

Metodičko znanje i Uvjerenja budućih nastavnika kemije u Hrvatskoj

Lana Šarić

Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Split, Hrvatska
VII.gimnazija Zagreb, Zagreb, Hrvatska
lsaric@pmfst.hr

Sažetak

U posljednjih je trideset godina u Hrvatskoj došlo do mnogih promjena, prvenstveno političkih, koje su utjecale i na sam obrazovni sustav. Uspjeh takvih obrazovnih promjena ovisi i o nastavniku. Za sam neposredan rad u razredu poznata je važnost znanja samih nastavnika kao i njihova uvjerenja o poučavanju i učenju. Tako je fokus obrazovnih istraživanja, u posljednjih nekoliko desetljeća, upravo utjecaj na uvjerenja i znanje samih nastavnih o znanstvenoj pozadini nastavnih sadržaja, načinu poučavanja istih te o organizaciji i vođenju samog nastavnog procesa. Cijeloživotno učenje nastavnika od velike je važnosti, kao i poznavanje znanja i uvjerenja, kako trenutnih tako i budućih nastavnika (kemije), koja bi trebala biti razvijana u duhu najnovijih teorija učenja i poučavanja i reformi te biti jedno od središnjih pitanja i zanimanja metodičara.

Provedena su različita istraživanja o znanju i uvjerenjima nastavnika u različitim zemljama, tj. pozadina istih su drugačiji sustavi obrazovanja, koja pokazuju različitost istih, sukladno okruženju u kojem su nastala. Samim time usporedba istih, obzirom na političke, religijske i kulturne razlike, nije moguća kao niti usporedba s hrvatskim obrazovnim sustavom. Osim toga, nema poznatih istraživanja u Hrvatskoj koja se odnose na uvjerenja nastavnih, kako sadašnjih tako i budućih, niti razvoj metodičkog znanja.

Ključne riječi: *Uvjerenja, Metodičko znanje, edukacija budućih nastavnika, čistična teorija*

I. UVOD

Mnoge promjene, kako u političkom, gospodarskom i kulturnom sustavu, tako i obrazovnom, dogodile su se u posljednjih trideset godina u Hrvatskoj. U zadnjih je nekoliko godina sve veća potreba za reformom obrazovnog sustava. Kemija je obvezan predmet u posljednje dvije godine osnovne škole (7. i 8. razred) i sve četiri godine srednje škole (gimnazijski program, 1. - 4. razred). U osnovnoj školi učenici stječu osnovna znanja o tvarima, kemijskim reakcijama, atomu te osnove organske kemije. Kemija u srednjoj školi, iako ne službeno, može se klasificirati kao opća kemija u 1. razred, fizikalna (2. razred) i anorganska kemija (3. razred) te organska kemija s elementima biokemije u 4. razredu (gimnazijski program). Iako postoje veze i ispreplitanja nastavnih sadržaja, nastavni plan i program – uglavnom u srednjoj školi – više je usredotočen na memoriranje činjenica i djelomično povezivanje ranije usvojenih nastavnih sadržaja te primjenu istih na životne primjere i situacije.

Nova obrazovna reforma, koja još nije zaživjela u praksi, predstavljena je u posljednjih nekoliko godina (Jokić, 2016). Kemija je obvezan predmet u osnovnoj školi i prve tri godine srednje škole. U posljednjoj godini srednje škole kemija je izborni predmet za učenike koji žele svoju budućnost graditi u području prirodnih znanosti te se odgojno-obrazovni ishodi ostvaruju kroz neke od ponuđenih tema. Nastavni je sadržaj, prema prijedlogu Stručnih radnih skupina, podijeljen u tri koncepta proizašla iz makrokoncepta prirodoslovnog područja: (i) Tvari, (ii) Promjene i procesi, i (iii) Energija, koja su objedinjena konceptom Prirodoslovnog pristupa (Bybee, 1997).

Učenje otkrivanjem, s pokusom kao središnjom aktivnošću nastavnog sata, trebao bi biti glavni temelj i izvor novih znanja koja nadograđuju već postojeća znanja (Gormall, Brickmann, Haller & Armstrong, 2009). Kroz nastavu usmjerenu na učenika i nadogradnju koncepata s godinama dobiva se spiralni kurikulum.

Tijekom godina pokazalo se da općenito nastavnici, tako i nastavnici kemije, imaju ključnu ulogu u samom nastavnom procesu te provedbi različitih obrazovnih reformi (De Jong, 2007). Tome u prilogu govori i činjenica da su upravo nastavnici ključna karika u obrazovnom lancu, spona koja povezuje primjerice Ministarstvo obrazovanja, školske udžbenike i učenike. Stoga bi upravo nastavnici trebali biti polazišna točka promjena u obrazovnom sustavu. No što je ono što utječe na rad nastavnika u samoj učionici?

Aktivnosti nastavnika u razredu, kao i utjecaj na iste, razmatrane su s različitih gledišta. Prema Meijeru, Verloopu i Beijaardu (2002), praktična znanja nastavnika čine *Znanja i Uvjerenja* u kombinaciji s interaktivnom spoznajom. Međutim, Uvjerenja i Znanja ponekad se mogu miješati ili pogrešno protumačiti. Anderson (1980) ukazuje na sličnosti oba pojma – iskustvom stečene informacije koji se nastavljaju u samoj osobi. S druge strane, Nespor (1987) razdvaja ta dva pojma i smatra Uvjerenja okvirom istraživanja u obrazovanju. U Tablici 1. dan je sažet prikaz razlika te usporedba osnovnih karakteristika Uvjerenja i Znanja kao što je prikazano u literaturi (Savasci-Acikalın, 2009).

Tablica 1. Razlike Uvjerenja i Znanja (Savasci-Acikalın, 2009)

Uvjerenja	Znanja
Odnose se na pretpostavke, opredjeljenja i ideologije	Odnosi se na činjenične tvrdnje i shvaćanja radnih vještina
Ne zahtjeva realno stanje	Potrebna „stvarna situacija“
Temelje se na procjenjenim činjenicama	Temelje se na objektivnim činjenicama
Ne mogu biti evaluirana	Mogu biti evaluirana
Mentalni koncepti nastali na temelju iskustva, znanja i okoline.	Pohranjeno u semantičkim mrežama
Statična, postojana	Promjenjivo

Za razliku od prilično jednosmjerne definicije Uvjerenja, Znanje nastavnika više je diferencirano.

Većina istraživanja o znanju nastavnika bazira se na Shulmanovom istraživanju usmjerenom na dokazivanje složenosti poučavanja i učenja kao i prijenosa znanja

(Shulman, 1986). Shulman je razvio teorijski okvir za kategorizaciju znanja o poučavanju koje nastavnici posjeduju. Poučavanje nije samo iznošenje činjenica, a cilj metode nastave nije samo stjecanje teorijskih znanja ili stvaranje zbirke nastavnih aktivnosti primjenjivih u učionici. Aktivnosti nastavnika treba planirati prema potrebama samih učenika i u skladu s okruženjem u kojem se poučavanje odvija. Vođeni time, nastavnici trebaju razmišljati i promatrati, kako poučavanju tako i učenju, iz različitih perspektiva te se voditi potrebama i postignućima svojih učenika. Shulman (1986) znanja nastavnika kategorizira u sljedećih sedam kategorija:

- Znanje sadržaja (Content Knowledge)
- Opće pedagoško znanje (General pedagogical knowledge)
- Znanje o kurikulumu (Curriculum knowledge)
- Metodičko znanje (Pedagogical Content Knowledge)
- Poznavanje učenika i njihovih karakteristika (Knowledge of learners and their characteristics)
- Poznavanje obrazovnih konteksta (Knowledge of educational contexts)
- Poznavanje obrazovnih potreba, ciljeva i vrijednosti (Knowledge of educational needs, purposes and values)

Metodičko je znanje, tijekom godina, postalo jedno od glavnih područja obrazovnih istraživanja, posebice u prirodnim znanostima.

Vodeći se time, fokus ovog rada bit će upravo metodičko znanje i uvjerenja budućih nastavnika kemije. Bit će dane definicije pojmova *Metodičko znanje* i *Uvjerenja* kao i njihove temeljne karakteristike koje će biti raspravljene kroz literaturni pregled.

II. METODIČKO ZNANJE

Znanje o sadržaju nastavnog predmeta i pedagoško znanje daju amalgam koji je 1986. godine Shulman opisao kao metodičko znanje – *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* i koje se koncipira kao: "... najbolje i točnije analogije, ilustracije, primjeri, objašnjenja i demonstracije - u jednoj riječi – najbolji način prikaza predmeta koji taj sadržaj čini razumljiv drugima...".

Prema Shulmanu (1986) upravo je znanje predmetnog sadržaja jedno je od najvažniji aspekata razvoja znanja samih nastavnika. Pedagoško znanje, kao svojevrsno znanje sadržaja, postaje dio učenja.

A. Definicija i priroda metodičkog znanja

Kao jedan od mogućih načina zadovoljavanja potrebe za specifičnim pristupom nastavi jest upravo metodičko znanje. To je znanje koje se razvija s vremenom i iskustvom te govori kako i na koji način poučavati određeni nastavni sadržaj (Loughran i sur., 2012). Kako bi nastavni sadržaj učenicima bio prikazan na najbolji mogući način sam nastavnik treba imati izvrsno znanje predmetnog sadržaja i biti dobro upoznat sa strategijama učenja i poučavanja, pristupima nastavi i nastavim metodama te ih vješto i pravilno kombinirati u nastavnom procesu.

Pojedini se nastavni sadržaji poučavaju određenim nastavnim metodama te se sama nastava osmišljava s ciljem što boljeg razumijevanja danog konteksta. Prema De Jong, Van Driel i Verloop (2004), različite su konceptualizacije metodičkog znanja kroz posljednjih tridesetak godina, a neke od njih navedene su u Tablici 2.

Tablica 2. Konceptualizacija metodičkog znanja

Autori	Metodičko znanje
Cochran, DeRuiter i King (1993)	„mješavina“ nekoliko tipova znanja; „sinteza“ svih elemenata znanja koji su potrebni za uspješnost nastavnika
Magnusson, Krajcik i Borko (1999)	Jedinstvena i zasebna domena znanja
Marks (1990); Tobin, Tippins i Gallard, 1994)	Jasnu granicu između metodičkog znanja i znanja samog predmeta nije uvijek moguće jasno odrediti
Loughran i sur. (2010)	Znanje nastavnika koje omogućava stvaranje uvjeta poučavanja i nastave u skladu s potrebama učenika kako bi usvajanje nastanih sadržaja bilo što uspješnije.

Model Magnussona i sur. (1999), jedan od najcitiranijih modela (Aydin i Demirdögen, 2015), govori o pet komponenata metodičkog znanja:

- Usmjerenost ka poučavanju prirodoslovlja
- Znanje o učeničkom razumijevanju prirodoslovlja
- Znanje o nastavnim strategijama i metodama u nastavi prirodoslovlja
- Poznavanje kurikuluma prirodoslovlja
- Znanje o vrednovanju u nastavi prirodoslovlja

Pregledni članak Evens, Elen i Depaepe (2015) daje detaljan prikaz domena i obrazovnih razina, kao i sudionika te

istraživačkih projekata. Dan je i sažet prikaz obrazovnih istraživanja koje obuhvaćaju metodičko znanje (str. 10-18). Usprkos svemu tome, još uvijek nije došlo do generalizacije metodičkog znanja specificiranih tema – usvajanje novih saznanja načinom razumljivijim učenicima koristeći ciljane nastavne materijale. Primjena istraživanja u obrazovanju prirodoslovlja dolazi do boljeg razumijevanja nastave prirodoslovlja (Berry i Loughran, 2010).

Metodičko je znanje nešto što se ne može naučiti iz udžbenika (Loughran, 2006), temelji se na iskustvu i razumijevanju (mis)konceptija i potreba samih učenika. Razvoj metodičkog znanja, kako općenitog tako i osobnog, složen je proces pod utjecajem različitih čimbenika kao što su primjerice dob učenika, nastavni predmet, obrazovna okolina... Četiri su glavna izvora razvoja metodičkog znanja (Grossman, 1990): (i) znanje predmetnog sadržaja (znanje o predmetu), (ii) promatranje nastave (saznanja budućih nastavnika o problemima s kojim se susreću nastavnici u praksi), (iii) nastavno iskustvo (znanja budućih nastavnika o primjeni nastavnih strategija i metoda prilikom određenih nastavnih sadržaja), (iv) seminari ili radionice tijekom edukacije budućih nastavnika (kako bi se utvrdio utjecaj na metodičko znanje).

B. Budući nastavnici prirodoslovlja i metodičko znanje

Većina budućih nastavnika, kao što je navedeno u istraživanjima obrazovanja prirodoslovlja, nema znanje o dubokom konceptualnom razumijevanju svog predmeta (npr. Loughran i sur., 2008). Najčešća je prepreka stvaranje veze između znanja o predmetnom sadržaju i znanstvene prirode. Kind (2010) identificira tri zajednička čimbenika koji doprinose rastu metodičkog znanja budućih nastavnika:

- dobro predmetno znanje,
- nastavno iskustvo,
- motivirajuće radno okruženje koje potiče na suradnju

Williams i Lockey (2012) ukazuju na neka istraživanja o metodičkom znanju budućih nastavnika čiji je cilj utvrditi razvoj istog. Istraživanje Van Driel i sur. (2002) daje prikaz razvoj metodičkog znanja budućih nastavnika s posebnim naglaskom prijelaza s makroskopske na submikroskopsku, odnosno razinu čestica. Od velike je koristi i prikaz metodičkog znanja nastavnika. Pregled metodičkog znanja vezanog za praktičan rad u nastavi kemije kineskih nastavnika dan je od strane Wei i Liu (2018) te ukazuje na postojanje višedimenzionalnih i mješovitih načina poučavanja koji utječu na formiranje njihovih znanja i uvjerenja o usvajanju znanja od strane učenika te primjeni nastanih

strategija vezanih uz praktičan rad. Akin i Uzuntiryaki-Kondakci (2018) daju usporedni prikaz metodičkog znanja nastavnika i studenata nastavnčkih studija vezano uz kemijsku ravnotežu. Mape metodičkog znanja budućih nastavnika nisu bile integrirane, tj. ne čine cjelinu te su promišljanja i opredjeljenja o nastavi i znanosti općenitija. S druge strane, kod iskusnih je nastavnika uočena veća upotreba metodičkog znanja u nastavnom procesu. U središtu svih mapa metodičkog znanja, neovisno o iskustvu, bilo je znanje učenika, poznavanje nastavnog plana i programa te znanje o strategijama poučavanja. Iako su mape bile slične, razlika je u implementaciji komponenata metodičkog znanja.

Istraživanja vezana za metodičko znanje uobičajena su za nastavnike u primarnom i sekundarnom obrazovanju, no Schultz i sur. (2018) rade prilagodbu instrumenta istraživanja te ga primjenjuju na sveučilišnim nastavnicima čime se dobiva uvid u njihovo metodičko znanje pojedinih područja.

C. Prikaz metodičkog znanja (PCK-a Loughran i sur., 2006)

Važan je aspekt metodičkog znanja (Loughran i sur., 2006) dobro poznavanje nastavnih strategija i metoda. Nastavnici se međusobno razlikuju upravo prema nastavnim strategijama i metodama, tj. primjeni istih u nastavnom procesu. Važno je znati kada, kako i zašto primijeniti određenu strategiju i metodu te se znati, i moći, prilagoditi situaciji u učionici. Upravo su učenici ti na temelju kojih nastavnik osmišlja svoj pristup nastavi kao i svoje postupke i strategije poučavanja pojedinog nastavnog predmeta.

Kako bi se dobio najbolji prikaz i predodžba metodičkog znanja Loughran i sur. (2006) definirali su dva specifična metodološka alata: (i) prikaz zastupljenosti sadržaja – *Content Representation (CoRe)* te (ii) prikaz pedagoškog i stručnog znanja iz prakse – *Pedagogical and Professional – experience Repertoires (PaP-eR)*. Ova dva alata služe ne samo za detekciju i određivanje metodičkog znanja, već i kao prikaz istog drugima (Loughran i sur., 2006).

Lehane (2016) navodi da CoRe ima mnogo veću primjenu nego li sam PaP-eR. Vođeni time Donnelly i Boniface (2013) stvaraju on-line obrazac s idejom veće dostupnosti samih CoRe-a stvaranjem istih preko mreže i lakše dostupnosti ostalim zainteresiranim (Bertam, 2010).

C.1 Prikaz zastupljenosti sadržaja (CoRe)

CoRe daje pregled konceptualizacije sadržaja određenog predmeta ili teme grupe nastavnika (Loughran i sur., 2012). Može sadržavati različite količine, pa čak i različite vrste, informacija. To je zapravo prikaz sadržaja oformljen od strane nastavnika ili grupe nastavnika i koji se

dalje razvija. Čak i praznine u samom Prikazu (CoRe) daju određenu povratnu informaciju. Nilsson (2010, str.113) sažeto prikazuje CoRe kao "... detaljan opis za poučavanje nastavnih tema prirodoslovlja koji je zasnovan na velikim idejama tj. konceptima (*Big Ideas*) određene nastavne teme mapiranim u kombinaciji s pedagoškim potrebama te koji uključuje:

- što učenici moraju naučiti o svakoj od velikih ideja
- zašto je važno da učenici to znaju
- moguće poteškoće učenika u učenju tog koncepta
- kako se taj koncept uklapa u znanje nastavnika o tom sadržaju... "

tom sadržaju... "

CoRe se obično formira kao tablica tj. matrica, koja sadrži:

- koncept (*Big Idea*) na horizontalnoj osi - odnosi se na znanstvenu ideju važnu za razvoj razumijevanja teme (približan broj je 5-8)
- "raspakiravanje" tog koncepta na okomitoj osi (Tablica 3.)

Tablica 3. "Raspakiravanje" *Big Idea* (Loughran, 2012)

Pitanje	Opis
Što želite da učenici nauče temeljem ovog koncepta?	Definirati očekivana postignuća učenika
Zašto je važno da učenici razumiju ovaj koncept?	Korisnost i primijenjivost tog znanja u svakodnevnom životu
Što još znate o ovom konceptu (no s time još ne namjeravate upoznati Vaše učenike)?	Što (ne)uključiti u poučavanje koncepta kako bi bio razumljiv i znanstveno ispravan, no ne previše pojednostavljen
Koje su moguće poteškoće ili ograničenja povezani s poučavanjem ovog koncepta?	Predznanja i potencijalni miskoncepti
Koja prethodna znanja učenika mogu utjecati na Vaše poučavanje ovog koncepta?	Planiranje nastave na temelju dosadašnjeg iskustva poučavanja tog koncepta: učeničke ideje, iskustvo iz prakse...
Koji još čimbenici, ukoliko postoje, mogu utjecati na Vaše poučavanje ovog koncepta?	Metodičko znanje nastavnika i znanje iz prakse
Koje nastavne metode koristite za poučavanje ovog koncepta? Zašto?	Nastavne aktivnosti, metode, strategije primijenjive na poučavanje ovih nastavnih sadržaja.

Kao što su Berry i Loughran (2010) saželi: CoRe predstavlja konceptualizaciju metodičkog znanja o specifičnim znanstvenim temama i daje holistički pregled određene teme kako bi to metodičko znanje bilo eksplicitno drugima. To nije predložak kako poučavati ili prikaz jedinog ili najboljeg načina poučavanja, već baza za poučavanje određenog nastavnog sadržaja ovisno o različitim faktorima (iskustvo, dob učenika, nacionalni kurikulum itd.). To je prikaz koji niti je konačan niti potpun (Loughran i sur., 2012).

Nedostatak vještina jedan je od razloga poteškoća budućih nastavnika s metodičkim znanjem. Upravo je prikaz metodičkog znanja, CoRe, od velike pomoći, kako metodičarima, tako i studentima tijekom sveučilišnog nastavnčkog studija (Williams i Lockey, 2012), u boljem razumijevanju metodičkog znanja i poučavanju. No Hume i Berry (2011) ukazuju da, zbog nedostatka prakse i iskustva, može doći i do poteškoća, ali koja se lako mogu prevladati.

CoRe može biti koristan alat budućim nastavnicima i onima na početku karijere za pripremu i planiranje nastave, osobito u osnovnoj školi (Nilsson i Loughran, 2012). Kao što je navedeno kod Lehane (2016), postoje istraživanja o primjeni i korištenju prikaza metodičkog znanja, primjerice priprema budućih nastavnika izvedena u tabličnom obliku tj. kao CoRe format (Abell, 2008); odmak od poučavanja samog sadržaja i pomak prema više predagoškom pristupu (Bertam i Loughran, 2014.), potencijalni razvoj metodičkog znanja primjenom prikaza istog te uz samoevaluaciju i interakciju s iskusnim nastavnikom (Nilsson, 2013), kao i svladavanje uobičajenih „malih tajni“ („tips and tricks“) o tome kako poučavati (Loughran i sur., 2012).

Razmišljajući o sadržaju metodičkog znanja, što je zapravo bitno za učenje kemije na srednjoškolskoj razini? Prije svega, kao što je spomenuto u De Jong i Talanquer u Eilks i Hofstein (2015), pojam "relevantnost" mora se definirati u smislu obrazovanja u prirodoslovlju (Stuckey i sur., 2013) te se mora odrediti kako odrediti je li nešto više ili manje relevantno za nastavu (Hofstein, Eilks & Bybee, 2011). Nacionalni obrazovni kurikulum opisuje glavne ciljeve obrazovanja svih predmeta pa tako i kemije. Prema De Jong i Talanquer (2015) tri su domene prilikom učenja kemije (DeBoer, 2000):

- domena osobne važnosti (kemije) (daje uvid u vezu kemije i okoline te primjenu kemije u svakodnevnom životu)
- domena društvene važnosti (kemije) (omogućava učenicima razumijevanje utjecaja kemije na društvo)

- domena stručne važnosti (kemije) (upoznavanje učenika s mogućnostima studija i karijere u polju kemije)

Te tri domene isprepliću se u kemijskom obrazovanju, a stupanj važnosti ovisi o višestrukim čimbenicima kao što su opća obrazovna politika i njezin odraz u nastavi kemije. Upravo zbog toga dolazi do formiranja *Big Idea*, (Fensham, 1975), čiji je zadatak objediniti međusobno povezane pojmove, pravila i metode. Upravo te „velike ideje“ mogu biti korisne u određivanju ciljeva i temeljnih pojmova kurikuluma kemije. De Jong i Talanquer (2015) dijele *Big Ideas* u dvije glavne kategorije:

- kontekstualne ideje - odnose se na razumijevanje kemije bitne bilo za pojedinca ili društvo (npr. Kemija – održivi razvoj)
- konceptualne ideje - odnose se na koncepte u i o kemiji (npr. kemijske veze)

Razvoj ideje o „velikim idejama“ tj. konceptima dan je u De Jong i Talanquer (2015), a kako ističu Sevia i Talanquer (2014), ti su zajednički koncepti od iznimne važnosti u razumijevanju kemije i njenoj primjeni. Svaki je od koncepata povezan s ključnim pitanjem koje ujedinjuje osnovne kemijske koncepte kao i sve domene učenja kemije.

Prema istraživanjima spomenutima u De Jongu i Talanqueru (2015.), nastavnici kemije preferiraju poučavanje konceptualnih ideja kemije dok učenici preferiraju učenje svakodnevnog kemiji i kontekstualno učenje. Važno je nastojati postići ravnotežu između ovih dviju kategorija. Potrebe za određenim znanjima iz kemije zavise o razini školovanja kao i vrsti škole (primjerice gimnazije i strukovne škole). Stoga sve uobičajene „velike ideje“, odnosno kemijski koncepti, nisu jednako zastupljeni u svim nastavnim programima, no koncept čestične teorije (*Particle Theory*) definitivno je jedan od koncepata koji se, budući da je čestica sama srž kemije, javlja neovisno o drugim faktorima.

Gotovo svaka kemijska reakcija i promjena vidljive su na makroskopskoj razini. No razina na kojoj se događa stvarna kemija je razina čestica. Upravo je zbog toga važno da nastavnici približe učenicima ovaj aspekt kemije koji je većini prilično težak za pojmiti. Iako je čestična razina rijetko zastupljena u udžbenicima, bilo slikovno ili zadatkovno (Erduran, 2001), i često je *izbjegavaju* i sami nastavnici, od budućih se nastavnika najčešće očekuje uključivanje iste u nastavne sate (De Jong, van Driel i Verloop, 2004).

Jedan od načina prevladavanja tog jaza između nastavnika i budućih nastavnika kemije o poučavanju i prikazu kemije na čestičnoj razini je izrada prikaza sadržaja i zastupljenosti sadržaja (CoRe) te stručnog i pedagoškog

znanja (PaP-eR) o čestičnoj teoriji. Metodičko znanje o nekoj temi koncipirano kroz ova dva alata daje novi i smisleniji način poučavanja određenih nastavnih sadržaja (Loughran i sur., 2012).

C.2. Prikaz pedagoškog i stručnog znanja iz prakse – PaP-eR

Budući da ne daje uvid u iskustva nastavnika iz prakse, CoRe sam po sebi nije metodičko znanje, niti prikaz istog. Stoga je razvijen „prozor u svijet metodičkog znanja“ – PaP-eR tj. prikaz pedagoškog i stručnog znanja iz prakse koji objedinjuje „...praksu nastavnika, razmišljanja o poučavanju određenog sadržaja na određene načine u određenom vremenu ...“ (Loughran i sur., 2012, str. 19).

Prikaz pedagoškog i stručnog znanja iz prakse (PaP-eR) ističe određeni dio znanja predmetnog (CoRe) približavajući ga time stvarnom životu (Loughran i sur., 2012). Temelje se na nastavnoj praksi i cilj im je ilustrirati određeni primjer metodičkog znanja u praksi – predmetni sadržaj (CoRe) u praktičnoj primjeni. Glavna im je uloga pružiti uvid u predmetni sadržaj, pristup nastavi i poteškoće učenika koje su uključene i utječu na metodičko znanje nastavnika (Berry i Loughran, 2012). Sam oblik ovisi o situaciji koju prikazuje te tako može vizualizirati i predočiti nastavu i nastavni proces sa strane učenika, nastavnika ili pak neke treće osobe. Uobičajeno je da se PaP-eR fokusira na različite aspekte metodičkog znanja nastavnika te daje detaljniji prikaz metodičkog znanja u kontekstu same prakse u nastavi.

Sam je CoRe više holističkog karaktera, za razliku od PaP-eR-a koji je narativne prirode s namjerom da što vjerodostojnije ilustrira i učini razumljivije specifično metodičko znanje. Zajedno čine *Resource Folio* tj. portfolio za određeno područje ili koncept kao primjerice čestičnu teoriju. Time dolazi do objedinjavanja općenitih promišljanja nastavnika vezano uz određene nastavne sadržaje (CoRe) i primjene istih u praksi (PaP-eR) te se isti može gledati kao pokušaj prevladavanja jaza teorije i prakse (Loughran i sur., 2012) stvaranjem načina za bolje razumijevanje i vrednovanje znanja, vještina i sposobnosti nastavnika.

Stoga, ovakav portfolio koji sadrži i prikaz predmetnog sadržaja (CoRe) i primjenu istog u praksi (PaP-eR) daje uvid u specificirano metodičko znanje. Ova je kombinacija prikaza teoretskih sadržaja i ilustracija prakse nastavnika dobra početna točka i za osobni i za profesionalni razvoj nastavnika kroz prihvaćanje i primjenu metodičkog znanja u vlastitoj praksi.

D. Potencijalne prepreke prikaza metodičkog znanja

Kao i svaki koncept, metodičko znanje također ima svoje nedostatke i prepreke. Neki od njih, navedene u Loughran i sur. (2004), Baxter i Lederman (1999) i Kagan (1990), su:

- istraživači teže odrede i specificiraju metodičko znanje tijekom jedne nastavne jedinice ili sata
- ne referiranje na odabir nastavnih metoda nastavnika
- osvještavanje metodičkog znanja od strane samih nastavnika kako bi zadržali isto
- ograničeni utjecaj promatranja
- nedostatak zajedničkog vokabulara među nastavnicima vezano za učenje i poučavanje

Još jedan od problema jest i sve veći fokus na samu procjenu metodičkog znanja umjesto na razvoj istog. Obrazovna bi istraživanja trebala pomagati nastavnicima u poboljšanju vlastite prakse dajući konkretne primjere dobre prakse i poučavanja pojedinih nastavnih tema. Time bi nastavnici pozitivne primjere drugih koristili za svoj osobni razvoj kao nastavnika te poboljšanje svoje nastavne prakse (Loughran i sur., 2006).

III. UVJERENJA

A. Definicija

Istraživanja o uvjerenjima omogućuju bolje shvaćanje i razumijevanje obrazaca ljudskog ponašanja i djelovanja. Iako su prvi pokušaji istraživanja uvjerenja zabilježeni već početkom 20. stoljeća (Thompson, 1992), tek krajem osamdesetih, prema Markić (2008), dolazi do aktualizacije tog pitanja u nastavi prirodoslovlja i istraživanjima iste. Kao jedan od razloga zasigurno je i razvoj biheviorizma koji svoj zamah doživljava početkom prošlog stoljeća. Odmakom od biheviorizam prema konstruktivizmu (Kang & Keys, 2000) uvjerenja sama po sebi, kao i istraživanja o istim, ponovno dolaze u fokus. Mnogo je različitih definicija uvjerenja, a neke od njih su:

"... nešto izvan samog sebe, kojim se testiraju vlastite vrijednosti; čine tvrdnju o nekoj činjenici ili nekom principu ili zakonu. Obuhvaćaju sve stvari o kojima nemamo dovoljnih znanja i za koje još nismo dovoljno sigurni da imaju učinka, a bitno je da ih sada prihvaćamo kao sigurnu istinu, kao znanje, ali koje se ipak može dovesti u pitanje u budućnosti."

(Dewey, 1933)

"... uvjerenja [...] su prihvaćeni kao pokazatelji procjene budućnosti, navode se u prilog odluci, ili se spominju u prosuđivanju o ponašanju (utjecaju) drugih."

(Goodenough, 1963)

"... oblik znanja koji je osobno izvediv, u smislu da omogućuje osobi da zadovolji svoje ciljeve ..."

(Richardson, 1996)

"... razumijevanje i osjećaji pojedinca koji oblikuju načine na koje pojedinac konceptualizira i djeluje..." (1992)

"... mentalni konstrukti koji predstavljaju kodifikaciju ljudskog iskustva i razumijevanja. Nastavnici imaju uvjerenja o sebi, prirodi intelektualne sposobnosti, prirodi predmeta koji poučavaju, o učenju... Ljudska uvjerenja oblikuju ono što percipiraju u bilo kojem nizu okolnosti, što smatraju mogućim ili prikladnim u tim okolnostima kao i ciljevi koji proizlaze iz tih okolnosti te možebitno stečena znanja" (1998)

(Schoenfeld, 1992, 1998)

Nespor (1987) karakterizira uvjerenja kao procenjiva, iznimno osobna i stabilna, kao nešto što je izvan dosega kontrole pojedinca i nije podložno utjecaju uvjeravanja. Prema njemu, uvjerenja stvaraju idealnu ili alternativnu situaciju koja se ponekad razlikuje od stvarnosti i duboko su ukorijenjena u živopisnim sjećanjima na iskustvo iz prošlosti. Kao što je navedeno u Markić (2008), Nestor spominje: "...kritičko iskustvo...", koje "... formira epizodno sjećanje bogato detaljima, a koje kasnije služi budućem nastavniku kao inspiracija i obrazac za njegovu nastavnu praksu i djelovanje..." (str. 320). Utjecaj osobnih iskustva na formiranje uvjerenja podržavaju i O'Loughlin i Campbell (1988). Uvjerenja se definiraju kao psihološki održana razumijevanja, pretpostavke ili prijedlozi o svijetu koji se smatraju istinitim (Richardson, 2003).

Dakle, u svrhu daljnjeg rada, definicija uvjerenja bit će prilagođena onoj od Markić (2008) te će se na uvjerenja gledat kao:

- odvojena od znanja,
- mentalne predodžbe (budućih) nastavnika
- nešto što utječe na ponašanje osobe kao nastavnika prirodoslovlja

"...Uvjerenja su osobni konstrukti nastali pod utjecajem iskustva, znanja i okoline..." (Markić, 2008, str.11)

B. Priroda uvjerenja

Uvjerenja nastavnika utječu na percepciju znanosti i prezentaciju iste, u ovom slučaju kemije, u nastavi kao i na mogućnosti koje će učenici imati za učenje (Roth i sur., 2006). Uvjerenja su najbolji pokazatelj nečijeg ponašanja, djelovanja i odlučivanja (Bandura, 1986). Ona utječu na interakcije između nastavnika i njihovih učenika, zaključuje Koballa i sur. (2000), a uvjerenja nastavnika o poučavanju i učenju uvijek uključuju i specijalizirana uvjerenja u skladu s disciplinom prirodne znanosti koju poučavaju. Uvjerenja imaju važnu ulogu u tome kako nastavnici ustroje svoja znanje i informacije te su važni u boljoj prilagodbi, razumijevanju i osjećaju za sebe (Schommer, 1990).

Uvjerenja se, ponekad, percipiraju kao most između pojedinca i okoline (Pajares, 1992; Törner, 2002a). Može ih se usporediti sa starijom iznošenom odjećom (Schommer-Aikins, 2004, str 22) - s vremenom i upotrebnom postiže se sve veće i veće zadovoljstvo. No ovo je i potencijalni problem ukoliko se ukaže potreba za djelovanjem i promjenom uvjerenja iz nekih razloga. Upravo zbog toga, tijekom cijeloživotnog obrazovanja nastavnika treba voditi računa da nastavnici djeluju u skladu sa svojim Uvjerenjima koja trebaju biti skladu sa suvremenim teorijama odgoja i obrazovanja (Shulman, 1987). Pajares (1992) daje sažetak zaključaka o Uvjerenjima:

- Rano formiranje uvjerenja i tendencija samojavljanju. Najčešće ostaju očuvana tijekom vremena, kroz iskustvo i obrazovanje.
- Ljudi razvijaju svoj sustav uvjerenja koji sadrži uvjerenja nastala pod kulturološkim utjecajem
- Prioritet uvjerenja je prema njihovoj povezanosti ili odnosu prema drugim uvjerenjima.
- Što je vrijeme formiranja uvjerenja ranije to ga je teže promijeniti.
- Relativno je rijetka promjena uvjerenja u odrasloj dobi.
- Uvjerenja snažno utječu na percepciju.
- Uvjerenja pojedinaca snažno utječu na njihovo ponašanje.
- Uvjerenja o poučavanju većinom su formirana u trenutku dolaska na fakultet.
- Ključna je uloga uvjerenja u planiranju nastavnih procesa te odabiru strategija, metoda i pomagala za realizaciju istih.

Buduće nastavnike potrebno je osvijestiti o postojanju njihovih uvjerenja, koja su najčešće ukorijenjena već prilikom dolaska na studij, te ih dalje razvijati u smjeru primjene u nastavnom procesu u skladu s novijim obrazovnim

trendovima i reformama. Uvjerenja o poučavanju (Ferguson i Brownlee, 2018) utječu i na način usvajanja novih znanja budućih nastavnika tijekom pedagoško-didaktičko-metodičke edukacije na studiju te primjenu istih u samoj praksi. Uvjerenja budućih nastavnika potrebno je razvijati u smjeru primjene istih u nastavnom procesu i poučavanju kemije u skladu s novijim teorijama učenja i poučavanja. Njihova uvjerenja zasigurno će imati utjecaj na njih kao nastavnike te njihovu organizaciju nastave jednog dana (Ferguson i Brownlee, 2018). Fenstermacher (1979) tvrdi da je jedan od ciljeva obrazovanja nastavnika pomoći mladim nastavnicima preobraziti prešutna, nedefinirana uvjerenja o učenju, poučavanju i kurikulumu u nepristrana i razborita uvjerenja.

C. Uvjerenja i budući nastavnici

U posljednjih se deset godina obrazovna istraživanja sve više fokusiraju upravo na uvjerenja, kako sadašnjih, tako i budućih nastavnika (De Jong, 2007). Pet različitih, no međusobno povezanih, područja istraživanja su (Calderhead, 1996):

1. Uvjerenja o učenicima i učenju,
2. Uvjerenja o poučavanju,
3. Uvjerenja o predmetu poučavanja
4. Uvjerenja o metodici nastave
5. Uvjerenja o ulozi nastavnika u procesu poučavanja

Nadalje, identificirana su tri interesna područja prema Gunstone i sur. (1988) i Johnsonu (1988):

1. Uvjerenja o procesima poučavanja i učenja,
2. Uvjerenja o prirodi znanosti i znanju predmetnog sadržaja
3. Uvjerenja nastavnika o ulozi u nastavnom procesu.

Aquirre, Haggerty i Linder (1990) bavili su se istraživanjem konceptualizacije pojmova *učenje* i *poučavanje* od strane budućih nastavnika. Tako oni poučavanje vide kao transfer znanja dok je učenje percipirano kao upijanje znanja. Često nastavnička uvjerenja nisu u skladu s novim i suvremenim pristupima poučavanja i učenja (Czernak i Lumpe, 1996; Prawat, 1992; Wissenschaftsrat, 2001). Kao što je spomenuto u Markić (2008), Boulton-Lewis i sur. (2001) navode četiri koncepta vezana za proces učenja:

1. stjecanje i reprodukcija sadržaja / vještina
2. razvoj i primjena vještina
3. razvoj razumijevanja kod učenika u procesu učenja
4. transformacija učenika

Nadopunjuju ih četiri uvjerenja o poučavanju (Boulton-Lewis i sur., 2001):

1. prijenos sadržaja / vještina
2. razvoj vještina / razumijevanja

3. olakšavanje razumijevanja kod učenika kao učenika
4. transformacija učenika

Istraživanja pokazuju da su koncepti nastavnika o poučavanju sofisticiraniji nego li njihove ideje o učenju.

Budući nastavnici na početku svog akademskog obrazovanja imaju (ne)svjesno niz uvjerenja koja su često temeljena na njihovom ranijem iskustvu (Markić & Eilks, 2008; Smith, 2005) i koja utječu na njihovo gledište o važnosti i korisnosti njihova obrazovanja i edukacije. Upravo zato jedan od zadataka metodike nastave jest osvijestiti studente nastavničkih smjerova o postojanju njihovih uvjerenja te kroz kolegije raditi na prevladavanju početnih, najčešće tradicionalnih, uvjerenja (Choi & Ramsey, 2010).

Uvjerenja budućih nastavnika kemije bi, bez sumnje, trebala biti u središtu istraživanja u području obrazovanja. U zadnjih je trideset godina sve veći naglasak na istom – općenito u obrazovanju, a naročito u edukaciji prirodnih znanosti (De Jong, 2007). Postoje različita istraživanja (Al-Amoush i sur., 2014) o učincima uvjerenja nastavnika o njihovim aktivnostima u nastavi, uvjerenja i nastavnika i studenata nastavničkih smjerova kao i usporedba uvjerenja iskusnih nastavnika i onih na početku karijere. Također poznata su istraživanja o uvjerenjima studenata nastavničkih smjerova o poučavanju i učenju (npr. Buldur, 2017; Bursa, 2010; Markić, 2008; Markić & Eilks, 2013). Međutim, sva su ta istraživanja provedena u različitim obrazovnim sustavima i različitim obrazovnim pozadinama.

Svaka se država razlikuje po svojoj političkoj strukturi, gospodarskom, kulturološkom, religijskom, a i obrazovnom sustavu. Istraživanje poput onog od Al-Amoush i sur. (2014.) uspoređujući uvjerenja nastavnika kemije o učenju i poučavanju iz različitih zemalja ukazuje na velike razlike istih. Do sličnih rezultata dolaze i Cakiroglua, Cakiroglua i Boonea (2005) u svom istraživanju koje je obuhvatilo turske i američke studente nastavničkih studija. Uzuntiryaki i sur. (2009) ukazuje na nedostatak nastavničkih uvjerenja o konstruktivizmu u nastavi prirodoslovlja. No da ipak postoji sklonost konstruktivizmu u nastavi govori istraživanje Caleon, Tan i Cho (2018) čiji rezultati govore u prilog iskusnih nastavnika koji imaju veću tendenciju konstruktivističkom načinu poučavanja nego li nastavnici na početku svoje karijere. Bryan (2012) daje pregled obrazovnih istraživanja o prosperitetu i primjeni uvjerenja nastavnika. Pod utjecajem sveučilišnih programa edukacije nastavnika ili pak inicijativa u vidu obrazovnih reformi dolazi do utjecaja i na uvjerenja (budućih) nastavnika. Epistemološka uvjerenja, odnosno uvjerenja o znanju, uvelike utječu na sposobnosti budućih nastavnika da definiraju različite tipove znanja (Greene & Yu,

2016) kao i na njihovu nastavnu praksu (Brownlee i sur., 2011; Lunn Brownlee, Ferguson & Ryan, 2017) i rad u razredu (Feucht, 2010; Schommer-Aikins, 2004).

Nadalje, istraživanja od Alexander (2001), Marić i sur. (2016) ili Woolfolk-Hoy i sur. (2006) ukazuju na postojanje razlika ne samo između nastavnika različitih država, već i na razlike uvjerenja nastavnika jedne zemlje, no različitog kulturnog podrijetla.

D. Evaluacija uvjerenja nastavnika

Poteškoće kao što su oklijevanje izražavanja nepopularnih ili nepoželjnih uvjerenja ili pak neprikladna terminologija razlog su postojanja različitih instrumenta za procjenu i analizu uvjerenja (budućih) nastavnika koji su primjenjivi u obrazovnim istraživanjima (Wehling i Charters, 1969). Markić (2008.) daje popis instrumenata za evaluaciju uvjerenja nastavnika. Prema Ledermanu (1992) kvalitativne metode daju bolje rezultate nego li kvantitativne. Prema Fischeru (2001) neki od mogućih nedostataka analize jesu evaluacijska nefleksibilnost te nemogućnost prikaza veze uvjerenja i prakse

Pisani izvori informacija, kao primjerice tekst, ponekad su ograničavajući faktor. Stoga je, kao što je navedeno u Wilsonu i Wilsonu (1979), bolji izvor informacija slika, odnosno crtež. Pomoću crteža moguće je brzo i lako dobiti *snapshot* uvjerenja (budućih) nastavnika te je moguća detekcija i evaluacija nastavnčkih profila nastalih kroz godine pod različitim utjecajima (Markić i Eilks, 2014.).

Instrument za evaluaciju *Draw-A-Scientist-Test Checklist* (DASTT-C) koji se danas koristi razvio se, kao što je navedeno u Yilmaz i dr. (2007), od Goodenoughova *Draw-A-Man-Test* preko Chambersova *Draw-A-Scientist-Test* (DAST) kojeg sredinom 1990-ih modificiraju Finson, Beaver i Crammong s ciljem odmak od stereotipnih prikaza i dobivanja realističnijeg prikaza. Thomas, Pedersen i Finson (2001) dodaju u instrument obilježja nastavnika prirodoslovlja. Sudionici istraživanja crtaju jedan optimalan trenutak svog nastavnog sata kemije te odgovaraju na četiri pitanja otvorenog tipa: dva izvorna te dva pitanja, dopunjena od strane Markić (2008) vezana za nastavne ciljeve i aktivnosti koje su prethodile prikazanoj aktivnosti.

Van Driel i sur. (2007) predlažu dvije različite ideologije primjenjive u istraživanjima: nastava usmjerena na učenika i nastava usmjerena na nastavnika. Markić i Eilks (2008), temeljeći svoj pristup na analizi metodički prikupljenih podataka, predlažu pojmove *tradicionalna uvjerenja* (uvjerenja temeljena na učenju kao prijenosu podataka, s naglaskom na znanju predmetnog sadržaja) i *suvremena uvjerenja* (uvjerenja temeljena na

konstruktivističkom učenju i poučavanju, učionica i nastavne aktivnosti orijentirane na učenika, naglasak na opće-obrazovne vještine te znanstvenu pismenost).

Analiza podataka provodi se prema obrascu procjene danom kod Markić (2008). Evaluacijski obrazac temelji se na tri kategorije te predstavlja spektar između tradicionalnih uvjerenja i suvremenih uvjerenja u skladu s teorijama obrazovanja. Tri kategorije s pet stupnjeva su:

1. Uvjerenja o organizaciji nastave
2. Uvjerenja o ciljevima nastave
3. Uvjerenja o učenju (i kako ono funkcionira)

Valjanost podataka postignuta je neovisnim ocjenjivanjem te usporedbom i dogovorom ocjenjivača (*inter-subjective agreement*) (Swanborn, 1996). Evaluirani uzorak ne prikazuje linearne ljestvice već su brojevi simboli za opise podataka. Tablica 4. daje sažet prikaz kategorizacije uvjerenja.

Tablica 4. Kategorizacija uvjerenja

	Tradicionalna		Suvremena
Uvjerenja o organizaciji nastave	Nastava je usmjerena na nastavnika koji je glavni nositelj aktivnosti te dominira u osmišljavanju, planiranju i izvedbi nastavnog procesa.	↔ -2, -1, 0, 1, 2	Nastava usmjerena na učenika koji je glavni nositelj aktivnosti
Uvjerenja o ciljevima nastave	U fokus nastave prirodoslovlja, više-manje, jest predmetni sadržaj.	↔ -2, -1, 0, 1, 2	Fokus poučavanja jest, osim predmetnog sadržaja, usvajanje različitih kompetencija
Uvjerenja o učenju	Učenje i poučavanje je pasivno i odvija se kao transfer znanja između nastavnika i učenika.	↔ -2, -1, 0, 1, 2	Konstruktivistički pristup nastavi i poučavanju.

Neki su ljudi rođeni kao učitelji, no većini je ipak potrebna pomoć da postanu učitelji. Nastavnike određuju uvjerenja koja imaju o učenju i poučavanju. Uvjerenja su ta koja utječu na samo poučavanje nastavnih sadržaja i njihovu predodžbu kao i na mogućnosti učenika za usvajanjem istih. Dobar mentor, kvalitetan nastavnički studij, poznavanje predmetnog sadržaja - samo su neki od čimbenika koji utječu na formiranje nastavnika (Kind, 2010). U tom procesu formiranja budućih nastavnika, kako svih predmeta tako i kemije, više bi se pažnje trebalo posvetiti upravo metodičkom znanju te osvještavanju i razvoju istog kod (budućih) nastavnika kako bi oni, s vremenom, postali još bolji i kvalitetniji u svom poslu (Nilsson, 2010).

Uvjerenja i metodičko znanje, i nastavnika i budućih nastavnika, formiraju se pod (ne)posrednim utjecajem različitih čimbenika kao što su okolina rada, odgojno-obrazovni sustav školovanja tj. rada, kao i kulturološke i socijalne razlike. Postoje različita istraživanja na temu uvjerenja i metodičkog znanja te njihovog razvoja iz različitih odgojno-obrazovnih sustava, no nije poznato niti jedno takvo u Hrvatskoj. Istraživanje uvjerenja (budućih) nastavnika važno je, no nedovoljno istraženo, područje obrazovnih istraživanja. Početna uvjerenja često nisu odraz suvremenih teorija obrazovanja te bi metodičari trebali raditi na osvještavanju budućih nastavnika o njihovim uvjerenjima i predkonceptima (Bryan i Atwater, 2002).

Kako postoje istraživanja na ovu tematiku, no iz različitih zemalja i odgojno-obrazovnih sustava, moje se istraživanje usredotočuje na zatvaranje te praznini odgovarajući na sljedeća pitanja:

- (i) *Koje metodičko znanja, s posebnim naglaskom na teoriju čestica, budućih nastavnika kemije u Hrvatskoj imaju na početku, u sredini i na kraju sveučilišnog obrazovanja za nastavnike?*
- (ii) *Postoje li razlike i/ili sličnosti u metodičkom znanju budućih nastavnika kemije u Hrvatskoj u različitim etapama njihovog sveučilišnog obrazovanja?*
- (iii) *Koja uvjerenja o poučavanju i učenju kemije budućih nastavnika kemije u Hrvatskoj imaju na početku, u sredini i na kraju sveučilišnog obrazovanja za nastavnike?*
- (iv) *Postoje li razlike i/ili sličnosti uvjerenja budućih nastavnika kemije u Hrvatskoj u različitim etapama njihovog sveučilišnog obrazovanja?*

- Abell, S. K. (2008) Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Al-Amoush, S., Markic, S., Usak, M., Erdogan, M., & Eilks, I. (2014). Beliefs about chemistry teaching and learning - a comparison of teachers and student teachers beliefs from Jordan, Turkey and Germany. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(4), 767-792.
- Alexander, R. J. (2001). *Culture and pedagogy: International comparisons in primary education*: Wiley-Blackwell.
- Anderson, J. R. (1980). *Cognitive Psychology and its implication*. San Francisco: Freeman.
- Aguirre, J. M., Haggerty, S. M., & Linder, C. J. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice teacher education. *International Journal of Science Education*, 12, 381-390.
- Atkin, F.N. & Uzuntiryaki-Kondakci, E. (2018). The nature of the interplay among components of pedagogical content knowledge in reaction rate and chemical equilibrium topics of novice and experienced chemistry teachers. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 19, 80-105.
- Aydin, S. & Demirdögen, B. (2015). "Using Pedagogical Content Knowledge in Teacher Education." In Maciejowska, I. and Byers, B. (Eds.) *A Guidebook of Good Practice for the Pre-Service Training of Chemistry Teachers*, Krakow, 2015. 149-175.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundation of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood, NJ: Prentice-Hall.
- Baxter, J.A. & Lederman, N.G. (1999) "Assessment and Measurement of Pedagogical Content Knowledge" in Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G. (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge*, London, Kluwer Academic Publishers. Boulton-Lewis, G. M., Smith, D. J. H., McCrandle, A. R., Burnett, P. C., & Campbell, K. J. (2001). Secondary teachers' conceptions of teaching and learning. *Learning and Instruction*, 11, 35-51.
- Bertram, A. & Loughran, L. (2014) "Planting the seed: Scaffolding the PCK development of pre-service science teachers". In Venkat, H. Rollnick, M., Loughran, J. and Askew, M. (Eds.) *Exploring Mathematics and Science Teachers' Knowledge: Windows into Teacher Thinking*, (pp 15-27), New York: Routledge.
- Berry, A. & Loughran, J. (2010). What do we know about effective CPD for developing science teachers' pedagogical content knowledge?. Paper presented at the International Seminar, Professional Reflections, National Science Learning Centre, York.

- Brownlee, J., Schraw, G., & Berthelsen, D. (2011). (Eds). *Personal Epistemology and Teacher Education*. New York, NY: Routledge.
- Bryan, L. A., & Atwater, M. M. (2002). Teacher beliefs and cultural models: a challenge for science teacher preparation programs. *Science Education*, 86, 821-839.
- Bryan L.A. (2012) Research on Science Teacher Beliefs. In: Fraser B., Tobin K., McRobbie C. (eds) *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, vol 24. Springer, Dordrecht
- Buldur, S. (2017). A longitudinal investigation of the preservice science teachers' beliefs about science teaching during a science teacher training programme. *International Journal of Science Education*, 39(1). 1-19.
- Bursal, M. (2010). Turkish preservice elementary teachers' self- efficacy beliefs regarding mathematics and science teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 649–666.
- Cakiroglu, J., Cakiroglu, E. & Boone, W. J. (2005). Pre-service teacher self-efficacy beliefs regarding science teaching: A comparison of pre-service teachers in Turkey and the USA. *Science Educator*, 14(1), 31–40.
- Calderhead, J. (1996). Teachers: beliefs and knowledge. In: Berliner, D. C., & Calfee, R. C. (eds.): *Handbook of Educational Psychology*. (p. 709-725). New York: Macmillan.
- Caleon, I.S., Tan, Y.S.M. & Cho, Y.H. *Res Sci Educ* (2018) 48: 117. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9562-6>
- Choi, S. & Ramsey, J. (2010). Constructing elementary teachers' beliefs, attitudes, attitudes, and practical knowledge through an inquiry-based elementary science course. *School Science and Mathematics*, 109(6), 313–324.
- Czerniak, C. M., Lumpe, A. T., & Haney, J.J. (1999). Teacher's beliefs about thematic units in science. *Journal of Science Teacher Education*, 10, 123-145.
- DeBoer, G. (2014). The history of science curriculum reform. In Lederman, N.G. and Abell, S.K. (eds.). *Handbook of research on science education*. 2, New York: Routledge. 559-578.
- De Jong, O., Van Driel, J.H., & Verloop, N. (2005). Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Using Particle Models in Teaching Chemistry. *Journal of research in Science Teaching*, 42(8), 947-964.
- De Jong, O. (2007). Trends in western science curricula and science education research: A bird's eye view. *Journal of Baltic Science Education*, 6, 15-22.
- De Jong, O. and Talaquer, V. (2015). "Why is so relevant to learn the Big Ideas in Chemistry at School?" Eilks, I. and Hofstein, A. (eds.) *Relevant Chemistry Education – From Theory to Practice*. Sense Publishers. 11-30.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Boston: D. C. Heath and Co.
- Erduran, S. (2001). Philosophy of chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. *Science & Education*, 10(6), pp. 581-593.
- Evens, M., Elen, J. & Depaepe, F. (2015). Developing Pedagogical Content Knowledge: Lessons Learned from Intervention Studies. *Education Research International*, vol. 2015, Article ID 790417, doi:10.1155/2015/790417.
- Fensham, P. (1975). "Concept formation". In Daniels, D. (ed.) *New movements in the study and teaching of chemistry*. London: Temple Smith. 199-217.
- Fenstermacher, G. D. (1979). A philosophical consideration of recent research on teacher effectiveness. *Review of research in education*, 6, 157-185.
- Fischler, H. (2001). Verfahren zur Erfassung von Lehrervorstellungen zum Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift der Didaktik der Naturwissenschaften*, 7, 105-120.
- Ferguson, L. E., & Lunn Brownlee, J. (2018). An Investigation of Preservice Teachers' Beliefs about the Certainty of Teaching Knowledge. *Australian Journal of Teacher Education*, 43(1).
- Feucht, F.C. (2010). Epistemic climate in elementary classrooms. In L.D. Bendixen & F.C. Feucht (Eds.). *Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and implications for practice*. (pp. 55-93). New York, NY: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511691904.003>
- Goodenough, F. L. (1926). *Measurement of Intelligence by Drawing*. New York: World Book Co.
- Goodman, J. (1988). Constructing a practical philosophy of teaching: A study of preservice teachers. *Teaching and Teacher Education*, 4(2), 121–137.3
- Greene, J.G. & Yu, S.B. (2016). Educating critical thinkers: The role of epistemic cognition. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3, 45–53. <https://doi.org/10.1177/2372732215622223>
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York, NY: Teachers College Press.
- Gunstone, R. F., Baird, J. R., Fensham, P. J., & White, R. T. (1988). Understanding teacher education. Paper presented at the International Council of Associations of Science Education World Conference, Canberra, Australia.
- Hume, A. & Berry, A. (2013) Enhancing the practicum experience for pre-service chemistry teachers through

- collaborative CoRe design with co-operating teachers. *Research in Science Education*, 42(6), 2108-2136.
- Hofstein, A., Eilks, I. & Bybee, R. *Int J of Sci and Math Educ* (2011) 9: 1459. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9>
- Johnson, K. (1988). Changing teachers' conceptions of teaching and learning. In: Calderhead, J. (ed.): *Teachers Professional Learning*. (p.169-195). Lewes: Falmer Press.
- Jokic, B. (2016.). Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta kemija. Retrieved from: <http://www.kurikulum.hr/wp-content/uploads/2016/03/Kemija.pdf> (3rd January 2018.)
- Kagan, D.M. (1990) Ways of evaluating teacher cognition: Inferences concerning the Goldilocks Principle. *Review of Educational Research*, 60, 419-469.
- Kang, N.-H., & Keys, C.W. (2000). An investigation of secondary school science teachers' beliefs about and the practices of hands-on activities. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, USA.
- Kind, V. (2010). "Perspectives from Research on PCK: Consequences for Changes in Science Teacher Education" In Eilks, I. and Ralle, B. (Eds.): *Contemporary science education*. Shaker:Aachen, Germany. 97-110.
- Koballa, T., Gräber, W., Coleman, D. C., & Kemo, A. C. (2000). Prospective gymnasium teachers' conceptions of chemistry learning and teaching. *International Journal of Science Education*, 22, 209-224.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lehane, L. (2016). Exploring the Development of Irish Pre-service Science Teachers' Scientific Inquiry Orientations using a Pedagogical Content Knowledge Lens within a Targeted Learning Community. (Doctoral dissertation)
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2004), "In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice", *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2006) *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*, 1st ed., Rotterdam: Sense Publishers.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2008) "Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education", *International Journal of Science Education*, 30(10), 1301-1320.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2012) *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*, 2nd ed., Rotterdam: Sense Publishers.
- Lunn Brownlee, J. Ferguson, L.E., & Ryan, M. (2017). Changing teachers' epistemic cognition: A new conceptual framework for epistemic reflexivity. *Educational Psychologist*, 52, 242-252.
- Nilsson, P. (2010). Understanding and Assessing Science Student Teachers' Contemporary Pedagogical Content Knowledge. In *Contemporary Science Education – Implications for Science Education Research about Orientations, Strategies and Assessment*, editors Eilks and Ralle, Shaker Verlag, Germany
- Nilsson, P. & Loughran, J. (2012) Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699-721
- Nilsson, P. (2013). When Teaching Makes a Difference: Developing science teachers' pedagogical content knowledge through learning study. *International Journal of Science Education*, 36(11). 1794-1814.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.
- Magnusson S., Krajci J. & Borko H., (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching in *Examining Pedagogical Content Knowledge*, doi: 10.1007/0-306-47217-1_4
- Markic, S. (2008). *Studies on Freshman Science Student Teachers' Beliefs about Science Teaching and Learning*, Aachen:Shaker.
- Markic, S., & Eilks, I. (2008). A case study on German first year chemistry student teachers' beliefs about chemistry teaching, and their comparison with student teachers from other science teaching domains. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(1), 25–34.
- Markic, S., & Eilks, I. (2013). Prospective chemistry teachers' beliefs about teaching and learning – A cross-level study. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 11, 979-998
- Markic S., Eilks I. (2015) Evaluating Drawings to Explore Chemistry Teachers' Pedagogical Attitudes. In: Kahveci M., Orgill M. (eds) *Affective Dimensions in Chemistry Education*. Springer, Berlin, Heidelberg
- Markic, S., Mamlok-Naaman, R., Hugerat, M., Hofstein, A., Dkeidek, I., Kortam, N. & Eilks, I. (2016). One country, two cultures - A multi-perspective view on Israeli chemistry teachers' beliefs about teaching and learning. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 22(2), 131-147.
- Meijer, P. C., Verloop, N., & Beijaard, D. (2002). Multi-Method triangulation in a qualitative study in teachers' practical knowledge: an attempt to increase internal validity. *Quality & Quantity*, 36, 145-167.

- Munby, H. (1984). A qualitative approach to the study of a teacher's beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 27-38.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.
- O'Loughlin, M., & Campbell, M. B. (1988). Teachers' preparation, teacher empowerment, and reflective inquiry: a critical perspective. *Teacher Education Quarterly*, 15(4), 25-53.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, 307-332.
- Prawat, R. S. (1992). Teachers' beliefs about teaching and learning: a constructivist perspective. *American Journal of Education*, 100, 354-395.
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in teaching to learn. In: Sikula, J. (ed.): *Handbook of Research on Teacher Education*. (p. 102-119). New York: Macmillan.
- Richardson, V. (2003). Preservice teachers' beliefs. In J. Rath, & A. C. McAninch, (Eds.), *Advances in Teacher Education series*, 6 (pp. 1-22). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Roth, K.J., Druker, S.L., Garnier, H.E., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., Rasmussen, D., Trubacova, S., Warvi, D., Okamoto, Y., Gonzales, P., Stigler, J., & Gallimore, R. (2006). *Teaching Science in Five Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study (NCES 2006-011)*. U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Savasci-Acikalın, F. (2009). Teacher beliefs and practice in science education. *APFSLT*, 10(1), 1-14.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In: Grouws, D. (ed.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. (p. 334-370). New York: Macmillan.
- Schoenfeld, A. H. (1998). Toward a theory of teaching-in-context. *Issues in Education*, 4(1), 1-94.
- Schommer-Aikins, M. (2004). Explaining the epistemological belief systems: introducing the embedded systemic model and coordinated research approach. *Educational Psychologist*, 39(1), 19-29.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504.
- Sevian, H. and Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: A learning progression on chemical thinking. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 10-23.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Schultz, M., Lawrie, G. A., Bailey, C. H., & Dargaville, B. L. (2018). Characterisation of Teacher Professional Knowledge and Skill through Content Representations from Tertiary Chemistry Educators. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(2), 508-519.
- Smith, L. (2005). The impact of early life history on teachers' beliefs: In-school and out-of-school experiences as learner and knowers of science. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11(1), 5-36.
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. & Eilks, I. (2013) The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum, *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.
- Swanborn, P.G. (1996). A common base for quality control criteria in quantitative and qualitative research. *Quality and Quantity*, 30, 19-35.
- Thomas, J., Pedersen, J.E. & Finson, K. (2001). Validating the Draw-A-Science-Teacher-Test Checklist (DASTT-C): Exploring mental models and teacher beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 12(4), 295-310.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In: Grouws, D. A. (ed.): *Handbook of Research on Mathematics Learning and Teaching*. (p. 127-146). New York: Macmillan.
- Tobin, K., Tippins, D. J., & Gallard, A. J. (1994a). Research on instructional strategies for teaching science. In: Gabel, D. L. (ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. (p. 45-93). New York: National Science Teachers Association.
- Törner, G. (2002a). *Der Mathematikunterricht*, 4/5, 103-128.
- Uzuntiryaki, E., Boz, Y., Kirbulut, D. et al. *Res Sci Educ* (2010) 40: 403. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9127-z>
- Van Driel, J., De Jong, O. & Verloop, N. (2002). Wiley Periodicals, Inc. *Sci Ed* 86, 572-590.
- Van Driel, J., Bulte, A. & Verloop, N. (2007). The relationships between teachers' general beliefs about teaching and learning and their domain specific curricular beliefs. *Learning and Instruction*, 17(2), 156-171.
- Williams, J. & Lockley, J. (2012). Using CoRes to Develop the Pedagogical Content Knowledge (PCK) of Early Career Science and Technology Teachers. *Journal of Technology Education*, 24(1), 34-54.
- Wilson, B. & Wilson, M. (1979). Children's story drawing: Reinventing words. *School Arts*, 8, 6-11.

- Wissenschaftsrat (2001). Empfehlungen zur künftigen Struktur der Lehrerbildung [Suggestions for a future structure of teacher education], Köln: Wissenschaftsrat.
- Wei, B. & Liu, H. (2018). An experienced chemistry teacher's practical knowledge of teaching with practical work: the PCK perspective. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 19, 452-462.
- Woolfolk-Hoy, A., Davis, H. & Pape, S. J. (2006). Teacher knowledge and beliefs. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 715–737). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.