

ЕМИНА ПОПОВИЋ¹

Гимназија „Вељко Петровић“

Сомбор

ПРЕГЛЕДНИ ЧЛАНАК

UDK: 37.091.3:54-185-145

BIBLID: 0353-7129, 29(2024)2, p.184-194

DOI 10.5937/norma29-55278

ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА О УЧЕЊУ И ПОУЧАВАЊУ НАСТАВНИХ САДРЖАЈА О СМЕШАМА И РАСТВОРИМА

Резиме: У раду су анализирана досадашња истраживања о учењу и поучавању наставних садржаја о смешама и растворима чији је циљ био унапређење како самог наставног процеса тако и ученичке мотивације и постигнућа. Посебна пажња посвећена је анализи развоја појмова о смешама и растворима, ефектима концептуалне промене након наставних интервенција, као и могућностима почетног поучавања и учења ових садржаја са аспекта честичне природе супстанце. Многи аутори указују на распрострањеност и укорененост низа алтернативних ученичких идеја, као и на наставне стратегије које би омогућиле њихову замену научним концептима. У другој групи истраживања су она у којима се анализирају домети различитих наставних приступа при обради садржаја о смешама и растворима. Већина налаза указује на значај развоја ефикасних стратегија у циљу унапређења како когнитивних способности и различитих вештина ученика, тако и њихове мотивисаности и ставова према настави природних наука.

Кључне речи: смеше и раствори, развој појмова, алтернативне идеје, наставни приступи, природне науке

Увод

Један од фундаменталних концепата наставе природних наука је супстанца, при чему се уместо њега често користе термини *материја*, *материјали*, *производи*, *објекти* и друго, а препознавање разноврсности и својстава супстанци је један од основних циљева природно-научног образовања на свим нивоима. У почетној настави природних наука у Републици Србији смеше и раствори се изучавају у другом разреду кроз наставни предмет *Свет око нас* и у трећем и

¹ eminavpopovic@gmail.com

четвртом разреду основне школе кроз наставни предмет *Природа и друштво*. У другом разреду у оквиру наставне теме *Разноврсност природе* предвиђена је обрада садржаја о основним својствима воде (укус, мирис, провидност, раствара поједине материјале) (Правилник о програму наставе и учења за други разред основног образовања и васпитања, 2018). У оквиру наставне теме *Материјали* у трећем разреду ученици треба да усвоје садржаје о води и другим течностима као растварачима, као и о зависности брзине растварања од уситњености материјала, температуре течности и мешања (Правилник о програму наставе и учења за трећи разред основног образовања и васпитања, 2019). У четвртом разреду у оквиру истоимене теме (*Материјали*) планирано је упознавање са смешама (течности, храна, земљиште, ваздух), као и са поступцима раздвајања састојака смеше (просејавање, одливање, цеђење, испаравање) (Правилник о програму наставе и учења за четврти разред основног образовања и васпитања, 2019). На самом почетку развијања природно-научне писмености проучава се веома мали број чистих супстанци. Проучавање материјала је усмерено на смеше без помињања да су те смеше заправо изграђене од чистих супстанци. Ово за последицу има то да ученици често повезују чисте супстанце са природним, а смеше са синтетским пореклом истих (Zahra & Nandiyanto, 2023).

Примарни мотив истраживача у области образовања је документовање постојећих налаза и дизајнирање нових наставних стратегија у циљу унапређења научне писмености ученика. Бројна су и разноврсна истраживања која указују на распрострањеност и корене низа алтернативних идеја о смешама и растворима код ученика (Awan et al., 2011; Cahyanto et al., 2019; Cañada et al., 2012; Cañada Cañada et al., 2017; Øyehaug & Holt, 2013; Prieto et al., 1989). Са друге стране, многи истраживачи нуде и могућа решења за унапређење образовне праксе у виду иновативних наставних приступа обради садржаја о смешама и растворима који кроз процес концептуалне промене треба да допринесу превазилажењу ненаучних ученичких идеја (Çalık & Ayas 2005; Cañada et al., 2012; Costu et al., 2007; Durmus & Bayraktar, 2010; Gabel, 1999; Haeusler & Donovan, 2020; Iyamuremye et al., 2023; Johnstone, 2000; Kingir et al., 2013; Øyehaug & Holt, 2013; Vikström, et al., 2013; Zahra & Nandiyanto, 2023). Овај рад има за циљ да пружи прегледан и систематизован увид у досадашња истраживања о изазовима при учењу и поучавању појмова и феномена о смешама и растворима, као и о настојањима да се осмисле делотворни наставни приступи који треба да допринесу већој мотивацији и бољим постигнућима ученика.

Смеше и раствори као наставни садржаји

Смеше су материјали састављени од више врста супстанци и могу постојати у чврстом, течном и гасовитом агрегатном стању. Постоје хетерогене смеше код којих се јасно види граница између помешаних супстанци. Ове смеше немају једнак састав у сваком делу запремине. Хомогене смеше дефинишемо као раство-

ре, јер имају исти састав у сваком делу запремине, односно не види се граница између помешаних супстанци (Costu et al., 2007). Кањада [Cañada] и сарадници (2012) истичу да су појмови чистих супстанци и смеша приличан концептуални изазов у смислу формирања научних когнитивних структура. Поједини истраживачи препоручују да се у наставном процесу инсистира на ученичким искуствима припремања смеша и раствора, као и поступцима раздвајања супстанци које чине смеше и растворе (Martínez Losada et al., 2009). Пожељно је користити примере који дају увид у квалитативне разлике између макроскопског и микроскопског начина описивања смеша и раствора, као и разлику између свакодневног и научног језика везаног за концепте о смешама и растворима (Vikström et al., 2013). Викстром [Vikström] и сарадници указују на почетне дечје представе о томе да смеше настају само растварањем чврстих супстанци у течностима. Указује се на важност упознавања ученика са смешама које настају мешањем више различитих течности, што треба да допринесе разумевању концепта о смешама у различитим агрегатним стањима, насталим мешањем супстанци различитих стања. Код ученика вишег узраста, установљено је да лакше разликују хомогене и хетерогене смеше, али имају потешкоће са разликовањем хемијског једињења и смеше (Cahyanto et al., 2019).

Истраживачи као и практичари се слажу да су садржаји природних наука велики изазов и за учење и за поучавање, пре свега због апстрактности и сложености великог броја појмова и феномена. Ученици живе на нивоу макроскопске димензије супстанце, те не увиђају да су хемијски наставни садржаји који подразумевају микроскопски ниво у директној вези са њиховим свакодневним окружењем (Vikström et al., 2013). Досадашње студије из области наставе о смешама и растворима показале су да ученици најефикасније оперишу познатим материјалима као што су вода, шећер, кухињска со, песак, земљиште и да то има благотворан ефекат на учење (Çalik & Ayas, 2005; Cañada Cañada et al., 2017; Costu et al., 2007; Martínez Losada et al., 2009; Vikström et al., 2013; Riaz, 2004). Утврђено је да ако у дугорочној меморији не постоји ништа с чим се нови апстрактни појам може повезати, он или неће бити сачуван, или ће се сачувати као изоловани ентитет (Gabel, 1999).

Развој појмова у настави

Појмови су основни алати мишљења и њихова организација у когнитивне структуре ученика је од великог значаја током наставног процеса. Когнитивни развој ученика и стицање научних сазнања зависи од интеракција ученичких когнитивних структура и научних знања организованих у системе који су предвиђени наставним плановима и програмима (Šišović & Bojović, 2000). Поучавање појмова на три нивоа: макроскопски, микроскопски и симболички није јединствено само за хемијске садржаје него и друге научне дисциплине. Психолошки је неприхватљиво уводити током наставног процеса научне идеје на сва три нивоа

истовремено (Johnstone, 2000). Посебан отежавајући фактор за хемијске садржаје јесте честа употреба математичких симбола, формула и једначина за изражавање односа на макроскопском и микроскопском нивоу. Проблем је што наставници често, понекад и несвесно, прелазе са једног на други ниво током свог поучавања. Оваква наставна пракса за последицу има то да ученици не успевају да интегришу нивое у смислену целину, услед чега долази до фрагментираног погледа на обрађен садржај, делови се не уклапају и долази до збуњивања (Gabel, 1999).

Један од разлога неуспешности учења хемијских садржаја, укључујући и оне о смешама и растворима, јесте тај што од самог почетка ученици не конструишу мрежу фундаменталних научних појмова (Nakhleh, 1992). Информације које ученици користе да би изградили сопствене конструкције појмова и феномена долазе из разних извора као што су уџбеници, предавања, неформално претходно знање и искуства из свакодневног живота. Посебну пажњу би требало посветити уобичајеним тривијалним значењима научних термина. Истраживања су показала да су хемијски садржаји сложени, што има значајне импликације на почетну наставу природних наука. Многи појмови су ученицима нижег узраста апстрактни и не могу се објаснити без употребе аналогича и модела (Gabel, 1999).

Алтернативне ученичке идеје

Истраживачи алтернативна ученичка схватања научних појмова и феномена називају различитим терминима као што су *преграсуде, заблуде, алишер-нашвињи појмови или идеје, предпојмови, гечја наука, мисконцепције* и друго (Nakhleh, 1992). Конструктивистички модел наставе и учења посебно је усмерен на препознавање ученичких претходних идеја које доводе до концептуалних грешака и препрека су за усвајање научно исправних појмова (Cañada et al., 2012). Као узроци настанка многих алтернативних идеја наводе се: учење изолованих чињеница, учење напамет, традиционална предавачка настава заснована на претпоставци да се знање једноставно преноси са наставника на ученика и друго (Awan et al., 2011). Многи појмови и феномени о смешама и растворима за ученике нижих разреда основне школе немају контекстуални смисао и научени су напамет. Осим тога, постоје свакодневни термини чије се значење разликује од научног значења и о којима ученици имају упорне ненаучне идеје. Установљено је да нека алтернативна схватања остају до факултетског узраста, као што је погрешно разумевање структуре и својстава атома и молекула, а самим тиме и честичне природе супстанце (Nakhleh, 1992).

Поједина истраживања указују на то да наставу о хемијским садржајима треба засновати на макроскопској димензији супстанце која је блиска ученицима, где је једна од могућности практичан лабораторијски рад ученика (Gabel, 1999). Пожељно је почети од оних појмова који су блиски ученицима, од познатих материјала као што су поједини метали (гвожђе, алуминијум, злато, сребро), со, алкохол, од идеја које ће доживљавати као занимљиве и познате, с обзиром на

то да већ постоје сидришта у њиховом дугорочном памћењу на која се везују нова знања (Johnstone, 2000). Овакав приступ има циљ да се формира интегрисана мрежа појмова у дугорочном памћењу ученика, што би допринело елиминисању алтернативних идеја о смешама и растворима.

Једна од многих природно-научних феномена који су стални извор алтернативних ученичких идеја и погрешних схватања је процес растварања једне супстанце у другој (Prieto et al., 1989). Разумевање феномена растварања веома је важно са тачке гледишта почетне наставе природних наука, с обзиром на то да се налази у наставном плану и програму овог узраста. Ученици често користе термине за описивање процеса растварања који у свакодневном животу имају друго значење, као што су *несјати*, *ојоји*, *расјати* за супстанцу која се растворила, као и *разди* у случају уситњавања или растварања супстанце чврстог агрегатног стања. Ови термини нису адекватни у научном смислу, с обзиром на то да се растворена супстанца не преводи у течно стање при растварању, нити се разлаже на једноставније супстанце. Осим тога, типична заблуда многих ученика је да се током процеса растварања дешава хемијска промена, а неки чак верују да се ствара нова супстанца која има својства и растворене супстанце и растварача (Kingir et al., 2013). Даље, често се не разликују појмови растварач и раствор, што указује на то да ученици растворе доживљавају као нехомогене системе (Çalik & Ayas, 2005).

Појмовна мапа у комбинацији са демонстрационим огледима може помоћи наставнику да препозна узроке погрешних схватања ученика (Đišović & Војовић, 2000). Наставници често игноришу претходна искуства и сазнања ученика током наставе природних наука, због чега долази до сукоба појмова. Ученички алтернативни појмови могу ометати разумевање и усвајање научних концепата (Riaz, 2004). Кањада [Cañada Cañada] и сарадници (2017) извели су студију која је имала за циљ да прво утврди претходне идеје ученика петог разреда основне школе о разликама између чистих супстанци и смеша, а затим да испита ефикасност концептуалне промене и лабораторијских инструкција у смислу усвајања научних појмова. Ученици нису правили разлику између чисте супстанце и смеше, нарочито ако је смеша природни производ као што је млеко. Осим тога ученици су имали потешкоћа и у разликовању хомогених и хетерогених смеша. Резултати на пост-тесту су показали да је након урађене интервенције која је укључивала посебно осмишљену PowerPoint презентацију и лабораторијске радионице, дошло до значајне промене почетних алтернативних идеја и њихове замене научним.

Настава која не узима у обзир почетно знање ученика доводи до још комплекснијих и још стабилнијих заблуда (Cahyanto et al., 2019). Истраживачи (Durmus & Bayraktar, 2010) у оквиру једне студије у Турској идентификовали су погрешне представе ученика четвртог разреда основне школе о структури и променама супстанце. Урађена је наставна интервенција у експерименталној групи у виду изучавања посебно дизајнираних текстова за концептуалну промену и лабораторијских огледа који су се поред осталог бавили феноменом растварања

и формирања смеша. Контролна група исте садржаје изучавала је кроз традиционални вид наставе. Резултати су показали да је наставна интервенција била ефикасна у погледу смањења погрешних ученичких схватања о поменутих концептима, као и у погледу ретенције знања.

Смеше и раствори са аспекта честичне природе супстанце

Број студија о учењу о смешама и растворима кроз честичну природу супстанце на нивоу основног образовања је ограничен, највише због тога што га аутори традиционално сматрају научно сложеним и апстрактним садржајем (Сањада Сањада et al., 2017). Честична природа супстанце поред многих хемијских концепата у директној је вези са процесом растварања супстанци и формирања смеша и раствора. „Сви материјали у универзуму су сачињени од врло сићушних честица“ (Harlen, 2010, str. 24). Атоми и молекули су основне структурне јединице супстанце која изграђује живи и неживи свет. Честична теорија структуре супстанце је фундаментална у науци с обзиром на то да распоред и кретање честица директно утиче на својства материјала. Истраживања наставне праксе су показала да ученици свих узраста имају потешкоће у разумевању научно прихваћеног модела по ком су све супстанце сачињене од дискретних честица које су у сталном кретању и постоји простор између њих (Nakhleh, 1992). Атоми и молекули, као и њихова својства су апстрактни концепти због њихове невидљивости на макро нивоу (Riaz, 2004). Многи ученици доживљавају супстанцу као непрекидни медијум који је статичан и испуњава простор.

Материјали које ученици посматрају макроскопски имају заправо честичну природу и неопходно је повезати макроскопски и микроскопски ниво постојања супстанце. Један од начина је појединачно или групно обликовање појмовне мапе која представља везе и односе, као и хијерархију појмова организованих на очигледан начин (Šišović & Bojović, 2000). Демонстрациони огледи помажу ученицима да примене своја знања о изучаваним појмовима, да формулишу и теоријски објасне уочене промене. Истраживања у области наставе о хемијским садржајима су показала да употреба модела који замењују одређене концепте, доводи до бољег концептуалног разумевања ученика (Haeusler & Donovan, 2020).

Концепте о честичној природи супстанце је најбоље увести онда када ученици успешно дефинишу физичка својства одабраних материјала (Riaz, 2004). Концепти о атомима и молекулима уводе се касно по плану и програму многих држава, брзо се пролази кроз градиво а да се не оствари добар увид у деље разумевање физичких својстава материјала на макронивоу. Поједини аутори истичу потребу да се у настави о смешама и растворима што више користе концепти као што су молекули, а посебно пажњу потребно је посветити наглашавању постојања празног простора између поменутих честица (Vikström et al., 2013). Нерешено питање у настави природних наука је на ком узрасту деца разумеју молекуларне моделе (Gabel, 1999), односно када би било идеално увести појмове као што

су атом и молекул. Неке студије препоручују да се централна идеја о честичној природи супстанце треба увести на што нижем узрасту, јер ако се уведе сувише касно у процес учења, губе се оптималне могућности да се унапреди концептуално разумевање и додатно модификује и организује знање (Øyehaug & Holt, 2013). Осим тога, велико питање је и које врсте инструкција је потребно применити да би настава у области честичне природе супстанце била смислена и ефикасна. Показало се да је наставна интервенција у смислу кратких директних упутстава, дискусије, употребе аналогја, модела, видео снимака, групног рада, једноставних огледа, попуњавања радних листова и играња квизова допринела већој мотивацији и постигнућу ученика у области честичне природе материјала. Док су традиционални ставови стручњака били да деца раног основношколског узраста не могу разумети апстрактни концепт о партикуларном карактеру супстанце, налази савремених истраживача показују да они то могу, желе и у томе уживају (Haeusler & Donovan, 2020).

Наставни приступи при изучавању смеша и раствора у почетној настави природних наука

Постизање свеобухватног и систематског разумевања природних феномена као основни циљ наставе природних наука (Наход и др., 2003) изискује адекватно структурирање наставних садржаја као и одабир метода. Фундаментални задатак почетне наставе природних наука на тему смеша и раствора је оспособљавање ученика да разумеју и повезују бар два нивоа интерпретације појмова (макроскопски и микроскопски). Ново знање се конструише на основу постојеће когнитивне структуре, мада алтернативне представе ученика могу бити толико дубоко укорењене, да традиционална настава не обезбеђује адекватну концептуалну промену (Costu et al., 2007). Истраживачке практичне активности су узбудљив начин да се код ученика развије исправно концептуално разумевање. Неопходно је постићи што детаљнији увид у постојећа ученичка знања како би се креирали иновативни наставни модели и унапредио наставни процес (Балаћ и др., 2022).

Повезивање макроскопског, микроскопског и симболичког нивоа представљања природе, унапредило би концептуално разумевање ученика. Постоји снажна повезаност лабораторијског рада и циљева научног образовања у развијању когнитивних способности, вештина, ставова и разумевања природних наука (Iyamura et al., 2023). Једна од могућности на овом путу јесте интеграција истраживачког практичног рада у наставни процес (Gabel, 1999). Једна од потешкоћа истраживачког лабораторијског рада је тежња наставника да ученици промене уочавају на макроскопском нивоу, а затим их тумаче на микроскопском. Анализом претходних студија долази се до налаза да су ученици мотивисани и заинтересовани за лабораторијски истраживачки рад (Costu et al., 2007). Имајући у виду да ученици конструишу своје знање, ова конструкција се ефикасније

дешава у интеракцијама ученика са својим наставницима, вршњацима, истраживачким прибором, материјалима и другом опремом.

Као могућност ефикасније наставе о смешама и растворима предлаже се учење путем открића, као и пројектна настава (Costu et al., 2007; Zahra & Nandiyanto, 2023). Резултати оваквих истраживања упућују на значајно боље разумевање појмова у случајевима кад су ученици сами припремали смеше, запажали промене при мешању и растварању, као и изводили поступке раздвајања компонената смеса. Експерименталне ученичке радионице подстичу кооперативан рад ученика (Cañada Cañada et al., 2017). Активним учествовањем у наставном процесу кроз истраживачки рад уочавају се везе између природних појава и научених чињеница, стичу се вештине за посматрање и извођење огледа, као и методологије истраживања на научни начин (Costu et al., 2007).

Истраживачи препоручују да се за већину појмова из хемијских садржаја обезбеди практичан рад, неки научни појмови се не могу разумети ако се практично не провере (Sshana & Abulibde, 2020). Поједини аутори препоручују да се огледи и друге практичне активности на макронивоу тумаче са ученицима на микронивоу, веза између та два нивоа мора бити јаснија (Vikström et al., 2013). Активним учешћем ученика у настави о смешама и растворима, конструише се исправно научно знање, појединачном и групном аргументацијом расте мотивисаност, траже се одговори на питања и решења постављених проблема (Kingir et al., 2013). Практичним активностима и записивањем својих поступака и запажања, омогућава се ученицима да промене, усаврше и ревидирају своје идеје. Штавише, аргументованом конструкцијом појмова обезбеђује се да су истражени феномени и научени.

Закључак

Процес наставе и учења је сложен процес у који су укључени многи аспекти који доприносе његовој ефикасности. Важно је на који начин су структурирани природно-научни садржаји, па и они о смешама и растворима. Увид у природу ученичких погрешних схватања о феномену растварања и концептима везаним за смеше и растворе важан је предуслов за развијање наставних стратегија и поступака концептуалне промене. Промена алтернативних идеја о чистим супстанцама и смешама мора се реализовати на нивоу основног образовања, јер ове идеје често остају обликоване као менталне структуре које ометају научно сазнавање на вишим нивоима образовања (Cañada Cañada et al., 2017). Велики је број студија о постојању алтернативних ученичких идеја о смешама, али је потребно боље истражити који наставни приступи могу да преокрену овакве идеје у научне или да их потпуно избегну.

Потребно је да се током наставног процеса ученици ангажују кроз лабораторијске огледе, употребу модела, анимација, активности писања и цртања, научна истраживања прилагођена одређеном узрасту. Парадигма наставе природних

наука треба да буде развијање радозналости и позитивног става према науци, технологији и друштву. Искуство показује да је при избору наставне методе важно укључити ученике у процес како би се максимално повећало задржавање научно исправних информација (Sshana & Abulibdeh, 2020). Може се рећи да је истраживачки ученички рад ефикаснији због чињенице да подржава активно учење које доприноси да апстрактни појмови постају разумљивији. На овај начин усвојене научне идеје су трајне с обзиром да ученици користе више чула током оваквог модела учења. Наставници треба да препознају значај практичних активности у оквиру наставног процеса. Добро осмишљен наставни приступ доприноси превазилажењу алтернативних идеја и подршка је смисленом учењу.

Кроз истраживачки рад ученици решавају проблеме сличне онима са којима се срећу у свакодневном животу, овакав наставни приступ има за циљ стицање позитивних ставова ученика према учењу, као и формирање најразличитијих вештина, укључујући и научну писменост. Подстицање ученика на посматрање и истраживање, као и критичко размишљање о датој практичној активности, може допринети изградњи исправних научних принципа и апстрактних појмова, иницирати њихову радозналост и мотивисаност, као и афинитет према природним наукама. Истраживања су показала да су деца нижег основношколског узраста у стању да разумеју честичну структуру супстанце, због чега је потребно истражити даље могућности обликовања нових наставних модела који ће допринети јаснијем схватању појмова о смешама и растворима.

Литература

- Балаћ, С. Ж., Бошњак Степановић, М. Т. и Богдановић, И. З. (2022). Дечје разумевање топлотних феномена у почетној настави природних наука. *Иновације у настави*, 35(3), 75-90. doi:10.5937/inovacije2203075B
- Правилник о програму наставе и учења за други разред основног образовања и васпитања (2018), *Службени иласник РС, Просвејни иласник*. Бр. 16.
- Правилник о програму наставе и учења за трећи разред основног образовања и васпитања (2019), *Службени иласник РС, Просвејни иласник*. Бр. 5.
- Правилник о програму наставе и учења за четврти разред основног образовања и васпитања (2019), *Службени иласник РС, Просвејни иласник*. Бр. 11.
- Awan, A. S., Khan, T. M., Mohsin, M. N., & Doger, A. H. (2011). Students' Misconceptions in learning basic concept 'composition of matter' in chemistry. *International Journal of Applied Science and Technology*, 1(4), 161-167.
- Cahyanto, M. A. S., Ashadi, H., & Saputro, S. (2019). Analysis of students' misconception based on the use of learning objectives in classification of materials and their properties. *Journal of Physics Conference Series*, 13(1), 1-6.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *International Education Journal*, 6(1), 30-41.

- Cañada, F., Álvarez, R., Arévalo, M.J., Gil, M.V., Cubero, J., & Ortega, L. (2012). Previous ideas on pure substances and mixtures of primary education students. *ICERI2012 Proceedings*, 4598-4602.
- Cañada Cañada, F., González-Gómez, D., Airado-Rodríguez, D., Acedo, M. A. D., & Niño, L. V. M. (2017). Change in elementary school students' misconceptions on material systems after a theoretical-practical instruction. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(3), 499-510. <https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/173>
- Costu, B., Ünal, S., & Ayas, A. (2007). A hands-on activity to promote conceptual change about mixtures and chemical compounds. *Journal of Baltic Science Education*, 6(1), 35-46.
- Durmus, J., & Bayraktar, S. (2010). Effects of conceptual change texts and laboratory experiments on fourth grade students' understanding of matter and change concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 498-504. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9216-9>
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-553. doi:10.1021/ED076P548
- Haeusler, C., & Donovan, J. (2020). Challenging the science curriculum paradigm: Teaching primary children atomic-molecular theory. *Res. Sci. Educ.*, 50, 23-52. doi:10.1007/s11165-017-9679-2
- Harlen, W. (2010). *Principi i velike ideje naučnog obrazovanja*. Beograd: Prosvetni pregled.
- Iyamuremye, A., Nsabayeze, E., Ngendabanga, C., & Hagenimana, F. (2023). Effectiveness of hands-on practical activities in teaching and learning chemistry: An exploration of students' engagement, experience, and academic performance. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 19(1), 97-107. doi: 10.4314/ajesms.v19i1.7
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching Of Chemistry - Logical or Psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15.
- Kingir, S., Geban, O., & Gunel, M. (2013). Using the science writing heuristic approach to enhance student understanding in chemical change and mixture. *Research in Science Education*, 43(4), 1645-1663. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-012-9326-x>
- Martínez Losada, C., García Barros, S., & Rivadulla López, J. L. (2009). Qué saben los/as alumnos/ as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 137-155.
- Milanović Nahod, S., Šaranović Božanović, N. i Šišović, D. (2003). Uloga pojmova u nastavi prirodnih nauka. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 35, 111-130.
- Nakhleh, B. M. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3).

- Øyehaug, A., & Holt, A. (2013). Students' understanding of the nature of matter and chemical reactions: A longitudinal study of conceptual restructuring. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 450-467.
- Prieto, T., Blanco, A., & Rodriguez, A. (1989). The ideas of 11 to 14 year-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science education*, 11(4), 451-463. <https://doi.org/10.1080/0950069890110409>
- Riaz, M. (2004). Helping children to understand particulate nature of matter. *Alberta Science Education Journal*, 36(2), 56-59.
- Sshana, Z.J., & Abulibdeh, E.S. (2020). Science practical work and its impact on students' science achievement. *Journal of Technology and Science Education*, 10(2), 199-215. <https://doi.org/10.3926/jotse.888>
- Šišović, D., & S. Bojović (2000). On the use of cocept maps at different stages of chemistry teaching. *Cerapie-Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 135-144. doi: 10.1039/A9RP90014D
- Taber, K. S. (2017). Teaching and learning chemistry. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education: An International Course Companion* (pp. 325-341). Rotterdam: Sense Publishers.
- Vikström, A., Billström, A., Fazeli, P., Holm, M., Jonsson, K., Karlsson, G., & Rydström, P. (2013). Teachers' solutions: a learning study about solution chemistry in grade 8. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 2(1), 26-40. doi: 10.1108/20468251311290114
- Zahra, P. R., & Nandiyanto, A. B. D. (2023). Learning of Objects, Elements, Compounds, and Mixtures in Daily Life's Elementary School Students. *ASEAN Journal for Science Education*, 2(1), 17-22.
-

AN OVERVIEW OF PREVIOUS RESEARCH ON LEARNING AND TEACHING ABOUT MIXTURES AND SOLUTIONS

Summary: The paper analyses previous research in learning and teaching educational content on mixtures and solutions with the goal of improving the teaching process itself and students' motivation and achievements likewise. In particular, the paper analyses the development of concepts regarding mixtures and solutions, the effects of conceptual change following teaching interventions and the possibilities of initial teaching and learning the contents from the aspect of the particulate nature of matter. Numerous authors refer to the prevalence and rootedness of a number of alternative students' ideas, but also to teaching strategies that would enable them to be substituted by scientific concepts. The other group of research includes those in which various approaches to teaching mixtures and solutions are analysed. Most findings are indicative of the significance in developing efficient strategies with the goal of improving not only students' cognitive capabilities and different skills, but also their motivation and attitudes towards teaching science education.

Keywords: mixtures and solutions, concepts development, alternative ideas, teaching approaches, natural sciences