



Зборник Института за педагошка истраживања
Година 56 • Број 1 • Јун 2024 • 27–51
УДК 37.015.311-057.874(594.59)
37.091.212(594.59)

ISSN 0579-6431
ISSN 1820-9270 (Online)
<https://doi.org/10.2298/ZIPI2401027P>
Оригинални научни рад

ПРИМЕНА МЕТАКОГНИТИВНЕ СТРАТЕГИЈЕ У КОНТЕКСТУ СОЦИОНАУЧНИХ ПРОБЛЕМА У ФУНКЦИЈИ УНАПРЕЂИВАЊА НАУЧНИХ ВЕШТИНА УЧЕНИКА

Парлан Парлан* ➤ ORCID 0000-0002-8857-074X

Универзитет у Малангу, Природно-математички факултет,
Одсек за хемију, Маланг, Индонезија

Зелен Сурја Мината ➤ ORCID 0000-0002-6601-9682

Универзитет у Малангу, Природно-математички факултет,
Одсек за хемију, Маланг, Индонезија

А П С Т Р А К Т

Циљ овог истраживања био је да се установи како примена метакогнитивне стратегије у контексту соционаучних проблема утиче на научне вештине ученика. Метакогнитивна стратегија обухватала је четири фазе: припрему, извођење, проверу и процену уз усмеравање (скраћеница: МС-ПИПП). Утицај стратегије утврђен је квазиэксперименталним истраживањем помоћу претеста и посттеста који је реализовала контролна група. Учесници у истраживању били су ученици три одељења другог разреда природно-математичког смера државне гимназије у Малангу у Индонезији. У два експериментална одељења примењена су метакогнитивна стратегија у контексту соционаучних проблема (МС-ПИПП СНП) и метакогнитивна стратегија (МС-ПИПП), док је у једном контролном одељењу примењена стратегија усменог излагања (СУИ). За процену напредовања ученика као инструмент је употребљен *Тест научних процесних вештина* (енг. Science Process Skills Test; $r=0,823$). Анализа података спроведена је применом једнофакторске анализе варијансе (енг. One Way ANOVA) уз анализу нормализованог напретка (енг. *N-gain*) и Коенове величине ефекта (енг. *d-effect size*). Резултати су показали да је 1) примена метакогнитивне стратегије у контексту соционаучних проблема довела до већег унапређивања научних вештина ученика у поређењу са метакогнитивном стратегијом и стратегијом усменог излагања, као и да 2) примена метакогнитивне стратегије у контексту соционаучних проблема представља ефикасну стратегију за побољшање науч-

* Мејл: parlan.fmipa@um.ac.id

них вештина ученика, посебно када се примењује на наставне садржаје који се односе на свакодневни живот.

Кључне речи:

метакогнитивна стратегија, соционаучни проблеми, научне вештине.

■ УВОД

Оквир истраживања

Живот у 21. веку захтева активну примену науке и технологије, као и напредна решења заснована на научном истраживању и расуђивању. Данас, научно образовање првенствено подразумева унапређивање кључних вештина за 21. век, којима припадају *критичко мишљење, креативност, комуникација и сарадња* (Redhana, 2019). Међутим, Амран и сарадници (Amran et al., 2019) показали су да средњошколци имају слабо развијене вештине за 21. век. Стога, широм света, главни циљ научног образовања јесте развој научне писмености, која подразумева способност разумевања и научног објашњавања научних појава (Holbrook & Rannikmae, 2009). Да би се подигао ниво научне писмености, потребно је да ученици стекну способност да се сврсисходно баве научним питањима и идејама, да би могли да доносе ефикасне одлуке када се суоче са свакодневним проблемима, уз примену научних информација и појмова (Chen & Osman, 2017).

Развој научних вештина представља значајан аспект научног образовања (Coil et al., 2010). Како је хемија наука, кључно је да у основи образовања у домену хемије буде научни процес. Уз такав приступ, ученици не само да стичу знања у области хемије, већ ће уједно овладати основним вештинама научног истраживања. Научне вештине могу се поделити на основне и интегрисане вештине. Основне научне вештине обухватају способности посматрања, разврставања, саопштавања, мерења, предвиђања и закључивања. Интегрисане научне вештине обухватају способности препознавања и контролисања променљивих, анализирања односа између променљивих, формулисања хипотеза, тумачења података, дефинисања операција, осмишљавања огледа, спровођења огледа и израде графикана (Aydoglu, 2015; Chabalengula et al., 2012; Seetee et al., 2016; Vitty & Torres, 2006).

Ирванто и сарадници (Irwanto et al., 2018) утврдили су да су код ученика основне научне вештине биле на средњем нивоу развоја, а интегрисане научне вештине на ниском нивоу развоја. Тај резултат може се објаснити неадекватним наставним стратегијама које нису делотворне у развијању научних вештина ученика или не повезују хемијске појмове са свакодневним ситуацијама (Feuzioglu, 2009). Искуство је показало да наставне стратегије усмерене на на-

ставника, попут стратегије усменог излагања, не дају ученицима прилику да изграде сопствено разумевање садржаја. Приликом усменог излагања ученици пасивно примају информације од наставника. Такав вид наставе изискује да ученици уче механички и онемогућава развој критичког мишљења и смисленог учења, што доводи до површног размишљања (Schrock & Benko, 2015; Paulson, 1999). Наставници често бирају ту стратегију због временских ограничења у обради наставних јединица, што доводи до недовољног концептуалног развоја код ученика. Примена метакогнитивне наставне стратегије показала се као делотворно решење за превазилажење тог проблема и унапређивање научних вештина ученика.

Парлан и сарадници (Parlan et al., 2018a) развили су метакогнитивну наставну стратегију која се састоји од четири фазе: *припреме* (П), *извођења* (И), *провере* (П) и *процене уз усмеравање* (П), илити скраћено, ПИПП, на основу чега је изведен назив метакогнитивна стратегија ПИПП илити МС-ПИПП. Наведене фазе олакшавају смислено учење тако што 1) успостављају везу између нових садржаја и постојећег знања, 2) подстичу учење усмерено на циљ, 3) стављају ученика у средиште процеса учења, 4) подстичу ученике да развију сопствено схватање, 5) промовишу интеракцију и сарадњу међу ученицима и 6) користе процену као инструмент за мерење сложене способности ученика да разумеју и савладају наставни садржај. Смислено учење унапређује се и повезивањем појмова са свакодневним контекстима, због чега је примена метакогнитивне стратегије прикладна када је у спреси са контекстом соционаучних проблема (СНП) или проблема везаних за друштвени живот, који су засновани на науци. Соционаучни проблеми представљају врло прикладан контекст за научно образовање јер чине научно образовање релевантнијим за свакодневни живот, унапређују исходе учења, побољшавају способност процене научних информација и подстичу развој научне писмености (Venville & Dawson, 2010; Yarıcıoğlu, 2018; Zeidler et al., 2009;).

Комарија и сарадници (Qamariyah et al., 2021) истраживали су везу између истраживачког приступа у настави и соционаучних проблема и уочили су позитиван утицај на побољшање *мисаоних вештина вишег реда*. Спој метакогнитивне наставне стратегије и контекста соционаучних проблема ученицима омогућава да вежбају препознавање научних доказа унутар контекста соционаучних проблема представљених током наставе и спроводе научна истраживања, што је кључно за развој научних вештина. Штавише, дата стратегија помаже ученицима да прате развој свог разумевања и става према учењу. Метакогнитивна наставна стратегија у спреси с контекстом соционаучних проблема може да помогне ученицима да дају научна објашњења хемијских појава употребом макроскопских, субмикроскопских и симболичких приказа (вишеструких приказа). Како наводе Сунјоно и Суђарво (Sunyono & Sudjarwo, 2018) и Видарти и сарадници (Widarti et al., 2019), учење помоћу вишеструких приказа

може да унапреди способност ученика да објасне, тумаче и представе хемијске појаве на молекуларном нивоу, што им помаже при решавању хемијских проблема везаних за апстрактне појмове.

Хемија обухвата низ апстрактних и међусобно повезаних појмова који захтевају постепени и слојевит приступ учењу. Ти апстрактни хемијски појмови изискују примену три облика хемијских приказа (макроскопских, субмикроскопских и симболичких) како би се потпуно разумела хемија (Talanquer, 2011). Код ученика разумевање једног појма знатно утиче на разумевање других појмова, што указује на значај добро утврђеног претходно усвојеног знања за разумевање нових појмова (Parlan et al., 2018b).

Употреба соционаучних проблема у процесу учења тема је радова бројних аутора, као што су Саглам и Ероглу (Saglam & Eroglu, 2022), Пелч и Маконел (Pelch & McConnell, 2017), Цај и сарадници (Tsai et al., 2019), Тире и сарадници (Türe et al., 2020), Тул и сарадници (Tool et al., 2023), Ујсал и Чајци (Uysal & Çaycı, 2022), Каракаш (Karakaş, 2022) и Каџорнке и Нуангчалем (Khajornkhae & Nuangchalem, 2021). Унапређивањем научних вештина ученика бавили су се, између осталих, Пинг и сарадници (Ping et al., 2020), Сурјанти и сарадници (Suryanti et al., 2020), Тан и сарадници (Tan et al., 2020) и Сенисум и сарадници (Senisum et al., 2022). Такође, многи аутори посветили су своја истраживања контекстуалној настави, а међу њима су и Бернс и Ериксон (Berns & Erickson, 2001), Глин и Винтер (Glynn & Winter, 2004), Кари и сарадници (Curry et al., 2012), Ековати и сарадници (Ekowati et al., 2015), Муквамбо (Mukwambo, 2016) и Пангеманан (Pangemanan, 2020). Међутим, употреба соционаучних проблема као контекста у метакогнитивном учењу до сада није била предмет истраживања. Стога, потребно је утврдити како примена метакогнитивне стратегије у контексту соционаучних проблема утиче на унапређивање научних вештина ученика.

Преглед литературе

Научне вештине имају важну улогу у разумевању процеса усвајања знања јер се знање стиче путем научног процеса. Развојем тих вештина ученици стичу бољу основу за учење и развој научног начина размишљања, што утиче на пораст њиховог знања. Те вештине омогућавају ученицима да приступе знању, одаберу неопходно знање и створе ново знање на основу истраживања (Aydin, 2013). Научне вештине значајне су за спровођење научних истраживања. Стога, развој научних вештина неопходан је да би ученици могли да овладају материјом у домену науке/хемије и стекну дубље разумевање научних принципа.

Научне вештине имају кључну улогу у подстицању ученика да преузму одговорност за учење и разумеју значај научног метода у процесу учења (Ongowo & Indoshi, 2013). Реч је о вештинама које доносе бројне користи, међу којима су ак-

тивно разумевање појмова и већа способност решавања проблема у свакодневном животу (Tan et al., 2020; Ozgelen, 2012). Како наводе Туриман и сарадници (Turiman et al., 2012), научне вештине и научна писменост помажу и подупиру развијање вештина за 21. век и олакшавају ученицима да задовоље своју радозналост у домену хемије/науке и унапреде своје метакогнитивне способности.

Метакогнитивне способности у великој мери помажу ученицима у разумевању појмова, организовању и праћењу процеса учења и развијању мисаоних вештина вишег реда и њиховој примени на стечено знање. Наиме, метакогниција има важну улогу у развијању мисаоних вештина вишег реда, које олакшавају процес решавања проблема. Ученици који имају високоразвијене метакогнитивне способности су веома радознали, активно препознају своје сазнајне потребе, дисциплиновано прате и контролишу своје учење, виде препреке као изазов и показују изразиту иницијативу у проналажењу и употреби релевантних извора знања у складу са својим потребама (Pillena et al., 2019). Метакогнитивне способности имају пресудан утицај на учествовање ученика у процесу учења. Оне утичу на то шта ученици уче, када уче и какав је њихов приступ садржају. Када ученици поседују високоразвијене метакогнитивне вештине, то повољно утиче на развијање њихових научних вештина и доводи до знатног побољшања целокупног исхода учења. С тим у вези су резултати истраживања које су спровели Валенсија-Ваљехо и сарадници (Valencia-Vallejo et al., 2019): ученици који поседују метакогнитивно знање свесније и одговорније обављају активности у процесу учења и доносе исправне одлуке.

Како наводе Дори и сарадници (Dori et al., 2018), контекстуална научна настава високог интензитета у споју с метакогнитивним смерницама може да побољша научно разумевање текстова. Метакогнитивна наставна стратегија помаже ученицима да препознају и ограничења и користи знања које већ поседују о теми коју проучавају. Таква стратегија омогућава ученицима да утврде како могу да унапреде свој процес учења и обогате своје знање смисленим учењем. Висок ниво метакогнитивних способности стечених учењем може да подигне ниво експерименталних способности, које су важан елемент научних вештина (Bruckermann et al., 2017).

Метакогнитивна наставна стратегија омогућава ученицима да ефикасно прате и регулишу своју когницију, што доводи до ефикаснијег процеса решавања проблема вођеног критичким мишљењем (Lavi et al., 2019). Таква стратегија подстиче дубинско разумевање садржаја, што доводи до побољшања памћења (Mutambuki et al., 2020). Примена метакогнитивне наставне стратегије помаже ученицима да науче да евалуирају ново знање употребом постојећег знања, што олакшава процес разумевања (Rickey & Stacy, 2000). Један од сврсисходних приступа смисленом учењу подразумева обједињавање метакогнитивне наставне стратегије са соционаучним проблемима, чиме се свакодневни проблеми уводе у процес учења, а ново знање повезује са претходно стеченим

знањем (Agra et al., 2019; Parlan et al., 2018a). Таква стратегија усклађена је са значајним показатељима смисленог учења, које мора да поседује неколико важних компонената: 1) ученици поседују знање које је потребно за стицање новог знања; 2) ново знање мора да буде смислено и релевантно за знање које су ученици стекли и 3) ученици могу да повежу ново знање са реалним животним ситуацијама (Bretz, 2001; Novak, 2011). Смислено учење може да отпочне препознавањем наставних циљева и дефинисањем корака потребних за остварење тих циљева. Кључне активности у процесу учења спроводе се посредством самоконтроле, која подразумева праћење активности у току учења и успешности процеса учења. Саморефлексија обухвата процену степена реализовања циљева и проверу разумевања остварених резултата (Opstal & Daubemire, 2017).

Метакогнитивна наставна стратегија помаже ученицима да повећају своју метакогнитивну свест. Метакогнитивна свест ученика може да се унапреди применом метакогнитивне наставне стратегије усмерене ка праћењу процеса учења (Parlan et al., 2018b). Ученици чија је метакогнитивна свест високо развијена дисциплиновано прате све информације и налазе добијене пре, током и након спровођења практичних активности. С тим у вези је и истраживање, које су спровели Сарибас и сарадници (Saribas et al., 2013), у коме је установљено да је метакогнитивна свест имала важну улогу у унапређивању научних вештина и разумевања појмова код ученика. Метакогнитивна свест такође доприноси да ученици развијају способност осмишљавања огледа. Уједно је и показатељ научних вештина, попут препознавања променљивих, осмишљавања огледа, формулисања хипотеза и тумачења података (Handayani et al., 2021). У контексту практичних активности, метакогнитивна свест доприноси конструктивним дискусијама међу ученицима, кроз које они заједно усавршавају кораке у извођењу огледа, постављају релевантна питања и дају повратну информацију о спровођењу огледа (Saribas & Bayram, 2009). Штавише, метакогнитивна свест помаже ученицима у саморефлексији током процеса учења. Употребом надзорних и евалуационих показатеља у саморефлексији, ученици препознају области у којима је остварен напредак, што им омогућава да достигну оптималан ниво развијености важних научних вештина (Veal et al., 2009).

Циљ истраживања

Циљ истраживања био је да се утврди утицај примене метакогнитивне стратегије у контексту соционаучних проблема (СНП) на научне вештине ученика. Конкретно, занимало нас је да ли постоје разлике у научним вештинама ученика подучаваних применом метакогнитивне стратегије (ПИПП) у контексту соционаучних проблема (МС-ПИПП СНП), метакогнитивне стратегије (МС-ПИПП) и стратегије усменог излагања (СУИ).

Табела 1. Наставне активности у одељењима у којима су примењене МС-ПИПП СМП, МС-ПИПП и СУИ

Наставна стратегија	
Наставне активности	СУИ
<p>Увод</p> <p>Наставник отпочиње лекцију</p> <p>Фаза 1: Припрема Ученици уче наставни садржај и утврђују наставне циљеве. Ученици препознају важне појмове које треба да науче и релевантне појмове које су већ усвојили; пишу сажетке и формулишу питања која ће изнети на часу. Наставник даје ученицима текстове о соционаучним проблемима. Наставник даје ученицима задатак да разумеју, анализирају и реше соционаучне проблеме.</p> <p>Фаза 2: Изведба Ученици активно уче на часу (презентације, дискусије, питања и одговори, практичне активности и белешке или сажетци).</p>	<p>Наставник отпочиње лекцију</p> <p>Фаза 1: Припрема Ученици уче наставни садржај и утврђују наставне циљеве. Ученици препознају важне појмове које треба да науче и релевантне појмове које су већ усвојили, пишу сажетке и формулишу питања која ће изнети на часу.</p> <p>Фаза 2: Изведба Ученици активно уче на часу (презентације, дискусије, питања и одговори, практичне активности и белешке или сажетци).</p>
<p>Кључне активности</p> <p>Фаза 3: Провера Ученици проверавају или прате свој напредак. Ученици препознају потешкоће у процесу учења и проналазе алтернативна решења уз помоћ наставника.</p> <p>Фаза 4: Процена уз усмеравање Наставник процењује напредак ученика и утврђује да ли су наставни циљеви остварени (у усменој или писаној форми). Наставник усмерава ученике ка планирању наредне наставне активности.</p>	<p>Наставник отпочиње лекцију</p> <p>Фаза 3: Провера Ученици проверавају или прате свој напредак. Ученици препознају потешкоће у процесу учења и проналазе алтернативна решења уз помоћ наставника.</p> <p>Фаза 4: Процена уз усмеравање Наставник процењује напредак ученика и утврђује да ли су наставни циљеви остварени (у усменој или писаној форми). Наставник усмерава ученике ка планирању наредне наставне активности.</p>
<p>Завршетак</p> <p>Наставник завршава лекцију и поздравља се са ученицима.</p>	<p>Наставник завршава лекцију и поздравља се са ученицима.</p> <p>Фаза 1: Припрема Наставник систематично припрема час (ученике и наставни материјал).</p> <p>Phase 2: Аперцепција Наставник пропитује ученике о старом градиву како би проверио њихову спремност да усвоје нови садржај.</p> <p>Phase 3: Излагање Наставник представља садржај методом предавања или тражи од ученика да прочитају припремљени материјал.</p> <p>Фаза 4: Процена Наставник поставља питања, а ученици одговарају у складу с наставним садржајем или одговарају својим речима у складу с принципима примене (<i>примена</i>). Наставник тражи од ученика да изложе резултате дискусије пред одељењем и изнесу закључак (<i>генерализација</i>).</p>

■ МЕТОД

Организација истраживања

Сprovedено је квазиекспериментално истраживање помоћу пре-теста и пост-теста са контролном групом (Creswell, 2013). Узорак су чинили сви ученици другог разреда природно-математичког смера државне гимназије у Малангу у Индонезији. Истраживањем су обухваћена три одељења у којима су примењене различите стратегије. У првом експерименталном одељењу примењена је МС-ПИПП СНП, у другом експерименталном одељењу примењена је МС-ПИПП, док је у контролном одељењу коришћена СУИ. Наставне активности у сва три одељења приказане су у Табели 1. Нацрт истраживања представљен је у Табели 2.

Табела 2. Организација истраживања

Подузорак	Пре-тест	Приступ	Пост-тест
E1	O ₁	X ₁	O ₂
E2	O ₁	X ₂	O ₂
C	O ₁	X ₃	O ₂

Напомена:

E1: Експериментално одељење 1

E2: Експериментално одељење 1

C: Контролно одељење

X₁: Настава уз примену МС-ПИПП СНП

X₂: Настава уз примену МС-ПИПП

X₃: Настава уз примену СУИ

O₁: Пре-тест: примена Теста научних процесних вештина

O₂: Пост-тест: примена Теста научних процесних вештина

Сви ученици у оба експериментална одељења (E1 и E2) и контролном одељењу (C) учествовали су у пре-тесту (O₁) и пост-тесту (O₂), у којима је као инструмент коришћен Тест научних процесних вештина. Пре-тест спроведен је пре учења, а пост-тест након процеса учења.

Узорак

Узорак је чинило 96 ученика другог разреда природно-математичког смера државне гимназије у Малангу у Индонезији. Ученици су поседовали исти ниво научних вештина ($p=0,955$; $sig.>0,05$) (Табела 9). Примењујући технику кластерског случајног узорковања, подељени су у три групе: експериментално одељење 1 (у ком је примењена МС-ПИПП СНП), експериментално одељење 2 (у ком је примењена МС-ПИПП) и контролно одељење (у ком је примењена СУИ). Подаци о ученицима у све три групе дати су у Табели 3.

Табела 3. Подаци о ученицима у експерименталном одељењу 1, експерименталном одељењу 2 и у контролном одељењу

Одељење	Ученици	
	Мушки пол	Женски пол
Експериментално одељење 1	12	20
Експериментално одељење 2	12	20
Контролно одељење	11	21

Инструмент

У овом истраживању *Тест научних процесних вештина* (енг. Science Process Skills Test, SPST) ($r_{\text{Cronbach Alpha}}=0,823$) одабран је као инструмент за мерење научних вештина ученика на *пре-тесту* и *пост-тесту*. Тест се састоји од 25 ставки са понуђеним одговорима, при чему се свака ставка фокусира на показатеље основних научних вештина (посматрање, предвиђање, мерење, разврставање, саопштавање и закључивање) и интегрисаних научних вештина (препознавање и контролисање променљивих, формулисање хипотеза и спровођење огледа). Инструмент представља адаптацију верзија Чабаленгуле и сарадника (Chabalengula et al., 2012) и Резбе и сарадника (Rezba et al., 2007).

Анализа података

Ученици су добијали по 1 бод за сваки тачан одговор и 0 бодова за нетачне одговоре. За сваког ученика израчунат је укупан збир бодова, као и проценат постигнућа у складу са следећом формулом:

$$\% \text{ ученичког постигнућа} = \frac{\text{Укупан број бодова}}{\text{Максималан резултат}} \times 100$$

Потом, резултати израчунавања процента ученичког постигнућа разврстани су у категорије приказане у Табели 4.

Табела 4. Критеријуми за научне вештине (Arikunto, 2015)

Процент	Категорија
0–20%	Врло низак
20–40%	Низак
40–60%	Довољан
60–80%	Висок
80–100%	Веома висок

Побољшање научних вештина ученика тестирано је применом једнофакторске анализе варијансе (енг. One Way ANOVA) и пост-хок теста најмање значајне разлике (енг. LSD *Post-hoc Test*) како би се утврдило постојање разлика између група унутар узорка. Утицај примењених наставних стратегија на научне вештине ученика процењен је израчунавањем нормализованог напретка (енг. *N-gain*) и Коенове величине ефекта (енг. *d-effect size*). Нормализовани напредак, означен са $\langle g \rangle$, израчунат је помоћу следеће формуле (Hake, 1998):

$$\langle g \rangle = \frac{\text{пост} - \text{тест} - \text{пре} - \text{пост}}{100 - \text{пре} - \text{тест}}$$

Напомена:

$\langle g \rangle$ = нормализовани напредак

Пост-тест = резултат на пост-тесту

Пре-тест = резултат на пре-тесту

Нормализовани напредак разврстан је према критеријумима приказаним у Табели 5.

Табела 5. Критеријуми за нормализовани напредак (Hake, 1998)

Нормализовани напредак	Категорија
$\langle g \rangle > 0,8$	Висок
$0,3 < \langle g \rangle < 0,8$	Средњи
$\langle g \rangle < 0,3$	Низак

Када је реч о критеријуму за Коенову величину ефекта, разврставање је вршено по категоријама величине ефекта наставне стратегије које су дате у Табели 6 (Leech et al., 2015).

Табела 6. Критеријум за Коенову величину ефекта
(Leech et al., 2015)

Коенова величина ефекта	Категорија
$d \geq 0,90$	Много већи од уобичајеног
$0,70 \leq d < 0,90$	Већи од уобичајеног
$0,40 \leq d < 0,70$	Просечан или средњи
$d < 0,40$	Мањи од уобичајеног

РЕЗУЛТАТИ

У овом истраживању проверене су следеће претпоставке: 1) да ће постојати значајне разлике у научним вештинама ученика у одељењима у којима буду примењене МС-ПИПП СНП, МС-ПИПП и СУИ и 2) да ће научне вештине ученика у одељењу у ком буде примењена МС-ПИПП СНП бити напредније од вештина ученика из одељења у којима буду примењене МС-ПИПП и СУИ.

Да би се проценила нормалност података о иницијалним способностима (*пре-тест*) и коначним способностима (*пост-тест*), када је реч о научним вештинама ученика, примењен је *Колмогоровљев и Смирновљев тест на основу једног узорка* (енг. Kolmogorov Smirnov's One-Sample test). Резултати теста нормалности *пре-тестних* и *пост-тестних* података о научним вештинама ученика у одељењима у којима су примењене МС-ПИПП СНП, МС-ПИПП и СУИ приказани су у Табели 7.

Табела 7. Тест нормалности пре-тестних и пост-тестних података о научним вештинама ученика

Одељења		N	Просек	SD	Sig.	Информација
МС-ПИПП СНП	Пре-тест	32	37,38	10,87	0,067	Нормални
	Пост-тест		87,63	7,513	0,137	Нормални
МС-ПИПП	Пре-тест	32	37,75	8,55	0,146	Нормални
	Пост-тест		81,00	10,60	0,065	Нормални
СУИ	Пре-тест	32	38,12	10,15	0,200	Нормални
	Пост-тест		70,38	8,18	0,113	Нормални

Као што је приказано у Табели 7, пре-тестни и пост-тестни подаци о научним вештинама ученика у свим одељењима имали су нормалну дистрибуцију. Резултати теста хомогености тестираних научних вештина ученика – пре-тест и пост-тест – у одељењима у којима су примењене МС-ПИПП СНП, МС-ПИПП и СУИ приказани су у Табели 8.

Табела 8. Хомогеност података о пре-тестним и пост-тестним научним вештинама ученика

	α	Статистичка значајност – двострана (Sig. 2-tailed)	Критеријуми	Информација
Пре-тест	0,05	0,352	$\alpha < \text{Sig.}$	Хомогени
Пост-тест	0,05	0,063	$\alpha < \text{Sig.}$	Хомогени

На основу података из Табеле 8 може се закључити да су пре-тест и пост-тест научних вештина ученика у свим одељењима били хомогени.

Тест просечне сличности

Тестирање разлика у научним вештинама (пре-тест) извршен је применом једнофакторске анализе варијансе. Резултати овог теста приказани су у Табели 9.

Табела 9. Резултати једнофакторске анализе варијансе за научне процесне вештине: пре-тест

	Сума квадрата	Степени слободе (df)	Средина квадрата	F	Статистичка значајност (Sig.)
Између група	9,000	2	4,500	0,046	0,955
Унутар групе	9137,000	93	98,247		
Укупно	9146,000	95			

Према Табели 9, није било разлика у домену научних вештина ученика из експерименталних и контролног одељења ($p=0,955$, $\text{sig.}>0,05$), када се има у виду пре-тест.

Табела 10. Опис постигнућа ученика у домену научних вештина

Аспект НПВ	% Постигнућа			Категорија	
	МС-ПИПП СНП	МС-ПИПП	СУИ	МС-ПИПП СНП	СУИ
Разврставање	96,87	100	100%	Одлично	Одлично
Посматрање	79,68	75	56,74%	Добро	Довољно
Мерење	90,62	73,43	53,12	Одлично	Довољно
Предвиђање	90,62	85,93	93,75	Одлично	Одлично
Препознавање и контрола променљивих	90,62	95,31	54,68	Одлично	Довољно
Анализирање односа између променљивих	70,31	53,12	59,37	Добро	Довољно
Формулисање хипотеза	95,83	86,45	88,54	Одлично	Одлично
Осмишљавање огледа	90,62	88,54	81,24	Одлично	Одлично
Слоровођење огледа	75	81,25	84,37	Добро	Одлично
Тумачење података	80,48	71,87	74,99	Одлично	Добро
Израда графикана	100	68,75	78,12	Одлично	Добро
Закључивање	96,87	98,43	93,87	Одлично	Одлично
Просек	80,57	75,38	72,13		

Пост-тест подаци о научним вештинама ученика

Опис процента постигнућа ученика у домену научних вештина приказан је у Табели 10.

У вези са научним вештина, постигнуће ученика у одељењу у ком је примењена МС-ПИПП СНП (80,57%) било је веће него у одељењима у којима су примењене МС-ПИПП (75,38%) и СУИ (72,13%). Тај резултат показује да је МС-ПИПП СНП имала већи утицај него МС-ПИПП и СУИ. Резултати једнофакторске анализе варијансе за пост-тест научних вештина приказани су у Табели 11.

Табела 11. Резултати једнофакторске анализе варијансе за пост-тест научних вештина

	Сума квадрата	Степени слободе (df)	Средина квадрата	F	Статистичка значајност (Sig.)
Између група	4846,333	2	2423,167	31,549	0,000
Унутар групе	7143,000	93	76,806		
Укупно	11989,333	95			

Према подацима у Табели 11, постојале су разлике у пост-тест научним вештинама ученика из одељења у којима су примењене МС-ПИПП СНП, МС-ПИПП и СУИ. Резултати теста најмање значајне разлике и пост-тест података о научним вештинама ученика приказани су у Табели 12.

Табела 12. Тест најмање значајне разлике у научним вештинама

Одељење	Одељење	Разлика између средњих вредности (I-J)	Стандардна грешка	Статистичка значајност (Sig.)	95-процентни интервал поузданости	
					Доњи	Горњи
МС-ПИПП СНП	МС-ПИПП	6,625	2,191	0,003	2,27	10,98
	СУИ	17,250	2,191	0,000	12,90	21,60
МС-ПИПП	МС-ПИПП СНП	-6,625	2,191	0,003	-10,98	-2,27
	СУИ	10,625	2,191	0,000	6,27	14,98

СУИ	МС-ПИПП СНП	-17,250	2,191	0,000	-21,60	-12,90
	МС-ПИПП	-10,625	2,191	0,000	-14,98	-6,27

Подаци дати у Табели 12 показују следеће: 1) постојале су разлике у научним вештинама ученика из одељења у којима су примењиване МС-ПИПП СНП и МС-ПИПП; 2) постојале су разлике у научним вештинама ученика из одељења у којима су примењиване МС-ПИПП СНП и СУИ; 3) постојале су разлике у научним вештинама ученика из одељења у којима су примењиване МС-ПИПП и СУИ.

Подаци из Табеле 12 такође показују које одељење је имало боље научне вештине, судећи по разлици између средњих вредности за два одељења. Средња вредност научних вештина ученика из одељења у ком је примењена МС-ПИПП СНП била је за 6,625 виша у односу на ученике из одељења у ком је примењена МС-ПИПП и за 17,250 виша у односу на одељење у ком је примењена СУИ. Средња вредност научних вештина ученика из одељења у ком је примењена МС-ПИПП била је за 10,625 виша у односу на одељење у ком је примењена СУИ.

Утицај наставне стратегије на научне вештине

У сваком одељењу утицај наставне стратегије на научне вештине ученика процењен је на основу нормализованог напретка и Коенове величине ефекта. *Нормализовани напредак* служио је за утврђивање делотворности примењених наставних стратегија (МС-ПИПП СНП, МС-ПИПП и СУИ). Утврђивање категорије нормализованог напретка вршено је према подацима из Табеле 13. У датој табели приказане су вредности нормализованог напретка за научне процесне вештине ученика у сва три одељења, што омогућава боље разумевање исхода учења.

Табела 13. Нормализовани напредак научних вештина

Резултат	Одељење МС-ПИПП СНП			Одељење МС-ПИПП			Одељење СУИ		
	Пре-тест	Пост-тест	Норм. напредак	Пре-тест	Пост-тест	Норм. напредак	Пре-тест	Пост-тест	Норм. напредак
Просек	37,38	87,63		37,75	81,00		38,13	68,36	
Максимални резултат	56	100		48	100		56	88	
Минимални резултат	16	72	0,80	24	60	0,69	16	56	0,52
Број ученика	32	32		32	32		32	32	

Као што је приказано у Табели 13, нормализовани напредак научних вештина ученика био је велики у одељењу у ком је примењена МС-ПИПП СНП (0,80), а средњи у одељењима у ком су примењене МС-ПИПП (0,69) и СУИ (0,52). Резултати израчунавања Коенове величине ефекта на научне вештине ученика у експерименталним одељењима и контролном одељењу приказани су у Табели 14.

Табела 14. Коенова величина ефекта на научне вештине

Резултат	Одељење МС-ПИПП СНП			Одељење МС-ПИПП			Одељење СУИ		
	Пре-тест	Пост-тест	Коенова величина ефекта	Пре-тест	Пост-тест	Коенова величина ефекта	Пре-тест	Пост-тест	Коенова величина ефекта
Просек	37,38	87,63		37,75	81,00		38,13	70,38	
Стандардна девијација (СД)	10,87	7,13	5,46	8,55	10,60	4,48	10,15	8,18	3,49
Заједничка СД	9,19	9,19		9,63	9,63		9,22	9,22	
Број ученика	32	32		32	32		32	32	

Табела 14 садржи податке о Коеновој величини ефекта на научне вештине ученика у одељењима у којима су примењене МС-ПИПП СНП, МС-ПИПП и СУИ. Резултати показују да је величина ефекта у наведеним категоријама била знатно већа него што се обично очекује. На основу података о Коеновој величини ефекта може се закључити да су наведене три стратегије имале врло јак утицај на побољшање научних вештина ученика, с тим да је МС-ПИПП СНП имала најјачи утицај од свих примењених стратегија.

■ ДИСКУСИЈА

Научне вештине имају кључну улогу у унапређивању разумевања научних појмова код ученика. Након спровођења пост-тестова, установљене су значајне разлике у вези са научним вештинама ученика који су подучавани применом три различите стратегије: МС-ПИПП СНП, МС-ПИПП и СУИ. На основу података о нормализованом напретку и Коеновој величини ефекта утврђено је да је МС-ПИПП СНП делотворнија стратегија за унапређивање научних вештина у поређењу са другим двама стратегијама: МС-ПИПП и СУИ.

У припремној фази наведених стратегија (МС-ПИПП СНП и МС-ПИПП) ученицима је дат задатак да воде дневник учења пре извођења наставних активности. Вођење дневника подразумевало је препознавање наставних циљева, кључних појмова, нејасних појмова и претходног знања потребног за усвајање новог знања. Током те фазе наставник је пратио и проверавао претходно знање ученика, како би олакшао процес усвајања новог садржаја. Такође, током припреме ученици су могли да прате свој процес учења и процењују степен разумевања, који су могли да утврде постављањем питања. Да би подржао процес учења, наставник мора увек активно и дисциплиновано да подстиче мотивацију ученика за учење како би унапредио метакогнитивну свест ученика и како би постављени наставни циљеви били остварени.

Настава у домену науке/хемије није усмерена само на резултате, већ ставља нагласак и на значај самог процеса учења. Да би се то постигло, неопходно је да се наставним активностима подстиче активно учествовање ученика. У фази извођења ученици су имали задатак да активно учествују у активностима као што су дискусија, постављање питања и одговарање, презентација и практичне активности. Увођењем контекста соционаучних проблема у наставни процес, учење хемије постаје релевантније за појаве са којима се ученици сусрећу у свакодневном животу, што повећава њихово интересовање за учење. Метакогнитивна стратегија обogaњена контекстом соционаучних проблема може да повећа радозналост ученика и допринесе позитивном односу ученика према науци и хемији. Један вид учења обухваћен метакогнитивном стратегијом у контексту соционаучних проблема јесте пракса. Такав вид учења може пози-

тивно да утиче на радозналост ученика као пандан научном ставу научника. Практичне активности могу да помогну ученицима у стицању способности осмишљавања научног истраживања заснованог на научним методама уз истицање процеса истраживања и откривања. Такве научноистраживачке активности могу да доприносу развијању научних вештина ученика. Поједини важни показатељи научних вештина садрже: разврставање, посматрање, мерење, предвиђање, препознавање и контролисање променљивих, анализирање односа између променљивих, формулисање хипотеза, осмишљавање огледа, спровођење огледа, тумачење података, израда графикона, доношење закључака и саопштавање (Chabalengula et al., 2012; Rezba et al., 2007; Vitty & Torres, 2006). Такође, научноистраживачке активности доприносе смислености учења путем валидације научених појмова. На то указују налази претходних истраживања који упућују на то да лабораторијске активности у процесу учења могу да унапреде научне вештине ученика (Hirca, 2012; Reynders et al., 2019; Yadav & Mishra, 2013). У одељењима, у којима су примењене метакогнитивна стратегија у контексту соционаучних проблема и метакогнитивна стратегија без контекста соционаучних проблема, ученици су радили у групама и имали задатак да независно осмисле огледе на тему фактора који утичу на брзину реакције. Такви задаци могу да подстакну ученике на критичко и креативно мишљење и сарадњу у групи. Насупрот томе, стратегија усменог излагања нуди ученицима унапред дефинисане огледне процедуре, чиме се смањује простор за критичко мишљење, креативност и сарадњу. Дакле, може се закључити да метакогнитивна стратегија у контексту соционаучних проблема и метакогнитивна стратегија погодују новом виду наставе у ком наставне активности наводе ученике да активно учествују у настави и да развијају вештине за 21. век, које су веома важне за решавање проблема у свакодневном животу.

Метакогнитивне способности значајно утичу на успешност практичних и лабораторијских активности. Тај утицај се препознаје у различитим фазама рада у лабораторији. 1) У фази формулисања проблема ученици користе метакогнитивне способности при осмишљавању формулација проблема, при чему се ослањају на своје декларативно знање, лична размишљања или групне дискусије. 2) Када осмишљавају огледе, ученици могу да примене своје процедурално знање и логички и систематично промишљају о корацима у огледу у складу с појмовима које су савладали. 3) Када изводе огледе и мењају организацију огледа, ученици могу да примене планирање као компоненту когнитивне регулације како би нашли прикладно решење проблема. 4) У коначној фази лабораторијских активности, која обухвата писање извештаја и извођење закључака, ученици могу да примене своје условно знање. 5) Током лабораторијских активности ученици могу да сагледају и евалуирају сопствени когнитивни процес (Kirnis & Hofstein, 2008). Посматрајући у контексту лабораторијских активности, значај метакогнитивних способности препознаје се у развијању научних

вештина и разумевању појмова код ученика. Веће метакогнитивне способности корелирају с већим успехом у лабораторијским активностима (Saribas & Baugam, 2016). Може се закључити да су метакогнитивне способности ученика неопходне за извођење практичних или лабораторијских активности. Стога, након процеса учења, уочено је знатно побољшање научних вештина ученика у одељењима у којима су примењене МС-ПИПП СНП и МС-ПИПП.

Увођење контекста соционаучних проблема у стратегију метакогнитивног учења повећава интересовање и мотивацију ученика за учење. Дати контекст обухвата проблеме из друштвеног живота који су контроверзни и везани за науку. У метакогнитивној стратегији у контексту соционаучних проблема, овај контекст се уводи се у фази извођења. У тој фази се од ученика очекује да анализирају и евалуирају текстове о соционаучним проблемима и осмисле прикладно решење проблема. Увођење соционаучних проблема у процес учења представља вид имплементације контекстуалног учења, које може да унапреди вештине ученика када је реч о промишљању вишег реда, доношењу одлука и решавању проблема (Qamariyah et al., 2021). Примена контекстуалних приступа у процесу учења може да допринесе развијању креативности и интегрисаних научних вештина (препознавање и контролисање променљивих, анализирање односа између променљивих, формулисање хипотеза, осмишљавање огледа, спровођење огледа и тумачење података) (Holbrook, 2014; Istijabatun et al., 2016; Ngozi, 2018). Учење у контексту соционаучних проблема може да помогне ученицима у стицању вештина за 21. век. То потврђују и резултати истраживања које су спровели Сусилавати и сарадници (Susilawati et al., 2021): увођење соционаучних проблема у процес учења може да помогне у унапређивању неких вештина ученика, попут способности везаних за сарадњу, решавање проблема, комуникацију, креативно размишљање, друштвену интеракцију и тимски рад. Такав приступ омогућава ученицима да вешто примене неке вештине када решавају проблеме у лабораторији, за разлику од традиционалне стратегије усменог излагања, која је лишена везе са свакодневним контекстима, то јест не повезује наставни садржај са контекстима из свакодневног живота. С тим у вези су налази бројних истраживања, која наглашавају да увођење соционаучних проблема, као кључног аспекта контекстуалне наставе, утиче на развој научног начина размишљања код ученика (Calik & Karatas, 2019; Wiyarsi et al., 2021). Увођење соционаучних проблема има позитиван утицај на основне и интегрисане научне вештине и доприноси повећању делотворности и ефикасности процеса учења. На локалном, националном и глобалном нивоу контроверзни текстови о соционаучним проблемима подстичу мотивацију ученика и њихово интересовање за учење. Анализа је показала да контекст соционаучних проблема подстиче ученике да размишљају о хемији као блиско повезаној са животом и има позитиван утицај на процес решавања проблема. Стога, стављање метакогнитивне наставне стратегије у контекст соционаучних проблема може

да учини учење смисленијим. Такав приступ учењу није усредсређен само на разумевање појмова, већ и на начин на који ученици могу да примене појмове које су научили у решавању проблема, посебно у лабораторијским огледима, чиме се олакшава учење и прелазак стеченог знања у дугорочно памћење.

Одељења у којима је примењена стратегија усменог излагања имала су неколико битних одлика, попут усмерености на наставника, недостатка интеракције између ученика, пасивног учења међу ученицима и нередовног надгледања активности ученика у процесу учења (Nasution, 2020). Стратегија усменог излагања има више мањкавости. Најпре, погодује само ученицима који имају добре способности слушања, не омогућава праћење личног напретка у разумевању садржаја и недовољно помаже ученицима да развију вештине које су им неопходне за 21. век (Udo, 2011; Udoh & Udo, 2020). Стога, такав вид наставе не омогућава у довољној мери развијање критичког, креативног и сарадничког мишљења. У одељењу у ком је примењена стратегија усменог излагања ученицима су дата и средства за самостално учење као подршка током процеса учења. Ученици су користили дата средства, која су заснована на научном приступу, како би разумели и применили одређени научни метод (Utami & Murti, 2018). Међутим, упркос употреби ових средстава стратегија усменог излагања није допринела томе да ученици активно учествују у процесу учења, због чега није ефикасно подстицала развијање научних вештина ученика. Успешно образовање у домену науке (хемије) изискује нагласак на процесу конструисања појмова и активно учествовање ученика у процесу учења.
















■ ЗАКЉУЧАК

На основу резултата проведеног истраживања можемо донети следеће закључке. (1) У одељењу у ком је примењена МС-ПИПП СНП унапређивање научних вештина ученика било је веће него у одељењима у којима су примењене МС-ПИПП и стратегија усменог излагања. (2) Примена МС-ПИПП СНП показала се као веома делотворна за унапређивање научних вештина ученика.

Ограничења ове студије односе се на истраживачки метод. Узорак је чинила мала група ученика из једне школе. Стога, неопходно је спровести истраживања у коме ће учествовати већи број ученика како би се детаљније сагледао опажени ефекат.

Дата стратегија (МС-ПИПП СНП) се ослања на употребу соционаучних проблема као наставног контекста. Стога, ова стратегија је посебно погодна за наставне садржаје који се односе на примену знања у свакодневном животу. Наставници који желе да примене ову стратегију треба да одаберу садржаје који се односе на ситуације из свакодневног живота својих ученика.

■ КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА

-  Agra, G., Formiga, N. S., Oliveira, P. S. de, Costa, M. M. L., Fernandes, M. das G. M., & Nóbrega, M. M. L. da. (2019). Analysis of the concept of meaningful learning in light of the Ausubel's theory. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 72(1), 248–255. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0691>
-  Amran, A., Perkasa, M., Satriawan, M., Jasin, I., & Irwansyah, M. (2019). Assessing students 21st century attitude and environmental awareness: Promoting education for sustainable development through science education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022025>
-  Arikunto, S. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
-  Aydin, A. (2013). Representation of science process skills in the chemistry curricula for grades 10, 11 and 12 / Turkey. *International Journal of Education and Practice*, 1(5), 51–63. <https://doi.org/10.18488/journal.61/2013.1.5/61.5.51.63>
-  Aydoglu, B. (2015). The investigation of science process skills of science teachers in terMS-PDCA of some variables. *Educational Research and Reviews*, 10(5), 582–594. <https://doi.org/10.5897/err2015.2097>
-  Berns, R. G., & Erickson, P. M. (2001). *Contextual teaching and learning: Preparing students for the new economy*. The highlight zone: Research © Work No. 5. National Dissemination Center for Career and Technical Education, Columbus, OH., 5, 1–9.
-  Bretz, S. L. (2001). Novak's theory of education: Human constructivism and meaningful learning. *Journal of Chemical Education*, 78(8), 1107. <https://doi.org/10.1021/ed078p1107.6>
-  Bruckermann, T., Aschermann, E., Bresges, A., & Schlüter, K. (2017). Metacognitive and multimedia support of experiments in inquiry learning for science teacher preparation. *International Journal of Science Education*, 39(6), 701–722. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1301691>
-  Calik, M., & Karatas, F. O. (2019). Does a "Science, Technology and Social Change" course improve scientific habits of mind and attitudes towards socioscientific issues? *Australian Journal of Teacher Education*, 44(6), 34–52. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v44n6.3>
-  Chabalengula, V. M., Mumba, F, & Mbewe, S. (2012). How Pre-service Teachers ' Understand and Perform Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8223. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.832a>
-  Chen, C. W., & Osman, C. (2017). Cultivating marginalized children's scientific literacy in facing the challenges of the 21st century cindy. *K-12 STEM Education*, 3(1), 157–167.
-  Creswell, J. W. (2013). *Educational research planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (Fourth Edi). Pearson.
-  Curry, K., Wilson, E., Flowers, J., & Farin, C. (2012). Scientific basis vs. contextualized teaching and learning: The effect on the achievement of postsecondary students. *Journal of Agricultural Education*, 53(1), 57–66. <https://doi.org/10.5032/jae.2012.01057>
-  Dori, Y. J., Avargil, S., Kohen, Z., & Saar, L. (2018). Context-based learning and metacognitive prompts for enhancing scientific text comprehension. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1198–1220. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470351>
-  Ekowati, C. K., Darwis, M., Upa, H. M. D. P., & Tahmir, S. (2015). The application of contextual approach in learning mathematics to improve students motivation at SMPN 1 kupang. *International Education Studies*, 8(8), 81–86. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n8p81>

- Fezioglu, B. (2009). An investigation of the relationship between science process skills with efficient laboratory use and science achievement in chemistry education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(3), 114–132.
- Glynn, S. M., & Winter, L. K. (2004). Contextual teaching and learning of science in elementary schools. *Journal of Elementary Science Education*, 16(2), 51–63. <https://doi.org/10.1007/bf03173645>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods. *American Journal of Physics*, 66, 64–74.
- Hirca, N. (2012). The influence of hands on physics experiments on scientific process skills according to prospective teachers' experiences. *European Journal of Physics Education*, 4(1), 1–9. <http://ejpe.erciyes.edu.tr/index.php/EJPE/article/view/82>
- Holbrook, J. (2014). A context-based approach to science teaching. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 152–154. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.152>
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 139. <https://doi.org/10.1097/00006199-195402000-00010>
- Irwanto, Rohaeti, E., & Prodjosantoso, A. K. (2018). Undergraduate students' science process skills in term of some variables: A perspective from Indonesia. *Journal of Baltic Science Education*, 17(5), 751–764. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.751>
- Istijabatun, S., Supartono, S., & Masturi, M. (2016). Pembelajaran Knstektual Untuk Meningkatkan Soft Skill Konservasi dan Keterampilan Proses Sains. *Journal of Innovative Science Education*, 5(2), 111–120.
- Karakaş, H. (2022). The effect of socioscientific issues-based discussion activities on the attitudes of primary school teacher candidates to the life science teaching. *Journal of Turkish Science Education*, 19(1), 17–36. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.107>
- Khajornkhae, L., & Nuangchalerm, P. (2021). Socioscientific-issues based classroom intervention on grade 10 students' learning achievement and scientific reasoning. *Journal of Educational Issues*, 7(2), 393. <https://doi.org/10.5296/jei.v7i2.19204>
- Lavi, R., Shwartz, G., & Judy, Y. (2019). Metacognition in chemistry education: A literature review. *Israel Journal of Chemistry*, 583–597. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800087>
- Leech, N. L., Barret, C. & Morgan, G. A. (2015). *IBM SPSS for Intermediate statistics: Use and interpretation*. Fifth Edition. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410616739>
- Mukwambo, M. (2016). Trainee teachers' experiences using contextual teaching and learning: Implications for incorporation of indigenous knowledge in instructional design. *Pedagogical Research*, 1(1), 3–12. <https://doi.org/10.20897/lectito.201611>
- Mutambuki, J. M., Mwavita, M., Muteti, C. Z., Jacob, B. I., & Mohanty, S. (2020). Metacognition and active learning combination reveals better performance on cognitively demanding general chemistry concepts than active learning alone. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1832–1840. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00254>
- Nasution, W. N. (2020). Expository learning strategy: Definition, goal, profit and procedure. *IOSR Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS)*, 25(5), 7–10. <https://doi.org/10.9790/0837-2505080710>
- Ngozi, P. O. (2018). Enhancing science process skills acquisition in chemistry. *Science Education International*, 32(4), 323–330.
- Novak, J. D. (2011). A theory of education: Meaningfull learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility. *Aprendizagem Significativa Em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(2), 1–14. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2017.1356267>

- 📖 Ongowo, R. O., & Indoshi, F. C. (2013). Science process skills in the Kenya certificate of secondary education biology practical examinations. *Creative Education*, 04(11), 713–717. <https://doi.org/10.4236/ce.2013.411101>
- 📖 Opstal, M. T. Van, & Daubenmire, P. L. (2017). Metacognition as an element of the scientific process. In *ACS Symposium Series*, Vol. 1269 (pp. 43–53). <https://doi.org/10.1021/bk-2017-1269.ch004>
- 📖 Ozgelen, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283–292. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.846a>
- 📖 Pangemanan, A. (2020). Application of contextual teaching and learning approach on statistics material against student results. *International Education Studies*, 13(4), 1. <https://doi.org/10.5539/ies.v13n4p1>
- 📖 Parlan, P., Ibnu, S., Rahayu, S., & Suharti, S. (2018a). Effects of the metacognitive learning strategy on the quality of prospective chemistry teacher's scientific explanations. *International Journal of Instruction*, 11(4), 673–688. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11442a>
- 📖 Parlan, P., Ibnu, S., Rahayu, S., & Suharti, S. (2018b). The improvement of metacognition of chemistry education students using metacognitive learning strategy. *Social Science, Education and Humanities Research*, 218, 269–278. <https://doi.org/10.2991/icoMS-PDCA-e-17.2018.46>
- 📖 Paulson, D. R. (1999). Active learning and cooperative learning in the organic chemistry lecture class. *Journal of Chemical Education*, 76(8), 1136–1140.
- 📖 Pelch, M. A., & McConnell, D. A. (2017). How does adding an emphasis on socioscientific issues influence student attitudes about science, its relevance, and their interpretations of sustainability? *Journal of Geoscience Education*, 65(2), 203–214. <https://doi.org/10.5408/16-173.1>
- 📖 Pillena, L. S., Cahyana, U., & Purwanto, A. (2019). Pengaruh Media Mobile Learning Dan Kemampuan Metakognitif Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(2), 157–167. <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i2.5132>
- 📖 Ping, I. L. L., Halim, L., & Osman, K. (2020). Explicit teaching of scientific argumentation as an approach in developing argumentation skills, science process skills and biology understanding. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 276–288. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.276>
- 📖 Qamariyah, S. N., Rahayu, S., Fajaroh, F., & Alsulami, N. M. (2021). The effect of implementation of inquiry-based learning with socio-scientific issues on students' higher-order thinking skills. *Journal of Science Learning*, 4(3), 210–218. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i3.30863>
- 📖 Redhana, I.W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad ke-21 dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239–2253. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK/article/view/17824>.
- 📖 Reynders, G., Suh, E., Cole, R. S., & Sansom, R. L. (2019). Developing student process skills in a general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 96(10), 2109–2119. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00441>
- 📖 Rezba, R. J., McDonough, J. T., Matkins, J. J., & Sparague, C. (2007). *Learning & Assessing Science Process Skills* (Fourth Edit). Kendall/ Hunt Publishing Company.
- 📖 Rickey, D., & Stacy, A. M. (2000). The role of metacognition in learning chemistry. *Journal of Chemical Education*, 77(7), 915–920. <https://doi.org/10.1021/ed077p915>
- 📖 Saglam, H. I., & Eroglu, B. (2022). A mixed-method study on pre-service teachers' informal reasoning regarding nuclear energy use. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 594–607. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.139>
- 📖 Saribas, D., & Bayram, H. (2009). The efficiency of metacognitive development embedded within a motivating lab regarding pre-service science teachers' learning outcomes. *International Journal of Human*

- Sciences* [Online]. 6(1). Available: <https://www.ajindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423936654.pdf>
- 📖 Saribas, D., & Bayram, H. (2016). Investigation of the effects of using metacognitive activities in chemistry laboratory on the development of conceptual understanding. *Boğaziçi University Journal of Education*, 33(1), 27–49.
- 📖 Saribas, D., Mugaloglu, E. Z., & Bayram, H. (2013). Creating metacognitive awareness in the lab: Outcomes for preservice science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9(1), 83–88. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2013.918a>
- 📖 Schrock, J. & J. & Benko, S. (2015). *Using fundamental concepts and essential question to promote critical thinking*. Centre for Engaged Teaching and Learning. <http://crte.ucmerced.edu/content/using-fundamental-concepts-and-essential-questions-promote-critical-thinking>
- 📖 Seetee, N., Coll, R. K., Boonprakob, M., & Dahsah, C. (2016). Exploring integrated science process skills in chemistry of high school students. *International Veridian E-Journal*, 9(4), 247–259.
- 📖 Senisum, M., Susilo, H., Suwono, H., & Ibrohim (2022). GReSiMCo: A learning model to scaffold students' science process skills and biology cognitive learning outcomes. *Education Sciences*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/educsci12040228>
- 📖 Sunyono, S., & Sudjarwo, S. (2018). Mental models of atomic structure concepts of 11th grade chemistry students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 19(1), 1–21.
- 📖 Suryanti, Widodo, W., & Budijastuti, W. (2020). Guided discovery problem-posing: An attempt to improve science process skills in elementary school. *International Journal of Instruction*, 13(3), 75–88. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.1336a>
- 📖 Susilawati, Aznam, N., Paidi, & Irwanto, I. (2021). Socio-scientific issues as a vehicle to promote soft skills and environmental awareness. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 161–174. <https://doi.org/10.12973/EU-JER.10.1.161>
- 📖 Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- 📖 Tan, R. M., Yangco, R. T., & Que, E. N. (2020). Students' conceptual understanding and science process skills in an inquiry-based flipped classroom environment. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 17(1), 159–184. <https://doi.org/10.32890/mjli2020.17.1.7>
- 📖 Tsai, J. C., Cheng, P. H., Liu, S. Y., & Chang, C. Y. (2019). Using board games to teach socioscientific issues on biological conservation and economic development in Taiwan. *Journal of Baltic Science Education*, 18(4), 634–645. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.634>
- 📖 Türe, Z. G., Yalçın, P., & Yalçın, S. A. (2020). Investigating the use of case-oriented station technique in teaching socio-scientific issues: A mixed method study. In *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 10(3). <https://doi.org/10.14527/pegegog.2020.029>
- 📖 Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.253>
- 📖 Udo, M. E. (2011). Effects of reformulation of knowledge and expository teaching strategies on students' performance in chemistry. *African Research Review*, 5(1), 354–364. <https://doi.org/10.4314/afrrrev.v5i1.64532>
- 📖 Udoh, A. I., & Udo, M. E. (2020). Effects of blended learning and expository instructional strategies on senior secondary school students' performance based on the concept of atomic structure. *International Journal of Multidisciplinary and Current Educational Research*, 2(3), 1–11. www.ijmcer.com

- Utami, A. U., & Murti, S. C. C. (2018). The effectiveness of scientific approach-based science learning materials to educate students science. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*, 8(1), 1553–1557.
- Uysal, M. Z., & Çaycı, B. (2022). The effect of using web 2.0 tools in the primary school 4th-grade science course on various variables. *Participatory Educational Research*, 9(1), 137–149. <https://doi.org/10.17275/per.22.8.9.1>
- Valencia-Vallejo, N., López-Vargas, O., & Sanabria-Rodríguez, L. (2019). Effect of a metacognitive scaffolding on self-efficacy, metacognition, and achievement in e-learning environments. *Knowledge Management and E-Learning*, 11(1), 1–19. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2019.11.001>
- Veal, W. R., Taylor, D., & Rogers, A. L. (2009). Using self-reflection to increase science process skills in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 86(3), 393–398. <https://doi.org/10.1021/ed086p393>
- Venville, G. J., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on Grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952–977. <https://doi.org/10.1002/tea.20358>
- Vitty, D., & Torres, A. (2006). *Practicing science process skills at home a handbook for parents by debbye vitti and angie torres May 2006* (Issue May). Merrill Publishing Company.
- Widarti, H. R., Marfu'ah, S., & Parlan, P. (2019). The effects of using multiple representations on prospective teachers' conceptual understanding of intermolecular forces. *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012006>
- Wiyarsi, A., Prodjosantoso, A. K., & Nugraheni, A. R. E. (2021). Promoting students' scientific habits of mind and chemical literacy using the context of socio-scientific issues on the inquiry learning. *Frontiers in Education*, 6, 1–12. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.660495>
- Yadav, B., & Mishra, S. K. (2013). A Study of the impact of laboratory approach on achievement and process skills in science among is standard students. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(1), 427–432. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.416.2233&rep=rep1&type=pdf#page=506>
- Zeidler, D. L., & Nicholas, B. H. (2009). Theory and practice. *Journal of the American Medical Association*, 27(2), 49–58. <https://doi.org/10.1001/jama.1915.02580140037017>

Примљено 24.7.2023; прихваћено за штампу 08.02.2024.