

## ПОСТИГНУЋА УЧЕНИКА У ОБЛАСТИ ХЕМИЈЕ ПРЕМА ИНДИКАТОРИМА ЗА СТВАРАЛАШТВО У ОБРАЗОВНОЈ ПАРАДИГМИ ТРОЛИСТ\*

*Драгица Д. Тривић\*\* и Весна Д. Милановић*

Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Београд, Србија

*Јасмина Шефер*

Институт за педагошка истраживања, Београд, Србија

*Апстракт.* Циљ овог истраживања је да се у области учења хемије испита могућа примена индикатора стваралачког мишљења преузетих из концепције *Тролист* у вредновању постигнућа ученика, утврђивању потенцијала за креативни развој и усмеравању даљег рада. Овим би настава хемије допринела подстицању креативних способности ученика које су неопходне у модерном свету брзих промена. Поставља се питање да ли индикатори стваралачког мишљења могу да послуже за евалуацију постигнућа ученика у ситуацији решавања отворених задатака у области хемије и какве резултате постижу ученици. Узорак у истраживању чини 97 ученика осмог разреда из две основне школе у Београду. Истраживање је реализовано на крају осмог разреда школске 2016/17. године, пошто је обрађен целокупан наставни програм из хемије за основну школу. Конструисан је и примењен одговарајући тест постигнућа. Добијени резултати показују да је велики број (30%) ученика у стању да формулише више прихватљивих одговора на задати проблем отвореног типа, што карактерише дивергентно мишљење у природним наукама. Налаз је утолико значајнији јер ученици из овог узорка нису у претходној настави имали сличну врсту захтева и искуства. То указује да постоји значајан потенцијал за развијање креативног мишљења који би могао да се покрене уколико би ученици чешће решавали отворене задатке.

*Кључне речи:* креативно мишљење у природним наукама, дивергентно мишљење, настава хемије, индикатори за стваралачко мишљење.

\* *Напомена.* Чланак представља резултат рада на пројекту *Од подстицања иницијативе, сарадње и стваралаштва у образовању до нових улога и идентитета у друштву* (бр. 179034) чију реализацију финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

\*\* E-mail: [dtrivic@chem.bg.ac.rs](mailto:dtrivic@chem.bg.ac.rs)

Савремено образовање би требало да оспособљава младе генерације за решавање нових и изазовних проблема и да им на тај начин омогући конструисање знања и развијање способности потребних за прилагођавање захтевима у свету који се убрзано мења. Школа би требало да охрабрује младе да мисле на иновативан начин, да би касније, на основу разумевања процеса у савременом свету и коришћења информација, били способни да идентификују нове проблеме, продукују различите идеје и стварају оригиналне производе.

### *Креативно мишљење*

Три важне манифестације креативности су: креативна особа, креативни продукт и креативни процес (Barry, 2005). Креативни процес подразумева мишљење и активности креативне особе и резултира у оригиналном продукту (Barry & Kanematsu, 2008).

*Креативни појединци* показују радозналост, постављају различита питања, независни су у размишљању, често преузимају ризик и више користе интуицију (Westby & Dawson, 1995). Друштвено окружење има велики утицај на креативност појединца, може да му пружи подстрек за даља креативна остварења или да осујети развој (Feldman, 1999).

У *креативном процесу*, којим ћемо се бавити у овом раду, кључно је дивергентно мишљење које је асоцијативно и карактерише га флуентност, флексибилност и оригиналност идеја (Guilford, 1973). Из широког опсега могућих различитих идеја могу проистећи оригинална и вредна решења (Craft, 2005). Дивергентно мишљење се разликује од конвергентног мишљења, које је такође важна компонента креативности, подразумева ангажовање логичког и критичког мишљења и односи се на процену адекватности идеје за решавања проблема. Дивергентно мишљење је стално допуњавано логичким и критичким мишљењем (нарочито у ситуацији решавања научних проблема којима се овде бавимо) и има аналитички и селективни карактер.

Уколико решавање проблема покрене процес дивергентног мишљења (а то се дешава приликом решавања отворених проблема), исход ће бити спектар различитих решења, која својим бројем, различитошћу и необичношћу добијају статус *креативног продукта*.

### *Подстицање креативности у настави природних наука*

Дивергентно и критичко мишљење требало би да буде укључено у учење и курикулум у свим предметима, посебно у природним наукама (Salim, Algaferi & Ismail, 2014). Упркос тежњама различитих реформи образовања, истраживања указују да наставници не подстичу креативно мишљење код својих ученика (Smith, 2006), као и да се том питању не посвећује довољно пажње у образовању наставника. Истраживање које

је изведено са студентима, будућим наставницима природних наука, показало је да они у наставном процесу не препознају значајне могућности за креативно мишљење ученика, маштовиту обраду научних информација, конструкцију и проверавање објашњења (Newton & Newton, 2009).

Како наставници природних наука могу да подстичу и подржавају оригиналне одговоре ученика?

*Отворени задаци.* Експлицитно информисање о природи креативности и стратегијама креативног мишљења не може да замени позитивно лично искуство ученика када одговарају на питања отвореног типа. Отворени задаци не захтевају само познавање чињеница, већ дивергентно, а затим и логичко аналитичко мишљење. Ови облици мишљења манифестују се кроз дефинисање и редефинисање проблема и генерисање идеја за њихово решавање. Отворени задаци дају слободу. Нема страха од грешке која је дозвољена, а на тај начин се јача самопоуздање ученика (Sternberg & Williams, 1996). Задаци се могу варирати на петостепеној скали од затворених, где постоји само један тачан одговор – тип 1, преко полуотворених – тип 2 и 3, где постоји више метода и решења, до отворених – тип 4 и 5 који у највећој мери подстичу дивергентно мишљење јер се очекује да ученик смисли метод и решење које није унапред познато, а често и да сам формулише проблем (Shiever & Maker, 1997). Отворени задаци, у којима се ангажује дивергентно-асоцијативно и логичко и критичко мишљење, могу да обухвате генерисање и тестирање хипотеза у истраживачком раду, затим решавање животних проблема, а њихова вишезначност и мултиперспективност лакше се сагледава у групи где су могућа различита становишта. Евалуација рада, међутим, подразумева углавном ангажовање критичког и логичког апарата.

*Истраживачки задаци и експериментисање.* Креативност ученика се подстиче и њиховим ангажовањем у истраживачком раду (Storley & Urban, 2000) јер се током истраживачког рада такође решавају отворени, односно непознати задаци, који покрећу не само логичко и критичко, већ и дивергентно мишљење. Различите студије су показале да су ученици, који су током школовања имали искуство у самосталном планирању и извођењу експеримената, касније показали већу креативност у професионалном животу (Mumford *et al.*, 2005; Parloff, Datta, Kleman & Handlon, 1968; Segal, Busse & Mansfield, 1980). Дивергентно мишљење се посебно манифестује приликом генерисања хипотеза и осмишљавања начина за њихово тестирање, као и приликом интерпретације добијених резултата (Torrance, 1988). Међутим, у креативном процесу развијање идеја подразумева стално укрштање дивергентног и конвергентног мишљења (Urban, 1991), које врши селекцију из широког спектра почетних асоцијација логички их усклађујући са захтевима задатка.

*Решавање животних проблема.* Отворени проблеми најчешће се појављују у животном контексту у коме немамо увек све податке, па је за њихово решавање такође потребан креативни облик понашања (Overton, Potter & Leng, 2013; Park & Seung, 2008).

*Групни задаци.* Проблеми се могу успешно решавати у групи кроз дискусију. Размена мишљења помаже да се проблем сагледа из различитих углова што је карактеристика дивергентног мишљења, односно флексибилности, као њеног индикатора. Кроз размену идеја и вербализацију својих мисли ученици такође развијају свест и контролу над сопственим мисаоним процесима и стратегијама за решавање проблема што је у вези с ангажовањем логичког и критичког мишљења.

*Евалуација сопственог мишљења.* Да би били способни да вреднују сопствено мишљење и мењају начин размишљања, прво је потребно да ученици знају како да примене претходно знање и разумевање (Nogris, 1985) приликом решавања проблема. Постоји сагласност око тога да се ангажовање логичког и критичког мишљења огледа у анализирању, синтетизовању и евалуирању информација потребних приликом решавања проблема (Dixon *et al.*, 2004), као и у преиспитивању стратегија мишљења.

### *Праћење развоја креативног потенцијала и постигнућа ученика према критеријумима приступа Тролист*

Проверавање постигнућа, односно продукта рада ученика има примарну улогу у пружању повратне информације о напредовању ученика, као и у планирању предстојећих активности у наставном процесу. Кроз проверавање ученици уочавају коју врсту информација, ниво разумевања и тип мишљења наставник сматра важним, што утиче на начин како ће ученик даље учити и напор који ће уложити у учење (Ye & Lewis, 2014). За праћење напредовања ученика најпогодније је комбиновање различитих начина проверавања, у оквиру којих ученици могу спознати своје јаке и слабе стране (Rase, 2003). Приликом проверавања, међутим, наставници обично не вреднују креативни допринос ученика у решавању задатака. Резултати истраживања показују да је чак половина наставника сматрала да се испољавање креативности не може пратити (Cachia & Ferrari, 2010). Очигледно да праћење исхода подстицања креативног мишљења ученика представља препреку за многе наставнике и истраживаче. Наш курикулум представља додатни проблем за подстицање креативног мишљења у учионици зато што углавном садржи примере који не подразумевају креативни приступ, већ репродуктивне активности (Semmler & Pietzner, 2017; Tomasevic & Trivic, 2014) приликом решавања задатака затвореног типа.

Да бисмо наставнике подстакли да прате развој креативног мишљења и постигнућа ученика, потребно је конкретизовати критеријуме, однос-

но одредити индикаторе за вредновање креативности ученика. На основу индикатора прилагођених одређеној научној дисциплини (Liang, 2002) наставник би могао да оцени креативно понашање на часу, као и постигнуће ученика и да тако одреди добит коју ученици имају од подстицања креативности у настави (DeNaan, 2009). Да бисмо успешно подстицали креативно или, конкретније, дивергентно мишљење ученика, које представља надградњу, неопходно је прво испунити предуслове као што су конторола меморије и инхибиторних фактора, и фокусирања на проблем (DeNaan, 2009). Евалуирање постигнућа ученика требало би да се односи не само на основне информације и појмове, већ и на индикаторе стваралачког мишљења и способности ученика да појмове користе комбинуюјући их и надграђујући.

Учење хемије укључује повезивање макро, микро и симболичког нивоа разумевања којим је садржај представљен у настави (Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1988; Gabel, 1999; Nakhleh, 1992). Формирање хемијских појмова захтева менталне процесе којима се повезују опажена својства супстанци са њеном структуром (која се не може опажати), тј. честицама које граде супстанцу и интеракцијама између њих. У представљању својстава супстанци и њених промена користе се хемијски симболи, формуле и хемијске једначине које имају квалитативна и квантитативна значења. Од ученика се очекује да уоче основне идеје и принципе хемије као науке. Млађим ученицима је посебно тешко да размишљају о структури супстанце (субмикроскопски ниво) и да на том нивоу интерпретирају својства и промене супстанци које макроскопски опажају (Stamovlasis, Kouraios & Parageorgiou, 2015). Учење хемије претпоставља разумевање њеног језика, који обухвата успешно коришћење научних термина и познавање основних појмова, хемијских симбола, формула и једначина; подразумева способност да се ови термини и симболи исправно напишу, прочитају, опишу и користе приликом решавања проблема. Учење језика науке основа је за разумевање природе предмета, научног резонавања у одређеној дисциплини и решавања проблема (Cassels & Johnstone, 1984).

С обзиром на компликован симболички језик у хемији, претпоставка је да ће ученицима бити тешко да продукују велики број разноврсних и јединствених решења приликом израде отворених задатака, односно да ће бити тешко да се подстакне њихово дивергентно мишљење у овој области. Сваки ученик у школи, међутим, има право да у сваком предмету развија своје креативне способности у мери својих потенцијала, без обзира на наставак образовања и каснију професионалну оријентацију, што је био један од разлога за покретање овог истраживања. Произлази да је, поред савладавања основних појмова и језика хемије, подстицање дивергентног мишљења и у овој области значајно за развијање стваралачких способности свих ученика и њиховог функционисања на вишим когнитивним нивоима постигнућа.

У овом раду повезујемо неколико сегмената проблема: (1) вредновање нивоа стваралачког (дивергентног и логичко критичког) мишљења ученика, преко (2) оцењивања одговарајућих карактеристика њихових продуката/постигнућа у настави манифестованих приликом решавања различитих типова задатака, а на основу (3) индикатора преузетих из дела концепције *Тролиста* (Šefer i Mirkov, 2016). Овај педагошки приступ развијен је за подстицање иницијативе, сарадње и стваралачког рада у нашем образовању. *Тролист* обједињује претходно изложене теорије и истраживачке налазе у јединствени систем. Посебно наглашава развој креативног мишљења и понашања ученика као један од три најзначајнија васпитнообразовна циља. Ова компонента у оквиру *Тролиста* дефинисана је низом индикатора преузетих из теорије о дивергентном мишљењу (Guilford, 1973) и модела отворених задатака (Shiever & Maker, 1997). Индикатори представљају ослонце за препознавање и вредновање креативног постигнућа ученика на задацима отвореног типа у настави хемије.<sup>1</sup>

## ЦИЉ, ПРОБЛЕМ И ИСТРАЖИВАЧКО ПИТАЊЕ

Циљ је да се у области учења хемије испита могућа примена индикатора стваралачког мишљења преузетих из концепције *Тролист*, ради вредновања постигнућа ученика, утврђивања њихових потенцијала за креативни развој у овој области и усмеравања њиховог даљег рада. Овим би настава хемије допринела општем развоју креативних способности ученика које су неопходне у модерном свету брзих промена.

Дивергентно мишљење ученика приликом решавања отворених задатака из хемије, уз допринос логичког и критичког мишљења, представља кључни проблем овог истраживања. Дивергентно мишљење је дефинисано преко индикатора (Guilford, 1973) као што су: (1) велики

<sup>1</sup> Иницијатива, сарадња и стваралаштво у педагошком приступу *Тролист* разматрају се као процесни циљеви образовања, према којима би млади требало да граде свој идентитет и оспособљавају се за успешно укључивање у живот у савременом свету, за професионални развој и пружање доприноса развоју друштва (Komlenović i Šefer, 2013; Šefer i Radišić, 2012; Šefer i Ševkušić, 2012; Šefer, Stanković, Đerić i Džinović, 2015). Иницијатива се односи на спремност и мотивисаност појединца (унутрашња мотивација) да активно решава проблеме и тако унапређује квалитет личног и друштвеног живота. Конструисање знања кроз сарадњу са наставником и вршњацима требало би да буде основ разумевања света и себе у том свету, као и основ за интеракцију са њим. У процесу учења кроз интеракцију наставних ситуација и унутрашњег менталног света ученика требало би да се трансформишу претходна схватања и стварају нове мисаоне структуре (креативност, конструктивизам) због прилагођавања променама средине (уравнотежавање), али и грађења личног значења у вези с разматраним садржајима како би се створила основа и за будуће мењање средине. То укључује не само когнитивни већ и емоционално-социјални ангажман личности, која би требало да постане осетљивија, ангажованија и отворенија.

број идеја (флуентност) и (2) разнолике идеје, односно сагледавање проблема из различитих углова и различити приступи решењу (флексибилност). Приликом решавања проблема може се доћи и до најелитнијег индикатора дивергентног мишљења који се односи на генерисање јединствених и нестереотипних идеја (оригиналност), чак иако то задатком није експлицитно тражено.

Ови индикатори су препознатљиви у петочланом моделу варирања задатака према степену отворености – структурираности (Shiever & Maker, 1997; Табела 1). У том моделу задаци варијају од типа 1 (потпуно затворен, конвергентан: познат је проблем и начин решавања, очекује се једно тачно решење) до типа 5 (потпуно отворен, дивергентан: проблем поставља ученик, налази начине за решавање и могућа решења од којих нека могу бити изван уобичајног искуства). Реч је о задацима који имају више могућих приступа решавању проблема, и/или више могућих решења, задацима у којима се очекује да се измисле нови приступи и решења, и задацима у којима ученик сам формулише проблем и поставља питање на које жели да пружи одговор (Табела 1).

*Табела 1: Задаци према степену отворености у моделу Шивер и Мејкер (Shiever & Maker, 1997)*

ТИП 1	ТИП 2	ТИП 3	ТИП 4	ТИП 5
проблем дат метода дата решење једно	проблем дат бира методе решење једно	проблем дат бира методе бира решења	проблем дат смишља методе смишља решења	поставља проблем смишља методе смишља решења

Задаци већег степена отворености у већој мери ангажују дивергентно мишљење приликом решавања проблема за разлику од задатака мањег степена отворености. Отворенији (дивергентнији) или мање структурирани задаци захтевају стварање већег броја различитих идеја, односно флуентност и флексибилност мишљења, а идеје су оригиналне уколико су удаљене од типичног искуства ученика. Иако у овим задацима доминира дивергентно мишљење, у процесу учествује и логичко и критичко мишљење, посебно у тренуцима када ученик испитује адекватност неког решења.

Затворенији (конвергентнији) задаци у мањој мери ангажују дивергентно мишљење. Њихово решавање се заснива на репродукцији или меморисању, уколико се ради о најједноставнијим задацима, или на логичком мишљењу и закључивању, уколико су задаци сложенији (састављени из више једноставних затворених задатака), али без учешћа дивергентног мишљења.

Задаци који се односе на надградњу и усавршавање познатог приступа или решења подразумевају мисаоне процесе елаборирања или

трансформисања (обогаћивање решења детаљима или преображавање датих знања варирањем). То су затворени задаци чије се решавање заснива пре свега на логичком и критичком мишљењу, а у извесној мери и у неким фазама на додатном доприносу дивергентног мишљења.

Истраживачки задаци су отворени, али подразумевају стално комбиновање дивергентних процеса мишљења, нарочито у фази постављања хипотеза и интерпретације података, као и логичких, критичких конвергентних процеса мишљења приликом планирања истраживачког рада и тестирања хипотеза.

Постављена су следећа истраживачка питања.

- (1) Да ли се индикатори дивергентног мишљења из *Тролиста* могу регистровати у понашању ученика приликом решавања отворених задатака из хемије?
- (2) Да ли индикатори могу послужити за евалуацију школског постигнућа ученика у овој области?
- (3) Какве резултате на појединим индикаторима постижу ученици приликом решавања отворених задатака, који покрећу, пре свега, дивергентно мишљење, карактеристично за креативне процесе?

## МЕТОДОЛОГИЈА

*Узорак.* У истраживању је учествовало 97 ученика из четири одељења осмог разреда две основне школе у Београду које су случајно изабране. Према опремљености, условима рада и образованости наставника, оне одговарају просеку. Истраживање је реализовано на крају осмог разреда школске 2016/17. године, када су сви наставни садржаји из предвиђеног наставног програма хемије обрађени. Тестирање – задавање отворених задатака, трајало је један школски час (45 минута).

Управа сваке школе и наставници хемије били су упознати са циљем и начином реализације истраживања и дали су своју сагласност. Ученици су добровољно учествовали у истраживању, а постигнуће на тесту није утицало на оцене из хемије. Наставници који раде у школама у којима је реализовано тестирање проценили су да су сви наведени задаци у складу са наставним програмом хемије за основну школу.

*Инструмент.* За потребе истраживања конципиран је тест постигнућа, заснован на индикаторима који дефинишу отворене задатке, као и на индикаторима за дивергентно и логичко и критичко мишљење које се манифестује приликом њиховог решавања. Индикатори су преузети из концепције педагошког приступа *Тролист* и прилагођени оцењивању постигнућа у оквиру предмета Хемије. Задаци из теста дати су у Прилогу. Сви задаци у тесту су усклађени са важећим наставним програмом хемије за основну школу и образовним стандардима за крај обавезног образовања који су наведени у Табели 2 (Trivić i sar., 2010).



Табела 2: Образовни стандарди по нивоима за крај обавезног образовања

<b>Основни ниво</b>	<b>Средњи ниво</b>	<b>Напредни ниво</b>
Очекују се на крају основне школе код 80% ученика	Очекују се на крају основне школе код 50% ученика	Очекују се на крају основне школе код 25% ученика
<p>Ученик/ученица зна:</p> <p>ХЕ.1.1.3. на основу којих својстава супстанце могу да се разликују, којим врстама промена супстанце подлежу, као и да се при променама укупна маса супстанци не мења</p> <p>Ученик/ученица уме да:</p> <p>ХЕ.1.1.11. састави апаратуру и изведе поступак цеђења</p> <p>ХЕ.1.1.12. у једноставним огледима испита својства супстанци (агрегатно стање, мирис, боју, магнетна својства, растворљивост), као и да та својства опише</p> <p>ХЕ.1.2.8. докаже кисело-базна својства супстанци помоћу индикатора</p>	<p>Ученик/ученица уме да:</p> <p>ХЕ.2.1.5. изабере најпогоднији начин за повећање брзине растварања супстанце (повећањем температуре растварача, уситњавањем супстанце, мешањем)</p>	<p>Ученик/ученица уме:</p> <p>ХЕ.3.1.7. на основу својстава састојака смеше да изабере и изведе одговарајући поступак за њихово раздвајање</p> <p>ХЕ.3.1.8. да осмисли експериментални поступак према задатом циљу/проблему/питању за истраживање, да бележи и приказује резултате табеларно и графички, формулише објашњење/а и изведе закључак/е</p> <p>ХЕ.3.6.1. препозна питање/проблем које се може експериментално истражити</p> <p>ХЕ.3.6.2. постави хипотезе</p> <p>ХЕ.3.6.3. планира и изведе експеримент за тестирање хипотезе</p> <p>ХЕ.3.6.4. донесе релевантан закључак на основу резултата добијених у експерименталном раду</p>

Задаци из теста постигнућа постављени су на скали између конвергентног и дивергентног екстрема (Табела 3). Међутим, припадност задатка одређеној категорији модела који је претходно изложен у Табели 1 (Shiever & Maker, 1997) зависи и од тога како га интерпретира ученик који га решава. На пример, ако је ученик навео неколико решења и метода за решавање проблема у хемији – које произлазе из претходног искуства, онда би такав задатак био у нижој категорији него ако би смислио нова решења и приступе без претходног искуства.

*Табела 3: Припадност задатака одређеној категорији према степену отворености*

ТИП 1	ТИП 2	ТИП 3	ТИП 4	ТИП 5
Конвергентно мишљење	—————→		Дивергентно мишљење	
7.а), 7.б), 9.	1.	4, 6, 7.в1), 7.в2)	2, 3, 5.	8.

## РЕЗУЛТАТИ

Резултати тестирања су обрађени и приказани у Табели 4. Наведен је број и проценат ученика који су дали исправне односно смислене одговоре на захтеве појединих задатака, као и број и проценат ученика који нису решавали задатке.

Табела 4: Број и проценат ученика који су имали прихватљиве одговоре и оних који нису решавали задатак (број ученика у узорку 97)

Редни број задатка	Опис одговора	Тачан/смислен одговор		Без одговора	
		Број ученика	Процент	Број ученика	Процент
1.	Наведени поступци за:	17	17,5%		
	одвајање песка	24	24,7%	22	22,7%
	одвајање плуте	16	16,5%		
	одвајање кухињске соли	54	55,7%		
2.	одвајање опипљива гвожђа				
	Наведен један оглед	11	11,3%	54	55,7%
3.	Наведен један оглед	19	19,6%		
	Наведена два огледа	22	22,6%	22	22,7%
	Наведена три огледа	7	7,2%		
4.	Наведен један оглед	11	11,3%		
	Наведена два огледа	1	1,1%	56	57,7%
5.	Наведен један оглед	23	23,7%	33	34,0%
	Наведен један тачан одговор	55	56,7%		
6.	Наведена два тачна одговора	9	9,3%	17	17,5%
	Наведена три тачна одговора	5	5,1%		
	Написана формула $\text{CaCO}_3$	20	20,6%	62	63,9%
7.(a)	Написане формуле $\text{CaCO}_3$ и $\text{CaO}$	0	0,0%	71	73,2%
	Написана формула $\text{CaO}$	6	6,2%	68	70,1%
	Написана формула $\text{CaO}$	5	5,2%	68	70,1%

7.(б)	Тачна хемијска једначина	5	5,1%	64	66,0%
7.(в-1)	Добијање базе	4	4,2%	63	64,9%
7.(в-2)	Ослабађање топлоте	0	0,0%	67	69,1%
8.	Наведено једно својство и један оглед	22	22,7%	32	33,0%
	Наведена два својства и два огледа	13	13,4%		
	Наведена три својства и три огледа	11	11,3%		
	Наведена четири својства и четири огледа	5	5,2%		
	Наведено пет својстава и пет огледа	1	1,0%		
9.	Фазе у решавању задатка	50	51,5%	0	0,0%
	Корак 1.	18	18,6%	0	0,0%
	Корак 2.	35	36,1%	0	0,0%
	Корак 3.	11	11,3%	0	0,0%
	Корак 4.	10	10,3%	2	2,1%
	Корак 5.				

Табела 5: Примери типичних одговора на задатку 8 у којем су метод и решење отворени, а проблем само оквирно задат

Својство	Наведите да ли је својство физичко/хемијско	Опис огледа
Магнетно	Физичко	„Између магнета и опиљака гвожђа бих држао папир а затим бих приближио папир и магнет опиљцима. Ако се привуку на папир, магнетно својство је проверено”.
Корозивност	Хемијско	„Оставио бих парче гвожђа на место са пуно влаге. После неког времена на површини гвожђа ћу приметити формирање оксида гвожђа (рђа)”.
Електрична проводљивост	Физичко	„Направићу струјно коло тако да проводници буду од гвожђа. Када затворимо струјно коло и пустимо струју, сијалица ће светлети”.
Боја	Физичко	„Чулом вида бих одредио боју гвожђа”.
Густина	Физичко	„Измерио бих масу и запремину гвозденог предмета а затим израчунао густину”.
Агрегатно стање	Физичко	„Чулом вида и додира бих утврдио да гвожђе није у течном или гасовитом стању”.
Мирис	Физичко	„Чулом мириса утврдимо мирис гвожђа”.

## ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА

Први задатак је прилично затворен. Приликом решавања ученик се највише ослања на конвергентно мишљење (реч је о одређеним поступцима за раздвајање састојака задате смеше и ограничен је број различитих начина решавања), а решење је једно (раздвојени састојци задате смеше).

Други и трећи задатак су отворенији у односу на први. Ученици се мање ослањају на конвергентно мишљење, а више на дивергентно јер смишљају приступ и решења. Други задатак је решавало мање од половине ученика, а њих 11 је понудило по један смислен одговор. Иако није било више различитих одговора, дати одговори се, у односу на одговоре у 3. задатку, могу сматрати оригиналнијим, односно представљају оригиналне комбинације примене знања о својствима угљен-диоксида

која су на часовима обрађивана (ниједан одговор не садржи опис начина доказивања угљен-диоксида у реакцији са раствором калцијум-хидроксида који се наводи у уџбеницима хемије за основну школу):

„Издах бих мешао са водом све док плава лакмус хартија коју убацим у воду не промени боју у црвено (настаје киселина)”.

„Ако останемо дуже време у затвореној просторији ваздух ће остати загушљив што је и особина угљен-диоксида”.

„Један балон напуним хелијумом а други надувам издахом. Балон са хелијумом ће да лети а балон напуњен издахом који садржи угљен-диоксид пада на земљу јер угљен-диоксид има већу густину од ваздуха”.

Ученици су продуковали већи број идеја у трећем задатку, у коме је 29 ученика (30%) дало два или три тачна одговора. Одговори ученика се углавном односе на супстанце из свакодневног живота. То што су ученици дали више одговора указује да су флуентни у идејама и флексибилни у приступу. Неки од датих одговора се ипак понављају код различитих ученика указујући да их не можемо сматрати оригиналним:

„У једну чашу са водом бих убацио шећер у коцки а у другу ситан шећер”.

„По кашику шећера бих ставио у две чаше са водом. Једну од те две чаше бих мешао штапићем”.

„Сипао бих кухињску со у две чаше са водом, једну чашу бих загревао а другу не”.

У четвртм и петом задатку, као и у претходним задацима, испитивно је да ли ученици могу да реше проблем на различите начине. Ту се узгредно може регистровати и коришћење знања из других предмета. На четвртм задатку (проблем дат, метод и решење проблема ученици измишљају) један ученик је понудио два одговора, а оба су резултат примене знања са претходних часова.

„Сумпор је жуте боје, можда би у узорку који садржи сумпор била видљива жута боја у односу на узорке без сумпора”.

„У реакцији сагоревања сумпор даје оксид који плаву лакмус хартију боји у црвено. Запалила бих сумпор, помешала са водом и убацила плаву лакмус хартију у воду”.

У петом задатку (дефинисан проблем, а метод и решење треба измислити), 23 ученика су предложила само по један смислен одговор, али дати одговори указују на то да ученици могу да комбинују информације

са часова различитих предмета и да разматрају проблем из различитих перспектива. Неки од примера тих одговора су следећи:

„Током орања у земљиште се додаје креч”.

„Киселе кише настају тако што се ваздух загађује оксидима (азота и сумпора) који се због кише враћају на земљу и смањују рН земљишта. Треба наћи извор оксида који смањују рН земљишта и спречити даље загађивање ваздуха”.

„Користио бих ђубриво које у себи има амонијак”.

У шестом задатку је испитивано да ли ученици могу да модификују начин решавања проблема. Четрнаест ученика је навело два и три прихватљива одговора. Ученици су предлагали следеће замене за филтер хартију у апаратури за цеђење: парче тканине, папир из свеске, цеდიљка, газа, тоалет папир, убрус, папирне марамице, вата, филтер за кафу, чарапа, салвета, марама, кесица од чаја. Као и у трећем задатку, ученици су користили искуство из свакодневног живота. За наставну праксу важна је повратна информација да су они у стању да повежу садржаје из хемије са примерима из свакодневног живота и да на том повезивању заснивају модификовање начина решавања проблема.

У седмом задатку највећи број ученика није решавао захтеве под 7.(а) и 7.(б) у којима је доминантно конвергентно мишљење (проблем и метод дати, а решење је једно). Решење задатка се своди на коришћење хемијских формула и једначина. Мали број тачних одговора указује да хемијска симболика представља посебан проблем за ученике основне школе. У другом делу седмог задатка (захтеви под 7. в1 и 7. в2), од ученика се очекивало да разраде почетну идеју. Ученици су навели свега четири смислена одговора на први захтев, а ниједан прихватљив за други захтев. Разрада почетне идеје захтева боља основна знања ученика, али и искуство у решавању таквих захтева.

У осмом задатку, у коме је проблем само оквирно задат, а метод и решење треба измислити, испитивана су ученичка постигнућа која подразумевају ангажовање логичког и критичког мишљења, односно анализирање проблема, формулисање претпоставке, планирање и тестирања претпоставки. Формулисање различитих претпоставки може да представља отворен задатак који захтева ангажовање дивергентног мишљења. На овом задатку 52 ученика је дало смислене одговоре. Од тог броја њих 30 је предложило два и више решења (један ученик дао је пет решења), чиме су показали способност да дивергентно и истраживачки мисле и планирају. Примери типичних одговора су приказани у Табели 5.

Решавање деветог задатка се заснива на конвергентном мишљењу. Осим последњег корака, остале кораке у задатку настојали су да реше сви ученици. Више тачних одговора појављује се у почетним фазама

(корацима) огледа, а мање у каснијим фазама, што указује да усложњавање задатака утиче на опадање броја тачних одговора.

## ЗАКЉУЧАК

Истраживање је реализовано да бисмо помогли наставницима да пруже подршку ученицима у развијању креативне способности кроз учење хемије, тако што ћемо понудити одговор на питање како усагласити подстицање стваралачког понашања ученика, с једне стране, и оцењивање у оквиру наставних програма и стандарда, с друге стране. Вредновање креативног постигнућа ученика представља посебан изазов за нашу образовну праксу у којој се не оцењују дивергентна, већ само конвергентна постигнућа.

Резултати тестирања су показали да ученици могу да решавају отворене проблеме, односно да формулишу већи број одговора и различите одговоре, чак и када немају слично претходно искуство у настави хемије и покажу флуентност и флексибилност идеја – дивергентно мишљење. Поред могућности да пруже више различитих одговора, ученици су показали да могу да комбинују претходно стечено знање из хемије, да га повезују са свакодневним животом и на тај начин проналазе и оригиналне одговоре.

Показало се такође да је ученицима тешко да разраде почетну идеју и ту има најмање прихватљивих одговора, вероватно због недовољног предзнања. Појавили су се и проблеми у вези са писањем хемијских формула и једначина. Ученици су показали слабије резултате на затвореним, конвергентним задацима, иако су имали више претходног искуства у њиховом решавању.

Истраживање је показало да примена индикатора за стваралаштво и различитих типова задатака (преузето из *Тролиста*) могу послужити за евалуацију постигнућа ученика и да та евалуација може бити усаглашена са наставним програмом из хемије за основну школу и са предвиђеним образовним стандардима. Проверавање знања коришћењем различитих затворених и отворених задатака потпуно одражава природу хемије, резонавања и истраживачког рада у овој науци.

Резултати истраживања могу послужити у даљем развијању приступа који подржавају креативно мишљење ученика у настави природних наука и хемије, као и у праћењу и вредновању ефеката таквог рада преко вредновања постигнућа ученика на отвореним дивергентним задацима.



## Коришћена литература

- Barry, D. M. (2005). *Creative education project* (Seminar presentation at Suzuka National College of Technology (SNCT), Japan).
- Barry, D. M. & Kanematsu, H. (2008). *International program to promote creative thinking in chemistry in chemistry and science* (PDF Download Available). Retrieved February 5, 2017 from the World Wide Web <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED500317.pdf>
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. & Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry*, 25(3), 89–92.
- Cachia, R. & Ferrari, A. (2010). *Creativity in schools: A survey of teachers in Europe* (PDF Download Available). Luxembourg: Publications office of the European Union. Retrieved February 1, 2017 from the World Wide Web <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC59232.pdf>
- Cassels, J. R. T. & Johnstone, A. H. (1984). The effect of language on student performance on multiple choice tests in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 61(7), 613–615.
- Craft, A. (2005). *Creativity in schools. Tensions and dilemmas*. New York: Routledge.
- Cropley, A. J. & Urban, K. K. (2000). Programs and strategies for nurturing creativity. In K. A. Heller, F. J. Monks, R. Subotnik & R. Sternberg (Eds.), *International handbook of giftedness and talent, 2<sup>nd</sup> edition* (pp. 485–498). Oxford: Elsevier.
- DeHaan, R. L. (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science. *CBE – Life Sciences Education*, 8(3), 172–181.
- Dixon, F. A., Parter, K. A., Vine, H. M., JoWark, M., Williams, T., Hanchon, T. & Shobe, C. (2004). Teaching to their thinking: A strategy to meet the critical-thinking needs of gifted students. *Journal for the Education of the Gifted*, 28(1), 56–76.
- Feldman, D. H. (1999). The development of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 169–187). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548–554.
- Guilford, J. P. (1973). *Characteristics of creativity*. Retrieved February 5, 2017 from the World Wide Web <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED080171.pdf>
- Komlenović, Đ. i Šefer, J. (prir.) (2013). *Stvaralaštvo, inicijativa i saradnja u nastavnim predmetima – III deo*. Beograd: Institut za pedagoška istraživanja (CD).
- Liang, J. (2002). *Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan* (doctoral thesis. Retrieved February 5, 2017 from the World Wide Web <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/1100>
- Mumford, M. D., Connelly, M. S., Scott, G., Espejo, J., Sohl, L. M. Hunter, S. T. & Bedell, K. E. (2005). Career experiences and scientific performance: A study of social, physical, life, and health sciences. *Creativity Research Journal*, 17(2–3), 105–129.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191–196.
- Newton, D. P. & Newton, L. D. (2009). Some student teachers' conceptions of creativity in school science. *Research in Science & Technological Education*, 27(1), 45–60.
- Norris, S. P. (1985). Synthesis of research on critical thinking. *Educational Leadership*, 42(8), 40–45.
- Overton, T., Potter, N. & Leng, C. (2013). A study of approaches to solving open-ended problems in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 468–475.
- Park, S. & Seung, E. (2008). Creativity in the science classroom: Four strategies to help students think outside the box. *The Science Teacher*, 75(6), 45–48.
- Parloff, M. B., Datta, L., Kleman, M. & Handlon, J. H. (1968). Personality characteristics which differentiate creative male adolescents and adults. *Journal of Personality*, 36(4), 528–552.
- Race, P. (2003). *Designing assessment to improve Physical Sciences learning – exams*. Retrieved February 1, 2017 from the World Wide Web <https://www.heacademy.ac.uk/sys->

- tem/files/ps0069\_designing\_assessment\_to\_improve\_physical\_sciences\_learning\_march\_2009.pdf
- Salim, A., Al gafari, R. & Ismail, H. N. B. (2014). The effects of integrating creative and critical thinking on schools students' thinking. *International Journal of Social Science and Humanity*, 4(6), 518–525.
- Segal, S. M., Busse, T. V. & Mansfield, R. S. (1980). The relationship of scientific creativity in the biological sciences to predoctoral accomplishments and experiences. *American Educational Research Journal*, 17(4), 491–502.
- Semmler, L. & Pietzner, V. (2017). Creativity in chemistry class and in general – German student teachers' views. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(2), 310–328.
- Shiever, S. W. & Maker, S. J. (1997). Enhancement and acceleration: An overview and new directions. In N. Colangelo & J. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (pp. 113–126). Boston: Allyn & Bacon.
- Smith, T. H. (2006). Creativity research review: Some lessons for higher education. *Peer Review*, 8(2), 23–27.
- Stamovlasis, D., Kypraios, N. & Papageorgiou, G. (2015). A SEM model in assessing the effect of convergent, divergent and logical thinking on students' understanding of chemical phenomena. *Science Education International*, 26(3), 284–306.
- Sternberg, R. J. & Williams, W. M. (1996). *How to develop student creativity*. Alexandria, VA, USA: Association for Supervision & Curriculum Development.
- Šefer, J. i Mirkov, S. (2016). Efekti pedagoškog pristupa trojst na podsticanje stvaralačkog ponašanja učenika. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 48(2), 207–230.
- Šefer, J. i Radišić, J. (prir.) (2012). *Stvaralaštvo, inicijativa i saradnja: implikacije za obrazovnu praksu – II deo*. Beograd: Institut za pedagoška istraživanja. Retrieved September 1, 2017 from the World Wide Web <http://www.ipisr.org.rs/Upload/Dokumenta/Strane/SIS%202.pdf>
- Šefer, J., Stanković, D., Đerić, I. i Džinović, V. (ur.) (2015). *Pedagoški pristup Trojst: podsticaj za saradnju, stvaralaštvo i inicijativu – priručnik za škole*. Beograd: Institut za pedagoška istraživanja i Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja.
- Šefer, J. i Ševkušić, S. (prir.) (2012). *Stvaralaštvo, inicijativa i saradnja: novi pristup obrazovanju, I deo*. Beograd: Institut za pedagoška istraživanja. Retrieved September 1, 2017 from the World Wide Web <http://www.ipisr.org.rs/Upload/Dokumenta/Strane/SIS%201.pdf>
- Tomasevic, B. & Trivic, D. (2014). Creativity in teaching chemistry: How much support does the curriculum provide? *Chemistry Education Research and Practice*, 15(2), 239–252.
- Trivić, D., Jankov, R., Randelović, M., Vukotić, V., Marković, M., Kovačenić, R. i Nikolić, M. (2010). *Obrazovni standardi za kraj obaveznog obrazovanja za nastavni predmet HEMIJA*. Beograd: Ministarstvo prosvete Republike Srbije i Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja.
- Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in its testing. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 43–75). New York: Cambridge University Press.
- Urban, K. K. (1991). Recent trends in creativity research and theory in Western Europe. *European Journal of High Ability*, 1(1), 99–113.
- Westby, E. L. & Dawson, V. L. (1995). Creativity: Asset or burden in the classroom? *Creativity Research Journal*, 8(1), 1–10.
- Ye, L. & Lewis, S. (2014). Looking for links: Examining student responses in creative exercises for evidence of linking chemistry concepts. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 576–586.

Примљено 14.9.2017; прихваћено за штампу 27.12.2017.

## ПРИЛОГ

### Задаци са теста постигнућа

1. Предложи поступке за раздвајање састојака смеше песка, плуте, опиљака гвожђа и кухињске соли.
2. Предложи огледе којима би доказао/ла угљен-диоксид у издаху човека.
3. Предложи огледе којима се може утврдити шта утиче на брзину растварања супстанци у води.
4. На столу се налазе три узорка земљишта, ископана на различитим местима. Предложи огледе за доказивање сумпора у тим узорцима.
5. Киселе кише смањују рН вредност земљишта и тако негативно утичу на раст цвећа у башти. Предложи начине за повећање рН вредности земљишта.
6. Поступак цеђења се изводи у апаратури приказаној на слици.



Ако у школској лабораторији недостаје филтер хартија, шта се може користити као замена?

7. Милош је загревао парче калцијум-карбоната у лончићу за жарење. У табели је записао укупну масу лончића и његовог садржаја, измерену пре почетка загревања, а затим је мерио масу и записивао вредност на свака два минута.
  - (а) Напиши у табели формуле супстанци које се у наведеним временима налазе у лончићу.

Време (минути)	0	2	4	6
Укупна маса лончића и супстанце (g)	22,00	21,44	21,12	21,12
Формуле супстанци у лончићу				

- (б) Напиши једначину хемијске реакције коју је извео Милош.
  - (в) Предложи оглед којим се може испитати да ли се током реакције једног од производа насталог жарењем калцијум-карбоната:
    - (1) добија база
    - (2) ослобађа топлота

8. Предложи огледе којима би показао/ла својства гвожђа. За сваки оглед посебно наведи које својство показује.

Својство	Наведи да ли је својство физичко/хемијско	Опис огледа
----------	---	-------------

9. Следећи текст описује Николине активности у лабораторији, описане у корацима. Прочитај текст и попуни табелу.

**КОРАК 1.** Никола је додавао натријум-ацетат у чашу са водом на собној температури. Целокупна количина додатог натријум-ацетата се растворила у води.

**КОРАК 2.** Никола је наставио да додаје натријум-ацетат у чашу са водом све док у једном тренутку нису остали нерастворени кристали ове соли на дну чаше.

**КОРАК 3.** Након тога је загревао смешу у чаши до 70 °С. Нерастворени кристали натријум-ацетата су се растворили.

**КОРАК 4.** Никола је у раствор на температури од 70 °С сипао још једну кашичицу натријум-ацетата и додата со се растворила. Када је сипао другу кашичицу натријум-ацетата, уочио је да на дну чаше остају нерастворени кристали соли, без обзира на интензивно мешање.

**КОРАК 5.** Никола је одвојио раствор од кристала тако што је бистар топао раствор из чаше одлио у епрувету. Остадио је раствор у епрувети да се охлади до собне температуре. Након хлађења раствор је остао бистар.

Знаком + у одговарајућем пољу значи да ли је **на крају** сваког корака раствор који је Никола правио био засићен, незасићен или презасићен.

Корак	1.	2.	3.	4.	5.
Засићен					
Незасићен					
Презасићен					

STUDENTS' ACHIEVEMENTS IN THE FIELD OF CHEMISTRY  
ACCORDING TO THE INDICATORS OF CREATIVITY  
FROM THE TREFOIL EDUCATION PARADIGM

*Dragica D. Trivić and Vesna D. Milanović*

University of Belgrade – Faculty of Chemistry, Belgrade, Serbia

*Jasmina Šefer*

Institute for Educational Research, Belgrade, Serbia

*Abstract*

The aim of this study is to explore the possible use of the indicators of creative thinking, taken from the Trefoil concept, in the field of chemistry when assessing students' performance, determining the potential for creative development and providing directions for further work. In this way, chemistry instruction might contribute to encouraging the creative abilities of students necessary in the modern, fast-paced world. There is the question of whether the indicators of creative thinking can be useful in evaluating students' achievements in the situation of solving open-ended tasks in the field of chemistry and the kinds of results achieved by students. The research sample included 97 eight-grade students from two primary schools in Belgrade. The research was conducted at the end of the eighth grade in the school year 2016/17, after the entire chemistry curriculum for primary school had been covered. An appropriate achievement test was constructed and then implemented. The obtained results indicate that a large number (30%) of students are capable of formulating several acceptable answers to the given open-ended task, which is a characteristic of divergent thinking in sciences. This finding is even more relevant if we bear in mind that the students from this sample did not have any similar type of demands or experiences in previous classes. This points to the fact that there is a significant potential for developing creative thinking, which might be realised if students solved open-ended tasks more frequently.

*Key words:* creative thinking in sciences, divergent thinking, chemistry instruction, indicators of creative thinking.

ПОСТИЖЕНИЯ УЧАЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ХИМИИ СООТВЕТСТВЕННО  
ИНДИКАТОРАМ ТВОРЧЕСТВА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПАРАДИГМЕ ТРЕХЛИСТВЕННИК

*Драгица Д. Тривич и Весна Д. Миланович*  
Универзитет в Белграде – Химически факултет, Белград, Србија

*Јасмина Шефер*  
Институт педагошких истраживања, Белград, Србија

*Анотација*

Цель предлагаемого исследования – исследить возможное применение в обучении химии индикаторов творческого мышления, заимствованных из концепции *Трехлиственник* в оценке постижений учащихся, выявлении потенциалов для творческого развития и в руководстве их дальнейшей работой. Таким образом обучение химии содействовало бы поощрению творческих способностей учащихся, необходимых в современном мире, характеризующемся стремительными переменами. Ставится вопрос о том, могут ли индикаторы творческого мышления найти применение в оценке постижений учащихся в ситуации решения открытых задач в области химии, и каких результатов добиваются учащиеся. Исследование было проведено на корпусе 97 учащихся восьмых классов из двух восьмилетних школ г. Белграда, в конце восьмого класса учебного 2016/17 года, после итоговой реализации учебной программы по химии для восьмилетних школ. Исследователями был сконструирован и применен соответствующий тест постижений. Полученные результаты показывают, что большое число (30%) учащихся способно сформулировать несколько подходящих ответов на заданную проблему открытого типа, что характеризует дивергентное мышление в естественных науках. Значение такого вывода имеет особую ценность, поскольку учащиеся из исследованного корпуса раньше в обучении химии не встречались с подобными требованиями и не приобрели соответствующего опыта. Это указывает на наличие значительного потенциала для развития творческого мышления, который может поощряться более частым решением задач открытого типа.

*Ключевые слова:* творческое мышление в естественных науках, дивергентное мышление, обучение химии, индикаторы творческого мышления.