

## ZNAČAJKE UČINKOVITOG STRUČNOG USAVRŠAVANJA UČITELJA PRIRODOSLOVNE GRUPE PREDMETA: SUSTAVNI PREGLED LITERATURE

Ana Miroslavljević<sup>1</sup>, Branko Bognar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Osnovna škola Dragutina Tadijanovića,  
Slavonski Brod, Hrvatska, amirosav@gmail.com

<sup>2</sup> Filozofski fakultet, Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku, Hrvatska,  
branko.bognar@gmail.com

Primljeno: 19. 9. 2019.

*Kako bismo utvrdili značajke učinkovitog stručnog usavršavanja učitelja prirodoslovne grupe predmeta, na temelju sustavnog pregleda literature izabrali smo i proveli analizu devet učinkovitih eksperimentalnih i kvazi-eksperimentalnih istraživanja. Utvrdili smo kako bi stručno usavršavanje bilo dobro započeti inicijalnim radionicama koje je potrebno nastaviti kroz susrete zajednica učenja za vrijeme ostvarivanja promjena. Uz to je važno osigurati potporu i vođenje učitelja te nastavne materijale za učitelje i učenike. Stručno usavršavanje može biti učinkovito samo ako doprinese boljim učeničkim rezultatima, a to je moguće postići promjenama u nastavi koja bi trebala polaziti od jasno postavljenih ciljeva u skladu s kojima učitelji pripremaju nastavne aktivnosti koje učenike potiču na istraživanje, rješavanje životnih problema, aktivno i suradničko učenje te znanstveno i metakognitivno mišljenje.*

**Ključne riječi:** eksperimentalna istraživanja, nastava prirodoslovnih predmeta, obrazovne promjene, stručno usavršavanje, sustavni pregled literature

## Uvod<sup>1</sup>

Stručno usavršavanje učitelja predstavlja vrlo važnu značajku odgojno-obrazovnog sustava potičući učitelje na promjene i inovativnost u nastavi, ali isto tako stvarajući pretpostavke za kvalitetnije učenje učenika. Od stručnog usavršavanja očekuje se da bude učinkovito. Prema Loucks-Horsley *et al.* (2010), to je ono stručno usavršavanje koje je osmišljeno tako da može ispuniti ciljeve nastave i potrebe učenika, pružiti mogućnost učiteljima da razvijaju i nadopunjavaju svoja znanja o nastavnim sadržajima te pedagoške kompetencije, omogućiti im suradnju sa sustručnjacima u refleksivnim zajednicama učenja kako bi kontinuirano poboljšavali i kritički promišljali o svojoj praksi. Van Veen, Zwart i Meirink (2012) ističu kako se tradicionalni oblici stručnog usavršavanja uglavnom odnose na predavanja, jednodnevne radionice, seminare i konferencije u kojima učitelji imaju pasivnu ulogu i gdje sadržaj nije prilagođen problemima svakodnevne nastavne prakse, dok se inovativni oblici odnose na sve one intervencije koje sadrže teme aktualne za nastavnu praksu i u kojima učitelji preuzimaju aktivnu ulogu. Lynch *et al.* (2019) navode da, iako većina programa naglasak stavlja na poučavanje kao primarni cilj promjena osiguravajući pritom učiteljima nove nastavne strategije, nužno je mijenjati i uvjerenja učitelja i saznanja o tome kako učenici uče ne bi li došlo do poboljšanja u nastavi. Učinak kvalitetnih stručnih usavršavanja prvotno se odražava na promjene u znanju i uvjerenjima učitelja što dovodi do unaprjeđenja nastavne prakse, a postupno i do boljih rezultata učenika (Trygstad *et al.*, 2014; Scher i O'Reilly, 2009). I rezultati meta-analize koju su proveli Blank i Alas (2010) pokazuju kako stručno usavršavanje iz područja matematike i prirodoslovlja ima značajan utjecaj na unaprjeđenje nastave i postignuća učenika. Učitelj potiče učenike kroz svakodnevnu komunikaciju koristeći pri tome vlastito iskustvo, uvjerenja i stavove te najnovija znanja. Iz tog razloga učitelj ima ključnu funkciju u realizaciji školskog kurikulumuma (Aseeri, 2015). Zato je važno kontinuirano obrazovanje učitelja koje predstavlja moćnu polugu za uvođenje promjena.

Na rezultate programa mogu utjecati različite aktivnosti poput video zapisa nastave, nastavnih materijala za nastavnike, korištenja novih kurikulumuma, proučavanja aktivnosti učenika te značajke kao što su

<sup>1</sup> Ovaj rad financirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2018-01-8363.

duljina provedbe programa, stupanj potpore učiteljima, vođenje radionica i *online* učenje (Lynch *et al.*, 2019). Programi stručnog usavršavanja obično započinju ljetnim radionicama, a nastavljaju se sastancima predviđenima za raspravu o implementaciji promjena u nastavi te često uključuju suradnju i potporu učiteljima. Scher i O'Reilly (2009) analizom 21 studije stručnog usavršavanja matematike i prirodoslovlja zaključuju da intervencije koje težište postavljaju na učiteljevo stručno i metodičko znanje imaju veći utjecaj na učenička postignuća nego intervencije koje sadrže samo jednu od spomenutih komponenti. Stoga Roth *et al.* (2017) napominju da u učinkovitom programu stručnog usavršavanja trebaju biti jasno postavljeni ciljevi učenja učitelja (ali i učenika) koji su usko vezani uz stručno i metodičko znanje te nastavnu praksu.

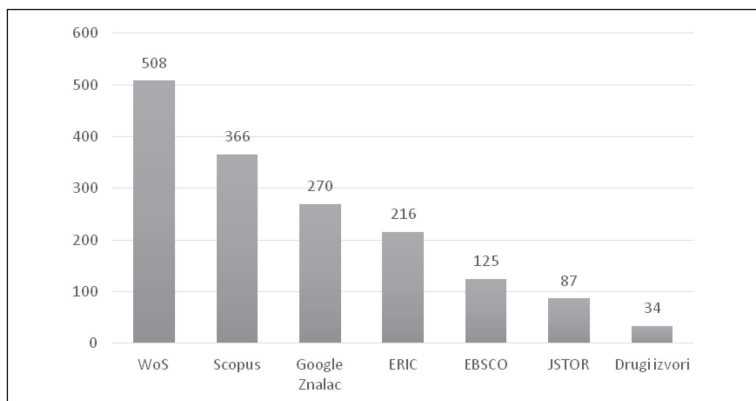
Čini se kako pozitivan efekt na rezultate iz prirodoslovlja nema jedan izolirani faktor, već se tu često radi o nekoliko međusobno povezanih elemenata intervencije (Taylor *et al.*, 2018) koje Snilstveit *et al.* (2016) nazivaju strukturiranom pedagoškom intervencijom. Ta intervencija uključuje stručno usavršavanje, potporu, superviziju i povratne informacije učiteljima te nastavne materijale namijenjene učenicima i učiteljima.

U brojnim istraživanjima nastoji se ispitati učinkovitost pojedinačnih programa stručnog usavršavanja. Pri tome autori koriste različite metodološke dizajne te kriterije za procjenu učinkovitosti. Međutim, na temelju pojedinačnih istraživanja nije moguće stvarati dalekosežne zaključke u svezi bilo kojeg elementa intervencije. Kako bi se utvrdile značajke stručnog usavršavanja namijenjenog učiteljima prirodoslovne grupe predmeta (biologija, kemija i fizika), potrebno je analizirati rezultate više različitih istraživanja koja se odnose upravo na to područje. Za to su posebno pogodni sustavni pregledi literature u kojima se ekstenzivno pretražuju različiti izvori znanstvenih radova, a zatim se na temelju postavljenih kriterija izabiru odgovarajuće studije na kojima se provodi analiza i interpretacija rezultata (Bennett *et al.*, 2005; Gough, Oliver i Thomas, 2017). Kada sustavni pregled literature uključuje preciznu statističku analizu u kojoj se integriraju rezultati primarnih studija, tada je riječ o meta-analitičkom istraživanju (Borenstein *et al.*, 2009). U sustavnom pregledu literature umjesto statističke provodi se kvalitativna analiza. Na temelju nje stvaraju se zaključci koji mogu poslužiti informiranju obrazovnih politika i praksi (Andrews, 2005; Cohen, Manion i Morrison, 2018).

U svezi sa stručnim usavršavanjem učitelja prirodoslovlja objavljeno je nekoliko meta-analiza (A. Cheung *et al.*, 2016; Lynch *et al.*, 2019; Scher i O'Reilly, 2009; Slavin *et al.*, 2014) i sustavnih pregleda literature (Blank *et al.*, 2008; Kennedy, 1998). Međutim, fokus tih istraživanja nije bio samo na stručnom usavršavanju niti na učiteljima prirodoslovlja, već su autori u njima analizirali različite faktore koji mogu imati učinak na rezultate učenika iz prirodoslovlja i matematike. Za razliku od toga, u ovom istraživanju usmjerili smo se na učinkovite programe stručnog usavršavanja učitelja prirodoslovne grupe predmeta.

## Metodologija

U ovom sustavnom pregledu literature nastojali smo utvrditi značajke učinkovitog stručnog usavršavanja učitelja prirodoslovnih predmeta. Kako bismo to učinili pretražili smo dostupne znanstvene baze (EBSCO, ERIC, Google Znalac, J-Store, SAGE, SCOPUS i Web of Science) i druge izvore koristeći ključne riječi (*professional development OR professional learning OR in-service education OR in-service training, AND math<sup>2</sup> or science AND experiment OR trial*). Na temelju inicijalnog pretraživanja pronašli smo 1606 istraživanja (Slika 1). Za pohranjivanje pronađenih referenci koristili smo besplatnu aplikaciju Zotero.



Slika 1. Broj radova pronađenih u znanstvenim bazama i drugim izvorima.

<sup>2</sup> S obzirom da smo u isto vrijeme proveli sustavni pregled literature u svezi stručnog usavršavanja učitelja matematike koji će biti objavljen u drugoj publikaciji, u inicijalnom pretraživanju smo uključili i radove koji se odnose na matematiku. U narednom koraku smo izdvojili samo istraživanja koja se odnose na prirodoslovlje.

Prilikom inicijalnog pretraživanja usmjerili smo se na eksperimentalna i kvazi-eksperimentalna istraživanja objavljena u periodu od dvadeset godina (od 1999. do 2018. godine). Na temelju naslova, sažetaka i ključnih riječi izabrali smo 45 istraživanja koja su se odnosila na stručno usavršavanje učitelja prirodoslovnih predmeta u bilo kojem razredu primarnog ili sekundarnog obrazovanja (od 1. do 12. razreda). Za selekciju radova koristili smo besplatnu web aplikaciju Rayyan (Ouzzani *et al.*, 2016). U tom dijelu sudjelovala su dva istraživača koja su neovisno jedan od drugome birali radove. Ako je jedan od istraživača neki od radova uvrstio u izbor, a drugi to nije učinio, naknadnim uvidom u cjelovite tekstove postignut je dogovor oko izbora. Za sve reference uključene u analizu pronašli smo cjelovite radove koje smo dodatno analizirali na temelju sljedećih kriterija:

1. U istraživanju su sudjelovali učenici od 1. do 12. razreda primarnog ili sekundarnog obrazovanja.
2. Radi se o kvazi-eksperimentalnom ili eksperimentalnom istraživanju u kojemu je ispitana učinkovitost programa stručnog usavršavanja učitelja prirodoslovnih predmeta.
3. Intervencija je trajala najmanje 12 tjedana (Pellegrini *et al.*, 2018).
4. Učinkovitost je utvrđena usporedbom rezultata kontrolne i eksperimentalne grupe od kojih se svaka sastojala od najmanje dva učitelja i trideset učenika (A. C. K. Cheung i Slavin, 2016).
5. Studija uključuje kvantitativne rezultate učenika iz prirodoslovlja dobivene na temelju provedenog predtesta i posttesta. Na temelju tih rezultat izračunat je efekt učinka koristeći odgovarajuće statističke postupke ili je to bilo moguće učiniti naknadno.
6. U studiji je naveden barem jedan statistički značajan efekt učinka povezan s rezultatima učenika iz prirodoslovlja. Pri tome je efekt učinka trebao biti veći od 50%-tne vrijednosti prosječnog efekata učinka dobivenog na temelju a) općeg standardiziranog testa (0,08), b) uže fokusiranog standardiziranog testa (0,24) ili c) testa izrađenog za potrebe istraživanja (0,39).<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Lipsey *et al.* (2012) su na temelju analize 829 efekata učinka izračunali prosječne vrijednosti za različite vrste istraživačkih instrumenata. Pri tome, najveći prosječni efekt učinka utvrđen je za instrumente koje su izradili sami istraživači (0,39), a najmanji za standardizirane testove (0,08).

Iz analize smo isključili radove koji su bili objavljeni prije 1999. i poslije 2018. godine, koji su se odnosili na rezultate djece predškolske dobi ili studenata uključenih u visokoškolske institucije ili se nisu odnosili na stručno usavršavanje učitelja prirodoslovne grupe predmeta. U analizu nismo uključili anketna, kvalitativna, akcijska ili druga neeksperimentalna istraživanja. Intervencije koje su trajale kraće od 12 tjedana, nisu imale kontrolnu i eksperimentalnu skupinu odgovarajuće veličine (najmanje dva učitelja i 30 učenika u svakoj od skupina), nisu uključivale rezultate dobivene na predtestu isključene su iz analize. Nismo uzeli u obzir radove u kojima je razlika između rezultata kontrolne i eksperimentalne grupe u predtestu bila veća od 50 % standardne devijacije (Slavin, 2008) ili je utvrđena visoka razina odustajanja (prema What Works Clearinghouse, 2017). U analizu nisu uvrštena istraživanja u kojima nije izračunat efekt učinka na rezultate učenika iz prirodoslovlja ili ga na temelju priloženih rezultata nije bilo moguće izračunati. Većina od 45 izabranih radova je isključena zbog toga što efekt učinka nije bio statistički značajan ili nije prelazio 50%-tne referentne vrijednosti navedene pod točkom šest.

Navedeni kriteriji za uključivanje i isključivanje rezultirali su izborom devet radova (Tablica 1) s pozitivnim učinkom intervencije na rezultate učenika iz prirodoslovlja. Pri tome treba napomenuti da su intervencije, osim stručnog usavršavanja, uključivale i druge faktore (npr. novi kurikulum, nastavni materijali za učitelje i učenike).

Kao koeficijent učinkovitosti intervencije koristili smo Hedgesov g standardizirani koeficijent efekta učinka (Borenstein *et al.*, 2009). Kako u svim studijama nije bio korišten taj koeficijent, bilo je potrebno transformirati neke od vrijednosti efekata učinka za što nam je poslužila *online* aplikacija (Lenhard i Lenhard, 2014). Ukoliko je u istraživanju bilo navedeno više efekata učinka koji su se odnosili na rezultate učenika iz prirodoslovlja, sve smo ih uvrstili u posljednji stupac Tablice 1. Pozitivne efekte učinka označili smo podebljanim slovima. Ispred svakog efekta učinka koji je dobiven na temelju provedbe općeg standardiziranog testa navedeno je slovo *a*, dok su slovom *c* označeni rezultati efekata učinka dobiveni na temelju rezultata testova kreiranih za potrebe istraživanja. U izabranim istraživanjima nismo utvrdili korištenje uže fokusiranih standardiziranih testova (*b*).

Na temelju devet izabranih radova proveli smo kvalitativnu analizu koristeći unaprijed definirane kategorije: trajanje stručnog usavršava-

nja, elementi strukturirane pedagoške intervencije, korištenje inicijalnog stručnog usavršavanja, aktivnosti tijekom ostvarivanja intervencije (stručni skupovi, praćenje nastave, vođenje, *online* učenje i materijali), korištenje video zapisa, vrste znanja učitelja zastupljene u stručnom usavršavanju. Kategorije smo utvrdili čitajući cjelovite radove uključene u ovaj sustavni pregled, ali isto tako i u sustavni pregled u svezi stručnog usavršavanja učitelja matematike koji će biti objavljen kao zasebna publikacija. Zastupljenost pojedinih kategorija u analiziranim radovima prikazana je u Tablici 2 između kojih je potrebno objasniti značenje korištenih oznaka za elemente strukturirane pedagoške intervencije i vrste znanja.

Elementi strukturirane pedagoške intervencije uz stručno usavršavanje sastoje se od: a) potpore, supervizije i povratnih informacija učiteljima za vrijeme ostvarivanja promjena, b) nastavnih materijala za učitelje i c) nastavnih materijala za učenike (Snilstveit *et al.*, 2016). U istraživanjima u kojima su svi elementi strukturirane pedagoške intervencije bili zastupljeni, slova a, b, c smo podebljali.

U analizi smo nastojali utvrditi je li stručno usavršavanje bilo usmjereno na stručno (S), metodičko (M) i pedagoško (P) znanje učitelja (Krauss, Baumert i Blum, 2008; Lachner, Jarodzka i Nückles, 2016; Voss, Kunter i Baumert, 2011). Prema toj klasifikaciji stručno znanje odnosi se na učiteljevo duboko razumijevanje predmeta, metodičko obuhvaća znanje o tome kako najbolje objasniti sadržaj učenicima kao i znanje o mogućim zabudama koje mogu nastati među učenicima, a pedagoško uključuje znanje o prirodi učenja, procesu učenja, različitim metodama poučavanja i vrednovanja te vođenja razrednog odjela.

Tablica 1. Popis istraživanja u kojima stručno usavršavanje ima pozitivan učinak na rezultate učenja učenika u prirodoslovlju

Referenca	Država / Trajanje istraživanja / Razina obrazovanja (razred)	Cilj	Istraživački dizajn / postupak statističke analize / Uzorak	Vrsta istraživačkog instrumenta, efekt učinka (p-vrijednosti) <sup>4</sup>
1. Baiza <i>et al.</i> (2016)	SAD / 1 godina / srednja škola (9. razred)	Utvrđivanje učinkovitosti fizičkih i digitalnih modela korištenih u stručnom usavršavanju i nastavi na učeničko razumijevanje procesa fotosinteze i staničnog disanja	Eksperiment / hijerarhijsko linearno modeliranje (HLM) / uzorak učitelja: 37 učitelja, 770 učenika	c) Test s višestrukim izborom odgovora: <b>0,55 (p&lt;0,001)</b> c) Test s grafičkim prikazom odgovora: <b>0,70 (p&lt;0,001)</b>
2. Greenleaf <i>et al.</i> (2011)	SAD / 2 godine / srednja škola (9. i 10. razred)	Istraživanje učinka vježbi čitanja i stručnog usavršavanja na promjene u nastavi, znanje učitelja i učenička postignuća u biologiji i čitanju	Eksperiment / HLM / uzorak škola: 83 škole, 105 učitelja, 1.236 učenika	a) <b>0,28 (p=0,01)</b>
3. Heller <i>et al.</i> (2012)	SAD / 2 godine / osnovna škola (4. razred)	Usporedba tri intervencije stručnog usavršavanja: analiza nastavnih slučajeva, promatranje aktivnosti učenika, metakognitivna analiza s obzirom na učeničke rezultate iz prirodoslovlja	Eksperiment / HLM / uzorak učitelja: 271 učitelja, 7000 učenika	c) Nastavni slučaji 1. godina: <b>0,37 (p&lt;0,001)</b> 2. godina: <b>0,48 (p&lt;0,01)</b> c) Aktivnost učenika 1. godina: <b>0,57 (p&lt;0,001)</b> 2. godina: <b>0,50 (p&lt;0,001)</b> c) Metakognitivna analiza 1. godina: <b>0,60 (p&lt;0,001)</b> 2. godina: <b>0,75 (p&lt;0,001)</b>
4. Maerten-Rivera <i>et al.</i> (2016)	SAD / 3 godine / osnovna škola (5. razred)	Ispitivanje učinka stručnog usavršavanja usmjerenog na korištenje nastavnih materijala i istraživačke nastave	Eksperiment / HLM / uzorak učitelja: 63 škole, 351 učitelja, 6.783 učenika	a) nakon 1. godine: <b>-0,01 (p=0,879)</b> a) nakon 2. godine: <b>0,14 (p=0,053)</b> a) nakon 3. godine: <b>0,17 (p=0,023)</b>
5. Oliver i Venville (2017)	Australija / 2 godine / srednja škola (8. i 9. razred)	Utvrđivanje učinkovitosti programa stručnog usavršavanja usmjerenog na kognitivnu akceleraciju učenika	Kvazi-eksperiment / t-test / uzorak učitelja: 62 učitelja, 655 učenika	a) <b>0,56 (p&lt;0,01)</b>
6. Pennel, Gallagher i Moorthy (2011)	SAD / 1 godina / niža srednja škola (7. i 8. razred)	Provjera učinkovitosti stručnog usavršavanja s obzirom na mogućnost izbora nastavnih materijala i pedagoško vođenje u planiranju nastave	Eksperiment / HLM / uzorak učitelja: 19 škola, 53 učitelja, 1.550 učenika	c) Pedagoško vođenje s mogućnošću izbora nastavnih materijala: <b>0,34 (p&lt;0,01)</b> c) Pedagoško vođenje bez mogućnosti izbora nastavnih materijala: <b>0,29 (p&lt;0,05)</b>

<sup>4</sup> Pozitivni efekti učinka su podebljani.



Referenca	Država / Trajanje istraživanja / Razina obrazovanja (razred)	Cilj	Istraživački dizajn / postupak statističke analize / Uzorak	Vrsta istraživačkog instrumenta, efekt učinka (p-vrijednosti) <sup>3</sup>
7. Schwartz, Bloom i Halpin (2003)	SAD / 1 godina / srednja škola (9.–12. razred)	Oposobljavanje učitelja za primjenu i evaluacija obrazovnih modula u nastavi biologije i kemije u svezi sadržaja povezanih sa zlouporabom droga	Eksperiment / HLM / uzorak učitelja: 45 učitelja, 3500 učenika	c) Osnovna razina znanja: 0,38 (p<0,001) c) Napredna razina znanja: 0,58 (p<0,001)
8. Taylor <i>et al.</i> (2015)	SAD / 1 godina / osnovna škola (4.–6. razred)	Utvrditi efekti programa stručnog usavršavanja koji integrira prirodoslovne sadržaje produbljene s analizom videozapisa nastave na učenička postignuća u prirodoslovlju	Eksperiment / višerazinsko modeliranje / uzorak škola: 77 škola, 144 učitelja, 2923 učenika	c) <b>0,52 (p&lt;0,001)</b>
9. Taylor <i>et al.</i> (2017)	SAD / 2 godine / srednja škola (10. i 11. razred)	Evaluacija učinkovitosti stručnog usavršavanja za provedbu novog kurikuluma utemeljenog na istraživačkoj nastavi	Eksperiment / višerazinsko modeliranje / uzorak škola: 18 škola, 3052 učenika	a) <b>0,09 (p=0,041)</b>

Tablica 2. Analiza učinkovitih programa stručnog usavršavanja

Reference <sup>5</sup>	Trajanje stručnog usavršavanja	Strukturirana pedagoška intervencija	Inicijalno stručno usavršavanje	Aktivnosti tijekom intervencije				Vrsta znanja učitelja (stručno, metodičko, pedagoško)
				Stručni skupovi	Praćenje nastave <sup>6</sup>	Vođenje	Online učenje i materijali	
Batiza <i>et al.</i> (2016)	2 tjedna	a, b, c	+	+	+	+	+	S, M
Greenleaf <i>et al.</i> (2011)	10 dana	a, b, c	+	+	+	+	+	S, M
Heller <i>et al.</i> (2012)	24 sata	a, b, c	+	+	+	+	+	S, M
Maerten-Rivera <i>et al.</i> (2016)	11 dana	b, c	+	+		+		S
Oliver i Venville (2017)	14 dana	a, b	+	+	+	+		M
Penuel, Gallagher i Moorthy (2011)	14 dana	a, b	+	+	+	+		M
Schwartz, Bloom i Halpin (2003)	5 dana	a, b, c	+	+				S, M
Taylor <i>et al.</i> (2015)	14 dana	a, b, c	+	+	+	+	+	S, M
Taylor <i>et al.</i> (2017)	88,5 sati	a, b	+	+	+	+	+	S, M

<sup>5</sup> Kad god je to bilo moguće koristili smo i dodatne radove koji se odnose na isti program stručnog usavršavanja (npr. Adey, 1999; Batiza *et al.*, 2013; Roth *et al.*, 2017).<sup>6</sup> Promatranje nastave nije izvršeno u posjetu nastavi ako je to učinjeno s ciljem prikupljanja podataka odnosno ako nije korišteno za učenje učitelja.

## Rezultati i rasprava

Rezultati ukupno devet učinkovitih programa stručnog usavršavanja analiziranih u ovom radu ukazuju na to da profesionalno učenje učitelja može doprinijeti kvaliteti nastave, a tako i uspjehu učenika. Iako među analiziranim programima postoje razlike u strukturnoj i vremenskoj organizaciji te provedbi, uočavaju se i sličnosti koje se odnose na potporu i nastavne materijale za učitelje, inicijalne stručne skupove i susrete zajednica profesionalnog učenja za vrijeme ostvarivanja promjena te usredotočenost na metodičko znanje učitelja.

Intervencije su trajale jednu ili dvije godine. Samo jedna je trajala tri godine (Maerten-Rivera *et al.*, 2016). Međutim, stručno usavršavanje je trajalo kraće: od 24 sata (Heller *et al.*, 2012) do 88,5 sati (Taylor *et al.*, 2017) ostvarenih prije početka ili tijekom školske godine. S obzirom na dosta velike razlike u trajanju stručnog usavršavanja, čini se da to nije značajka koja utječe na njegovu učinkovitost. Iako neke studije pokazuju da dulje trajanje stručnog usavršavanja ima pozitivne učinke na učenička postignuća (Guskey i Yoon, 2009; Desimone, 2011), druge su utvrdile da trajanje nije prediktor boljih učeničkih rezultata iz prirodoslovlja (Lynch *et al.*, 2019; Kennedy, 2016). U prilog tomu da produženo trajanje stručnog usavršavanja nije ključno za bolje rezultate učenika idu i rezultati meta-analize (Basma i Savage, 2018) koji pokazuju da su visokokvalitetne studije gotovo uvijek one s kraćim trajanjem, manjim od 30 sati. Razlog tome je moguće potražiti u drugim značajkama intervencije koje mogu imati veći utjecaj na učeničke rezultate u prirodoslovlju. To se posebno odnosi na promjene u nastavi odnosno kvalitetu učenja učenika. Ukoliko program stručnog usavršavanja ne doprinese unaprjeđenju tih aspekata intervencije, njeno produženo trajanje teško može doprinijeti boljim obrazovnim rezultatima učenika.

U svih devet studija stručno usavršavanje je započinjalo radionicom organiziranom u ljeto prije početka nastave. U tim su radionicama učitelji upoznavali opće ciljeve i značajke programa (Heller *et al.*, 2012), proučavali kurikulum (Maerten-Rivera *et al.*, 2016) te nastavne strategije i sadržaj koji će poučavati tijekom školske godine (Taylor *et al.*, 2017). Osim toga, sudionici stručnog usavršavanja analizirali su videosnimke nastave iskusnijih kolega te su propitivali načine razmišljanja i učenja svojih učenika i produblivali svoje razumijevanje sadržaja prirodoslovlja (Taylor *et al.*, 2017). Lynch *et al.* (2019) tvrde da intenzivan program ljetne radionice pruža djelotvornu »odskočnu da-

sku« za implementaciju intervencije tijekom školske godine. Rezultati meta-analize koju su oni proveli pokazuju kako veću učinkovitost imaju programi s uključenim inicijalnim stručnim usavršavanjem. Slično tomu, i rezultati istraživanja kojeg su proveli Naizer, Sinclair i Szabo (2017) ukazuju na pozitivan motivacijski utjecaj inicijalnog stručnog usavršavanja (ljetne radionice) na učitelje prilikom kojeg se poboljšalo njihovo znanje prirodoslovlja.

Na radionicama u nastavku školske godine učitelji su osmišljavali praktične laboratorijske aktivnosti koje će primjenjivati sa svojim učenicima (Schwartz, Bloom i Halpin, 2003). To je trebalo doprinijeti poticanju učeničke inicijative za sudjelovanjem u istraživačkim aktivnostima, učenju s razumijevanjem i povezivanju znanstvenih tema sa životnim situacijama (Maerten-Rivera *et al.*, 2016). Ukoliko se takav proces otkrivanja i istraživanja odvija u kreativnom okruženju, on može potaknuti učenike na međusobnu suradnju, razredne rasprave i razvoj divergentnog mišljenja. Istraživačka nastava omogućuje učenicima slobodno postavljati pitanja, tražiti dokaze, planirati istraživanja, koristiti materijale za prikupljanje, analizu i interpretaciju podataka, predlagati odgovore i objašnjenja te izvještavati o rezultatima učenja (Newman *et al.*, 2012).

Uz radionice, nezaobilazna sastavnica pojedinih intervencija bili su i sastanci učitelja. Taylor *et al.* (2017) ih prikazuju kao mjesečne tri i pol satne sastanke ukupnoga trajanja od 30 sati, raspoređenih tijekom školske godine. Sudjelovanjem u grupnim raspravama na tim sastancima učiteljima je pružena prilika za razmjenu iskustva, rješavanje problema, stvaranje zajedničkih zaključaka i objašnjenja. Pri tome su učitelji surađivali u nizu aktivnosti koje su im omogućile preispitivanje nastavnih ciljeva te promišljanje ostvarenih promjena (Johnson i Fargo, 2014), razmjenu nastavnih materijala, iskustva i ideja (Doppelt *et al.*, 2009), razgovor o nejasnoćama, pitanjima i primjerima iz prakse (Nugent *et al.*, 2016). Rasprave su uglavnom inicirali i koordinirali voditelji programa. Greenleaf *et al.* (2011, 668) opisuju jednu grupnu aktivnost:

»Dok jedan partner promatra, rješava problem i razmišlja na glas, drugi partner sluša i zapisuje ono što prvi govori. Parovi zatim formiraju četveročlane grupe te nakon razmjene najinteresantnijih zapažanja, refleksija, pitanja i zaključaka, raspravljaju o tome koje zebe [vrsta ptica] su najbližnje. Članovi grupe zajedno formiraju tvrdnje koje potkrepljuju fotografijama. Na kraju,

grupa zapisuje na ploči ono što je naučila proučavajući zebe, a zatim to razmjenjuje s drugim grupama.» (Greenleaf *et al.*, 2011, 668)

Gast, Schildkamp i van der Veen (2017) izvještavaju da se kolegijalnost učitelja poboljšava bliskom suradnjom u timu. Na taj način učitelji pronalaze i spoznaju zajedničke interese i nove ideje koje pozitivno utječu na njihovo samopouzdanje, a time i na učinkovitost njihove prakse.

Programe stručnog usavršavanja vodili su stručno osposobljeni voditelji uz snažnu potporu istraživačkog tima. Tek u jednom slučaju program je vodio istraživački tim uz pomoć regionalnog koordinatora (Penuel, Gallagher i Moorthy, 2011). Taj aspekt stručnog usavršavanja istražen je i u meta-analizi koju su proveli Thurlings i den Brok (2017). Oni su utvrdili da su istraživači bili bitan čimbenik procesa u dvadeset studija o stručnom usavršavanju, u četiri studije su bili prisutni, ali njihova je uloga tijekom intervencija bivala sve manje aktivna, a u osamnaest studija bili su vrlo malo ili nimalo uključeni u intervencije. U našoj analizi tri studije ne uključuju podatke o vođenju programa (Schwartz-Bloom i Halpin, 2003; Batiza *et al.*, 2016; Maerten-Rivera *et al.*, 2016). Dvije spominju podatke o potpori sveučilišta (Schwartz-Bloom i Halpin, 2003; Batiza *et al.*, 2016) koja se manifestirala u obliku interaktivnih predavanja sveučilišnih profesora i rasprava u malim grupama nakon predavanja. Heller *et al.* (2012) navode postojanje dva mentora u radionicama od kojih je jedan bio glavni mentor, a drugi koordinator te je između ostalog posebna pozornost pridana njihovom osposobljavanju.

Vođenje predstavlja proces puno složeniji od pukog prenošenja informacija, uputa i savjeta. Ono treba biti prilagođeno pojedincima tako da mogu učiti kroz refleksivne razgovore i održavati međusobno povjerljiv, siguran i podržavajući odnos (de Haan i Duckworth, 2013). Provodeći sustavni pregled literature Basma i Savage (2018) zaključuju kako bolje rezultate postižu programi stručnog usavršavanja koji se odvijaju netradicionalnim putem i koji uključuju vođenje. Svrha vođenja je pružanje individualne potpore učiteljima u inicijalnom stručnom usavršavanju i tijekom aktivnosti u nastavku školske godine s naglaskom na primjeni novih nastavnih metoda. Takva potpora podrazumijeva kombinaciju promatranja, povratnih informacija i intenzivnog mentoriranja koje obuhvaća sugestije od strane voditelja i odgovaranje na pitanja učitelja (Helf i Cooke, 2011). Uloga iskusnih voditelja očituje

se u pripremanju nastavnih materijala (Taylor *et al.*, 2015), poticanju učitelja na aktivno učenje i sudjelovanje (Newman *et al.*, 2012), utvrđivanju nastavnih strategija koje utječu na učenje učenika (Nugent *et al.*, 2016) i savjetovanje u svezi poteškoća s kojima se sudionici susreću tijekom same implementacije programa (Doppelt *et al.*, 2009). S obzirom da voditelj motivira učitelje pri usvajanju i primjeni znanstvenih pojmova uključujući ih u znanstvena istraživanja, davanjem primjera, poticanjem rasprava i zaključaka, njegova uloga je bila ključna (Kleickmann *et al.*, 2016). Wood *et al.* (2016) nalaze da se vođenje pokazalo djelotvornim čimbenikom u unaprjeđenju nastave, potpori pri provedbi novo naučenih strategija i povećanju uspjeha učenika.

Potpora učiteljima u programima analiziranih radova nije izostala što je bilo ključno za napredak u realizaciji intervencije. Stoga se relevantnim čini formiranje zajednica profesionalnog učenja u kojima učitelji, osim potpore pri uvođenju promjena u nastavnu praksu, dobivaju povratne informacije (Johnson i Fargo, 2014). U skladu s tim, Fullan i Hargreaves (2016) drže da zajednice učenja pridonose individualnom uspjehu učitelja kao i općenitom poboljšanju i uvođenju inovacija, ali i stvaranju osjećaja pripadnosti profesionalnoj grupi. Shodno tomu, i rezultati meta-analize (Lomos, Hofman i Bosker, 2011) ukazuju na pozitivan i značajan odnos između postojanja zajednice učitelja i uspjeha učenika. Vangrieken *et al.* (2017) ističu tri glavna čimbenika koja utječu na uspjeh i funkcioniranje zajednice učenja u okviru stručnog usavršavanja učitelja: vodstvo, sastav i dinamika grupe te međusobno povjerenje i poštovanje. To se pokazalo bitnim i u nekima od naših studija (Greenleaf *et al.*, 2011; Oliver i Venville, 2017; Taylor *et al.*, 2017) u kojima su mentori i tijekom godine održavali komunikaciju s učiteljima kontinuirano im pružajući podršku, detaljne informacije i savjete o načinu poučavanja. Osim telefonskog komuniciranja s učiteljima, u neformalnim intervjuima i/ili e-mail komunikaciji ispitivali su njihove interese kako bi svrhovitije mogli planirati sljedeće susrete (Greenleaf *et al.*, 2011).

Strukturirana pedagoška intervencija osim stručnog usavršavanja podrazumijeva potporu i povratne informacije učiteljima te materijale namijenjene učiteljima i učenicima. Svi elementi strukturirane pedagoške intervencije korišteni su u pet od devet studija. To je obuhvaćalo raznovrsne obrazovne materijale, planove nastavnih jedinica, nastavničke priručnike dizajnirane kako bi pomogli učiteljima pri implementaciji

kurikuluma (Maerten-Rivera *et al.*, 2016; Schwartz-Bloom i Halpin, 2003), upute za korištenje različitih nastavnih strategija (strategije za podršku suradničkom učenju, strategije za osnaživanje učenika u prae-nju vlastitog učenja, konkretne ideje za formativno i sumativno ocjenjivanje učenja učenika; Taylor *et al.*, 2015), znanstvene časopise, knjige općeg sadržaja, stručnu literaturu i sl. (Greenleaf *et al.*, 2011). Kablan, Topan i Erkan (2013) provedenom meta-analizom koja je uključivala 57 studija potvrđuju da upotreba materijala u nastavi ima pozitivan učinak na školska postignuća te da se ta razina učinkovitosti ne razlikuje u odnosu na stupnjeve obrazovanja i vrste materijala (računalne prezentacije, praktične materijale, animacije, konceptijske mape i kombinacija različitih materijala). Važnost upotrebe materijala u nastavi utvrđena je i u istraživanju koje su proveli Batiza *et al.* (2016). Dakle, koristeći materijale učitelji su izrađivali prezentacije i demonstrirali svoje razumijevanje procesa učenja te su revidirali postojeće kurikulume kako bi u njih uključili materijale za narednu školsku godinu. Međutim, Slavin *et al.* (2014) su utvrdili da nastavni materijali za učitelje ne doprinose bitno rezultatima učenika iz prirodoslovlja. Za razliku od toga, programi stručnog usavršavanja usmjereni na uvođenje istraživačke nastave, suradničkog učenja i učeničkog boljeg razumijevanja sadržaja prirodoslovlja su imali prosječni efekt učinka 0,36.

U analiziranim studijama učitelji su najčešće dobili gotove materijale što je za njih bila olakotna okolnost premda im je bilo potrebno određeno vrijeme za njihovu primjenu u nastavi. U nekim slučajevima su i sami trebali izraditi nastavne materijale ili urediti i razraditi već postojeće (Penuel, Gallagher i Moorthy, 2011). Kako bi im se dodatno pripomoglo, dizajniran je priručnik za učitelje koji prati istraživačke aktivnosti, pruža osnovne znanstvene informacije i objašnjenja za ispitna pitanja, posebno ukazujući na poteškoće u učenju, nudi upute za provedbu praktičnih aktivnosti te dodatne aktivnosti za učenike (Maerten-Rivera *et al.*, 2016). Isti autori navode da su za sve učenike bile osigurane radne bilježnice u kojima su kontinuirano pratili svoj individualni napredak, iznosili svoja razmišljanja i u kojima su uz ključne pojmove istaknute i aktivnosti za poticanje rasprave učenika. Dunlosky *et al.* (2013) objašnjavaju kako veliki dio nastavnog sata treba biti namijenjen raspravi s učenicima jer ona može unaprijediti njihovo učenje i pridonijeti povezanosti s nastavnim materijalima. Temeljem provedenog istraživanja Weir *et al.* (2019) utvrđuju da upotreba radnih listova

u nastavi biologije kao aktivnog alata za učenje u suradničkim aktivnostima rezultira značajnim obrazovnim postignućima.

Da učitelji primarno trebaju razumjeti sadržaj, nastavne strategije i način organizacije nastavnog procesa kako bi se poboljšala njihova nastavna praksa, ukazuje i podatak da su u šest studija programi bili zasnovani podjednako na metodičkom i stručnom znanju učitelja. Naime, istraživači su u suradnji s regionalnom upravom planirali programe stručnog usavršavanja s tendencijom integracije prirodoslovnog sadržaja i učinkovitih nastavnih strategija, proučavanja kurikuluma te planiranja provedbe praktičnih aktivnosti i istraživačke nastave. Dva su programa bila orijentirana samo na metodičko znanje (Oliver i Venville, 2017; Penuel, Gallagher i Moorthy, 2011), a jedan samo na stručno znanje učitelja (Maerten-Rivera *et al.*, 2016). To ukazuje da je prilikom osmišljavanja programa stručnog usavršavanja važno staviti naglasak na metodičko znanje učitelja koje može uključivati i stručno znanje. Prema Schneider i Plasman (2011), metodičko znanje učitelja karakterizira usmjerenost na promišljanje ciljeva nastave prirodoslovlja; načina na koji učenici uče, izražavaju se i razumijevaju prirodoslovlje; nastavne strategije; znanje o kurikulumu koje uključuje učiteljeve ideje o opsegu sadržaja, organizaciji nastave i dostupnim nastavnim materijalima; različite strategije ocjenjivanja i o tome kako ih i kada koristiti. Na temelju analiziranih radova ustanovili smo da su i jedna i druga vrsta znanja učitelja bitne odrednice stručnog usavršavanja. U skladu s time, rezultati istraživanja (Pecore, Kirchgessner i Carruth, 2013) sugeriraju da ugodno i interaktivno okruženje za učenje, pristup autentičnim iskustvima učenja, suradnja sa znanstvenicima i pružanje podrške pri uvođenju noviteta u nastavu poboljšavaju stručno znanje učitelja i održavaju njihov pozitivan stav prema prirodoslovlju. Metodičko znanje koje podrazumijeva identifikaciju i razmatranje različitih nastavnih strategija poput aktivnog učenja, praktičnih aktivnosti i timskih suradničkih aktivnosti, strategija ispitivanja i povezivanja sadržaja te strategija koje potiču istraživačke vještine i kritičko promišljanje kod učenika (Nugent *et al.*, 2016; Newman *et al.*, 2012; Doppelt *et al.*, 2009; Lara-Alecio *et al.*, 2012) pokazalo se bitnim segmentom intervencija stručnih usavršavanja. Rezultati meta-analize više od 200 objavljenih studija iz STEM područja pokazuju kako aktivno učenje unaprjeđuje kvalitetu nastave i smanjuje neuspjeh učenika neovisno o iskustvu učitelja, veličini razreda i razrednoj disciplini (Freeman *et al.*,



2014). Prema Lund i Stains (2015), aktivno učenje u STEM obrazovanju obuhvaća suradničko učenje, razmjenu ideja i razmišljanje u paru te međusobno poučavanje vršnjaka.

Praćenje nastave za vrijeme ostvarivanja stručnog usavršavanja i promjena u nastavi bilo je prisutno u četiri intervencije. Analiza radova pokazuje da se praćenje nastave može ostvariti sa ili bez korištenja videozapisa nastave. Razredne posjete obavljali su stručno osposobljeni promatrači (Penuel, Gallagher i Moorthy, 2011) radi provjere implementacije programa u nastavu. Whitehurst, Chingos i Lindquist (2015) smatraju da evaluacija promjena u nastavi treba uključivati sustavno promatranje dva do tri puta godišnje, pri čemu najmanje jedno promatranje provodi osposobljeni promatrač izvan učiteljeve škole. Na temelju provedenog istraživanja Zaare (2013) utvrđuje kako promatranje nastave može poslužiti učiteljima za ostvarivanje refleksije na svoju praksu i uočavanje specifičnosti vezanih za učenje učenika, a oni koji promatraju nastavu mogu učiti od drugih učitelja o njihovim metodama.

Mada videozapisi nastave nisu korišteni u svim analiziranim programima, istraživanje koje su proveli Taylor *et al.* (2017) pokazuje kako oni mogu imati itekako važnu ulogu. Raspoređeni u skupine i pod vodstvom istraživačkog tima učitelji su prvo analizirali videozapise nastave iskusnijih kolega, a zatim su snimali svoju nastavu te raspravljali o nastavnim strategijama, obrazovnim ishodima, promatrali aktivnost i učenje svojih učenika (Taylor *et al.*, 2017). To im je pomoglo organizirati svoju nastavu u skladu sa zacrtanim ciljevima učenja i aktivno učiti na temelju refleksivnog pristupa praksi. Lamkin i Nesloney (2018) vjeruju kako vođena samo-refleksija uz primjenu videozapisa potiče učitelja na promišljanje kvalitete vlastitog učenja. Na taj način učitelji implementiraju nove nastavne strategije i prate njihovu učinkovitost s obzirom na rezultate učenja učenika. Do sličnih podataka dolaze Nugent *et al.* (2016) koji smatraju da videozapisi korišteni za samo-refleksiju učitelja imaju različite prednosti. Pomoću njih učitelji uočavaju koji elementi nastave dobro funkcioniraju i zašto te što je potrebno unaprijediti. Martinelle (2018) drži da videozapisi pružaju učiteljima mogućnost smislenog propitivanja vlastite nastavne prakse i uvjeta u kojima se ona odvija.

Međutim, to se ne odnosi na *online* e-učenje učitelja. U studijama koje smo analizirali pokazalo se da su susreti i komunikacija uživo bili

zastupljeniji. To je u skladu s rezultatom meta-analize koju su proveli Lynch *et al.* (2019). Oni su utvrdili kako programi koji sadrže *online* sastavnice pokazuju manju učinkovitost u odnosu na one koji to nisu sadržavali. Fishman *et al.* (2013) istraživali su razlike u učenju učitelja i učenika kroz dva načina odvijanja programa stručnog usavršavanja, *online* i komunikacijom licem u lice. Uspoređujući utjecaj i jednog i drugog načina na znanje i stavove učitelja, nastavnu praksu te rezultate učenja učenika autori nisu pronašli značajne razlike između dva pristupa. Isto tako, studija koju su proveli Keevers *et al.* (2014) potvrđuje da učitelji preferiraju izravnu komunikaciju licem u lice prilikom koje mogu bolje upoznati kolege, situacije kroz koje prolaze i jačati međusobne odnose. S tim u svezi, Marshall (2015) tvrdi da su sugestije voditelja učinkovitije i prihvatljivije ako učitelj ima priliku objasniti kontekst i širu sliku svog problema razgovorom licem u lice. Budući da se radi o relativno novom obliku stručnog usavršavanja, potrebna su dodatna istraživanja kako bi se utvrdile učinkovite mogućnosti *online* učenja i suradnje učitelja.

Osim videozapisa nastave koji su pomogli učiteljima propitati učenje svojih učenika te produbiti svoje razumijevanje sadržaja prirodoslovlja (Taylor *et al.*, 2017; Greenleaf *et al.*, 2011), za potrebe istraživanja korišteni su i *online* materijali (Maerten-Rivera *et al.*, 2016; Oliver i Venville, 2017; Batiza *et al.*, 2016). Oni su važni ponajviše zato što izvorni materijali nisu uvijek dostupni učiteljima (Dede *et al.*, 2009). Upotreba digitalnih materijala u nastavi prirodoslovne grupe predmeta pruža raznovrsne mogućnosti učiteljima pri osmišljavanju praktičnih aktivnosti te motivira učenike u konstruiranju vlastitih znanja (Martin, Shaw i Daughenbaugh, 2014). Terrazas-Arellanes *et al.* (2017) ističu da aktivna uključenost učenika u nastavu kroz različite vrste interaktivnih zadataka u *online* okruženju potiče napredak njihova učenja. Jednako tako, i učitelji sudjelujući u istraživačkom učenju (projektno učenje, učenje temeljeno na rješavanju problema) potpomognutom informacijsko-komunikacijskim tehnologijama (IKT), iz prve ruke mogu iskusiti metode učenja koje bi trebali koristiti njihovi učenici (Tondeur *et al.*, 2016). Naime, primjena IKT-a u nastavi smatra se načinom motiviranja učitelja za eksperimentiranje, provođenje i usavršavanje novih pristupa poučavanja i učenja (Donnelly, McGarr i O'Reilly, 2011). Cheung *et al.* (2016) su u svojoj meta-analizi utvrdili da na rezultate učenja učenika pozitivan učinak ima inovativna tehnologija (prosječni efekt učinka

je 0,47) i stručno usavršavanje usmjereno na promjene u nastavi (efekt učinka = 0,17). Oni ističu da tehnologija najbolje funkcionira kada je povezana s ekstenzivnim stručnim usavršavanjem i kada nadopunjuje visokokvalitetnu nastavu koju vode dobro pripremljeni učitelji.

Kako bi stručno usavršavanje bilo učinkovito, ono mora doprinijeti promjenama u nastavi i učenju učenika. Konstruktivističke nastavne strategije koje podrazumijevaju aktivnu uključenost učenika u konstruiranje vlastitog znanja (Thomson i Nietfeld, 2016) te promiču učenje s razumijevanjem, konceptualno učenje, kao i divergentno, kreativno i kritičko mišljenje (Ong *et al.*, 2015) karakteriziraju kvalitetnu nastavu prirodoslovne grupe predmeta. Nadalje, takva nastava naglašava važnost uvođenja praktičnih i istraživačkih aktivnosti prilikom kojih učenici zajedno s učiteljima planiraju aktivnosti, predlažu nove ideje, raspravljaju, unaprjeđuju logičko razmišljanje i razvijaju vještine rješavanja problema (Soares *et al.*, 2016). Osim što motiviraju učenike na aktivno sudjelovanje u nastavnim aktivnostima, učitelji trebaju prilagođavati nastavne jedinice potrebama i interesima učenika (Penuel, Gallagher i Moorthy, 2011). Učinkovita nastava prirodoslovne grupe predmeta teži osposobljavanju učenika za primjenu znanja u stvarnim životnim situacijama te sadrži elemente aktivnog, suradničkog i timskog učenja (Doppelt *et al.*, 2009). Kako bi se takva nastava mogla ostvariti, uputno je postaviti glavni cilj nastave te u skladu s njime odabrati ili osmisлити nastavne aktivnosti koje potiču učenike na promišljanje i objašnjavanje različitih prirodnih pojava te povezivanje, sažimanje, prezentiranje i komuniciranje ključnih ideja na znanstveni način. To podrazumijeva pronalaženje dokaza i obrazlaganje zaključaka te slušanje tuđih ideja i odgovaranje na njih (Taylor *et al.*, 2017). Stoga autori naglašavaju važnost nastave koja učenicima daje dovoljno vremena, usmjerava ih na pronalaženje dokaza za svoje pretpostavke kako bi bolje razumjeli svijet koji ih okružuje.

## Zaključak

Kako bi se mogle dati preporuke za unaprjeđenje učinkovitosti intervencije u bilo kojem području odgojno-obrazovnog sustava, dobro je provesti sustavni pregled literature. Ta vrsta istraživanja temelji se na sveobuhvatnom pretraživanju znanstvenih baza i drugih izvora kako bi se pronašla metodološki kvalitetno provedena istraživanja (uglav-

nom eksperimentalna). U našem sustavnom pregledu, nakon inicijalnog pretraživanja objavljenih istraživanja u znanstvenim bazama i drugim izvorima, na temelju unaprijed definiranih kriterija izabrali smo devet učinkovitih programa stručnog usavršavanja. U izbor su uvrštena eksperimentalna i kvazi-eksperimentalna istraživanja u kojima je barem jedan efekt učinka bio statistički značajan ( $p < 0,05$ ) i imao je praktičnu važnost (Lipsej *et al.*, 2012). Na temelju provedene analize utvrdili smo da bi učinkoviti programi stručnog usavršavanja učitelja prirodoslovne grupe predmeta trebali uvažiti sljedeće preporuke:

1. Stručno usavršavanje bilo bi dobro započeti inicijalnim stručnim skupovima. To mogu biti radionice koje se organiziraju u ljeto ili neposredno prije početka uvođenja promjena u nastavu. U analiziranim intervencijama radionice su trajale od jednog dana (Schwartz-Bloom i Halpin, 2003) pa do dva tjedna (Batiza *et al.*, 2016; Taylor *et al.*, 2017). Za vrijeme inicijalnog stručnog usavršavanja učitelji bi trebali imati priliku upoznati ključne nastavne sadržaje i metode. Za produbljivanje nastavnih sadržaja učitelje je dobro uključiti u aktivnosti učenja koje su organizirane na sličan način kao i za njihove učenike (npr. istraživačka nastava), nakon čega učitelji mogu prezentirati i raspraviti o tome što su naučili, kako bi to mogli primijeniti u svojoj nastavi te s kojim bi se poteškoćama u učenju mogli susresti njihovi učenici. Za učenje novih nastavnih strategija mogu se koristiti primjeri video zapisa nastave iskusnijih učitelja o kojima je dobro povesti refleksivnu raspravu. Dakako, te je primjere potrebno unaprijed pripremiti i oni bi trebali biti blisko povezani s temama stručnog usavršavanja. Na kraju bi učitelji trebali pripremiti svoju nastavu u čemu im mogu poslužiti priručnici za nastavnike i materijali za učenike. U niti jednom od devet istraživanja u inicijalnom stručnom usavršavanju nije korišten neki od oblika *online* učenja. Iz toga se može zaključiti kako bi barem u početku naglasak trebalo staviti na stručne skupove na kojima učitelji mogu neposredno raspravljati s voditeljima i između sebe o svim bitnim aspektima intervencije te u okviru kojih će sudjelovati u aktivnom i suradničkom učenju. Lynch *et al.* (2019) smatraju kako je to teže postići u *online* okruženju.
2. Nakon inicijalnog stručnog usavršavanja važno je da učitelji primijene ono što su naučili za vrijeme inicijalnog stručnog

usavršavanja. Schwartz-Bloom i Halpin (2003) utvrdili su kako učitelji koji su sudjelovali u njihovom programu stručnog usavršavanja nisu na isti način implementirali nastavne aktivnosti ponuđene u priručnicima za nastavnike. To znači da učiteljima treba omogućiti slobodu u osmišljavanju i realizaciji nastavnih aktivnosti što kod njih stvara osjećaj vlasništva nad procesom promjena (Saunders *et al.*, 2017). U implementaciji intervencije učiteljima mogu pomoći povremeni susreti zajednice učenja koja se može organizirati na razini jedne ili nekoliko škola. Za vrijeme tih susreta sudionici mogu u manjim grupama sudjelovati u refleksivnim raspravama u svezi s održanom nastavom i učenjem učenika te osmisliti nove nastavne aktivnosti i materijale za učenike. Za raspravu o nastavi i učenju učenika dobro je koristiti video zapise snimljene u razredima sudionika stručnog usavršavanja. U osmišljavanju nastavnih aktivnosti i učeničkih materijala učiteljima mogu pomoći priručnici koji mogu biti dostupni *online*. Premda to nije došlo do izražaja u analiziranim istraživanjima, kao dodatak zajednicama učenja u kojima učitelji sudjeluju u neposrednoj komunikaciji, bilo bi dobro istražiti mogućnost *online* suradnje učitelja uključenih u stručno usavršavanje u što je moguće uključiti video zapise dostupne preko *online* servisa (npr. YouTube).

3. Za ostvarivanje kvalitetnih promjena u nastavi koja je vrlo kompleksna nije dovoljno učitelje uključiti u inicijalno stručno usavršavanje. Potrebno im je vođenje i pomoć za vrijeme ostvarivanja intervencije. U šest od devet analiziranih programa bilo je uključeno vođenje koje je ostvareno kroz neposrednu ili *online* suradnju s učiteljima. Ulogu voditelja mogu preuzeti članovi istraživačkog tima, ali još je bolje ukoliko to čine iskusni učitelji i stručnjaci na lokalnoj razini. U hrvatskom odgojno-obrazovnom sustavu ulogu voditelja mogu preuzeti učitelji mentori i savjetnici te pedagozi. Kako bi se osiguralo kvalitetno vođenje dobro je da i sami voditelji prethodno prođu isti program stručnog usavršavanja u kojemu će kasnije imati aktivnu ulogu. Pri tome im mogu pomoći video zapisi stručnog usavršavanja u kojemu su bili sudionici (Heller *et al.*, 2012). Voditelji ne bi trebali biti usmjereni na pojedinačne učitelje u školi, već je važno uključiti sve učitelje prirodoslovne grupe predmeta u stručno usavršavanje i proces ostvarivanja promjena (Adey,

1999; Oliver i Venville, 2017). Važno je da voditelji daju dovoljno slobode učiteljima u planiranju i pripremanju nastave te u izboru nastavnih materijala za učenike (Penuel, Gallagher i Moorthy, 2011).

4. Budući da je nastava složen proces, potrebno je voditi računa o višestrukoj pedagoškoj intervenciji (Taylor *et al.*, 2018). Naime, tek kombinacijom različitih čimbenika koji istovremeno utječu na učenje učitelja, učenika i promjene u nastavi moguće je ostvariti očekivane obrazovne rezultate. To podrazumijeva strukturiranu promjenu koja uključuje kvalitetno stručno usavršavanje, podršku i povratne informacije učitelja za vrijeme ostvarivanja promjena, ali isto tako i materijale za nastavnike i učenike (Snilstveit *et al.*, 2016). Dakle, ukoliko se intervencija svodi samo na primjenu novog kurikulumu uz unaprijed pripremljene materijale, ona vjerojatno neće rezultirati većim obrazovnim postignućima učenika, što su pokazali rezultati metaanaliza (Slavin *et al.*, 2014; Cheung *et al.*, 2016) kao i jedan od analiziranih radova (Penuel, Gallagher i Moorthy, 2011).
5. Na kraju treba istaknuti da promjene mogu dovesti do boljih obrazovnih rezultata učenika samo ako one uključuju kvalitetniju nastavu i učeničko učenje. Kako bi se to dogodilo, važno je da stručno usavršavanje promovira učenje koje se temelji na koherentnim i znanstveno dokazanim principima (Hattie, 2012). To zahtijeva nastavu koja polazi od jasno postavljenih ciljeva, životnih i izazovnih problema, koja potiče učenike na postavljanje pitanja, istraživanje, suradničko učenje, znanstveno i meta-kognitivno mišljenje. Učenicima pri tome može pomoći inovativna tehnologija, ali tek kao dio kvalitetno organizirane nastave koju vode dobro pripremljeni učitelji (Cheung *et al.*, 2016).

Rezultati ovog istraživanja i prethodno navedeni zaključci mogu poslužiti za osmišljavanje programa stručnog usavršavanja učitelja prirodoslovne grupe predmeta. Kako su ti zaključci nastali na temelju analize istraživanja provedenih u drugim zemljama, prvenstveno u Sjedinjenim Američkim Državama, potrebno je ispitati njihovu učinkovitost u kontekstu hrvatskog odgojno-obrazovnog sustava. To namjeravamo ostvariti u okviru projekta »Stručno usavršavanje učitelja u funkciji unapređenja rezultata učenja učenika osnovne škole u prirodoslovnom i matematičkom području« koji financira Hrvatska zaklada za znanost.

## Literatura

- Adey, Philip (1999), *The science of thinking, and science for thinking. A description of cognitive acceleration through science education (CASE)*, Geneva: UNESCO i IBE.
- Andrews, Richard (2005), »The place of systematic reviews in education research«, *British Journal of Educational Studies*, 53(4), str. 399–416.  
doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8527.2005.00303.x>
- Aseeri, Mohammed Mofreh Yahya (2015), »The reality of professional development of mathematics and science teachers at elementary schools in Najran, Saudi Arabia«, *Journal of Education and Practice*, 6(23), str. 85–98.
- Basma, Badriah i Savage, Robert (2018), »Teacher professional development and student literacy growth: A systematic review and meta-analysis«, *Educational Psychology Review*, 30(2), str. 457–481.  
doi: <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9416-4>
- Batiza, Ann Finney; Gruhl, Mary; Zhang, Bo; Harrington, Tom; Roberts, Marisa; LaFlamme, Donna; Haasch, Mary Anne; Knopp, Jonathan, Vogt, Gina; Goodsell, David; Hagedorn, Eric; Marcey, David; Hoelzer, Mark i Nelson, Dave (2013), »The effects of the SUN project on teacher knowledge and self-efficacy regarding biological energy transfer are significant and long lasting: results of a randomized controlled trial«, *CBE—Life Sciences Education*, 12 (2), str. 287–305.
- Batiza, Ann; Luo, Wen; Zhang, Bo; Gruhl, Mary; Nelson, David; Hoelzer, Mark; Ning, Ling; Roberts, Marisa; Knopp, Jonathan; Harrington, Tom; LaFlamme, Donna; Haasch, Mary Anne; Vogt, Gina; Goodsell, David i Marcey, David (2016), »Regular biology students learn like AP students with SUN«. Dostupno na: <https://eric.ed.gov/?id=ED567117> [1. 9. 2019.]
- Bennett, Judith; Lubben, Fred; Hogarth, Sylvia i Campbell, Bob (2005), »Systematic reviews of research in science education: Rigour or rigidity?«, *International Journal of Science Education*, 27(4), str. 387–406.  
doi: <https://doi.org/10.1080/0950069042000323719>
- Blank, Rolf K.; de las Alas, Nina; Smith, Carlise i Council of Chief State School Officers (2008), *Does teacher professional development have effects on teaching and learning?. Analysis of evaluation findings from programs for mathematics and science teachers in 14 states*, Washington, DC: Council of Chief State School Officers.
- Blank, Rolf K. i de las Alas, Nina (2010), »Effects of teacher professional development on gains in student achievement: How meta-analysis provides scientific evidence useful to education leaders«, *Society for Research on Educational Effectiveness*. Dostupno na: <https://eric.ed.gov/?id=ED514190> [28. 8. 2019.]

- Borenstein, Michael; Hedges, Larry V.; Higgins, Julian P. T. i Rothstein, Hannah R. (2009), *Introduction to meta-analysis*, Chichester, UK: Wiley.
- Cheung, Alan C. K. i Slavin, Robert E. (2016), »How methodological features affect effect sizes in education«, *Educational Researcher*, 45(5), str. 283–292. doi: <https://doi.org/10.3102/0013189X16656615>
- Cheung, Alan; Slavin, Robert E.; Kim, Elizabeth i Lake, Cynthia (2017), »Effective secondary science programs. A best-evidence synthesis«, *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1): str. 58–81. doi: <https://doi.org/10.1002/tea.21338>
- Cohen, Louis; Manion, Lawrence i Morrison, Keith (2018), *Research methods in education*, Abingdon, UK: Routledge.
- De Haan, Erik i Duckworth, Anna (2013), »Signalling a new trend in executive coaching outcome research«, *International Coaching Psychology Review*, 8(1), str. 6–19.
- Dede, Chris; Ketelhut, Diane J.; Whitehouse, Pamela; Breit, Lisa i McCloskey, Erin (2009), »A research agenda for online teacher professional development«, *Journal of Teacher Education*, 60(1), str. 8–19. doi: <https://doi.org/10.1177/0022487108327554>
- Desimone, Laura M. (2011), »A primer on effective professional development«, *Phi Delta Kappan*, 92(6), str. 68–71. doi: <https://doi.org/10.2307/25822820>
- Donnelly, Dermot; McGarr, Oliver i O'Reilly, John (2011), »A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice«, *Computers and Education*, 57, str. 1469–1483.
- Doppelt, Yaron; Schunn, Christian D.; Silk, Eli M.; Mehalik, Matthew M.; Reynolds, Birdy i Ward, Erin (2009), »Evaluating the impact of a facilitated learning community approach to professional development on teacher practice and student achievement«, *Research in Science & Technological Education*, 27(3), str. 339–354. doi: <https://doi.org/10.1080/02635140903166026>
- Dunlosky, John; Rawson, Katherine A.; Marsh, Elizabeth J.; Nathan, Mitchell J. i Willingham, Daniel T. (2013), »Improving students' learning with effective learning techniques: promising directions from cognitive and educational psychology«, *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), str. 4–58.
- Fishman, Barry; Konstantopoulos, Spyros; Kubitskey, Beth W.; Vath, Richard; Park, Gina; Johnson, Heather i Edelson, Daniel C. (2013), »Comparing the impact of online and face-to-face professional development in the context of curriculum implementation«, *Journal of Teacher Education*, 64(5), str. 426–438.
- Freeman, Scott; Eddy, Sarah L.; McDonough, Miles; Smith, Michelle K.; Okoroafor, Nnadozie; Jordt, Hannah i Wenderoth, Mary P. (2014), »Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics«,



- PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), str. 8410–8415.  
doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Fullan, Michael i Hargreaves, Andy (2016), *Bringing the profession back in. Call to action*, Oxford, OH: Learning Forward.
- Gast, Inken; Schildkamp, Kim i van der Veen, Jan T. (2017), »Team-based professional development interventions in higher education: A systematic review«, *Review of Educational Research*, 87(4), str. 736–767.  
doi: <https://doi.org/10.3102/0034654317704306>
- Gough, David; Oliver, Sandy i Thomas, James (2017), »An introduction to systematic reviews«, u: Gough, David; Oliver, Sandy i Thomas, James (ur.), *Introducing systematic reviews* (str. 1–16). London, UK: SAGE.
- Greenleaf, Cynthia L.; Litman, Cindy; Hanson, Thomas L.; Rosen, Rachel; Boscardin, Christy K.; Herman, Joan i Schneider, Steven A. (2011), »Integrating literacy and science in biology: Teaching and learning impacts of reading apprenticeship professional development«, *American Educational Research Journal*, 48(3), str. 647–717. doi: <https://doi.org/10.3102/0002831210384839>
- Guskey, Thomas R. i Yoon, Kwang S. (2009), »What works in professional development«, *Phi Delta Kappan*, 90, str. 495–500.  
doi: <https://dx.doi.org/10.1177/003172170909000709>
- Hattie, John (2012), *Visible learning for teachers. Maximizing impact on learning*, London, UK: Routledge.
- Helf, Shawwna i Cooke, Nancy L. (2011), »Reading specialist: Key to a systematic schoolwide reading model«, *Preventing School Failure*, 55(3), str. 140–147.  
doi: <https://doi.org/10.1080/1045988X.2010.499392>
- Heller, Joan I.; Daehler, Kirsten R.; Wong, Nicole; Shinohara, Mayumi i Miratrix, Luke W. (2012), »Differential effects of three professional development models on teacher knowledge and student achievement in elementary science«, *Journal of Research in Science Teaching*, 49(3), str. 333–362.  
doi: <https://doi.org/10.1002/tea.21004>
- Johnson, Carla C. i Fargo, Jamison D. (2014), »A study of the impact of transformative professional development on Hispanic student performance on state mandated assessments of science in elementary school«, *Journal of Science Teacher Education*, 25(7), str. 845–859.  
doi: <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9396-x>
- Kablan, Zeynel; Topan, Beyda i Erkan, Burak (2013), »The effectiveness level of material use in classroom instruction: A meta-analysis study«, *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(3), str. 1638–1644.  
doi: <https://doi.org/10.12738/estp.2013.3.1692>

- Keevers, Lynne; Lefoe, Geraldine; Leask, Betty; Dawood Sultan, Fauziah K. P.; Ganesharatnam, Sumitha; Loh, Vincent i Lim, Jane S. Y. (2014), »'I like the people I work with. Maybe I'll meet them in person one day': Teaching and learning practice development with transnational teaching teams«, *Journal of Education for Teaching*, 40, str. 232–250.  
doi: <https://doi.org/10.1080/02607476.2014.903024>
- Kennedy, Mary (1998), *Form and substance in inservice teacher education. Research monograph*, Madison, WI: National Institute for Science Education. Dostupno na: <https://eric.ed.gov/?id=ED472719> [2. 9. 2019.]
- Kennedy, Mary M. (2016), »How does professional development improve teaching?«, *Review of Educational Research*, 86(4), str. 945–980.  
doi: <https://doi.org/10.3102/0034654315626800>
- Kleickmann, Thilo; Tröbst, Steffen; Jonen, Angela; Vehmeyer, Julia i Möller, Kornelia (2016), »The effects of expert scaffolding in elementary science professional development on teachers' beliefs and motivations, instructional practices, and student achievement«, *Journal of Educational Psychology*, 108(1), str. 21–42. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000041>
- Krauss, Stefan; Baumert, Jürgen i Blum, Werner (2008), »Secondary mathematics teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge: Validation of the COACTIV constructs«, *ZDM*, 40(5), str. 873–892.  
doi: <https://doi.org/10.1007/s11858-008-0141-9>
- Lachner, Andreas; Jarodzka, Halszka i Nückles, Matthias (2016), »What makes an expert teacher? Investigating teachers' professional vision and discourse abilities«, *Instructional Science*, 44(3), str. 197–203.  
doi: <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9376-y>
- Lamkin, Steven i Nesloney, Todd (2018), »Spreading the practice of video reflection«, *Educational Leadership*, 76(3), str. 50–54.
- Lara-Alecio, Rafael; Tong, Fuhui; Irby, Beverly J.; Guerrero, Cindy; Huerta, Maggie i Fan, Yanan (2012), »The effect of an instructional intervention on middle school english learners' science and english reading achievement«, *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), str. 987–1011.  
doi: <https://doi.org/10.1002/tea.21031>
- Lenhard, Wolfgang i Lenhard, Alexandra (2014), »Computation of effect sizes«, doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3478.4245>
- Lomos, Catalina; Hofman, Roelande H. i Bosker, Roel J. (2011), »Professional communities and student achievement – a meta-analysis«, *School Effectiveness and School Improvement*, 22(2), str. 121–148.  
doi: <https://doi.org/10.1080/09243453.2010.550467>
- Loucks-Horsley, Susan; Stiles, Katherine E.; Mundry, Susan; Love, Nancy i Hewson, Peter W. (2010), *Designing professional development for teachers*

- of science and mathematics* (3.izdanje), Thousand Oaks, CA, US: Corwin Press.
- Lund, Travis J. i Stains, Marilyne (2015), »The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty«, *International Journal of STEM Education*, 2(13). doi: <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0026-8>
- Lynch, Kathleen; Hill, Heather C.; Gonzalez, Kathryn E. i Pollard, Cynthia (2019), »Strengthening the research base that informs STEM instructional improvement efforts: A meta-analysis«, *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 41(3), str. 260–293. doi: <https://doi.org/10.3102/0162373719849044>
- Lipsey, Mark W.; Puzio, Kelly; Yun, Cathy; Hebert, Michael A.; Steinka-Fry, Kasia; Cole, Mikel W.; Roberts, Megan; Anthony, Karen S. i Busick, Matthew D. (2012), *Translating the statistical representation of the effects of education interventions into more readily interpretable forms* (NCSEER 2013–3000; str. 54). Dostupno na: National Center for Special Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education website: <https://ies.ed.gov/ncser/pubs/20133000/pdf/20133000.pdf> [5. 9. 2019.]
- Maerten-Rivera, Jaime; Ahn, Soyeon; Lanier, Kimberly; Diaz, Jennifer i Lee, Okhee (2016), »Effect of a multiyear intervention on science achievement of all students including english language learners«, *Elementary School Journal*, 116(4), str. 600–624. doi: <https://doi.org/10.1086/686250>
- Marshall, Kim (2015), »Should supervisors intervene during classroom visits?«, *Phi Delta Kappan*, 97(2), str. 8–13. doi: <https://doi.org/10.1177/0031721715610084>
- Martin, Susan F.; Shaw Jr, Edward L. i Daughenbaugh, Lynda (2014), »Using smart boards and manipulatives in the elementary science classroom«, *TechTrends*, 58(3), str. 90–96.
- Martinelle, Rob (2018), »Video-stimulated recall: Aiding teacher practice«, *Educational Leadership*, 76(3), str. 55.
- Murray, Jean (2012), »Performativity cultures and their effects on teacher educators' work«, *Research in Teacher Education*, 2(2), str. 19–23.
- Naizer, Gilbert; Sinclair, Becky i Szabo, Susan (2017), »Examining the sustainability of effective professional development using a workshop design«, *The Delta Kappa Gamma Bulletin: International Journal for Professional Educators*, 83(5), str. 37–48.
- Newman, Denis; Finney, Pamela B.; Bell, Steve; Turner, Herb; Jaciw, Andrew P.; Zacamy, Jenna L. i Gould, Laura F. (2012), *Evaluation of the effectiveness of the alabama math, science, and technology initiative (AMSTI)* (SSRN Scholarly Paper No. ID 2511347), Rochester, NY: Social Science Research Network. Dostupno na: <https://papers.ssrn.com/abstract=2511347> [15. 7. 2019.]

- Nugent, Gwen; Kunz, Gina; Houston, James; Kalutskaya, Irina; Wu, Chao-Rong; Pedersen, Jon; Lee, SoonChun; DeChenne, Sue Ellen; Luo, LinLin i Berry, Brandi (2016), »The effectiveness of technology-delivered science instructional coaching in middle and high school«, working paper. National Center for Research on Rural Education. Dostupno na: <https://eric.ed.gov/?id=ED571809> [15. 7. 2019.]
- Oliver, Mary i Venville, Grady (2017), »Bringing CASE in from the cold: the teaching and learning of thinking«, *Research in Science Education*, 47(1), str. 49–66. doi: <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9489-3>
- Ong, Eng T.; Ramiah, Puspa; Ruthven, Kenneth; Salleh, Sabri M.; Yusuff, Nik Azmah N. i Mokhsein, Siti E. (2015), »Acquisition of basic science process skills among Malaysian upper primary students«, *Research in Education*, 94(1), str. 88–101. doi: <https://doi.org/10.7227/RIE.0021>
- Ouzzani, Mourad; Hammady, Hossam; Fedorowicz, Zbys i Elmagarmid, Ahmed (2016), »Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews«, *Systematic Reviews*, 5(1), str. 210. doi: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Pellegrini, Marta; Lake, Cynthia; Inns, Amanda i Slavin, Robert E. (2018), *Effective programs in elementary mathematics: A best-evidence synthesis* [Best Evidence Encyclopedia]. Dostupno na: Johns Hopkins University School of Education's Center for Research and Reform in Education (CRRE) [http://www.bestevidence.org/word/elem\\_math\\_Oct\\_8\\_2018.pdf](http://www.bestevidence.org/word/elem_math_Oct_8_2018.pdf) [1. 9. 2019.]
- Pecore, John L.; Kirchgessner, Mandy L. i Carruth, Laura L. (2013), »Changes in science content knowledge and attitudes toward science teaching of educators attending a Zoo-based neuroscience professional development«, *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 86(6), str. 238–245. doi: <https://doi.org/10.1080/00098655.2013.82652>
- Penuel, William R.; Gallagher, Lawrence P. i Moorthy, Savitha (2011), »Preparing teachers to design sequences of instruction in earth systems science: A comparison of three professional development programs«, *American Educational Research Journal*, 48(4), str. 996–1025.
- Psychometrica*, online aplikacija. Dostupno na: [https://www.psychometrica.de/ef-fect\\_size.html](https://www.psychometrica.de/ef-fect_size.html).
- Roth, Kathleen J.; Bintz, Jody; Wickler, Nicole I. Z.; Hvidsten, Connie; Taylor, Joseph; Beardsley, Paul M.; Caine, Arloi Wilson, Christopher D. (2017), »Design principles for effective video-based professional development«, *International Journal of STEM Education*, 4(31). doi: <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0091-2>
- Scher, Lauren i O'Reilly, Fran (2009), »Professional development for K-12 math and science teachers: What do we really know?«, *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 2(3), str. 209–249. doi: <https://doi.org/10.1080/19345740802641527>

- Schneider, Rebecca M. i Plasman, Kellie (2011), »Science teacher learning progressions: A review of science teachers' pedagogical content knowledge development«, *Review of Educational Research*, 81(4), str. 530–565.  
doi: <https://doi.org/10.3102/0034654311423382>
- Schwartz-Bloom, Rochelle D. i Halpin, Myra J. (2003), »Integrating pharmacology topics in high school biology and chemistry classes improves performance«, *Journal Of Research In Science Teaching*, 40(9), str. 922–938.  
doi: <https://doi.org/10.1002/tea.10116>
- Slavin, Robert E. (2008), »Perspectives on evidence-based research in education—what works? Issues in synthesizing educational program evaluations«, *Educational Researcher*, 37(1), str. 5–14.  
doi: <https://doi.org/10.3102/0013189X08314117>
- Slavin, Robert E.; Lake, Cynthia; Hanley, Pam i Thurston, Allen (2014), »Experimental evaluations of elementary science programs: A best-evidence synthesis«, *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), str. 870–901.  
doi: <https://doi.org/10.1002/tea.21139>
- Snilstveit, Birte; Stevenson, Jennifer; Menon, Radhika; Phillips, Daniel; Gallagher, Emma; Geleen, Maisie; Jobse, Hannah; Schmidt, Tanja i Jimenez, Emmanuel (2016), *The impact of education programmes on learning and school participation in low- and middle-income countries*; a systematic review summary report. *3ie Systematic Review Summary 7*, London: International Initiative for Impact Evaluation (3ie). doi: <https://doi.org/10.23846/SRS007>
- Soares, Brasilia C.; Castelhana de Campos, Maria E.; Thomaz, Jean R.; da Cruz Pereira, Geovana i Roehrs, Rafael (2016), »The importance of experimentation in the teaching of sciences to elementary school«, *Revista Monografias Ambientais – REMOA*, 15(2), str. 1–17.
- Saunders, M., Alcantara, V., Cervantes, L., Del Razo, J., Lopez, R., & Perez, W. (2017), *Getting to teacher ownership. How schools are creating meaningful change*. Providence, RI: Brown University, Annenberg Institute for School Reform. Dostupno na: <https://eric.ed.gov/?id=ED574745> [16. 9. 2019.]
- Taylor, Joseph A.; Getty, Stephen R.; Kowalski, Susan M.; Wilson, Christopher D.; Carlson, Janet i Van Scotter, Pamela (2015), »An efficacy trial of research-based curriculum materials with curriculum-based professional development«, *American Educational Research Journal*, 52(5), str. 984–1017.  
doi: <https://doi.org/10.3102/0002831215585962>
- Taylor, Joseph A.; Roth, Kathleen; Wilson, Christopher D.; Stuhlsatz, Molly A. M. i Tipton, Elizabeth (2017), »The effect of an analysis-of-practice, videocase-based, teacher professional development program on elementary students' science achievement«, *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 10(2), str. 241–271. doi: <https://doi.org/10.1080/19345747.2016.1147628>

- Taylor, Joseph A.; Kowalski, Susan M.; Polanin, Joshua R.; Askinas, Karen; Stuhlartz, Molly A. M.; Wilson, Christopher D.; Tipton, Elizabeth i Wilson, Sandra J. (2018), »Investigating science education effect sizes: Implications for power analyses and programmatic decisions«, *AERA Open*, 4(3), 2332858418791991. doi: <https://doi.org/10.1177/2332858418791991>
- Terrazas-Arellanes, Fatima E.; Strycker, Lisa A.; Walden, Emily D. i Gallard, Alejandro (2017), »Teaching with technology: Applications of collaborative online learning units to improve 21st century skills for all«, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 36(4), str. 375–386.
- Thomson, Margareta M. i Nietfeld, John L. (2016), »Beliefs systems and classroom practices: Identified typologies of elementary school teachers from the United States«, *The Journal of Educational Research*, 109(4), str. 360–374. doi: <https://doi.org/10.1080/00220671.2014.968912>
- Thurlings, Marieke i den Brok, Perry (2017), »Learning outcomes of teacher professional development activities: a meta-study«, *Educational Review*, 69(5), str. 554–576. doi: <https://doi.org/10.1080/00131911.2017.1281226>
- Tondeur, Jo; Forkosh-Baruch, Alona; Prestridge, Sarah; Albion, Peter i Dirislinghe, Shiyama (2016), »Responding to challenges in teacher professional development for ICT integration in education«, *Educational Technology & Society*, 19(3), str. 110–120.
- Trygstad, Peggy J.; Banilower, Eric R.; Smith, Sean P. i Nelson, Courtney L. (2014), *New instruments for studying the impacts of science teacher professional development*. Horizon Research, Inc. NC 27514–2296. Dostupno na: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED558468.pdf> [22. 8. 2019.]
- van Veen, Klaas; Zwart, Rosanne i Meirink, Jacobiene (2012), »What makes teacher professional development effective? A literature review«, u: Kooy, Mary i van Veen, Klaas (ur.), *Teacher learning that matters: International perspectives*, Routledge research in education, Vol. 62, Florence, KY, US: Routledge, str. 3–21.
- Vangrieken, Katrien; Meredith, Chloé; Packer, Tlalit i Kyndt, Eva (2017), »Teacher communities as a context for professional development: A systematic review«, *Teaching and Teacher Education*, 61, str. 47–59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.10.001>
- Voss, Thamar; Kunter, Mareike i Baumert, Jürgen (2011), »Assessing teacher candidates' general pedagogical/psychological knowledge: Test construction and validation«, *Journal of Educational Psychology*, 103(4), str. 952–969. doi: <https://doi.org/10.1037/a0025125>
- Weir, Laura K.; Barker, Megan K.; McDonnell, Lisa M.; Schimpf, Natalie G.; Rodela, Tamara M. i Schulte, Patricia M. (2019), »Small changes, big gains: A curriculum-wide study of teaching practices and student learning in undergraduate biology«, *PLoS ONE*, 14(8). doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220900>

- What Works Clearinghouse (2017), *Procedures and standards handbook (Version 4.0)*, Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance. Dostupno na: [https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/referenceresources/wwc\\_standards\\_handbook\\_v4.pdf](https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/referenceresources/wwc_standards_handbook_v4.pdf) [10. 9. 2019.]
- Whitehurst, Grover J.; Chingos, Matthew M. i Lindquist, Katharine M. (2015), »Getting classroom observations right«, *Education Digest*, 80(7), str. 20–28.
- Wood, Charles L.; Goodnight, Crystalyn I.; Bethune, Keri S.; Preston, Angela I. i Cleaver, Samantha L. (2016), »Role of professional development and multi-level coaching in promoting evidence-based practice in education«, *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 14(2), str. 159–170.
- Zaare, Masoumeh (2013), »An investigation into the effect of classroom observation on teaching methodology«, *Procedia – Social and Behavioral Science*, 70, str. 605–614. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.01.099>
- Zotero, personal research assistant. Dostupno na: <https://www.zotero.org/>

## THE CHARACTERISTICS OF EFFICIENT PROFESSIONAL TEACHER TRAINING IN NATURAL SCIENCES SUBJECTS: A SYSTEMATIC OVERVIEW OF THE LITERATURE

Ana Mirosavljević, Branko Bognar

*In order to affirm the characteristics of efficient professional training of teachers in the natural sciences, on the basis of a systematic overview of the literature, we chose and implemented an analysis of nine efficient experimental and quasi-experimental research designs. We affirmed that professional training should begin with initial workshops, which should continue through meetings of learning communities during these changes. Additionally, it is important to ensure support and guidance for teachers, as well as teaching materials for teachers and students. Professional training can be considered efficient only if it contributes to improved academic performance; this can be attained through changes in teaching, which should be founded on clearly established goals in accordance with which teachers may prepare teaching activities that inspire students to research, solve everyday problems, take part in active and cooperative learning, and think scientifically and metacognitively.*

**Key words:** *experimental research, teaching in the natural sciences, educational changes, professional training, systematic overview of the literature*