delo? Ali to pomeni, da pouk naravoslovnih predmetov ni v zadostni meri eksperimentalno zasnovan ali pa morebiti eksperimentalno delo ne prinaša takšnih rezultatov, kot bi si želeli?

Delež eksperimentalnega, posebej samostojnega dela učencev je pri naravoslovnih predmetih v osnovni šoli relativno nizek. Eksperimentalno delo učencev se v glavnem izvaja skupinsko, vodeno, v skladu z natančnimi navodili. Raziskovalno zasnovano eksperimentalno delo v praksi še ni dovolj zaživelo in učitelji navajajo, da s tovrstnimi pristopi nimajo veliko izkušenj (spremljava ZRSŠ 2009).

Raziskava TIMSS ob merjenju naravoslovnega znanja učencev (četrtšolcev in osmošolcev) vključuje tudi vprašalnike za učence in učitelje, s katerimi ugotavljajo in primerjajo, kako se izvaja pouk naravoslovja oz. naravoslovnih predmetov, v kolikšni meri so zastopane določene vrste aktivnosti pri pouku naravoslovja v državah, vključenih v raziskavo itd. Rezultati raziskave TIMSS 2003 so uvrščali Slovenijo glede zastopanosti dejavnosti, ki prispevajo k razvijanju spretnosti naravoslovnega raziskovanja, na dno lestvice, in to pri vseh naravoslovnih predmetih (biologija, kemija, fizika). Tudi v raziskavi TIMSS 2007 so ugotovili, da je v Sloveniji delež osmošolcev (in četrtšolcev) ki bodisi gledajo izvajanje poskusa, si sami zamislijo in načrtujejo poskus oz. raziskavo, v manjših skupinah eksperimentirajo

oz. raziskujejo, nižji od mednarodnega povprečja. Zanimivo je, da so v obeh razredih učitelji redkeje kot učenci poročali o pogostosti dejavnosti, povezanih z raziskovanjem. Skupna ugotovitev pa je, da je delež slovenskih učencev, ki so deležni raziskovalnih dejavnosti, pod mednarodnim povprečjem (Nacionalno poročilo ... TIMSS 2007).

POMEN DOBRO NAČRTOVANEGA IN POSTOPNEGA NADGRAJEVANJA RAZISKOVALNO EKSPERIMENTALNIH ZNANJ IN SPRETNOSTI PO IZOBRAŽEVALNI VERTIKALI

Razvijanje raziskovalno eksperimentalnih znanj in spretnosti naj bi bil kontinuiran, sistematično načrtovan proces, ki bi trajal celotno dobo izobraževanja. Učencem bi s tem omogočili postopno spoznavanje in vpeljevanje v metodologijo raziskovanja: od oblikovanja raziskovalnega vprašanja oz. problema, postavitve hipoteze, načrtovanja eksperimenta, opredelitve in kontrole spremenljivk, izvedbe eksperimenta, zbiranja dokazov (opažanj, meritev), urejanja in analiziranja rezultatov do oblikovanja sklepov, preverjanja veljavnosti hipoteze in vrednotenja rezultatov. Gre za znanja, ki so široko uporabna v vsakdanjem življenju. A mnogi učitelji menijo (spremljava ZRSŠ), da so pričakovanja, da bodo učenci izvajali raziskovalno zasnovane eksperimentalne dejavnosti v osnovni šoli, pretirana in nerealna, češ da gre za prekompleksna in prezahtevna znanja, mnogi učenci pa imajo težave že z razumevanjem navodil in izvedbo eksperimentov po navodilih. Vpeljevanje raziskovalnega pristopa ne pomeni, da bodo vse vodene eksperimentalne vaje učencev (z natančno podanimi navodili za izvedbo) zamenjale raziskovalne aktivnosti. Učenci prek vodenih eksperimentalnih vaj spoznavajo in se urijo v temeljnih eksperimentalnih postopkih in uporabi pripomočkov. Prav tako se vodeno postopno vpeljujejo v metodologijo raziskovanja (npr. spoznavajo, kaj so spremenljivke in kako zagotoviti pošten poskus). Postopoma pa naj bi z eksperimentalnimi dejavnostmi in osnovni šoli učenci razvili

določeno stopnjo samostojnosti in inovativnosti pri raziskovanju, predvsem v smislu zastavljanja lastnih raziskovalnih vprašanj ter načrtovanja in izvedbe raziskave oz. eksperimenta, ki lahko vodi do odgovorov na raziskovalna vprašanja, kar pa je treba v dejavnostih po celotni izobraževalni vertikali (od prvega do devetega razreda) smiselno in postopno načrtovati.

Vpeljevanje raziskovalno eksperimentalnega pristopa zahteva večjo stopnjo upoštevanja načela diferenciacije in individualizacije pri pouku. Bolj kot so znanja kompleksna, na višji taksonomski stopnji so, bolj jih učenci usvajajo z različno dinamiko. Učiteljeva vloga je zagotoviti takšne učne situacije, v katerih lahko vsak učenec doseže največ in najbolje, kar zmore. Velik delež osnovnošolcev zmore veliko, če le ima za to ustrezne možnosti.

Za doseganje višje kakovostne ravni učenčevih raziskovalno eksperimentalnih znanj in spretnosti v osnovni šoli je potrebno dobro medpredmetno sodelovanje vseh učiteljev naravoslovnih (*in drugih*) predmetov po celotni vertikali v smislu skupnega načrtovanja pristopov in dejavnosti, v okviru katerih bodo učenci pri posameznih predmetih v posameznem razredu oz. triletju razvijali raziskovalno eksperimentalna znanja in spretnosti. Pri tem je treba opredeliti, do kolikšne mere bodo učenci posamezna znanja in spretnosti (zlasti miselne spretnosti) usvojili na določeni stopnji izobraževanja (npr. v posameznem triletju), kar lahko predstavlja svojevrsten »kompas« za učitelje in jih vodi pri načrtovanju dejavnosti. Primer takega postopnega nadgrajevanja izbranih raziskovalno eksperimentalnih znanj in spretnosti po triletjih osnovne šole, je prikazan v preglednici 2.

NAMESTO SKLEPA

Učenje z raziskovanjem podpira razvoj kompetenc za 21. stoletje in ima lahko mnogo »obrazov«, odvisno od konteksta, ciljne skupine in učnih ciljev, s skupno željo promovirati radovednost, sodelovanje in poglobljeno učenje (Primas, 2011). Raziskovalno eksperimentalno delo predstavlja nadgradnjo »klasičnega« eksperimentalnega dela. Z uvajanjem raziskovalno eksperimentalnega pristopa učencem nudimo priložnosti za razvijanje določenih znanj in spretnosti, s katerimi delujejo znanstveniki na področju naravoslovja in matematike. Po ugotovitvah mednarodnih raziskav, NPZ in

različnih spremljav teh učenci ob koncu osnovne šole nimajo razvitih v zadostni meri, četudi so za nadaljnje učenje in življenje zelo pomembna.

Kot smo že navedli, je uspeh učenja z raziskovanjem močno odvisen od znanja in spretnosti učiteljev (Barron in Darling-Hammond, 2010). Vsi viri tega področja navajajo pomen izobraževanja učiteljev, povezovanja in izmenjave izkušenj med učitelji (mrež na nacionalni ravni in širše), vključevanja lokalnih skupnosti in povezovanja šol z raziskovalnimi institucijami, industrijo itd. (Rocard et al. 2007).

V prizadevanjih za vpeljevanje raziskovalnega pristopa pri pouku naravoslovja je treba postopno spreminjati prevladujoča stališča, da je učenje z raziskovanjem za učence prezahtevno in časovno potratno in da se učenci največ in najbolje naučijo, če jih učitelj natančno vodi skozi dejavnosti do »pravilnih« rezultatov in ugotovitev.

Vsi, ki delujemo na tem področju, se zavedamo težav in problematike doseganja uspešnosti pri učenju z raziskovanjem ter nujno potrebne podpore na vseh ravneh, saj tako učenje zahteva nove učne dejavnosti, posodobljen učni repertoar in spremenjeno vlogo tako učiteljev in učencev. Kurikularne osnove v posodobljenih učnih načrtih obstajajo. Vrsta projektov, ki potekajo tudi v Sloveniji, je in bo v podporo učiteljem na tem področju, kot je npr. aktualni projekt Fibonacci (<http://www.fibonacci-project.eu/>), ki ga v Sloveniji izvajajo v okviru Univerze v Ljubljani.

Loucks-Horsley s sodelavci (2003) navaja paleto strategij za profesionalni razvoj učiteljev na področju naravoslovnega izobraževanja glede na cilje, ki jih želimo doseči. Za razvoj učiteljevega naravoslovno strokovnega znanja so uporabne npr. delavnice ali partnerstvo z znanstveniki. A »učna vsebina« sama ne vodi v spremembe učiteljevega poučevanja, potreben je pedagoški kontekst, priložnost za razvoj potrebnih pedagoških znanj, kar omogočajo različne strategije, kot so: preučevanje dela učenčev, študija/diskusija primera oz. učnih ur, coaching, mentorstvo itd. Take strategije pomagajo izgrajevati profesionalne učne skupnosti, ki se najbolje razvijajo ob učiteljevem sodelovanju v demonstracijskih urah in študijskih skupinah. Prav v slednjih, kot eni bolj unikatnih oblik profesionalnega usposabljanja, ki jih imamo v slovenskem prostoru, leži velik potencial, ki bi ga veljalo bolj ceniti in bolje izkoristiti.

Preglednica 2: Primer postopnega nadgrajevanja izbranih raziskovalno eksperimentalnih znanj in spretnosti po triletnih osnovne šole

RAZISKOVALNO EKSPERIMENTALNA ZNANJA IN SPRETNOSTI	1. triletnje	2. triletnje	3. triletnje
Zastavljanje raziskovalnih vprašanj in opredelitev (raziskovalnega) problema	<ul style="list-style-type: none"> • zastavljajo vprašanja: Kako? Zakaj? Kaj bi se zgodilo, če ...? in predlagajo, kako in kje poiskati odgovore 	<ul style="list-style-type: none"> • zastavljajo vprašanja, ki so povezana s spremenljivkami (npr. kaj se zgodi, če spremenimo ...?) • prepoznajo vprašanja, ki zahtevajo izvedbo raziskave, in predlagajo poti in načine, kako do odgovora 	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznajo in analizirajo problemsko situacijo, ki jo je mogoče razrešiti z izvedbo raziskave • zastavljajo raziskovalna vprašanja, ki temeljijo na usvojenem naravoslovnem znanju in jih je mogoče eksperimentalno preveriti
Sposobnost napovedovanja in postavljanja hipotez	<ul style="list-style-type: none"> • pred izvedbo poskusa (raziskave, predvidijo (napovedo), kaj se bo zgodilo 	<ul style="list-style-type: none"> • napovedo, kaj se bo zgodilo (po njihovem mnenju) oz. kakšen bo rezultat poskusa ali raziskave, in pojasnijo, zakaj tako • razlikujejo med ugibanjem in napovedovanjem 	<ul style="list-style-type: none"> • napovedo rezultat na temelju predhodnih izkušenj in znanja (npr. predvidevam, da ... zato ker ...) • na temelju predhodnega znanja zastavijo hipotezo, ki jim pomaga pri zasnovi raziskave • razlikujejo med hipotezo in napovedjo rezultata
Načrtovanje poteka raziskave oz. poskusov (iskanje različnih izvedbenih strategij in poti za rešitev raziskovalnega vprašanja oz. problema); opredelitev kaj bomo opazovali, merili ipd. in kako	<ul style="list-style-type: none"> • načrtujejo najosnovnejše poskuse 	<ul style="list-style-type: none"> • predvidijo, katere vire informacij, vključno s katero bi pridobili odgovor na raziskovalno vprašanje • predlagajo preprost poskus ali raziskavo, katero bi pridobili odgovor na raziskovalno vprašanje • predvidijo, katere podatke bodo zbirali in kako ter kakšno opremo in materiale bodo pri tem uporabili 	<ul style="list-style-type: none"> • uporabijo naravoslovnno znanje za opredelitev raziskovalne ideje ali problema, tako da omogoča zasnovno raziskave in izbor ustreznega pristopa • predvidijo in preučijo/primerjajo različne načine in poti, kako priti do odgovora na zastavljeno raziskovalno vprašanje • odločijo se o obsegu in načinu urejanja zbranih podatkov ter uporabi tehnik, pripomočkov (opreme) in materialov • oblikujejo pisno navodilo z izvedbo poskusa oz. raziskave
Opredelitev spremenljivk in njihovih vrednosti ter zagotavljanje poštenega poskusa s kontrolo spremenljivk	<ul style="list-style-type: none"> • spreminjajo eno spremenljivko (parameter) in opazujejo ali merijo učinke (drugi parametri nespremenjeni) • na preprostih primerih prepoznajo ali je poskus »pošten« 	<ul style="list-style-type: none"> • ugotavljajo, kakšna je zveza med spremenljivkama (npr. z večanjem/manjšanjem x se y ...) • razumejo, kdaj je poskus »pošten« • odločajo se, kako spreminjati en dejavnik (spremenljivko) pri poskusu in druge ohraniti nespremenjene • razumejo, zakaj mora imeti nadzorovan poskus primerljive rezultate ob ponovitvi 	<ul style="list-style-type: none"> • opredelijo ključne spremenljivke, ki jih je treba upoštevati pri izvedbi poskusa oz. raziskave, in zbirajo podatke, ki jim omogočajo testiranje razmerij med spremenljivkami • določijo, kaj bodo pri poskusu spreminjali (neodvisno spremenljivko), kaj bodo ohranili nespremenjeno (kontrolirane spremenljivke) ter način merjenja učinkov (opredelitev odvisne spremenljivke) • opredelijo način zbiranja eksperimentalnih dokazov v primeru, ko je spremenljivke težko kontrolirati

LITERATURA

- Partnership for 21st Century Skills (2004). Learning for the 21st Century, Washington, DC, dosegljiv na <http://www.p21.org/> (17. 10. 2011).
- Barron, B., Darling-Hammond, L. (2010). Prospects and challenges for inquiry-based approaches to learning. V: The nature of learning: Using research to inspire practice. Edited by Dumont, H, Istance, D. and Benavides, F. OECD 2010.
- Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies (2006). OECD. Dosegljivo na <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf> (17. 10. 2011).
- Rocard, M., Hemmo, V., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Wallberg Henriksson, H. (2007). Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe! Brussels. European Commission. Directorate General for Research.
- The PRIMAS project: Promoting inquiry-based learning (IBL) in mathematics and science education across Europe: PRIMAS guide for professional development providers. 2011. Dosegljiv na www.primas-project.eu (17. 10. 2011).
- Skvarč, M. (2011). Razvijanje raziskovalno eksperimentalnih spretnosti pri pouku naravoslovja. V: Fleksibilni predmetnik – priložnost za izboljšanje kakovosti vzgojno-izobraževalnega dela šol (F. Nolimal in sodelavci), Zavod republike Slovenije za šolstvo.
- Nacionalno poročilo: Naravoslovni dosežki Slovenije v TIMSS 2003, dosegljivo na <http://193.2.222.157/Sifranti/InternationalProject.aspx?id=3> (17. 10. 2011).
- Nacionalno poročilo: Naravoslovni dosežki Slovenije v TIMSS 2007, dosegljivo http://193.2.222.157/UserFilesUpload/file/raziskovalna_dejavnost/TIMSS/TIMSS2007/NAR_7_poglavje.pdf (17. 10. 2011).
- PISA 2009: Prvi rezultati, dosegljivo na <http://193.2.222.157/Sifranti/InternationalProject.aspx?id=15> (17. 10. 2011).
- Letno poročilo o izvedbi NPZ v šolskem letu 2009/2010. Dosegljivo na http://www.ric.si/preverjanje_znanja/statisticni_podatki/ (17. 10. 2011).
- Poročila spremljave pouka v OŠ, obravnavana na SSSI. 2000–2009. Zavod RS za šolstvo. http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Naravoslovje_obvezni.pdf (17.10.2011)
- http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Biologija_obvezni.pdf (17.10.2011)
- http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Fizika_obvezni.pdf (17.10.2011)
- http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Kemija_obvezni.pdf (17.10.2011)
- The Fibonacci Project: Disseminating inquiry-based science and mathematics education in Europe. Dosegljivo na <http://www.fibonacci-project.eu/> (17. 10. 2011).
- Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K. E., Mundry, S., Hewson, P. W. (2003). Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc.