



**Катарина Б. Путица<sup>1</sup>**  
Универзитет у Београду,  
Иновациони центар Хемијског факултета

Оригинални  
научни рад

**Драгица Д. Тривић**  
Универзитет у Београду, Хемијски факултет

## ***Ефективни примене методе учења у процесу решавања проблема у настави природних наука***

**Резиме:** Циљ овог рада био је да се упореди ефективност наставе засноване на примени методе учења у процесу решавања проблема и традиционалне рецептивне наставе у области природних наука. Имајући у виду најчешће проблеме са којима се ученици суочавају приликом учења природних наука, а за које је утврђено да су у великој мери последица традиционалне рецептивне наставе, испитиване су четири исцрпљивачке хипотезе: примена методе учења у процесу решавања проблема доводи до боље разумевања градива природних наука (X1), позитивније односа ученика према природним наукама (X2), боље саморегулације процеса учења природних наука (X3) и бољих академских постигнућа ученика у области природних наука (X4) у односу на рецептивну наставу. Академска постигнућа ученика у области природних наука разматрана су искључиво као квантитативни аспекти успешности ученика, због чега је разумевање, као један од нивоа квалитативне аспектије успешности, разматрано у посебној хипотези. Да би се проверила тачност испитиваних хипотеза, примењена је метаанализа, за чију израду су искористићени резултати из двадесет три научна рада, на основу којих су, за сваку од хипотеза, израчунате одговарајуће средње вредности ES. На основу ових вредности потврђена је тачност све четири испитиване хипотезе, а тиме и велики потенцијал методе учења у процесу решавања проблема да унапреди квалитет наставе у области природних наука.

**Кључне речи:** учење у процесу решавања проблема, рецептивна настава, природне науке, метаанализа.

<sup>1</sup> puticakatarina@gmail.com

Copyright © 2019 by the authors, licensee Teacher Education Faculty University of Belgrade, SERBIA.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original paper is accurately cited.

## Увод

Нагли научнотехнолошки развој који је обележио крај 20. и почетак 21. века заснован је, пре свега, на брзом развоју и новим открићима из области природних наука. Истраживања су, међутим, показала да ученици основних и средњих школа широм света немају позитиван однос према природним наукама, што се негативно одражава на њихова академска постигнућа у овој области (Nacieminoglu, 2015; Weinburgh, 1995). Слаба академска постигнућа су, такође, у великој мери последица слабог разумевања градива природних наука (Cavallo et al., 2003; Nacieminoglu et al., 2009), а слабо разумевање је пак тесно повезано с недовољно развијеном саморегулацијом процеса учења природних наука (Pintrich, 2000; Zimmerman, 2000). Установљено је да све наведене потешкоће могу бити последица традиционалне рецептивне наставе природних наука, у којој наставник као извор нових академских знања има централну улогу у процесу учења, док су ученици стављени у положај пасивних прималаца ових знања (Oh & Yager, 2004). Управо због тога је, током претходне две деценије, на нивоу образовних система широм света дошло до суштинске реформе по питању приступа настави природних наука. Окосницу ове реформе представља прелазак на конструктивистички приступ настави/учењу, којим се инсистира на активној улози ученика у процесу учења (Elkind, 2004). Већи број савремених наставних метода произашао је из оваквог приступа настави/учењу, а једна од њих је и метода учења путем решавања проблема. Сходно томе, у овом раду ће бити размотрено да ли примена методе учења путем решавања проблема у настави може да допринесе превазилажењу неких од наведених потешкоћа са којима се ученици суочавају приликом савладавања градива природних наука.

## Метода учења путем решавања проблема

Метода учења путем решавања проблема произашла је, као што је претходно наведено, из конструктивистичког приступа настави/учењу. У оквиру овог приступа ученик до нових знања долази искључиво кроз самостални ангажман, коришћењем знања и вештина које већ поседује, при чему, корак по корак, идући од познатог ка непознатом и од једноставнијег ка сложенијем, конструише нови јединствени систем знања. Тако настава која се заснива на конструктивистичком приступу ставља ученике у позицију да самостално реконструишу пут до нових знања, који је наука већ прошла, тј. ставља их у положај активних учесника у процесу учења (Elkind, 2004). Осим интелектуалног, овим приступом се инсистира и на социјалном ангажовању ученика, кроз учење у оквиру групе (Minner et al., 2010).

У оквиру наставе засноване на примени методе учења путем решавања проблема полази се од проблемске ситуације за коју не постоји директан одговор у претходно ученом градиву, већ се од ученика очекује да је самостално реше (Ivić i sar., 2001). Уместо тога, ученици самостално морају да утврде који елементи дате проблемске ситуације нису наведени и да повезивањем претходно стечених знања осмисле како да ту „празнину“ премосте. Тиме се обезбеђује повезивање нових и већ постојећих знања, што представља кључни предуслов за усвајање нових знања с разумевањем (Minner et al., 2010). Тако се долази до потенцијалног решења проблема, тј. хипотезе. Након тога потребно је да ученици самостално испланирају и спроведу поступак провере постављене хипотезе. На основу резултата провере хипотеза се прихвата или одбацује, што за ученике представља нову информацију, односно ново знање. Као што се може видети, учењем путем решавања проблема до нових знања долази се дедуктивним путем (Sakir, 2008). Надовезивањем нових знања на већ постојећу базу знања

формира се нови, шири систем знања, а само се знања која су део таквог система могу одговорно применити у пракси, јер ће ученици бити у стању да из различитих углова сагледају последице њихове примене (Minner et al., 2010). Осим тога, повезивање нових знања са базом претходно стечених знања неопходан је предуслов за смислено учење (Ausubel, 2000). Установљено је да ученици чији наставници често примењују проблемски оријентисану наставу остварују боља постигнућа у односу на ученике чији наставници ретко примењују овај начин рада (Nikolić, 2018). Такође, самостално решавање проблема код ученика подстиче већу мотивацију за учење, оспособљава их да сами планирају и изводе истраживања путем којих ће доћи до нових информација, да анализирају добијене резултате и на основу њих изводе одговарајуће закључке, као и да своја решења процењују у односу на резултате до којих су дошли други ученици, што би требало да има позитиван утицај на развој њихове саморегулације процеса учења (Linn et al., 2003). Осим тога, решавање проблема представља ефикасно средство за развој стваралачког мишљења код ученика (Inel & Balim, 2010; Linn et al., 2003). Додатно, када се решавање проблема изводи у оквиру групе, ученици се оспособљавају за размену информација и сарадњу са другим члановима групе, а тиме и за социјалне интеракције и комуникацију (Linn et al., 2003).

У оквиру проблемски оријентисане наставе наставник престаје да буде испоручилац готових знања и решења и постаје сарадник и организатор наставе, чији је циљ подстицање иницијативности ученика, развијање вештина и стратегија за суочавање са проблемима и њихово превазилажење, као и формирања ученичког става да већину ситуација с којима се суочавају у школи и животу заправо представљају проблемске ситуације којих се не треба плашити, већ према њима имати активан однос (Ivić i sar., 2001; Stojaković, 2005).

## **Методологија истраживања**

Предмет овог истраживања су ефекти примене методе учења путем решавања проблема у настави природних наука. Циљ истраживања је да се упореди ефективност наставе засноване на примени методе учења путем решавања проблема и традиционалне рецептивне наставе када су у питању побољшање ученичких академских постигнућа у области природних наука, развој позитивног односа ученика према природним наукама, подстицање развоја саморегулације процеса учења природних наука и бољег разумевања градива природних наука. У складу са наведеним циљем постављене су следеће хипотезе:

- X1. Настава заснована на примени методе учења путем решавања проблема доприноси бољем разумевању градива природних наука у односу на традиционалну рецептивну наставу;*
- X2. Настава заснована на примени методе учења путем решавања проблема у већој мери подстиче развој позитивног односа ученика према природним наукама у односу на традиционалну рецептивну наставу;*
- X3. Настава заснована на примени методе учења путем решавања проблема у већој мери подстиче развој саморегулације процеса учења природних наука у односу на традиционалну рецептивну наставу;*
- X4. Настава заснована на примени методе учења путем решавања проблема доприноси бољим академским постигнућима ученика у области природних наука у односу на традиционалну рецептивну наставу.*

Да би се проверила тачност наведених хипотеза, спроведена је метаанализа.

## Метаанализа

Метаанализа је квантитативна истраживачка техника, за коју је карактеристично да се провера тачности хипотеза које су постављене на почетку истраживања изводи тако што се најпре изврши преглед литературе, како би се пронашли научни радови у којима су представљена експериментална истраживања која су се већ бавила провером ових хипотеза, а на основу чијих резултата је могуће израчунати одговарајуће ES вредности (енг. *Effect Size*). Ово су два кључна критеријума за одабир научних радова који ће бити укључени у дату метаанализу. Ниво образовања на коме су ученици који су учествовали у експерименталним истраживањима презентованим у овим радовима, њихов пол, земља у којој су истраживања изведена или пак тип градива у оквиру чије обраде је експеримент спроведен најчешће не представљају критеријуме по којима се одређени рад бира и одбацује (осим ако из неког разлога аутори метаанализе не сматрају да је важно одабрати радове у којима су презентована експериментална истраживања са ученицима тачно одређеног узраста, пола, из одређене земље и сл.) и чак је пожељно да они буду што разноврснији (DeCoster, 2004).-

### Преглед научних радова чији су резултати коришћени у оквиру ове метаанализе

За извођење ове метаанализе искоришћена су двадесет три научна рада (Табела 1), на основу чијих резултата је израчунато шест ES вредности за проверу хипотезе Х1, тринаест ES вредности за проверу хипотезе Х2, тринаест ES

вредности за проверу хипотезе Х3 и двадесет ES вредности за проверу хипотезе Х4. У оквиру поменутих радова, у четири рада су презентовани резултати истраживања спроведених у основној школи, у седам радова су презентовани резултати истраживања спроведених у средњој школи, а у дванаест радова су презентовани резултати истраживања спроведених на факултету. У пет радова област истраживања су природне науке (енг. *science*), у једном раду инжењерство, у три рада биологија, у седам радова физика, док је у седам радова област истраживања хемија. Сви радови су објављени у периоду од 2005. до 2018. године. Истраживања која су представљена у овим радовима изведена су на територији Турске, Нигерије, Малезије, Белгије, Балија, БиХ, САД, Пакистана и Јужне Африке. Потребно је истаћи да је у оквиру радова који су коришћени за проверу хипотезе Х4 постигнуће ученика разматрано искључиво као квантитативни аспект успешности ученика на датом тесту знања, тј. у виду било укупног броја бодова или укупног броја тачних одговора које су ученици остварили на датом тесту. Ово је неопходно напоменути због тога што је постигнуће ученика, уз квантитативни, могуће посматрати и као квалитативни аспект успешности ученика на тестовима знања, а један од нивоа квалитативног аспекта успешности представља и разумевање (Nikolić, 2018). С обзиром на начин на који су ученичка постигнућа у области природних наука дефинисана у радовима коришћеним за проверу хипотезе Х4, те да су радови који су коришћени за проверу хипотезе Х1 били фокусирани искључиво на разматрање ученичког разумевања градива природних наука, хипотезе Х1 и Х4 представљају две независне хипотезе, између којих не постоји преклапање.

Табела 1. Преглед научних радова чији су резултати коришћени у оквиру метаанализе.

Аутори рада	Година објављивања	Држава у којој је спроведено истраживање	Ниво образовања испитаника	Област истраживања
Aidoo et al.	2016	Јужна Африка	Факултет	Хемија
Akinoglu & Tandogan	2007	Турска	Основна школа	Физика
Atan et al.	2005	Малезија	Факултет	Физика
Benli & Sarikaya	2012	Турска	Факултет	Природне науке
Bulgin et al.	2009	Турска	Факултет	Хемија
Celik et al.	2011	Турска	Факултет	Физика
Folashade & Akinbobola	2009	Нигерија	Средња школа	Физика
Galand et al.	2012	Белгија	Факултет	Хемија
Gurses et al.	2015	Турска	Факултет	Хемија
Horak & Galluzzo	2017	САД	Средња школа	Природне науке
Inel & Balim	2010	Турска	Основна школа	Природне науке
Iqbal et al.	2017	Пакистан	Основна школа	Природне науке
Koray & Koray	2013	Турска	Средња школа	Физика
Selcuk & Caliskan	2010	Турска	Факултет	Физика
Selcuk & Caliskan	2013	Турска	Факултет	Физика
Sindelar	2010	САД	Факултет	Природне науке
Sungur et al.	2006	Турска	Средња школа	Биологија
Sungur & Tekkaya	2006	Турска	Средња школа	Биологија
Tarhan & Acar-Sesen	2013	Турска	Средња школа	Хемија
Tosun & Senocak	2013	Турска	Факултет	Хемија
Uce & Ates	2016	Турска	Средња школа	Хемија
Wulansari et al.	2018	Бали	Факултет	Биологија
Zejnlagić-Hajrić et al.	2015	БиХ	Основна школа	Хемија

## Резултати

На основу резултата истраживања презентованих у научним радовима одабраним за израду ове метаанализе израчунате су ES вредности које су приказане у Табели 2.

Табела 2. Вредности ES израчунајте на основу резултата истраживања презентованих у научним радовима који су искоришћени у оквиру метаанализе.

Аутори рада	ES (X1)	ES (X2)	ES (X3)	ES (X4)
Aidoo et al.	/	/	/	1,78
Akinoglu & Tandogan	/	0,24	/	1,25
Atan et al.	/	/	/	0,28; 0,01
Benli & Sarikaya	/	/	/	5,07
Bulgin et al.	0,82	/	/	/
Celik et al.	/	/	/	1,16
Folashade & Akinbobola	/	/	/	1,76; 1,22
Galand et al.	0,16; 0,40	/	0,64	/
Gurses et al.	/	/	/	0,51
Horak & Galluzzo	/	-0,39; 0,44; 0,37; -0,18; -0,28	/	0,44
Inel & Balim	/	/	/	0,37
Iqbal et al.	/	/	/	1,57
Koray & Koray	0,47	/	/	/
Selcuk & Caliskan	/	0,19; 1,57; 0,65	/	/
Selcuk & Caliskan	/	/	/	0,32
Sindelar	/	/	/	0,44
Sungur et al.	/	/	/	1,53
Sungur & Tekkaya	/	/	0,52; 0,40	/
Tarhan & Acar-Sesen	9,56; 2,31	/	/	/
Tosun & Senocak	/	-0,01; -0,09; -0,04; 0,08; 0,85; 0,47; 0,60; 0,84	0,29; 0,14; 0,26; -0,07; 0,06; 0,06; 0; 0,36; 0,75; 0,77; 0,50; 0,70; 0,71; 0,52; 0,15; 0,70	/
Uce & Ates	/	/	/	1,94
Wulansari et al.	/	/	/	1,94
Zejnlagić-Hajrić et al.	/	/	/	1,44

Легенда: ES (X1) – вредности се користе за проверу тачности хипотезе X1; ES (X2) – вредности се користе за проверу тачности хипотезе X2; ES (X3) – вредности се користе за проверу тачности хипотезе X3; ES (X4) – вредности се користе за проверу тачности хипотезе X4.

На основу наведених ES вредности израчунате су одговарајуће средње вредности ES, на основу којих је извршена провера тачности сваке од хипотеза. Добијене средње вредности ES су:

**Средња вредност ES (X1) = +2,29**

**Средња вредност ES (X2) = +0,31**

**Средња вредност ES (X3) = +0,31**

**Средња вредност ES (X4) = +1,27**

### **Дискусија**

С обзиром на то да су све четири израчунате средње вредности ES позитивне и веће од +0.2, све постављене истраживачке хипотезе се могу сматрати тачним, што указује да настава заснована на примени методе учења путем решавања проблема у већој мери подстиче боље разумевање градива природних наука – развој позитивног односа ученика према природним наукама, развој саморегулације процеса учења природних наука, као и академска постигнућа ученика у области природних наука – у односу на традиционалну рецептивну наставу.

Може се, међутим, уочити да су средње вредности ES (X2) и ES (X3) идентичне и да, будући да се налазе у опсегу од +0.2 до +0.4, спадају у групу малих ES вредности. С друге стране, средње вредности ES (X1) и ES (X4) веће су од +0.6 и спадају у групу великих ES вредности. Наведене средње вредности ES указују да ће позитивни ефекти примене методе учења путем решавања проблема бити знатно израженији по питању подстицања бољег разумевања градива природних наука и бољих академских постигнућа ученика у области природних наука, него што је то случај са подстицањем развоја позитивног односа према природним наукама и развоја саморегулације процеса учења природних наука, те да ће наведене позитивне промене бити лако уочљиве након кратког периода примене ове ме-

тоде. Притом су резултати ове метаанализе, по питању подстицања бољих академских постигнућа ученика, у складу са резултатима метаанализе у којој су коришћени радови објављени у периоду од 2006. до 2013. године и у оквиру које је такође израчуната велика средња вредност ES (Batdi, 2014). Такође, по питању подстицања бољег разумевања градива природних наука, резултат ове метаанализе је у складу с резултатом метаанализе која је ову проблематику обрадила користећи радове објављене до 2005. године (Gibjels et al., 2005), као и метаанализе која је утицај ове методе на разумевање градива природних наука разматрала искључиво у дигиталном окружењу (Kim et al., 2017), при чему су у оба случаја израчунате средње вредности ES такође биле велике.

С друге стране, резултати ове метаанализе указују да су позитивни ефекти примене методе учења путем решавања проблема, по питању подстицања развоја позитивног односа ученика према природним наукама и саморегулације процеса учења природних наука, мали, али не и занемарљиви, с тенденцијом да буду све израженији како примена методе буде дуже трајала. Установљене мале средње вредности ES се вероватно могу објаснити чињеницом да је у истраживањима која су презентована у радовима који су коришћени у оквиру ове метаанализе метода учења путем решавања проблема најчешће примењивана у оквиру обраде једне наставне теме. У временском смислу то значи да су ученици континуираној примени ове методе били изложени током две до четири недеље, што је прекратак период за постизање већег позитивног ефекта по наведеним питањима. У погледу утицаја методе учења путем решавања проблема на развој позитивног односа према учењу природних наука резултати ове метаанализе су у складу са резултатима метаанализе за чију су израду коришћени радови који су објављени у периоду од 1970. до 1992. године (Vernon & Blake, 1993), као и резултатима метаанализа у оквиру којих

су коришћени радови објављени до 2010. године (Demirel & Turan, 2010), односно 2015. године (Demirel & Daguay, 2016), при чему су у оквиру све три метаанализе такође израчунате мале средње вредности ES. Резултати ове метаанализе потврђују и резултате претходно поменуте метаанализе (Demirel & Turan, 2010), по питању утицаја методе учења путем решавања проблема на развој саморегулације учења природних наука, која је такође установила малу средњу вредност ES у вези са овом проблематиком.

### Закључак

Резултати ове метаанализе указују да примена методе учења путем решавања проблема има изражен и брзо уочљив позитиван ефекат, по питању подстицања бољег разумевања градива природних наука и бољих академских постигнућа ученика у овој области, у односу на традиционалну рецептивну наставу, док се у погледу развоја саморегулације учења природних наука и позитивнијег односа ученика према природним наукама већи позитивни помаци могу очекивати приликом дуже континуиране примене ове методе у настави. Због тога би у будућности било пожељно установити на који начин

се примена методе учења путем решавања проблема у настави природних наука може унапредити и модификовати, како би позитивни ефекти њене примене и на овим пољима били већи и израженији у краћем временском року. Такође би од значаја било да се за сваку појединачну област природних наука прикупе одговарајући научни радови како би се спровеле метаанализе о ефектима примене методе учења путем решавања проблема у оквиру сваке од њих. Иако је број радова који су коришћени за израду ове метаанализе релативно мали, а истраживања која су у њима описана потичу из различитих научних дисциплина, њени резултати недвосмислено указују на то да се применом методе учења путем решавања проблема могу превазићи неки од најзначајнијих изазова везаних за наставу природних наука. Имајући у виду да су претходна истраживања показала да је учење путем решавања проблема у нашој земљи слабије заступљено у настави појединих природних наука, као што су хемија (Trivić et al., 2011) и биологија (Nikolić, 2018), резултати ове метаанализе указују да би чешћа и дуготрајнија примена ове методе могла значајно да унапреди квалитет наставе природних наука у нашим школама.

### Литература

- Aidoo, B., Boateng, S. K., Kissi, P. S. & Ofori, I. (2016). Effects of Problem-Based Learning on Students' Achievement in Chemistry. *Journal of Education and Practice*. 7 (33), 103–108.
- Akinoglu, O. & Tandogan, R. O. (2007). The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 3 (1), 71–81. DOI: 10.12973/ejmste/75375.
- Atan, H., Sulaimna, F. & Idrus, R. M. (2005). The effectiveness of problem-based learning in the web-based environment for the delivery of an undergraduate physics course. *International Education Journal*. 6 (3), 430–437.
- Ausubel, P. D. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge – A Cognitive View*. Dordrecht – Boston – London: Kluwer Academic Publishers.
- Batdi, V. (2004). A meta-analysis study comparing problem based learning with traditional instruction. *Electronic Journal of Social Sciences*. 13 (5), 346–364.



- Benli, E. & Sarikaya, M. (2012). The investigation of the effect of problem based learning to the academic achievement and the permanence of knowledge of prospective science teacher: the problem of the boiler stone. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 46, 4317–4322. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.06.24
- Bilgin, I., Senocak, E. & Sozbilir, M. (2009). The Effects of Problem-Based Learning Instruction on University Students' Performance of Conceptual and Quantitative Problems in Gas Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 5 (2), 153–164. DOI: 10.12973/ejmste/75267
- Cakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implication for science pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental and Science Education*. 3 (4), 193–206.
- Celik, P., Onder, F. & Silay, I. (2011). The effects of problem based learning on the students' success in the physics course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 28, 656–660. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.11.124
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*. 112 (1), 155–159. DOI: 10.1037/0033-2909.112.1.155.
- DeCoster, J. (2004). *Meta-analysis Notes*. Retrieved May 15, 2018. from www: <http://www.stat-help.com/notes.html>.
- Demirel, M. & Dagyar, M. (2016). Effects of problem-based learning on attitude: a meta-analysis study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 12 (18), 2115–2137.
- Demirel, M. & Turan, A. (2010). The effects of problem based learning on attitude, metacognitive awareness and motivation. *Hacettepe University Journal of Education*. 38, 55–66.
- Elkind, D. (2004). The Problem with Constructivism. *The Educational Forum*. 68 (4), 306–312. DOI: 10.1080/00131720408984646.
- Folashade, A. & Akinbobola, A. O. (2009). Constructivist Problem Based Learning Technique and the Academic Achievement of Physics Students with Low Ability Level in Nigerian Secondary Schools. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*. 1 (1), 45–51.
- Galand, B., Frenay, M. & Raucant, B. (2012). Effectiveness of Problem-Based Learning in Engineering Education: A Comparative Study on Three Levels of Knowledge Structure. *International Journal of Engineering Education*. 28 (4), 939–947.
- Gibjels, D., Douchy, F., Van den Bossche, P. & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: a meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*. 75 (1), 27–61.
- Gurses, A., Dogar, C. & Geyik, E. (2015). Teaching of the Concept of Enthalpy Using Problem Based Learning Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 197, 2390–2394. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.07.298.
- Hacieminoglu, E. (2015). Elementary School Students' Attitude toward Science and Related Variables. *International Journal of Environmental & Science Education*. 11 (2), 35–52. DOI: 10.12973/ijese.2016.288a.
- Hacieminoglu, E., Yilmaz-Tuzun, O. & Ertepinar, H. (2009). Investigating elementary students' learning approach, motivational goals and achievement in science. *Hacettepe University Journal of Education*. 37, 72–83.
- Horak, A. K. & Galluzzo, G. R. (2017). Gifted Middle School Students' Achievement and Perceptions of Science Classroom Quality During Problem-Based Learning. *Journal of Advanced Academics*. 28 (1), 28–50. DOI: 10.1177/1932202X16683424.
- Inel, D. & Balim, A. G. (2010). The effects of using problem-based learning in science and technology teaching upon students' academic achievement and levels of structuring concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 11 (2), 1–23.

- Iqbal, S., Khalid, M. I. & Khalid, S. (2017). Effectiveness of Problem-Based Learning Approach on Students Achievement in Subject of Science at Elementary Level. *Journal of Elementary Education*. 27 (1), 95–105.
- Ivić, I., Pešikan, A., Antić, S. (2001). *Aktivno učenje 2*. Beograd: Institut za psihologiju.
- Kim, N. J., Belland, B. R. & Walker, A. E. (2017). Effectiveness of computer-based scaffolding in the context of problem-based learning for stem education: Bayesian meta-analysis. *Educational Psychology Review*. 30 (2), 397–429.
- Koray, O. & Koray, A. (2013). The effectiveness of problem-based learning supported with computer simulations on reasoning ability. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 106, 2746–2755. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.12.315.
- Linn, M. C., Clark, D. & Slotta, J. D. (2003). WISE design for knowledge integration. *Science Education*. 87 (4), 517–538. DOI: 10.1002/sce.10086.
- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*. 47, 517–538. DOI: 10.1002/tea.20347.
- Nikolić, N. T. (2018). Kvalitet problemski orijentisane nastave i postignuće učenika. *Inovacije u nastavi*. 31 (4), 1–14. DOI: 10.5937/inovacije1804001N.
- Oh, P. S. & Yager, R. E. (2004). Development of Constructivist Science Classrooms and Changes in Student Attitudes toward Science Learning. *Science Education International*. 15 (2), 105–113.
- Pintrich, P. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In: Boekaerts, M., Pintrich, P. & Zeidner, M. (Eds.). *Handbook of self-regulation* (452–501). San Diego, CA: Academic Press.
- Selcuk, G. S. & Caliskan, S. (2010). A small-scale study comparing the impacts of problem-based learning and traditional methods on student satisfaction in the introductory physics course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2, 809–813. DOI: 10.1016/j.sbspro.2010.03.108.
- Selcuk, G. S., Caliskan, S. & Sahin, M. (2013). A Comparison of Achievement in Problem-Based Strategic and Traditional Learning Classes in Physics. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*. 4 (1), 154–164.
- Sindelar, T. (2010). *The effectiveness of problem-based learning in the high school science classroom* (master's thesis). Wichita, KS: Wichita State University.
- Stojaković, O. (2005). Problemska nastava. *Obrazovna tehnologija*. 3-4, 72–89.
- Sungur, S. & Tekkaya, C. (2006). Effects of Problem-Based Learning and Traditional Instruction on Self-Regulated Learning. *Journal of Educational Research*. 99 (5), 307–317. DOI: 10.3200/JOER.99.5.307-320.
- Sungur, S., Tekkaya, C. & Geban, O. (2006). Improving achievement through problem-based learning. *Journal of Biological Education*. 40 (4), 155–160. DOI: 10.1080/00219266.2006.9656037.
- Tarhan, L. & Acar-Sesen, B. (2013). Problem Based Learning in Acid and Bases: Learning Achievements and Students' Beliefs. *Journal of Baltic Science Education*. 12 (5), 565–578.
- Tosun, C. & Senocak, E. (2013). The Effects of Problem-Based Learning on Metacognitive Awareness and Attitudes Toward Chemistry of Prospective Teachers with Different Academic Backgrounds. *Australian Journal of Teacher Education*. 38 (3), 61–73. DOI: 10.14221/ajte.2013v38n3.2.

- Trivić, D., Lazarević, E., Bogdanović, M. (2011). Postignuće učenika i nastava hemije. U: Gašić Pavišić, S. i Stanković, D. (ur.). *TIMSS 2007 u Srbiji* (97–145). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.
- Uce, M. & Ates, I. (2016). Problem-based Learning Method: Secondary Education 10<sup>th</sup> Grade Chemistry Course Mixture Topics. *Journal of Education and Training Topics*. 4 (12), 30–35. DOI: 10.11114/jets.v4i12.1939.
- Vernon, D. T. & Blake, R. L. (1993), Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*. 68 (7), 550–563.
- Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: a meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*. 32 (4), 387–398. DOI: 10.1002/tea.3660320407.
- Wulansari, N. T., Sutrisna, P. G. & Dharmapatni, N. W. K. (2018). Effectiveness of Problem-Based Learning Model toward Biology Learning Outcomes. *SHS Web of Conferences*. 42, 1–5. DOI: 10.1051/shsconf/20184200011.
- Zajnilagić-Hajrić, M., Šabeta, A. & Nuić, I. (2015). The effects of problem-based learning on students' achievements in primary school chemistry. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*. 44, 17–22.
- Zimmerman, B. (2000). Attaining self-regulated learning: A social-cognitive perspective. In: Boekaerts, M., Pintrich, P. & Zeidner, M. (Eds.). *Handbook of self-regulation* (452–501). San Diego, CA: Academic Press.

### **Summary**

*The aim of this paper was to compare the effectiveness of the problem-based teaching method with traditional receptive teaching in the field of natural sciences. Bearing in mind the most frequent problems pupils are faced with when learning natural sciences, and that these problems are mainly the consequence of traditional receptive teaching, four research hypotheses have been proposed in the paper: compared to the traditional receptive teaching, problem-based teaching method promotes better understanding of the academic content of natural sciences (H1), a more positive attitude of students toward natural sciences (H2), better self-regulation of the learning of natural sciences (H3), and a better academic achievement of students in the field natural sciences (H4). The academic achievement of students in the field of natural sciences was considered solely as a quantitative aspect of students' performance, which is why understanding, as one of the levels of qualitative aspect of students' performance, was considered in a separate hypothesis. In order to verify these hypotheses, meta-analysis was conducted. For the purpose of conducting this meta-analysis, the results obtained from 23 scientific papers were used to calculate corresponding mean values of ES for each of the hypotheses. On the basis of the calculated mean values of ES, all four hypotheses, as well as the great potential of the problem-based method to improve the quality of teaching in the field of natural sciences, have been verified.*

**Keywords:** *problem-based learning, receptive teaching, natural sciences, meta-analysis.*