

Pokus u početnoj nastavi prirodnoslovlja iz perspektive učitelja primarnog obrazovanja

Alena Letina, Josipa Vošćak

Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet

Metodike nastavnih predmeta	Broj rada: 65	Izvorni znanstveni rad
-----------------------------	---------------	------------------------

Sažetak
<p>Izvođenje pokusa u početnoj nastavi prirodnoslovlja aktivan je način učenja koji omogućuje učinkovito spoznavanje prirodnih pojava i procesa, razvoj istraživačkih vještina te razumijevanje metodologije znanstvenih istraživanja. Dosadašnje studije pokazale su kako učitelji, unatoč tome, nerado i rijetko organiziraju eksperimentalni rad učenika. U ovome radu prikazani su rezultati istraživanja čiji je cilj bio ispitati uvjerenja učitelja o važnosti primjene pokusa u početnoj nastavi prirodnoslovlja, interes učitelja za njihovu provedbu, učestalost njihove primjene te učiteljsku samoprocjenu kompetencija za planiranje i provedbu pokusa. U istraživanju je sudjelovalo 103 učitelja, a podatci su prikupljeni online anketiranjem. Istraživanjem je utvrđeno kako učitelji izvođenje pokusa smatraju važnim za razvoj učeničkih prirodoslovnih kompetencija te iskazuju visoki stupanj interesa za njihovu provedbu. Svoje kompetencije za planiranje i provedbu pokusa, međutim, procjenjuju samo djelomično razvijenima. Unatoč tome, procjenjuju kako pokuse u početnoj nastavi prirodnoslovlja provode često, s blagom tendencijom prema povremenoj primjeni. Pritom učestalije provode demonstracijske pokuse, u odnosu na učeničko izvođenje pokusa, što upućuje na tradicionalno viđenje uloge pokusa u prirodoslovnoj nastavi. Također, utvrđena je povezanost između uvjerenja učitelja o primjeni pokusa i učestalosti njihove primjene. Dobiveni rezultati ukazuju na potrebu obogaćivanja programa inicijalnog i cjeloživotnog obrazovanja učitelja kako bi se pružila odgovarajuća podrška pri razvoju kompetencija potrebnih za konstruktivističko planiranje i provedbu pokusa, ali i omogućio razvoj i svijesti o potrebi njihove kontinuirane primjene na svim razinama obrazovanja.</p>
Ključne riječi
<i>istraživačko učenje; kompetencije učitelja; konstruktivističko poimanje pokusa; prirodoznanstvena metoda</i>

Uvod

Primjena pokusa u početnoj nastavi prirodnoslovlja ima za cilj oblikovanje kvalitetnijeg razumijevanja prirodoznanstvenih fenomena te razvoj prirodoznanstvene pismenosti učenika (Worth, Duque i Saltiel, 2009). Osim u kognitivnom smislu, značenje pokusa u nastavi prepoznaje se i u povećanju učeničke motivacije za spoznavanje prirodoslovnih tema, aktivnoj ulozi učenika, komunikaciji i razvoju suradničkih odnosa s drugim učenicima (Vizek Vidović, Vlahović-Štetić, Rijavec i Miljković, 2014). Dosadašnja istraživanja pokazala su kako je primjena pokusa jedan od najučinkovitijih motivacijskih postupaka u prirodoslovnom obrazovanju te da učitelji koji poučavaju prirodne znanosti trebaju imati širok spektar kompetencija koje uključuju ne samo izvrsno poznavanje sadržaja prirodnih znanosti već i osnovno znanje o prirodi znanosti, kao i poznavanje suvremenih teorija učenja i poučavanja (Holstermann, Grube i Bögeholz, 2009; Trna i Novak, 2014). Li i Wong (2018) u svojoj studiji zaključuju kako primjena pokusa u nastavi ima pozitivan učinak na iskustvo i interes učenika te njihovo razumijevanje relevantnih teorija koje su spoznavali eksperimentiranjem.

Keskin Geçer i Zengin (2015) utvrđuju da učitelji prirodoslovne skupine predmeta posebice ističu važnost pokusa i laboratorijskih vježbi za privlačenje učeničke pažnje i osiguravanje učinkovitog procesa učenja. Osim toga, izvođenje pokusa pruža učenicima mogućnost naučiti kako istraživati i postavljati pitanja, kako konstruirati znanstvene tvrdnje i argumentirano ih obrazložiti (Hofstein, 2017). Kayacan i Ektem (2019) svojim eksperimentalnim istraživanjem utvrđuju kako izvođenje pokusa u nastavi biologije potpomognuto samoreguliranim strategijama učenja ima značajno bolji učinak na spremnost učenika za samostalno učenje i njihov stav prema znanstvenim pokusima.

Jedan od temeljnih preduvjeta uspješnoga poučavanja budućih učitelja prirodoslovlja je razvijenost njihovih istraživačkih vještina (Karatas, 2016), a nedovoljno iskustveno sudjelovanje u istraživačkom učenju koje omogućuje razvoj vještina takve vrste može biti razlogom rjeđe primjene istraživačkog učenja i pokusa u učiteljskoj svakodnevnoj praksi (Letina, 2019). Prema istraživanju Mutlu i Şeşen (2020), rad studenata učiteljskih studija u stvarnom i u virtualnom laboratorijskom okruženju imalo je značajan utjecaj na poboljšanje njihovih stavova prema nastavi prirodoslovlja, s time da je rad u stvarnom laboratorijskom okruženju imao znatno veći učinak na razvoj pozitivnih stavova, u odnosu na rad u virtualnom laboratoriju. Yildiz, Akpınar, Aydoğdu i Ergin (2006) utvrđuju kako stavovi učitelja prema ciljevima pokusa u nastavi prirodoslovnih predmeta često ovise o opremljenosti laboratorija u školama. Naime, učitelji koji nemaju adekvatnu opremu u školskim laboratorijima imaju negativniji stav prema njihovoj provedbi u nastavi. Studija Cossa i Uamusse (2015) utvrđuje da program stručnog usavršavanja može pomoći učiteljima prirodoslovlja da bolje razumiju važnost primjene pokusa u prirodoslovnoj nastavi. Također, oni ističu mišljenje učitelja da je nedostatak dobro opremljenih laboratorija u školama i preopširnost nastavnih kurikula velika prepreka za provedbu pokusa bilo koje vrste. Također, zaključuju da nedostatak laboratorijskih vježbi i izvođenja pokusa tijekom inicijalnog obrazovanja budućih učitelja rezultira nesigurnošću i strahom od izvođenja pokusa u nastavi.

S obzirom na rezultate dosadašnjih istraživanja, može se zaključiti kako je analiza i ispitivanje položaja pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja, kao i uvjerenja, interesa i kompetencija učitelja za njihovu provedbu od izuzetne važnosti za utvrđivanje postojeće kvalitete početnog prirodoslovnog obrazovanja. Stoga su u ovome radu predstavljeni rezultati istraživanja o percepciji i primjeni pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja koja se u hrvatskom odgojno-obrazovnom sustavu ostvaruje u okviru nastave prirode i društva čiji predmetni kurikulum određuje istraživački pristup osnovnim principom pri realizaciji odgojno-obrazovnih ishoda učenja. Istraživački pristup temelji se na samostalnom učeničkom otkrivanju i konstrukciji znanja, a aktivnosti učenika slične znanstvenome istraživanju predstavljaju temelj nastavno-znanstvene aktivnosti koja se temelji na provedbi pokusa.

Metodologija istraživanja

Cilj istraživanja

Cilj ovoga istraživanja bio je ispitati uvjerenja učitelja o važnosti primjene pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja, interes učitelja za njihovu provedbu, učestalost njihove primjene te učiteljsku samoprocjenu kompetencija za planiranje i provedbu pokusa te utvrditi postoji li povezanost među navedenim varijablama.

Istraživačka pitanja

Iz postavljenog cilja istraživanja proizlaze sljedeća istraživačka pitanja:

1. Kakva su uvjerenja učitelja o važnosti izvođenja pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja?
2. Kolika je razina interesa učitelja za provedbu pokusa?
3. Kako učitelji procjenjuju svoje kompetencije za planiranje i provedbu pokusa?
4. Kolika je učestalost primjene pokusa u nastavnoj praksi ispitanika?
5. Postoji li korelacija između uvjerenja učitelja o važnosti primjene pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja, interesa učitelja za njihovu provedbu, učestalosti njihove primjene te samoprocjene kompetencija za planiranje i provedbu pokusa u nastavnoj praksi?
6. Postoji li statistički značajna razlika između uvjerenja učitelja o važnosti primjene pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja, interesa učitelja za njihovu provedbu, učestalosti primjene pokusa u nastavnoj praksi te učiteljske samoprocjene kompetencija za planiranje i provedbu pokusa u nastavnoj praksi?

Hipoteze

Temeljem navedenih istraživačkih pitanja postavljene su sljedeće hipoteze:

H (1) Učitelji izvođenje pokusa smatraju vrlo važnim za početnu nastavu prirodoslovlja.

H (2) Učitelji pokazuju vrlo visok stupanj interesa za provedbu pokusa.

H (3) Učitelji često primjenjuju pokus u svojoj nastavnoj praksi.

H (4) Učitelji svoje kompetencije za planiranje i provedbu pokusa procjenjuju izvrsno razvijenima.

H (5) Postoji pozitivna korelacija između uvjerenja učitelja o važnosti primjene pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja, interesa učitelja za njihovu provedbu, učestalosti njihove primjene te samoprocjene kompetencija za planiranje i provedbu pokusa u nastavnoj praksi.

H (6) Ne postoji statistički značajna razlika između uvjerenja učitelja o važnosti primjene pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja, interesa učitelja za njihovu provedbu, učestalosti primjene pokusa u nastavnoj praksi te učiteljske samoprocjene kompetencija za planiranje i provedbu pokusa u nastavnoj praksi.

Uzorak istraživanja

Istraživanje je provedeno u travnju 2020. godine na prigodnom uzorku od 103 učitelja primarnog obrazovanja na području Republike Hrvatske. U uzorku ispitanika dominantno su zastupljene ispitanice (N=97). Uzorkom je obuhvaćeno 27,2% ispitanika s radnim stažom kraćim od 5 godina, 6,8% ispitanika sa stažom od 5 do 10 godina, 7,8% ispitanika sa stažom od 11 do 15 godina, 3,9% od 16 do 20 godina staža, te 54,4% s više od 20 godina radnoga staža. Što se tiče stečene stručne spremne ispitanika, njih 26,2% ima višu stručnu spremu, 68,9% ima visoku stručnu spremu, a 4,9% ispitanika su magistri/magistre znanosti.

Postupak i instrumenti istraživanja

Istraživanje je provedeno online anketiranjem. Sudjelovanje u istraživanju bilo je dobrovoljno i anonimno. Za potrebe ovoga istraživanja konstruiran je specijalan upitnik koji se sastojao od 5 dijelova. Prvim dijelom upitnika prikupljeni su demografski podaci o ispitanicima. Drugim dijelom upitnika ispitala su se uvjerenja učitelja o važnosti izvođenja pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja. Ovaj dio upitnika sastojao se od 11 tvrdnji koje su učitelji procjenjivali na peterostupanjskoj skali Likertova tipa (1 – uopće se ne slažem, 2 – uglavnom se ne slažem, 3 – niti se slažem, niti se ne slažem, 4 – uglavnom se slažem, 5 – u potpunosti se slažem). U trećem dijelu upitnika utvrđivala se učiteljska samoprocjena vlastitih kompetencija za provođenje pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja procjenom 11 formulacija kojima su određene kompetencije učitelja potrebne za kvalitetno izvođenje pokusa u nastavi, na skali od 1 do 5 (1 – uopće nije razvijeno, 2 – uglavnom nije razvijeno, 3 – djelomično je razvijeno, 4 – uglavnom je razvijeno, 5 – u potpunosti je razvijeno). Četvrtim dijelom upitnika ispitivao se interes učitelja za izvođenje pokusa u nastavi procjenom 5 tvrdnji na skali od pet stupnjeva (1 – uopće se ne odnosi na mene, 2 – uglavnom se ne odnosi na mene, 3 – niti se odnosi, niti se ne odnosi na mene, 4 – uglavnom se odnosi na mene, 5 – u potpunosti se odnosi na mene). Posljednjim, petim dijelom upitnika ispitana je učestalost primjene pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja procjenom 15 formulacija na skali od pet stupnjeva (1 – nikada, 2 – rijetko (1x godišnje), 3 – ponekad (jednom u polugodištu), 4 – često (jednom tjedno), 5 – uvijek). Također, bilo je i nekoliko pitanja otvorenog tipa u kojima se tražilo učitelje da odrede na koji način su stekli kompetencije za izvođenje pokusa u nastavi i da navedu neke priručnike koje koriste pri planiranju i provedbi pokusa.

Metode obrade podataka

Pri statističkoj analizi podataka rabili smo statistički programski paket SPSS 20.0. Deskriptivni parametri, poput aritmetičke sredine i standardne devijacije rabljeni su za utvrđivanje deskriptivnih pokazatelja pojedinih čestica i skala. Za utvrđivanje interkorelacije navedenih varijabli (uvjerenja, interesi, samoprocjena kompetencija i učestalost primjene) izračunati su Pearsonovi koeficijenti korelacije, a analiza varijance (ANOVA) primjenjena je za utvrđivanje statističke značajnosti razlika među varijablama.

Rezultati

Uvjerenja učitelja o važnosti izvođenja pokusa u nastavi prirode i društva

Deskriptivni parametri čestica uvjerenja učitelja pokazuju kako učitelji imaju pozitivna uvjerenja o važnosti izvođenja pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja ($M_{(ukupno)}=3,84$, $SD=0,93$). U nastavku su prikazane vrijednosti aritmetičke sredine odgovora ispitanika i pripadajuće standardne devijacije u pojedinim subskalama ovoga dijela upitnika (Tablice 1, 2 i 3).

Tablica 1. *Uvjerenja učitelja o važnosti pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja*

	<i>M</i>	<i>SD</i>
--	-----------------	------------------

Pokus u početnoj nastavi prirodnoslovlja smatram izrazito važnim prirodoslovnim postupkom.	4,39	0,78
Smatram da je za uspješno izvođenje pokusa ključna temeljita priprema.	4,09	0,71
Smatram da je učiteljeva demonstracija pokusa važna za pravilno izvođenje pokusa učenika.	3,65	1,17
Učeničko izvođenje pokusa smatram važnijim od učiteljeve demonstracije pokusa.	3,24	1,04
Ukupno	3,84	0,93

Učitelji se uglavnom slažu da je pokus u početnoj nastavi prirodnoslovlja izrazito važan prirodoslovnim postupak ($M=4,39$, $SD=0,78$) te da je za njegovu uspješnu provedbu važna temeljita priprema učitelja ($M=4,09$, $SD=0,71$). Također, uglavnom se slažu da je učiteljska demonstracija pokusa od osobite važnosti za pravilno izvođenje pokusa učenika ($M=3,65$, $SD=1,17$), međutim pri procjeni navedene tvrdnje vidljiva je blaga tendencija prema neodređenom mišljenju. Neodređeno mišljenje učitelji imaju o tome je li učeničko izvođenje pokusa važnije od učiteljeve demonstracije pokusa ($M=3,24$, $SD=1,04$).

Drugom subskalom u ovom dijelu upitnika ispitala su se uvjerenja učitelja o važnosti učestalog izvođenja pokusa u početnoj nastavi prirodnoslovlja te je utvrđeno kako učitelji, unatoč tome što su se u prethodnoj subskali uglavnom složili s time da je pokus važan za početnu nastavu prirodnoslovlja, ipak imaju neodređeno mišljenje o važnosti njegove česte primjene ($M_{(ukupno)}=3,35$, $SD=1,08$).

Tablica 2. *Uvjerenja učitelja o važnosti učestalog izvođenja pokusa*

	M	SD
Vrlo je važno često izvođenje pokusa u nastavi prirode i društva.	3,75	1,06
Nedovoljna opremljenost škola najčešći je razlog za rijetko izvođenje pokusa. Česta provedba pokusa poželjna je i u drugim nastavnim predmetima.	2,00 3,88	1,07 0,97
Pokus treba provoditi samo kad je u pitanju prirodoslovna nastavna tema koja se najbolje može spoznati pokusom.	3,11	1,18
Pokuse treba često provoditi i u 1. i 2. razredu, a ne isključivo u 3. i 4. razredu.	4,02	1,09

Ukupno	3,35	1,08
---------------	------	------

Učitelji se uglavnom ne slažu s time da je neopremljenost škola najčešći razlog za rijetko izvođenje pokusa ($M=2,00$, $SD=1,07$). Uglavnom se slažu s time da je često izvođenje pokusa izrazito važno za nastavu prirode i društva ($M=3,88$, $SD=0,97$), međutim, nisu sigurni treba li pokuse izvoditi samo u slučaju kada se uče prirodoslovni sadržaji koji se najučinkovitije mogu spoznati izvedbom pokusa ili se pokusi mogu izvoditi i kod spoznavanja sadržaja iz drugih područja koje obuhvaća nastava prirode i društva ($M=3,11$, $SD=1,18$). Što se tiče primjerenosti dobi učenika, učitelji se uglavnom u potpunosti slažu da su pokusi primjereni i učenicima 1. i 2. razreda te da ih treba često izvoditi od početka školovanja, a ne isključivo u 3. i 4. razredu ($M=4,02$, $SD=1,09$).

Trećom subskalom u ovom dijelu upitnika ispitivala su se uvjerenja učitelja o utjecaju primjene pokusa na učenički razvoj te je utvrđeno kako se učitelji u potpunosti slažu s time da se pokusima može djelovati na razvoj prirodoslovnostvene kompetencije učenika ($M=4,46$, $SD=0,69$), a još i više na cjelokupni učenikov kognitivni razvoj.

Tablica 3. *Uvjerenja učitelja o utjecaju primjene pokusa na učenikov razvoj*

	M	SD
Primjena pokusa ima značajan utjecaj na razvoj učeničke prirodoslovnostvene kompetencije.	4,46	0,69
Primjena pokusa ima značajan utjecaj na učenikov cjelokupni kognitivni razvoj.	4,49	0,74
Ukupno	4,48	0,72

Na temelju izloženih rezultata može se zaključiti kako se hipoteza 1 kojom se pretpostavilo da učitelji izvođenje pokusa smatraju vrlo važnim za početnu nastavu prirodoslovlja prihvaća.

Kompetencije učitelja za izvođenje pokusa

Prije samoprocjene osobnih kompetencija učitelji su izrazili svoje mišljenje o tome na koji su način stekli kompetencije potrebne za provedbu pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja te se uglavnom slažu da su ih stekli samostalnim stručnim usavršavanjem ($M=3,97$, $SD=0,97$). Kada je riječ o njihovoj procjeni stjecanja potrebnih kompetencija za provedbu pokusa na učiteljskim studijima tijekom formalnog obrazovanja evidentno je njihovo neodređeno mišljenje o tome ($M=2,82$, $SD=0,97$).

Daljnjom analizom utvrđeno je kako učitelji procjenjuju da su njihove kompetencije za provedbu pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja samo djelomično razvijene ($M=3,34$, $SD=0,82$)(Tablica 4).

Tablica 4. *Učiteljska samoprocjena kompetentnosti za provedbu pokusa*

	M	SD
--	----------	-----------

Kompetentnost za izvođenje jednostavnih pokusa.	4,22	0,75
Sposobnost uspješnog dolaženja do konačnog rezultata pokusa .	3,23	0,89
Raspolaganje potrebnim znanjima za uspješno izvođenje svih etapa pokusa.	3,39	0,86
Kompetentnost za izvođenje istraživačke nastave.	2,36	0,85
Dobro poznavanje sadržaja prirodnih znanosti.	3,92	0,83
Vještina služenja priborom za izvođenje pokusa.	4,06	0,82
Razlikovanje glavnih etapa pokusa i njihove sastavne dijelove.	3,89	0,82
Razlikovanje prednosti i nedostataka demonstracijskog pokusa.	3,99	0,94
Ukupno	3,34	0,82

Uglavnom razvijenima procjenjuju kompetencije za izvođenje jednostavnih pokusa ($M=4,22$, $SD=0,75$), za primjenu pribora pri izvođenju pokusa ($M=4,06$, $SD=0,82$) te znanja iz područja prirodnih znanosti ($M=3,92$, $SD=0,83$), što su važni prediktori za uspješnu provedbu pokusa u nastavi. Ispitanici procjenjuju da njihove kompetencije za izvođenje istraživačke nastave uglavnom nisu razvijene ($M=2,36$, $SD=0,85$) te da samo djelomično raspolažu potrebnim znanjima i sposobnostima potrebnima za uspješno izvođenje svih etapa pokusa ($M=3,39$, $SD=0,86$). Učitelji procjenjuju uglavnom razvijenom sposobnost razlikovanja glavnih etapa pokusa i njihovih sastavnih dijelova ($M=3,89$, $SD=0,82$) te sposobnost razlikovanja prednosti i nedostataka demonstracijskog pokusa ($M=3,99$, $SD=0,94$). Ispitanici, međutim, procjenjuju djelomično razvijenima sposobnosti uspješnog dolaženja do konačnog rezultata pokusa ($M=3,23$, $SD=0,89$). Kako je ukupna aritmetička sredina odgovora ispitanika $M=3,34$, hipoteza 4, kojom se pretpostavilo da učitelji svoje kompetencije za planiranje i provedbu pokusa procjenjuju izvrsno razvijenima, se odbacuje.

Interes učitelja za izvođenje pokusa u nastavi prirode i društva

Istraživanjem je utvrđeno da su učitelji visokim vrijednostima procijenili svoje interese za izvođenje pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja ($M=4,22$; $SD=0,80$) (Tablica 5).

Tablica 5. *Interes učitelja za izvođenje pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja*

	<i>M</i>	<i>SD</i>
Vrlo sam zainteresiran/a za izvođenje pokusa u nastavi prirodoslovlja.	4,18	0,87
Svojim interesem pozitivno utječem na interese učenika za provedbu pokusa.	4,47	0,68

Zainteresiran/a sam za pokuse s primjenom raznih prirodoslovnih postupaka.	4,34	0,77
Osim udžbenika i radne bilježnice zainteresiran/a sam i za proučavanje drugih dostupnih izvora koji govore o provedbi pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja.	3,71	0,97
Za izvođenje pokusa želim se koristiti stručnim priručnicima i dodatnom literaturom.	4,41	0,70
Ukupno	4,22	0,80

Ispitanici iskazuju potpuno slaganje s tvrdnjom da svojim interesom pozitivno utječu na interes učenika za izvođenje pokusa ($M=4,47$, $SD=0,68$). Na ispitanike se uglavnom odnosi tvrdnja da se za izvođenje pokusa, uz radnu bilježnicu, žele koristiti i stručnim priručnicima te dodatnom literaturom ($M=4,41$, $SD=0,70$), da su zainteresirani za pokuse u kojima se koriste različiti prirodoslovni postupci ($M=4,34$, $SD=0,77$) te da su zainteresirani za pripremu izvođenja pokusa proučiti kvalitetne i dostupne internetske izvore ($M=3,71$, $SD=0,97$). Na temelju izloženih rezultata možemo utvrditi da se hipoteza 2, kojom se pretpostavilo kako učitelji pokazuju vrlo visok stupanj interesa za provedbu pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja, prihvaća.

Međutim, iako je većina učitelja (92,23%) iskazala visok stupanj slaganja s tvrdnjom da se za izvođenje pokusa žele koristiti, uz radnu bilježnicu, i ostalim priručnicima i literaturom, čak 85,44% tih ispitanika nije ponudilo nikakav odgovor na poticaj otvorenog tipa: *Ako koristite neke priručnike koji Vam pomažu u planiranju izvođenja pokusa, navedite ih*. Šest učitelja navode da koriste internetske stranice kao pomoć u planiranju izvođenja pokusa, a neki učitelji navode da koriste društvene mreže i grupe te internetske stranice s primjerima pokusa. Zanimljiv je odgovor jedne učiteljice koja navodi da ne koristi priručnik, ali pita profesore iz STEM područja koji joj pomažu prikupiti potreban pribor i materijale za pokus. Neki učitelji navode da koriste listiće za dodatnu nastavu prirode i društva, stručne seminare, metodičke priručnike i dodatne materijale različitih izdavačkih kuća. Među odgovorima, navedeni su i sljedeći priručnici: *101 pokus iz fizike, Mali fizičar, Ova knjiga misli da si znanstvenik, Optičke iluzije svuda oko nas, Prva knjiga znanstvenih pokusa, Istraži, otkrivaj i eksperimentiraj u svijetu znanosti, Kemija u igri, Znanost svuda oko nas*.

Učestalost primjene pokusa u nastavi prirode i društva

Analizom rezultata dobivenih petim dijelom upitnika utvrđeno je kako učitelji pokuse u početnoj nastavi prirodoslovlja provode relativno često ($M=3,60$; $SD=1,08$), s blagom tendencijom prema povremenoj provedbi (Tablica 6).

Tablica 6. *Učestalost primjene pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja*

	<i>M</i>	<i>SD</i>
--	-----------------	------------------

Izvođenje pokusa pri realizaciji ishoda učenja vezanih uz prirodoslovno područje.	3,59	0,99
Izvođenje pokusa uz predložak u radnoj bilježnici.	3,98	1,12
Izvođenje pokusa kada to nije predloženo u udžbeniku ili radnoj bilježnici.	3,24	1,12
Ukupno	3,60	1,08

Učitelji često izvode pokuse u početnoj nastavi prirodoslovlja kada za to imaju predložak u radnoj bilježnici ($M=3,98$, $SD=1,12$), zatim kada se radi o ishodima učenja vezanima uz prirodoslovne sadržaje ($M=3,59$, $SD=0,99$), a samo povremeno izvode pokuse ako to nije predloženo u udžbeniku ili radnoj bilježnici ($M=3,24$, $SD=1,12$), iako su prethodno iskazali visoki interes za korištenje druge dostupne literature i internetskih izvora u planiranju i provedbi pokusa.

Daljnjom analizom utvrđeno je kako učitelji učestalije provode pokuse u 3. i 4. razredu negoli u 1. i 2. razredu, iako su prethodno iskazali visoki stupanj slaganja s time da se pokusi trebaju često izvoditi i u 1. i 2. razredu. Pretpostavlja se da je to zbog psihofizičkih obilježja učenika 3. i 4. razreda, te zbog činjenice da je u *Kurikulumu za nastavni predmet Prirode i društva* u 3. i 4. razredu navedeno znatno više ishoda učenja koji se mogu ostvariti upravo izvođenjem pokusa. Analizom prosječnih rezultata po pojedinim razredima, pokazalo se da učitelji često provode pokuse u 4. razredu ($M=3,86$, $SD=1,23$), zatim u 3. razredu ($M=3,57$, $SD=1,22$), a samo povremeno (1-2x u polugodištu) s učenicima u 2. ($M=3,16$, $SD=1,12$) i 1. razredu ($M=2,99$, $SD=1,32$).

Jednostavnom analizom varijance (ANOVA) dokazano je da postoje statistički značajne razlike ($p<0,01$) u učestalosti primjene pokusa između 1. i 3. razreda, 1. i 4. razreda te 2. i 4. razreda. Scheffeovim post hoc testom utvrđena je statistički značajna razlika u učestalosti primjene pokusa između 1. i 3. razreda ($p<0,01$), tako da se u 1. razredu rjeđe izvode pokusi ($M=2,99$, $SD=1,32$) negoli u 3. razredu ($M=3,57$, $SD=1,22$). Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika u učestalosti primjene pokusa između 1. i 4. razreda ($p<0,01$), tako da se u 1. razredu rjeđe izvode pokusi ($M=2,99$, $SD=1,32$) u odnosu na 4. razred ($M=3,86$, $SD=1,23$). Također, utvrđena je statistički značajna razlika između 2. i 4. razreda u učestalosti primjene pokusa ($p<0,01$), na način da se u 2. razredu rjeđe izvode pokusi ($M=3,16$, $SD=1,12$) nego li u 4. razredu ($M=3,86$, $SD=1,23$).

Dobiveni rezultati su očekivani zbog toga što je u *Kurikulumu za nastavni predmet prirode i društva* u 3. razredu osnovne škole zastupljen veći broj ishoda učenja vezanih uz razumijevanje etapa znanstvenog istraživanja, a u 4. razredu se sve više intenziviraju i produbljuju ishodi učenja vezani uz prirodoslovno područje. Pozitivno je što učitelji prepoznaju pokus kao važan prirodoslovni postupak i što ga neki učitelji ipak provode već od 1. razreda osnovne škole.

Kada je riječ o procjeni učestalosti provedbe pokusa kojim učenici dostižu nove ishode učenja spoznavanjem novih nastavnih sadržaja te demonstracijskog pokusa učitelja i pokusa koje izvode sami učenici, utvrđeno je da učitelji procjenjuju kako često izvode pokuse u kojima učenici realiziraju nove ishode učenja spoznavanjem novih nastavnih sadržaja ($M=3,46$; $SD=1,18$) te demonstracijske pokuse ($M=3,82$, $SD=1,06$). Međutim, učitelji samo povremeno ($M=3,20$,

SD=1,04) organiziraju pokuse koje učenici sami izvode. Također, učitelji procjenjuju da samo povremeno provode vrednovanje učeničkih postignuća tijekom izvođenja pokusa (M=3,01, SD=1,18) (Tablica 7).

Tablica 7. Učestalost učiteljeva i učenikova izvođenja pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja

	<i>M</i>	<i>SD</i>
Izvođenje demonstracijskih pokusa	3,82	1,06
Učeničko izvođenje pokusa	3,20	1,04
Spoznavanje novih nastavnih sadržaja izvođenjem pokusa	3,46	1,18
Provođenje vrednovanja učeničkih postignuća tijekom izvođenja pokusa	3,01	1,18

Nadalje, utvrđeno je kako postoji statistički značajna razlika u učestalosti provedbe demonstracijskih pokusa učitelja i učeničkih samostalnih pokusa: $t(df)=4,241$; $p<0,01$. Učitelji statistički značajno učestalije provode demonstracijske pokuse (M=3,82, SD=1,06), u odnosu na učeničko samostalno izvođenje pokusa (M=3,20, SD=1,04).

U sljedećoj subskali ovog dijela upitnika učitelji su procjenjivali učestalost samostalnog osmišljavanja pokusa i listića za potrebe njihove provedbe, nabavljanja materijala i pribora za izvođenje pokusa, provođenja pokusa izvan nastave prirode i društva te učestalost planiranja izvođenja pokusa na početku nastavne godine. Rezultati su pokazali kako su učitelji često angažirani oko nabavljanja materijala i pribora za izvođenje pokusa (M=3,98, SD=1,11), a samo povremeno planiraju izvođenje pokusa u nastavi prirode i društva na početku nastavne godine (M=3,30, SD=1,27). Učitelji ponekad osmišljavaju pokuse i radne listiće za provedbu pokusa (M=3,19, SD=1,15), te povremeno izvode pokuse izvan nastave prirode i društva (M=2,92, SD=1,23).

Hipoteza 3 kojom se pretpostavilo da učitelji često primjenjuju pokus u svojoj nastavnoj praksi se prihvaća, ali s napomenom da je u rezultatima vidljiva blaga tendencija prema povremenoj provedbi pokusa.

Povezanost između mišljenja učitelja o važnosti izvođenja pokusa u nastavi PID, njihovih kompetencija i interesa za izvođenje pokusa te učestalosti njihove primjene u nastavnoj praksi

Kako bi se provjerilo postoji li povezanost između navedenih varijabli, izračunat je Pearsonov koeficijent korelacije (Tablica 8). Utvrđeno je kako postoji statistički značajna korelacija između uvjerenja učitelja o izvođenju pokusa i učestalosti njihove primjene u početnoj nastavi prirodoslovlja. Između ostalih varijabli nisu pronađene korelacije. Stoga se hipoteza 5, kojom se pretpostavilo da postoji pozitivna korelacija između uvjerenja učitelja o važnosti primjene pokusa, interesa učitelja za njihovu provedbu, učestalosti njihove primjene te samoprocjene kompetencija za provedbu pokusa, djelomično prihvaća, a djelomično odbacuje.

Tablica 8. Pearsonov koeficijent korelacije za utvrđivanje povezanosti između varijabli

	Primjena	Kompetentnost	Uvjerjenja	Interes
Primjena	/	-,275	,534	,308
Kompetentnost	-,275	/	-,161	-,024
Uvjerjenja	,534	-,161	/	-,019
Interes	,308	-,024	-,019	/

Daljnjom statističkom analizom, odnosno provedbom ANOVA testiranja nije utvrđena statistički značajna razlika u mišljenju učitelja o važnosti izvođenja pokusa, njihovih kompetencija i interesa za izvođenje pokusa te učestalosti njihove primjene u nastavnoj praksi te se hipoteza 6 prihvaća.

Rasprava

Aktivno sudjelovanje učenika u istraživačkim aktivnostima i razvoj njihovih prirodoslovnih kompetencija važan je odgojno-obrazovni cilj poučavanja i učenja prirodoslovnog područja istaknut Nacionalnim okvirnim kurikulumom za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje (MZOS, 2011), što izvođenje pokusa čini neizostavnim postupkom u nastavi prirodoslovnih predmeta.

Dosadašnja istraživanja pokazala su kako je primjena pokusa u nastavi jedno od najučinkovitijih motivacijskih postupaka u prirodoslovnom obrazovanju (Holstermann i sur. 2009; Trna i Novak, 2014) te da učitelji koji poučavaju prirodne znanosti trebaju imati širok spektar kompetencija za njihovu provedbu. Međutim, također je utvrđeno da se metode koje potiču istraživačko i iskustveno učenje poput pokusa rjeđe primjenjuju u početnoj nastavi prirodoslovlja u odnosu na tradicionalne metode poučavanja kao što su razgovor, rad s udžbenikom, učiteljevo predavanje i demonstracije slika i predmeta (Braičić, Đuranović i Klasnić, 2015).

Rezultati ovoga istraživanja pokazali su da učitelji izvođenje pokusa smatraju važnim za razvoj učenčkih prirodoslovnih kompetencija te imaju visok stupanj interesa za njihovu provedbu i organizaciju u nastavi. Svoje kompetencije za planiranje i provedbu pokusa, međutim, procjenjuju samo djelomično razvijenima. Unatoč tome, procjenjuju kako pokuse u početnoj nastavi prirodoslovlja provode često, s blagom tendencijom prema povremenoj primjeni, no postavlja se pitanje kvalitete provedbe pokusa ukoliko su kompetencije učitelja samo djelomično razvijene. Također, utvrđeno je kako učitelji učestalije provode demonstracijske pokuse, u odnosu na učeničko izvođenje pokusa, što upućuje na još uvijek dominantno tradicionalno viđenje uloge pokusa u prirodoslovnoj nastavi. Iako organizacija suvremene nastave podrazumijeva aktivno sudjelovanje učenika u nastavnom procesu, uključujući time i izvedbu pokusa, sklonost prema tradicionalnoj primjeni demonstracijskog pokusa i dalje je značajno prisutna među ispitanicima. Međutim, demonstracijski pokus koji učitelj izvodi s ciljem utvrđivanja problema, potvrđivanja ili opovrgavanja postavljenih hipoteza te sakupljanja relevantnih prirodoslovnih podataka, trebao bi se izvoditi samo onda kada je oprema skupa ili složena, ili kada zbog opasnosti od ozljede

učenika i složenosti pokusa nije preporučljivo da pokus izvode sami učenici (Svedružić, 2008). Pokusi koje izvode učenici imaju mnogo više prednosti - učenici do spoznaja dolaze vlastitom aktivnošću, u spoznajni proces uključuju se svi osjetilni organi i pritom se potpomaže njihov razvoj, djeluje motivirajuće i pozitivno utječe na stavove učenika prema znanosti, povećava se interes učenika za učenje prirodoslovlja, razvijaju se istraživačke vještine učenika i svladava tehnika eksperimentalnog rada (Perina, 2004). Istraživanje Cvjetićanin, Obadović i Rančić (2015) potvrđuje da učenički pokusi više od demonstracijskih doprinose uspješnom rješavanju zadataka na razini analize, evaluacije, odnosno kreacije, na temelju čega se zaključuje da bi učitelji takvim pokusima trebali dati prednost u odnosu na demonstracijske pokuse.

U početnoj nastavi prirodoslovlja stoga se preporuča konstruktivistički pristup poimanju uloge pokusa kojem je cilj učenicima omogućiti proces osobnog konstruiranja spoznaja te u kojem bitnu ulogu ima interaktivno ozračje, koordinirana rasprava i na kraju konsenzualna interpretacija rezultata pokusa (Letina, Vasilj i Vasilj, 2020). Zbog svega navedenog, rezultati istraživanja ukazuju i na potrebu obogaćivanja programa inicijalnog i cjeloživotnog obrazovanja učitelja kako bi se pružila odgovarajuća podrška pri razvoju kompetencija potrebnih za konstruktivističko planiranje i provedbu pokusa, uvažavajući činjenicu da su učitelji procijenili kako su svoje kompetencije za planiranje i provedbu pokusa stekli uglavnom samostalnim stručnim usavršavanjem.

Potrebno je sustavnije razmotriti i razloge postojanja diskrepancije između pozitivnih uvjerenja i visokih interesa učitelja za provedbu pokusa s jedne strane te nedovoljno učestale primjene pokusa u početnoj nastavi prirodoslovlja s druge strane, a osobito njihove nedovoljno česte primjene u 1. i 2. razredu. S tim u vezi nužno je utvrditi eventualne poteškoće i izazove na koje učitelji nailaze tijekom njihove primjene, kao i analizirati razloge zbog kojih učitelji imaju tendenciju prema samo povremenoj primjeni učeničkih samostalnih pokusa. Preporučljivo je utjecati na promijenu postojećeg stanja, s obzirom na činjenicu da je *Kurikulumom za nastavni predmet Priroda i društva* (MZO, 2019) utvrđeno da istraživački pristup treba prožimati realizaciju odgojno-obrazovnih ishoda učenja ostalih koncepata u nastavi prirode i društva. Također, valja naglasiti kako *Kurikulum za nastavni predmet Prirode i društva* (MZO, 2019) kao jedan od temeljnih elemenata vrednovanja u ovome nastavnom predmetu utvrđuje istraživačke vještine učenika, što još više naglašava potrebu osposobljavanja učitelja u navedenom segmentu, budući da učitelji samo povremeno primijenjuju postupke vrednovanja učeničkih postignuća tijekom izvođenja pokusa.

Posebnu važnost u svemu ima obrazovanje budućih učitelja tijekom kojeg je potrebno promovirati znanja i svijest o konstruktivističkoj provedbi pokusa te kompetencije za njihovu učinkovitu organizaciju. Ovo je istraživanje potvrdilo kako su pozitivna uvjerenja učitelja o provedbi pokusa u suvremenoj, početnoj nastavi prirodoslovlja nastavi vrlo važna, s obzirom da je utvrđena njihova korelacija s učestalosti provedbe pokusa, pa je daljnji utjecaj na razvoj pozitivnih uvjerenja učitelja u okviru profesionalnog razvoja učitelja nužna.

Zaključci

Izvođenje pokusa u nastavi prirode i društva jedan je od najvažnijih prirodoslovnih postupaka. Njihovom provedbom učenici razvijaju vještinu eksperimentiranja, sposobnost opažanja promjena i donošenja ispravnih zaključaka. Postojeća situacija ukazuje na još uvijek dominirajuću tradicionalnu primjenu demonstracijskog pokusa u nastavi, pa navedene rezultate treba uzeti kao relevantne za

kvalitetu prirodoslovne nastave, budući da demonstracijski pokus ima značajno manju odgojno-obrazovnu učinkovitost u odnosu na učenikovo samostalno izvođenje pokusa. Kako bi učenici pristupili samostalnom izvođenju pokusa potrebno ih je za takav rad postupno osposobiti, pri čemu je nužno istaknuti važnost uloge učitelja u navedenome procesu, za što su mu potrebne odgovarajuće kompetencije. Ipak, istraživanjem je utvrđeno da su učitelji, unatoč učestalijoj primjeni demonstracijskog pokusa, svjesni važnosti učenikova samostalnog izvođenja pokusa i slažu se s time da izvođenje pokusa snažno doprinosi učenikovoj prirodoslovnoj pismenosti i cjelokupnom kognitivnom razvoju. Rezultati istraživanja pokazuju da se učitelji smatraju djelomično kompetentnima za planiranje i provedbu pokusa te se temeljem toga utvrđuje potreba organizacije stručnih usavršavanja i profesionalnog razvoja učitelja u ovome području. Činjenica da učitelji imaju pozitivno mišljenje o provedbi pokusa, da ga smatraju važnim i da su zainteresirani za njegovu učestalu primjenu, dobar je temelj za daljnji razvoj njihovih kompetencija u primjeni istraživačkog pristupa u nastavi.

Rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kao poticaj za daljnja istraživanja kojima bi se mogla ispitati znanja učitelja o planiranju i provođenju pokusa i mogućnostima njihove primjene u nastavi ili pak mišljenja i interes učenika za izvođenje pokusa na nastavi prirode i društva. Ovaj rad može biti i poticaj učiteljima primarnog obrazovanja za razvoj njihove otvorenosti prema češćoj primjeni pokusa u njihovu radu, ali i prema drugim oblicima nastave poput dodatne nastave prirode i društva i prirodoslovnih izvannastavnih aktivnosti koje su, nažalost, samo u manjem broju zastupljene u školskim kurikulumima.

Literatura

Braičić, Z., Đuranović, M. i Klasnić, I. (2015). Teaching and Learning Methods and Practices in Science and Social Studies Lessons. *Croatian Journal of Education*, 17; Sp.Ed.No.1, 83–95. doi: [10.15516/cje.v17i0.1524](https://doi.org/10.15516/cje.v17i0.1524)

Cossa, E.F.R. i Uamusse, A.A. (2015). Effects of an In-service Program on Biology and Chemistry Teachers' Perception of the Role of Laboratory Work. *Procedia - Social and Behavioral Science*, 167, 152–160. doi: [10.1016/j.sbspro.2014.12.656](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.656)

Cvjetičanin, S., Obadović, D. i Rančić, I. (2015). The Efficiency of Student-led and Demonstration Experiments in Initial Physics-Chemistry Education in Primary School. *Croatian Journal of Education*, 17, Sp.Ed.No.3, 11–39. doi: [10.15516/cje.v17i0.911](https://doi.org/10.15516/cje.v17i0.911)

Hofstein, A. (2017). The Role of Laboratory in Science Teaching and Learning. U K.S. Taber i B. Akpan (ur.), *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education*, (str. 357–368). Rotterdam: SensePublishers. /online/. doi: [10.1007/978-94-6300-749-8_26](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_26)

Holstermann, N., Grube, D. i Bögeholz, S. (2009). Hands-on Activities and Their Influence on Students' Interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743–757. doi: [10.1007/s11165-009-9142-](https://doi.org/10.1007/s11165-009-9142-0)

Karatas, F. O. (2016). Pre-service chemistry teachers' competencies in the laboratory: a cross-grade study in solution preparation. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 100–110. doi: [10.1039/C5RP00147A](https://doi.org/10.1039/C5RP00147A)

Kayacan, K. i Ektem, I. S. (2019). The Effects of Biology Laboratory Practices Supported with Self-regulated Learning Strategies on Students' Self-directed Learning Readiness and Their Attitudes towards Science Experiments. *European Journal of Educational Research*, 8(1), 313–323. doi: [10.12973/eu-jer.8.1.313](https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.1.313)

Keskin Geçer, A. i Zengin, R. (2015). Science Teachers' Attitudes Towards Laboratory Practises and Problems Encountered. *International Journal of Education and Research*, 3(11), 137–146. /online/. Dostupno na <https://www.ijern.com/journal/2015/November-2015/12.pdf> [12.12.2021.]

Kurikulum nastavnog predmeta Prirode i društva za osnovne škole u Republici Hrvatskoj (2019). /online/. Dostupno na https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_7_147.html [20.2.2020.]

Li, R. i Wong, T. (2018). Teaching Them before We Teach: The Effectiveness of Conducting Classroom Experiments before Teaching the Underlying Theory. *IAFOR Journal of Education*, 6(3), 1–14. doi: [10.22492/ije.6.3.05](https://doi.org/10.22492/ije.6.3.05)

Letina, A. (2019). Factors Influencing the Frequency of Use of Inquiry-Based Approach to Teaching Primary Science. *Croatian Journal of Education*, 21 (Sp.ed.1), 153–166. doi: [10.15516/cje.v21i0.3447](https://doi.org/10.15516/cje.v21i0.3447)

Letina, A., Vasilj, M. i Vasilj, M. (2020). Pokus u početnoj nastavi prirodoslovlja. *Suvremena pitanja - časopis za prosvjetu i kulturu*, 15(30), 17–33.

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta (2011). Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje./online/ Dostupno na http://mzos.hr/datoteke/Nacionalni_okvirni_kurikulum.pdf [20.2.2020.]

Mutlu, A. i Şeşen, B. A. (2020). Comparison of inquiry-based instruction in real and virtual laboratory environments: Prospective science teachers' attitudes. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 12(2), 600–617.

Perina, I. (2004). *Kemijski pokusi u optičkoj projekciji*. Zagreb: Školska knjiga.

Svedružić, A. (2008). Demonstracijski pokus u nastavi fizike. *Metodika*, 9(17), 337–344.

Vizek Vidović, V., Vlahović-Štetić, V., Rijavec, M. i Miljković, D. (2014). *Psihologija obrazovanja*. Zagreb: Profil Klett.

Trna, J. i Novak, P. (2014). Motivational effectiveness of experiments in physics education. U W. Kaminski i M. Michelini (ur.), *Teaching and Learning Physics Today: Challenges? Benefits?* (str.

410-417). Udine (Italy): University of Udine.

Worth, K., Duque, M., & Saltiel, E. (2009). *Designing and implementing Inquiry-Based Science units. Pollen Project /online/*. Dostupno na <http://www.pollen-europa.net/?page=%2Bag%2BXQhDnho%3D> [17.3.2022.]

Yildiz, E., Akpınar, E., Aydoğdu, B., & Ergin, Ö. (2006). Science Teachers' Attitudes towards Aims of the Science Experiments, *Journal of Turkish Science Education*, 3(2), 2-18. doi: [10.12691/education-5-9-2](https://doi.org/10.12691/education-5-9-2).



2. međunarodna znanstvena i umjetnička konferencija Učiteljskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Suvremene teme u odgoju i obrazovanju – STOO2 - in memoriam prof. emer. dr. sc. Milanu Matijeviću, Zagreb, Hrvatska

An experiment in primary science classes from the perspective of a primary school teacher

Abstract

Conducting experiments in primary science classes is an active way of learning that enables efficient exploration of natural phenomena and processes, develops students' scientific skills and scientific research methodology understanding. Previous research has shown that teachers are reluctant and rarely organize students' experimental work. This paper presents the research results aimed to determine teachers' beliefs about the importance of experimentation in primary science classes, teachers' interest in its implementation, frequency of its application, and teachers' self-assessment of their competencies for organization experimental learning. The research included 103 teachers, and data were collected through an online questionnaire. The research found that teachers consider experiments necessary to develop students' scientific competencies and show a high interest in their implementation. However, they assess their competencies for conducting experiments only partially developed. Nevertheless, estimate that they frequently use experiments, with a slight tendency towards occasional use. At the same time, they conduct demonstration experiments more often regarding the students' experimental work, which indicates their traditional view of the role of experiments in science teaching. There is a correlation between teachers' beliefs about the experiments and the frequency of their application. The obtained results indicate the need to enrich the program of initial and lifelong teacher education in order to provide appropriate support in developing competencies needed for planning and conducting experiments, but also to enable the development of constructivist understanding of experiments and awareness of the need for their continuous application at all levels.

Key words

constructivist conception of the experiment; inquiry-based learning; scientific method; teachers' competencies

