



Зборник Института за педагошка истраживања
Година 55 • Број 2 • Децембар 2023 • 275–299
УДК 159.947.5-057.875(497.113)
159.953.5-057.875(497.113)
378.147::53

ISSN 0579-6431
ISSN 1820-9270 (Online)
<https://doi.org/10.2298/ZIPI2302275C>
Оригинални научни рад

УТИЦАЈ ПРОЈЕКТНЕ НАСТАВЕ ФИЗИКЕ НА МОТИВАЦИЈУ ЗА УЧЕЊЕ И МЕТАКОГНИЦИЈУ СТУДЕНАТА*

Милан Чавић

Универзитет у Новом Саду – Природно-математички факултет, Нови Сад, Србија

Милица Бељин Чавић

Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија

Саша Хорват

Универзитет у Новом Саду – Природно-математички факултет, Нови Сад, Србија

Ивана Богдановић**

Универзитет у Новом Саду – Природно-математички факултет, Нови Сад, Србија

Јелена Станисављевић

Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Београд, Србија

А П С Т Р А К Т

Пројектна настава, која подразумева интердисциплинарни приступ, може се применити приликом реализације садржаја различитих наставних предмета. Она се примењује и на нивоу универзитетског образовања. Циљ овог истраживања био је да се испита да ли пројектна настава може повећати мотивацију студената за учење физике и њихову метакогнитивну свест. Стога, примењен је модел педагошког експеримента са једном групом. Узорак је чинило 94 студента прве године Природно-математичког факултета и Технолошког факултета на Универзитету у Новом Саду. Примењен је метод педагошког експеримента и урађена је статистичка обрада прикупљених података. Пројектна настава је реализована у обради теме Дифузија и осмоза, која подразумева интеграцију садржаја биологије, физике и хемије. Студенти су израдили осамнаест пројеката чији производи

* *Напомена.* Рад је настао из резултата истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији на Природно-математичком факултету у Новом Саду.

** Мејл: ivana.bogdanovic@df.uns.ac.rs

су били видео-материјали. Техника примењена за прикупљање података је анкетирање. Резултати истраживања су показали да не постоји разлика у мотивацији студената пре и након реализације пројектне наставе, али је установљено да постоји статистички значајна разлика у метакогницији студената пре и након примене пројектне наставе. Резултати овог истраживања упућују на потребу да се стимулише примена пројектне наставе у универзитетском образовању с циљем повећања метакогнитивне свести студената и да се додатно унапреди реализација пројектне наставе како би се позитивно утицало и на мотивацију студената за учење.

Кључне речи:

метакогниција, мотивација за учење, пројектна настава, универзитетско образовање.

■ УВОД

Да би успешно савладали универзитетске програмске садржаје физике, студенти треба да поседују одговарајуће знање и из других природних наука, математике и језика, као и вештине потребне за решавање проблема и извођење експеримената. Због сложености и апстрактности физике, у настави физике је потребно примењивати наставне приступе оријентисане ка студенту (ученику) како би се подстицала мотивација за учење и метакогниција. Ти приступи често подразумевају концептуално учење, учење путем открића и решавања проблема (Orlich et al., 2007). У настави физике се може примењивати и пројектна настава. Када је настава усмерена на ученика као субјекта, а не објекта наставе, формирају се позитивни ставови студената према изучаваним садржајима, односно олакшава се стицање знања и подстиче развој метакогниције (Das, 2021).

Међутим, уочено је да постоји општа тенденција пада интересовања ученика и студената за природне науке. Постоје бројни разлози који доводе до тога, посебно у земљама Западне Европе. Према Шрајнеру и Сјебергу (Schreiner & Sjøberg, 2010), то су пре свега: застарели наставни програми, недостатак довољно квалификованих наставника, стереотипно негативна слика научника, недостатак узора у науци, алтернативна религијска објашњења научних феномена, постмодернистички напади на науку, неповерење у модерна амбициозна и комплексна научна истраживања. Такође, уочено је да знања из области природних наука стоје у обрнутој кореалцији са интересовањем за природне науке, те да ученици из мање развијених земаља, који имају мање знања из области природних наука, исказују веће интересовање за природне науке од ученика из развијених земаља који имају већа знања из природних наука (Schreiner & Sjøberg, 2010).

Додатно, показано је да до четрнаесте године ученици већином већ имају обликовано мишљење о природним наукама. Такође, осим узраста и пол може

бити фактор који одређује интересовања за природне науке. Установљено да ученици мушког пола исказују већа интересовања за бављење природним наукама (Chow & Young, 2013; Griethuijsen et al., 2015). Уочено је да се све мање применењују методе практичних и лабораторијских радова у настави природних наука (Ma et al., 2017). С обзиром на то, посебно је важно садржаје наставе природних наука обогатити подацима о историјском развоју науке, истраживачким анегдотама, репликама старих експеримената и лабораторијских процедура, како би ученици боље разумели научне садржаје и да би повећали своје интересовање за природне науке (Heering & Höttecke, 2014), а студенте ангажовати у лабораторијским и практичним радовима.

Када је неко мотивисан, своју активност ће тежити да усмери ка одређеном циљу, биће спреман да уложи труд и биће упоран како би остварио циљ (и поред евентуалних препрека и изазова на које наилази) (Lalić-Vučetić, 2015). Мотивација у образовању омогућава усмеравање наставног процеса у правцу слободног и спонтаног активирања унутрашњих снага ученика (Lalić-Vučetić, 2015). Мотивација за учење се издваја као посебна врста мотивације (Brophy, 2010). Она подразумева тежњу ученика да препознају смисао, значај и вредност академских активности, или да остваре академски успех (на пример, добију високу оцену) (Требјеџанин, 2009). Стицање нових увида у мотивацију за учење и могућности њеног подстицања је важно не само са становишта науке, него и за наставни процес.

Показано је да је мотивација студената природних наука позитивно повезана са њиховим академским постигнућима (Llbaó et al., 2016). Такође, значајан фактор представља и квалитет образовних искустава која пружају наставници студентима природних наука, односно квалитет рада наставника је један од битних фактора за мотивацију студената (Osborne & Collins, 2001; Schreiner & Sjøberg, 2004).

Пројектна настава има доказано позитиван ефекат на мотивацију студената природних и техничких наука (Osak & Çelebi, 2010; Terrón-López et al. 2017). Установљено је да на мотивацију студената посебно има утицај ниво контроле који поседује наставник у пројектној настави, као и квалитет тимског рада студената (Hilvonen & Ovaska, 2010).

Као и мотивација метакогниција је сложен појам и не постоји јединствена дефиниција метакогниције. Под појмом метакогниције се подразумевају свест и знање о сопственим когнитивним процесима, праћење и управљање сопственом когницијом и понашањем (Mirkov, 2006). Најједноставније речено, метакогниција је „знање о знању”, „мишљење о мишљењу”, односно „когниција о когницији”. Различити аутори су у оквиру метакогниције издвојили различите компоненете. На пример, могу се разликовати свест о метакогнитивном знању, метакогнитивној регулацији и метакогнитивном искуству (метакогнитивним доживљајима). Метакогнитивно знање се односи на декларативно, процеду-

рално и кондиционално знање (Schraw & Moshman, 1995), а метакогнитивна регулација подразумева процесе за регулацију когнитивних процеса, као што су: планирање, управљање информацијама, надгледање (праћење), отклањање грешака и евалуација у процесу размишљања и учења (Schraw & Dennison, 1994). Метакогнитивна искуства су, на пример, осећај појединца да нешто зна, осећај појединца да му је нека информација које не може да се сети „на врх језика” и други доживљаји појединца пре, током и након когнитивних процеса (Hacker, 1998). Значај метакогниције за успешно учење је велик. Посебно је изражен код учења комплексних садржаја, као што су садржаји физике. Метакогниција подразумева свест о сопственој ефикасности, као и саморегулацију (Cera et al., 2013). Појединци који имају високо развијену метакогницију су успешни у учењу, свесни су својих слабости и предности па бирају начин рада који им највише одговара; на располагању имају различите стратегије учења и решавања проблема и знају да препознају одговарајућу стратегију учења.

Настава и учење природних наука су сложени процеси како због садржаја, тако и због вештина мишљења које су потребне да би се наука разумела на довољно дубоком нивоу да би била смислена и корисна. Метакогниција помаже наставницима природних наука да размишљају о томе како управљају наставним планом и програмом, поучавањем и оцењивањем, као и да систематски размишљају о томе шта презентују, зашто и како. Метакогниција помаже ученицима који уче природне науке, да примењују и развију ефикасне стратегије за стицање, разумевање, примену и ретенцију опсежних и тешких концепата и вештина (Hartman, 2001).

Ефикасна настава природних наука захтева примену метакогнитивних способности наставника и развијање метакогнитивних способности студената. Доказано је да активно и смислено учење уз метакогнитивне процесе студената и наставника позитивно утиче на квалитет наставе природних наука, исходе учења и постигнућа студената из тих области (Avargil et al., 2018). Зато је веома важно у наставу природних наука имплементирати учење уз помоћ решавања проблема, сарадничко учење, учење путем открића, као и примену различитих структурираних визуелних технологија попут концептних мапа и дијаграма (Saniun & Buaraphan, 2019; Veenman, 2012).

Пројектна настава

У пројектној настави је студент/ученик у центру образовне активности и активно учи (Quint & Condliffe, 2018), што чини да овај дидактички модел буде у складу са конструктивистичком парадигмом учења. Пројектна настава подразумева учење кроз рад, при чему је фокус на реалним животним проблемима који заокупљају пажњу појединца (Bell, 2010). Ови проблеми су често сложени и отвореног типа и за њихово решавање може бити потребно и спровођење

истраживања. Једна од основних карактеристика пројектне наставе је да ученици/студенти раде на изради одговарајућих продуката, односно да реализују пројекте (Ravitch, 2000; Savery, 2006). Такође, могу се дефинисати четири основна принципа на којима се она заснива. То су: активно конструисање знања, учење смештено у одређеном контексту, друштвена интеракција и примена когнитивних алата, односно наставних технологија које потпомажу ученицима у стицању знања (Miller & Krajcik, 2019).

Пројектна настава, у почетној фази своје реализације, укључује планирање пројектних активности, односно дефинисање очекиваних знања и вештина путем исхода учења, од стране наставника. Потом, у наредној фази следи дефинисање покретачког питања како би се ученици мотивисали за рад (Larmer & Mergendoller, 2010). У тој фази студенти су активни учесници. Мотивација за учење проистиче из питања која студенти идентификују, односно која се дефинишу у процесу развоја њихових научних идеја које наставници при томе подржавају (Guy-Gaytán et al., 2019). Ова покретачка питања су један од карактеристичних елемената учења заснованог на пројектима, која помажу ученицима да пронађу значење и релевантност неког феномена, подстићу њихово чуђење и радозналост према науци. На тај начин се креира окружење у коме могу да постављају питања и одговарају на њих, да исказују сопствена запажања и сами формирају тврдње о научним феноменима (Miller & Krajcik, 2019).

Да би реализовали пројектну наставу, наставници преузимају улогу координатора (Stojanović, 2017). Треба да моделују етапе рада на пројектима, али да при томе не преузму контролу над израдом пројеката (Lakkala et al., 2005). Наставници реализују пројектну наставу подстицањем студената да буду активни, односно помажући им да одаберу одређене методе и средства рада, као и да међусобно сарађују у процесу израде пројекта и процесу стицања знања (Grant, 2002). Следи дизајнирање самог пројекта од стране студената, што је веома сложен задатак који захтева доста времена. Након тога студенти/групе студената јавно пред свима приказују своје пројекте. У завршној фази, у процесу евалуације пројеката, процењује се да ли је пројекат одговорио на покретачка питања. Након анализе представљених пројеката и дискусије од стране наставника и студената, долази до ревизије, односно унапређивања тих пројеката. Веома је важно омогућити студентску рефлексију, обезбедити наставничку повратну информацију и јавно представљање свих пројеката које су ученици/студенти реализовали (Krajcik & Shin, 2014). Крајњи производи пројектне наставе могу бити различити. То могу бити академске дисертације и презентације, извештаји, изложбе, видео-материјали, друштвене игре и друго (Botha, 2010; Nation, 2008).

Пошто пројекти могу истовремено обухватити различите дисциплине у области природних, друштвених наука и различитих делатности, пројектном наставом се лако остварује интердисциплинарни приступ, што је њена важ-

на особина. Интердисциплинарним приступом се студенти подстичу на холистички приступ при решавању проблема и прилагођавају се различитим програмским садржајима, без обзира на разлике које постоје између различитих предмета и дисциплина (Harmer & Stokes, 2014).

Пројектна настава је дидактички модел који може бити примењен у настави физике и настави других природних наука (Colley, 2008; Holubova, 2008; Kubiato & Vaculova, 2012). Интердисциплинарност у оквиру пројектне наставе може да подстакне развој метакогниције (Malinić et al., 2021) и мотивише студенте да уче (Chiang & Lee, 2016). Такође, потврђено је да утиче позитивно на академска постигнућа ученика и студената (Chen & Yang, 2019; Stojadinović et al., 2021), као и на изграђивање позитивних ставова студената према садржају и начину реализације тих садржаја (Čelik et al., 2018; Čavić et al., 2022). Због тога је значајно испитати утицај пројектне наставе на мотивацију и метакогницију студената.

Циљ и задаци истраживања

На основу наведених карактеристика пројектне наставе, у оквиру истраживања је овај дидактички приступ примењен у представљању интердисциплинарних концепата *дифузија* и *осмоза* у универзитетској настави физике. У једном делу овог истраживања је утврђено да су студенти имали позитивне ставове према пројектној настави (Čavić et al., 2022), док је циљ другог дела био да се испита утицај примене пројектне наставе у обради наведених концепата на метакогницију и мотивацију студената прве године Природно-математичког факултета и Технолошког факултета на Универзитету у Новом Саду (у даљем тексту „студенти”).

У складу са постављеним циљем, дефинисани су следећи задаци.

1. Испитати утицај пројектне наставе физике на мотивацију испитаних студената.
2. Утврдити да ли постоје разлике у мотивацији за учење физике испитаних студената у односу на пол, студијски програм и постигнуће на студијама.
3. Испитати утицај пројектне наставе физике на метакогницију испитаних студената.
4. Утврдити да ли постоје разлике у метакогницији испитаних студената у односу на пол, студијски програм и постигнуће на студијама.

■ МЕТОД

Узорак истраживања

Почетни узорак у истраживању су чинила 94 студента који су школске 2018/19. године уписани на прву годину студија Технолошког факултета и Природно-математичког факултета (Департмана за физику) Универзитета у Новом Саду. Студенти технологије студирају на једном од следећих студијских програма: Прехрамбено инжењерство, Фармацеутско инжењерство, Инжењерство материјала и Биотехнологија, а студенти физике: Физика и Професор физике. Узорак је формиран пригодно. У испитивању су учествовали сви студенти којима је истраживач у времену када је истраживање реализовано држао неки вид наставе. У раду са тим студентима била је могућа имплементација пројектне наставе у реализацији одабраних програмских садржаја. За учествовање у овом истраживању студенти су исказали своју слободну вољу, односно добијен је и формални пристанак од сваког од њих појединачно. С обзиром на то да се приватност студената поштовала током истраживања, искључен је било какав утицај на њих, те су могли слободно и анонимно изразити своје мишљење. Пошто део студента није све време учествовао у истраживању и пошто у вези са њима нису постојали сви подаци, анализе су вршене на основу података добијених од дела почетног узорка који су чинила 62 студента.

Са студентима је обрађена тема Дифузија и осмоза јер су у њеном оквиру важни интердисциплинарни односи између физике, хемије и биологије. Пројектна настава може помоћи у савладавању интегрисаног садржаја, као и у додатном проширивању садржаја физике и указивању на постојеће корелације.

Методe, организација и ток истраживања

Реализован је педагошки експеримент са једном групом при чему је истраживање спроведено ван редовне наставе коју су студенти похађали. За учествовање у истраживању студенти су били награђени са додатних максимално пет испитних бодова за курс који су похађали, а у чијој реализацији је учествовао и истраживач. То су на студијама физике курс Термодинамика и на студијама технологије курс (Општа) Физика. Истраживач се у току шест недеља (током маја и јуна) са студентима налазио једном недељно у терминима од два сата. Истраживач је на првом термину објаснио студентима основне принципе рада које подразумева пројектна настава. Затим су, у наредном термину, дефинисана покретачка питања и одређени циљеви изучавања теме Дифузија и осмоза. Студентима је додељена поменута тема због повезаности са поменутим студијским програмима и зато што је то део градива које су изучавали (не толико

детаљно) у оквиру поменутих курсева. На основу задате теме они су израђивали пројекте према својим интересовањима и искуству. Покретачка питања су дефинисана заједничким снагама студената и истраживача. Истраживач је имао улогу координатора, а студенти су имали слободу да предлажу питања или модификују предлоге својих колега. Питања су била различита за различите групе студената. На пример, за групу студената професорског смера на Департману за физику покретачко питање је гласило: *Како би могла да се искористи тема Дифузија и осмоза за повезивање градива различитих предмета и стварање представе о интегралности научног на различитим часовима?* За студенте истраживачког истраживачког смера: *Како различити фактори, као што су температура и концентрација раствора, утичу на брзину дифузије и осмозе?* За групу студената технолошког факултета: *Како се дифузија и осмоза користе у прехрамбеној индустрији?* Студенти су распоређени у групе од три или четири члана, на основу заједничких интересовања. Увођење групног рада није представљало проблем јер су студенти навикли на овај облик рада у оквиру обавезних лабораторијских вежби. Циљ пројекта односио се на то да буде осмишљен видео-материјал који садржи објашњење процеса дифузије и осмозе, као и његову демонстрацију кроз експеримент и анализу односа физичких, хемијских и биолошких концепата и закона у вези са овим процесима. Пројекат се састојао од студентског проучавања видео-записа о одабраној теми које су самостално претраживали путем интернета, углавном путем YouTube-а, и креирања сопствених видео-записа и експеримената. Такође, студенти су проучавали и литературу коју би им углавном обезбедио истраживач, а која се најчешће односила на научне дисциплине које нису њихова ужа струка, како би пројекат добио на интердисциплинарности.

Поред наведеног, студенти би од истраживача тражили помоћ у виду препоруке за примену компјутерских програма за уређивање видеа и других мултимедијалних садржаја (на пример, софтверске апликације за уређивање видеа *Legacy Video Editor* и *YouTube Video Editor*), а додатно су имали и прилику да дискутују и провере своја схватања и идеје. Да би добили повратне информације од истраживача током реализације пројекта, студенти су дискутовали са истраживачем о својим идејама, плановима, материјалу који су користили, разумевању садржаја. На тај начин су добили потврду да су добро радили, или им је сугерисано да нешто промене.

Када су пројекти били финализовани, свака група је припремила извештај о пројекту у којем је објашњена његова сврха и у ком су дате основне информације о његовом циљу и обиму, и у коме је наведена самоевалуација успешности реализовања пројекта (на пример, да ли је научен предвиђени садржај, да ли је остварен тимски рад), након чега су и представили своје пројекте другим студентима и истраживачу. Свака група је реализовала по један пројекат, а у оквиру целокупног истраживања израђено је 18 различитих пројеката и сва-

ки од њих је садржао видео-материјал. Неки видео-снимци су изгледали као епизода документарне емисије, неки су приказивали извођење експеримента; неке презентације пројекта су личиле на предавање чији је саставни део био видео-материјал који употпуњује лекцију. Након сваке презентације је следила дискусија и сваки пројекат је разматран и дескриптивно оцењен, како од стране истраживача, тако и од стране колега који су смели да коментаришу пројекат. Разматрано је које нове садржаје су студенти научили кроз извођење пројеката, да ли су развијали вештине потребне у колаборативном и тимском раду, да ли су сви појединци били ангажовани тако да су сви могли да остваре успех као тим и да ли су наилазили на потешкоће у сарадњи, да ли су савладали примену нове технологије, побољшали комуникационе способности и вештину излагања. Они су били слободни да истакну које су им се то идеје свиделе, као и да пореде сличне пројекте. Када су све презентације пројеката завршене, студентима је подељена анкета. Анкета је била анонимна, а време предвиђено за попуњавање анкете било је 35 минута.

Технике и инструменти прикупљања података

За прикупљање података је коришћена анкета. Као што је предложено за слична истраживања (Segedinac et al., 2011), ради процене валидности анкете, формиран је стручни тим. Овај тим, који су чинила три универзитетска професора, је оценио да су ставке анкете прикладне за студенте јер су све формулације биле прецизне и разумљиве. Првим делом анкете су прикупљени подаци о полу студената, студијском програму и академском успеху (просечна оцена на студијама). Након тога су одговарајућим скалама (које представљају адаптиране верзије одговарајућих скала које ће свака посебно бити описане) процењене мотивација за учење физике (ставке које су се односиле на предмет учења су постављене само у вези са учењем физике) и метакогнитивна свест студената.

За испитивање мотивације студената за учење физике је примењена прилагођена српска верзија упитника о мотивацији за учење хемије (Olić et al., 2016) припремљеног на основу упитника о мотивацији за учење природних наука (Student's motivation toward science learning, Tuan et al., 2005). Прилагођена верзија упитника је садржала 29 ставки са одговорима на Ликертовој скали од пет тачака. Овим ставкама је обухваћено пет аспеката мотивације: самоефикасност, примена стратегија активног учења, схватање значаја физике као науке, оријентација на постигнуће и оријентација на учење (више детаља о упитнику се може пронаћи у упитнику датом у дисертацији, Олић (Olić, 2016)). У овом истраживању упитником је процењена само мотивација студената за учење физике, док су ставови студената, када је у питању рад на пројектима, испитани другом скалом (при чему се део ставки може довести у везу са мотивацијом за рад на пројектима) и анализирана у другој публикацији (Čavić et al., 2022).

Вредност Кронбаховог коефицијента α овог дела инструмента на иницијалном тесту била је 0,85, а на финалном тесту 0,89. Према томе, ове скале се могу сматрати поузданим на узорку истраживања.

Метакогнитивна свест студената је процењена српском верзијом упитника о свесности метакогниције (Bogdanović et al., 2015), која је преведена и прилагођена верзија упитника креираног за процену метакогнитивних способности код адолесцената и одраслих особа (Metacognitive Awareness Inventory, Schraw & Dennison, 1994). Примењени упитник је био у форми петостепене скале Ликертовог типа и садржао је 32 ајтема од укупно 52 оригинална ајтема. Упитником су обухваћена следеће метакогнитивне компоненте: декларативно знање, процедурално знање, кондиционално знање, планирање, управљање информацијама, праћење, отклањање грешака и евалуација. Прилагођени упитник се показао применљивим за учеснике овог истраживања. Кронбахов коефицијент α овог дела инструмента је износио 0,76 и 0,86, на иницијалном и финалном тесту, респективно, што указује на задовољавајућу поузданост примењене скале.

Методe обраде података

Разлике између мотивације и метакогниције студената на иницијалном и финалном тесту су испитане применом t-теста упарених узорака (пошто је тестом Шапиро-Вилк потврђено да подаци задовољавају критеријум нормалне расподеле). Мотивација и метакогниција у односу на пол испитаника, студијски програм и постигнућа (категорије ће се формирати на основу броја положених испита и просечне оцене) су испитане применом t-теста независних узорака. Вредности теста Шапиро-Вилк су приказане у табели у прилогу.

■ РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Анализа студентских пројеката и припремљених видео-материјала

Анализа студентских пројеката је показала да су студенти испунили задате циљеве: овладали су основним знањем о појавама дифузије и осмозе (у већој или мањој мери), проширили своје познавање ових појава са становишта других дисциплина, а појединци су овладали и новим вештинама, као што је рад у неким софтверима у којима до сада нису радили. Пројекти су се разликовали по квалитету рада и израде. Иако то није било посебно испитивано, истраживач је током реализације пројектне наставе уочио да је квалитет студентских радова био виши уколико су се студенти чешће консултовали са професором.

Ипак, без додатног истраживања не може да се изводи закључак о томе. Могуће да су се студенти који су уложили више труда у израду пројеката чешће консултовали са професором, или да је студентима за успех била потребна помоћ коју су добили од професора. Квалитет идеја је био различит, а квалитет израде и презентације није нужно пратио квалитет идеје. Ангажованост појединих студената у оквиру групе током рада на пројекту је варијала. У оквиру сваке групе је сваки студент имао одређену одговорност, али је било евидентно да нису у свим групама чланови били подједнако упућени у све сегменте рада на пројекту. Показано је да су студенти према пројектној настави развили позитиван став (Čavić et al., 2022).

Неки пројекти су као финални производ имали само видео-материјал, попут кратког документарног филма у виду лекције из науке. Неки пројекти које су израдили студенти професорског смера су били дизајнирани као школски час у којем је видео-материјал који су израдили био саставни део лекције. Једна група студената је направила неколико кратких видео-снимака у којима су представили једноставне кућне експерименте, а ти снимци су предвиђени за промоцију науке кроз YouTube, TikTok и сличне интернет апликације.

Утицај пројектне наставе на мотивацију студената за учење физике

Да би се испитало да ли је пројектна настава утицала на мотивацију студената за учење физике, урађен је t-тест упарених узорака (Табела 1). Како би се испитао утицај пројектне наставе на мотивацију студената за учење физике, анализиран је сумациони скор на одговарајућој скали. При томе, виши сумациони скор указује на већу мотивисаност студената за учење (највиша могућа вредност била је 145, а најмања 29.).

Табела 1. Резултати t-теста упарених узорака: испитивање разлике између мотивације пре и после увођења пројектне наставе за различите групе студената

Група студената	Тест	N	M	SD	t	df	p
Цео узорак	Иницијални	62	125,81	10,49	-0,08	61,00	0,94
	Финални		129,47	12,64			
Студенти мушког пола	Иницијални	16	100,62	13,33	-0,89	15	0,38
	Финални		129,19	13,79			
Студенти женског пола	Иницијални	46	101,67	10,56	0,52	45,00	0,60
	Финални		129,57	12,37			
Студенти физике	Иницијални	20	105,40	12,84	-1,77	19,00	0,09
	Финални		109,20	8,36			
Студенти технологије	Иницијални	42	99,50	9,99	1,20	41,00	0,24
	Финални		97,83	11,73			
Студенти високих постигнућа	Иницијални	21	101,81	10,62	0,53	20,00	0,60
	Финални		100,95	10,31			
Студенти средњих постигнућа	Иницијални	26	104,92	9,74	0,16	25,00	0,88
	Финални		104,73	11,03			
Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	94,73	12,16	-0,49	14,00	0,63
	Финални		96,67	14,46			

Према резултатима приказаним у Табели 1, не постоји статистички значајна разлика у мотивацији за учење физике пре и после увођења пројектне наставе за различите групе студената (за све анализиране групе је $p > 0,05$).

Утицај пројектне наставе на метакогницију студената

Да би се испитало да ли је пројектна настава утицала на метакогницију студената, урађен је t-тест упарених узорака (Табела 2). При томе је виши сумациони скор на одговарајућој скали указивао на већу метакогнитивну свесност студената, а вредност је могла да се креће између 32 и 160.

Табела 2. Резултати t-теста упарених узорака: испитивање разлике између метакогниције пре и после увођења пројектне наставе за различите групе студената

Група студената	Тест	N	M	SD	t	df	p																																																																								
Цео узорак	Иницијални	62	125,81	10,49	-2,98	61,00	0,004																																																																								
	Финални		129,47	12,64				Студенти мушког пола	Иницијални	16	124,19	10,72	-2,44	15,00	0,03	Финални	129,19	13,79	Студенти женског пола	Иницијални	46	126,37	10,47	-2,13	45,00	0,04	Финални	129,57	12,37	Студенти физике	Иницијални	20	123,90	9,78	-3,56	19,00	0,002	Финални	130,20	14,70	Студенти технологије	Иницијални	42	126,71	10,80	-1,52	41,00	0,14	Финални	129,12	11,71	Студенти високих постигнућа	Иницијални	21	125,76	8,80	-1,53	20,00	0,14	Финални	129,43	12,71	Студенти средњих постигнућа	Иницијални	26	125,92	11,34	-1,79	25,00	0,09	Финални	128,58	13,28	Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	125,67	11,78	-1,85
Студенти мушког пола	Иницијални	16	124,19	10,72	-2,44	15,00	0,03																																																																								
	Финални		129,19	13,79				Студенти женског пола	Иницијални	46	126,37	10,47	-2,13	45,00	0,04	Финални	129,57	12,37	Студенти физике	Иницијални	20	123,90	9,78	-3,56	19,00	0,002	Финални	130,20	14,70	Студенти технологије	Иницијални	42	126,71	10,80	-1,52	41,00	0,14	Финални	129,12	11,71	Студенти високих постигнућа	Иницијални	21	125,76	8,80	-1,53	20,00	0,14	Финални	129,43	12,71	Студенти средњих постигнућа	Иницијални	26	125,92	11,34	-1,79	25,00	0,09	Финални	128,58	13,28	Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	125,67	11,78	-1,85	14,00	0,09	Финални	131,07	12,10						
Студенти женског пола	Иницијални	46	126,37	10,47	-2,13	45,00	0,04																																																																								
	Финални		129,57	12,37				Студенти физике	Иницијални	20	123,90	9,78	-3,56	19,00	0,002	Финални	130,20	14,70	Студенти технологије	Иницијални	42	126,71	10,80	-1,52	41,00	0,14	Финални	129,12	11,71	Студенти високих постигнућа	Иницијални	21	125,76	8,80	-1,53	20,00	0,14	Финални	129,43	12,71	Студенти средњих постигнућа	Иницијални	26	125,92	11,34	-1,79	25,00	0,09	Финални	128,58	13,28	Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	125,67	11,78	-1,85	14,00	0,09	Финални	131,07	12,10																	
Студенти физике	Иницијални	20	123,90	9,78	-3,56	19,00	0,002																																																																								
	Финални		130,20	14,70				Студенти технологије	Иницијални	42	126,71	10,80	-1,52	41,00	0,14	Финални	129,12	11,71	Студенти високих постигнућа	Иницијални	21	125,76	8,80	-1,53	20,00	0,14	Финални	129,43	12,71	Студенти средњих постигнућа	Иницијални	26	125,92	11,34	-1,79	25,00	0,09	Финални	128,58	13,28	Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	125,67	11,78	-1,85	14,00	0,09	Финални	131,07	12,10																												
Студенти технологије	Иницијални	42	126,71	10,80	-1,52	41,00	0,14																																																																								
	Финални		129,12	11,71				Студенти високих постигнућа	Иницијални	21	125,76	8,80	-1,53	20,00	0,14	Финални	129,43	12,71	Студенти средњих постигнућа	Иницијални	26	125,92	11,34	-1,79	25,00	0,09	Финални	128,58	13,28	Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	125,67	11,78	-1,85	14,00	0,09	Финални	131,07	12,10																																							
Студенти високих постигнућа	Иницијални	21	125,76	8,80	-1,53	20,00	0,14																																																																								
	Финални		129,43	12,71				Студенти средњих постигнућа	Иницијални	26	125,92	11,34	-1,79	25,00	0,09	Финални	128,58	13,28	Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	125,67	11,78	-1,85	14,00	0,09	Финални	131,07	12,10																																																		
Студенти средњих постигнућа	Иницијални	26	125,92	11,34	-1,79	25,00	0,09																																																																								
	Финални		128,58	13,28				Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	125,67	11,78	-1,85	14,00	0,09	Финални	131,07	12,10																																																													
Студенти ниских постигнућа	Иницијални	15	125,67	11,78	-1,85	14,00	0,09																																																																								
	Финални		131,07	12,10																																																																											

Резултати приказани у Табели 2 указују на то да постоји статистички значајна разлика у метакогницији студената на иницијалном и финалном тесту, посматрано за цео узорак, као и засебно за студенте мушког и женског пола, и студенте физике, док је за остале групе студената показано да не постоји статистички значајна разлика у метакогницији пре и након увођења пројектне наставе.

■ ДИСКУСИЈА

У истраживању су мерене мотивација и метакогниција студената пре и након увођења пројектне наставе. За мерење ових променљивих су коришћене скале самопроцене. Код одређених група студената је показано повећање метакогни-

тивне свести, док ни код једне групе студената није дошло до промене у мотивацији за учење.

У овом истраживању није показано да примена пројектне наставе повећава мотивацију студената за учење физике. Овај резултат није у складу са резултатима ранијих истраживања у којима је установљено да на различитим образовним нивоима и у вези са различитим садржајима пројектна настава може подстаћи мотивацију за учење (Harmer & Stokes, 2014; Shin, 2018), посебно када се у реализацији наставе примењују и информационо-комуникационе технологије (Jusoff et al., 2010; Neo & Neo, 2005; Safaruddin et al., 2020). Поред тога, пројекти у оквиру којих се користе информационо-комуникационе технологије могу створити аутентично, смислено, сарадничко и активно окружење за учење (Henderson et al., 2010). Разлог зашто је изостао позитиван ефекат пројектне наставе на мотивацију може бити то што студенти у великој мери уче са јединим циљем да положи испит, а такође су и навикнути на уобичајено полагање испита. Иако су се током дискусије студенти сваке групе изјаснили да су сви чланови групе били једнако ангажовани и да су између себе делили задатке током израде пројекта, истраживач је приметио да су у оквиру одређених група студенти избегли да конкретизују како је сваки члан био ангажован. На основу тога, постоји могућност да су студенти давали одговоре које су сматрали пожељним, али да се заправо део студената није у довољној мери ангажовао у раду на пројекту. То је могло бити узроковано чињеницом да студенти нису оцењивани појединачно, него се евалуација односила на групу, односно пројекат. Додатно, садржаји обухваћени пројектном наставом су делимично превазилазили обавезне садржаје предмета, а награда од (свега) пет испитних поена вероватно није била довољно вредна студентима. У складу са наведеним, студенти вероватно нису видели корист у примењеном приступу, него су само препознали да се од њих захтева додатни труд. Такође, дотадашње искуство студената у настави физике и уопште у учењу овог предмета је утицало на ниво њихове мотивације за учење физике и на том узрасту није лако направити промену.

Реализована пројектна настава је позитивно утицала на метакогницију одређених група студената (посматрано за цео узорак, као и засебно за студенте мушког и женског пола и студенте физике), док код осталих група студената није показана статистички значајна разлика у метакогницији пре и након увођења пројектне наставе (посматрано засебно за студенте технологије и студенте различитог академског успеха). Током реализације пројекта студенти самостално прате свој рад како би решили проблеме и донели закључке у оквиру пројектног задатка. Такође, конципирају своје идеје да би припремили презентацију пројекта. С обзиром на то да пројектна настава подстиче процесе кооперације и евалуације (Thomas, 2000; Torp & Sage, 1998), доказано је да њена реализација уз коришћење кооперативних структура у виду малих

група олакшава студентима међусобну комуникацију, и позитивно утиче на развијање међуљудских односа. Такође, то имплицира индивидуалну и групну одговорност у испуњавању предложених задатака. Тако студенти уочавају одређена ограничења у евалуацији свог рада. Предлажу решења за развијање веће контроле над онима у групи који не доприносе реализацији наведених задатака, попут инсистирања на томе да такви појединци приступе индивидуално изради сопственог пројекта (de la Torre-Neches et al., 2020).

Показано је да пројектна настава омогућава развијање метакогнитивних способности студената (Lukitasari et al., 2021; Payoungkiattikun et al., 2022). Међутим, уочен је изостанак позитивног ефекта пројектне наставе на метакогницију одређених група студената (Табела 2). То може бити узроковано њиховим недовољним ангажовањем и неприхватањем овог приступа на прави начин.

Додатно, треба да се укаже на ограничења истраживања која су могла умањити очекиване позитивне ефекте примене пројектне наставе. Најпре, треба да се узме у обзир да иако је за процену метакогниције коришћена скала која се изузетно често користи у истраживањима, њоме се мере само одређене метакогнитивне компоненте и то по принципу самопроцене. Такође, мотивација је мерена скалом самопроцене. Затим, треба имати у виду да су студенти недовољно навикнути на примену пројектне наставе и да за потребе полагања испита често, када је то могуће, бирају да што верније репродукују садржаје како би избегли да „погреше на испиту”. Постоји могућност и да студенти у оквиру реализације пројектних активности нису у потпуности добро савладали такав начин рада, односно нису ефикасно координисали своје активности у групи, те да су се по питању тога појавила извесна ограничења у међусобној комуникацији и/или неједнако залагање поједанаца. Имајући у виду извештаје које су дали студенти, сви пројекти су имали јасан циљ и донекле јасан план рада, али не и довољно прецизне рокове за извршавање задатака. Такође, иако су групе формиране на основу претходне сарадње и добре комуникације међу члановима, делује да је током рада на пројекту изостао одређени вид комуникације који би требало да омогући да чланови буду упућенији у процес реализовања задатака других чланова што директно утиче и на међусобну подршку при постизању заједничког циља.

■ ЗАКЉУЧАК

На основу анализе резултата истраживања може се закључити да је примена пројектне наставе у обради универзитетских садржаја физике успешно подстакла развој метакогниције студената, али није значајно утицала на мотивацију студената за учење. Анализа је указала на то у којим групама студената

су позитивни ефекти примене пројектне наставе на метакогницију студената значајни.




















На основу резултата истраживања може се закључити да је у оквиру универзитетске наставе потребно издвојити одређено време за примену пројектне наставе, приликом обраде за то погодних садржаја. На тај начин би студенти уз савладавање предвиђених садржаја развијали метакогницију, што би их додатно оспособило за целоживотно учење. Интердисциплинарни приступ такође доприноси компетенцијама студената за каснији рад. Пошто је пројектна настава почела да се примењује на нижим нивоима образовања, може се очекивати значајно већи позитиван утицај пројектне наставе на будуће генерације студената навикнуте на примену таквог приступа. До тада треба наћи начин да се студентима приближи рад на пројектима како би се на тај начин припремили за будуће животне и радне изазове. Студенти треба да схвате значај рада на пројектима. Такође, изостанак утицаја пројектне наставе на мотивацију студената за учење указује на потребу да се, уколико се примењује пројектна настава, у оцењивању узме у обзир и ангажовање студената на пројектима.

На основу резултата презентованог истраживања може се закључити да би у наредним истраживањима требало да се испита да ли би се код студената „обучених” и навикнутих на примену пројектне наставе уочили већи позитивни утицаји, односно да ли би у том случају студенти имали више користи од примене пројектне наставе. Требало би у наредним истраживањима потврдити разлог због ког је позитиван утицај на мотивацију студената изостао, као и разлог изостанка позитивног утицаја на метакогницију студената технологије. Могло би се испитати да ли се студенти могу мотивисати на тај начин и да ли би интердисциплинарни приступ допринео да се студенти више посвете садржајима које изучавају и да ли би остварили виша постигнућа, односно стекли обухватније и трајније знање. Поред тога, у будућим истраживањима се мотивација и метакогниција могу мерити на други начин (на пример, примена метакогниције током пројектне наставе), могу бити разматране друге компоненте ових варијабли и могу бити сагледане друге особине студената значајне у наставном процесу, како би се што детаљније разумео утицај пројектне наставе на универзитетском нивоу. Да би биле разматране све предности пројектне наставе, не треба изоставити ни испитивање позитивног утицаја на социјалне вештине студената, спремност за рад у тиму, комуникационе способности студената и друге компетенције које би студенти развијали уколико се пројектна настава реализује у облику групног рада.

■ КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Avargil, S., Lavi, R., & Dori, J. Y. (2018). Students' metacognition and metacognitive strategies in science education. In J.Y. Dori, Z. R. Mevarech, & D. R. Baker (Eds.), *Cognition, metacognition, and culture in STEM education* (pp. 33–64). Springer Cham.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: skills for the future. *The Clearing House a Journal of Educational Strategies Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. DOI: 10.1080/00098650903505415
- Bogdanović, I., Obadović, D. Ž., Cvjetičanin, S., Segedinac, M., & Budić, S. (2015). Students' metacognitive awareness and physics learning efficiency and correlation between them. *European Journal of Physics Education*, 6(2), 18–30.
- Botha, M. (2010). A project-based learning approach as a method of teaching entrepreneurship to a large group of undergraduate students in South Africa. *Education as Change*, 14(2), 213–232. DOI: 10.1080/16823206.2010.522059
- Brophy, J. (2010). *Motivating students to learn*. 3rd Edition, Routledge.
- Cera, R., Mancini, M., & Antonietti, A. (2013). Relationships between metacognition, self-efficacy, and self-regulation in learning. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, 7, 115–141. DOI: 10.7358/ecps-2013-007-cera
- Çelik, H. C., Ertas, H. & İlhan, A. (2018). The impact of project-based learning on achievement and student views: The Case of AutoCAD programming course. *Journal of Education and Learning*, 7(6), 67–80.
- Chen, C. H. & Yang, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26(1), 71–81.
- Chiang, C. L., & Lee, H. (2016). The effect of project-based learning on learning motivation and problem-solving ability of vocational high school students. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(9), 709–712.
- Chow, S. J., & Yong, B.C.S. (2013). Secondary school students' motivation and achievement in combined science. *US-China Education Review*, 3(4), 213–228.
- Colley, K. E. (2008). Project-based science instruction: A Primer-an introduction and learning cycle for implementing project-based science. *Science Teacher*, 75(8), 23–28.
- Čavić, M. R., Stanisavljević, J. D., Bogdanović, I. Z., Skuban, S. J., & Pavkov-Hrvojević, M. V. (2022). Project-based learning of diffusion and osmosis: Opinions of students of physics and technology at University of Novi Sad. *SAGE Open*, 12(1), 51–66. DOI: 10.1177/21582440211069147
- Das, J. (2021). Needs of learner-centered approach to improve metacognition skills. *Elementary Education Online*, 20(6), 2583–2587. DOI:10.17051/ilkonline.2021.06.240
- de la Torre-Neches, B., Rubia-Avi, M., Aparicio-Herguedas, J. L., & Rodriguez-Medina J. (2020). Project-based learning: An analysis of cooperation and evaluation as the axes of its dynamic. *Humanities Social Sciences Communications*, 7(167). DOI: 10.1057/s41599-020-00663-z
- Grant, M. M. (2002). Getting a grip on project-based learning: Theory, cases and recommendations. *Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal*, 5(1), 1–17.
- Griethuijzen, R. A. L. F. van, Eijck, M. W. van, Haste, H., Brok, P. J. den, Skinner, N. C., Mansour, N., Gencer, A. S., & BouJaoude, S. (2015). Global patterns in students' views of science and interest in science. *Research in Science Education*, 45(4), 581–603. DOI: 10.1007/s11165-014-9438-6
- Guy-Gaytán, C., Gouvea, J. S., Griesemer, C., & Passmore, C. (2019). Tensions between learning models and engaging in modeling. *Science & Education*, 28(8), 843–864. DOI: 10.1007/s11191-019-00064-y.

- 📖 Hacker, D. J. (1998). Definitions and empirical foundations. In D. J. Hacker, J. Dunloskey, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in Educational Theory and Practice* (pp. 1–23). Lawrence Erlbaum Associates.
- 📖 Harmer, N., & Stokes, A. (2014). *The benefits and challenges of project-based learning, a review of literature*. Pedagogic Research Institute and Observatory (PedRIO).
- 📖 Hartman, H. J. (2001). Metacognition in science teaching and learning. In Hartman, H. J. (Ed) *Metacognition in Learning and Instruction. Neuropsychology and Cognition*, Vol. 19 (pp. 173–201). Springer. DOI: 10.1007/978-94-017-2243-8_9
- 📖 Heering, P., & Höttecke, D. (2014). Historical-investigative approaches in science teaching. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1473–1502). Springer. DOI: 10.1007/978-94-007-7654-8_46
- 📖 Henderson, M., Auld, G., Holkner, B., Russell, G., Seah, W. T., Fernando, A., & Rome, G. (2010). Students creating digital video in the primary classroom: Student autonomy, learning outcomes, and professional learning communities. *Australian Educational Computing*, 24(2), 12–20.
- 📖 Hilvonen J., & Ovaska, P. (September 2, 2010). *Student motivation in project-based learning*. International Conference on Engaging Pedagogy 2010 (ICEP10) National University of Ireland Maynooth.
- 📖 Holubova, R. (2008). Effective teaching methods – Project-based learning in physics. *US-China Education Review*, 5(12), 27–36.
- 📖 Jusoff, K., Abdul Rahman, B., Mat Daud, K., & Abd Ghani, N. (2010). Motivating students using project based learning (PjBL) via e-SOLMS technology. *World Applied Sciences Journal*, 8(9), 1086–1092.
- 📖 Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In Sawyer R. K. (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*, 2nd ed. (pp. 275–297). Cambridge University Press.
- 📖 Lakkala, M., Lallimo, J., & Hakkarainen, K. (2005). Teachers' pedagogical designs for technology-supported collective inquiry: A national case study. *Computers & Education*, 45(3), 337–356.
- 📖 Lalić-Vučetić, N. Z. (2015). *Postupci nastavnika u razvijanju motivacije učenika za učenje* [Objavljena doktorska disertacija]. Univerzitet u Novom Sad. Nacionalni repozitorijum disertacija u Srbiji. <https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/4947>
- 📖 Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2010). Seven essentials for project-based learning. *Educational leadership*, 68(1), 34–37.
- 📖 Libao, N., Sagun, J., Tamangan, E., Pattalitan, A., Dupa, M., & Bautista, R. (2016). Science learning motivation as correlate of students' academic performances. *Journal of Technology and Science Education*, 6(3), 209–218.
- 📖 Lukitasari, M., Hasan, R., Sukri, A., & Handhika, J. (2021). Developing student's metacognitive ability in science through project-based learning with e-portfolio. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(3), 948–955. DOI: 10.11591/ijere.v10i3.21370
- 📖 Ma, H., Fulmer, G. W., & Liang, L. L. (2017). Science teaching practices in junior secondary schools. In L. L. Liang, X. Liu, & G. W. Fulmer (Eds), *Chinese science education in the 21st century: Policy, practice, and research*, (pp. 85–100). Springer. DOI: 10.1007/978-94-017-9864-8_4
- 📖 Malinić, D., Stanišić, J., & Đerić, I. (2021). Iskustva nastavnika u realizaciji projektne nastave zasnovane na interdisciplinarnom pristupu. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 53(1), 67–120.
- 📖 Miller, E. C., & Krajcik, J. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: A design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–10. DOI: 10.1186/s43031-019-0009-6.
- 📖 Mirkov, S. (2006). Metakognicija u obrazovnom procesu. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 38(1), 7–24. DOI: 10.2298/ZIPi0601007M

-  Nation, M. L. (2008). Project-based learning for sustainable development. *Journal of Geography*, 107(3), 102–111. DOI: 10.1080/00221340802470685
-  Neo, M., & Neo, T. (2005). A multimedia-enhanced problem-based learning experience in the Malaysian classroom. *Learning. Media and Technology*, 30(1), 41–53.
-  Ocak, M. A., & Çelebi, U. (2010). Investigation of students' intrinsic motivation in project based learning. *Journal of Human Sciences*, 7(1), 1152–1169.
-  Olić, S. (2016). *Motivacija i uvažavanje stilova učenja kao determinante učeničkog postignuća u hemiji*. [Objavljena doktorska disertacija]. Univerzitet u Novom Sad. Nacionalni repozitorijum disertacija u Srbiji.
-  Olić, S., Ninković, S., & Adamov, J. (2016). Adaptation and empirical evaluation of the questionnaire on students' motivation towards science learning. *Psihologija*, 49(1), 51–66. DOI: 10.2298/PSI1601051O
-  Orlich, D. C., Harder, R. J., & Callahan R.C. (2007). *Teaching strategies – A guide of effective instruction*. Houghton Mifflin Company.
-  Osborne, J. F., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441–468.
-  Payoungkiattikun, W., Intanin, A., Thongsuk, T., & Hemtasin, C. (2022). Project-based learning model to promote preservice science teachers' metacognitive skills. *Journal of Educational Issues*, 8(2), 576–588.
-  Quint, J., & Condliffe, B. (2018). Project-based learning: A promising approach to improving student outcomes. *Issue Focus, Mdr*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED580907.pdf>
-  Ravitch, D. (2000). *Left back: A century of failed school reforms*. Simon and Schuster.
-  Safaruddin, S., Ibrahim, N., Juhaeni, J., Harmilawati, H., & Qadrianti, L. (2020). The effect of project-based learning assisted by electronic media on learning motivation and science process skills. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 1(1), 22–29.
-  Sanium, S., & Buaraphan, K. (2019). Research about metacognition in science education: A case of basic education in Thailand. IOP Conf. Series: *Journal of Physics: Conf. Series* 1340. 1–10. DOI: 10.1088/1742-6596/1340/1/012014.
-  Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. DOI: 10.7771/1541-5015.1002
-  Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460-475. DOI: 10.1006/ceps.1994.1033
-  Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review* 7(4), 351–371. DOI: 10.1007/BF02212307
-  Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) – a comparative study of students' views of science and science education (4/2004)*. University of Oslo.
-  Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2010). Science education and young people's identity construction—two mutually incompatible projects? In D. Corrigan, J. Dillon, & R. Gunstone (Eds.), *Re-emergence of values in science curriculum* (pp. 231–247). Sense Publishers.
-  Segedinac, M., Segedinac, M., Konjović, Z., & Savić, G. (2011). A formal approach to organization of educational objectives. *Psihologija*, 44(4), 307–323. DOI: 10.2298/PSI1104307S
-  Shin, M. H. (2018). Effects of project-based learning on students' motivation and self-efficacy. *English Teaching*, 73(1), 95–114.

- 📖 Stojadinović, M., Ristanović, D., & Komnenović, M. (2021). Efekat projektne nastave na akademsko postignuće: Metaanaliza. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 53(2), 261–279.
- 📖 Stojanović, N. (2017). Mogućnosti primene projektnog modela rada u nastavi likovne kulture. *Zbornik radova, Pedagoški fakultet u Užicu*, 20(19), 143–152.
- 📖 Terrón-López, M., García-García, M., Velasco-Quintana, P., Ocampo, J., Vigil Montaña, M. & Gaya-López, M. (2017). Implementation of a project-based engineering school: Increasing student motivation and relevant learning. *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 618–631. DOI: 10.1080/03043797.2016.1209462
- 📖 Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
- 📖 Torp, L., & Sage, S. (1998). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-12 education*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- 📖 Trebješanin, B. (2009). *Motivacija za učenje*. Učiteljski fakultet.
- 📖 Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shyang, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure student's motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639–654. DOI: 10.1080/0950069042000323737
- 📖 Veenman, M. V. (2012). Metacognition in science education: Definitions, constituents, and their intricate relation with cognition. In A. Zohar & Y. J. Dori (Eds.), *Metacognition in science education: Trends in current research* (pp. 21–36). Springer.

Примљено 19.3.2023; прихваћено за штампу 17.9.2023.

■ ПРИЛОЗИ

Прилог 1

Упитник о мотивацији за учење

За сваку од следећих тврдњи означи колико одговара твом мишљењу тако што ћеш, према понуђеној скали, заокружити одговарајући број.

Бројеви од 1 до 5 имају следеће значење:

1 = уопште се не слажем,

2 = углавном се не слажем,

3 = неодлучан/неодлучна сам,

4 = углавном се слажем,

5 = потпуно се слажем.

1.	Без обзира да ли је градиво тешко или лако, сигуран/сигурна сам да ћу га разумети.	1 2 3 4 5
2.	Нисам сигуран/сигурна да могу да разумем тешке појмове.	1 2 3 4 5
3.	Сигуран/сигурна сам да на писменом делу испита могу да остварим висок број поена.	1 2 3 4 5
4.	Без обзира колико се трудим, не могу да научим градиво.	1 2 3 4 5
5.	Када су задаци претешки, урадим само оне лакше делове.	1 2 3 4 5
6.	Док учим, радије тражим одговор од других него да сам размишљам.	1 2 3 4 5
7.	Ако сматрам да је неко градиво тешко, не покушавам да га научим.	1 2 3 4 5
8.	Када учим нове појмове, покушавам да их разумем.	1 2 3 4 5
9.	Када учим нове појмове, повезујем их са претходним знањем и искуством.	1 2 3 4 5
10.	Када не разумем неки појам, користим друге изворе (додатну литературу, интернет) који ће ми помоћи да га разумем.	1 2 3 4 5
11.	Када ми је нејасно градиво, покушавам да га разумем кроз разговор са професором или другим студентима.	1 2 3 4 5
12.	Приликом учења покушавам да повезујем различите делове градива.	1 2 3 4 5
13.	Када погрешим, покушавам да схватим где сам погрешо.	1 2 3 4 5
14.	Чак и ако не разумем градиво, ипак ћу покушати да га научим.	1 2 3 4 5
15.	Када се ново градиво које учим не слаже са мојим претходним знањем, покушавам да разумем зашто.	1 2 3 4 5

16.	Мислим да је учење физике важно јер ми може користити у свакодневном животу.	1 2 3 4 5
17.	Мислим да је учење физике важно јер ме подстиче на размишљање.	1 2 3 4 5
18.	Мислим да је у физици важно научити како се решавају проблеми.	1 2 3 4 5
19.	Мислим да је у физици важно учествовати у истраживачким активностима.	1 2 3 4 5
20.	Важно ми је да у учењу физике задовољим своју радозналост.	1 2 3 4 5
21.	Учим да бих добио/ла добру оцену.	1 2 3 4 5
22.	Учим с циљем да будем бољи/а од других студената.	1 2 3 4 5
23.	Учим како би други студенти мислили да сам паметан/паметна.	1 2 3 4 5
24.	Учим како би професор обраћао пажњу на мене.	1 2 3 4 5
25.	Осећам задовољство када остварим добар резултат на испиту.	1 2 3 4 5
26.	Осећам задовољство када сам сигуран у своје знање.	1 2 3 4 5
27.	Осећам задовољство када могу да решим тежак задатак из физике.	1 2 3 4 5
28.	Осећам задовољство када професор физике прихвата моје идеје.	1 2 3 4 5
29.	Осећам задовољство када студенти прихватају моје идеје.	1 2 3 4 5

Прилог 2

Упитник за процену метакогниције

За сваку од следећих тврдњи означи колико одговара твом мишљењу тако што ћеш, према понуђеној скали, заокружити одговарајући број:

- 1 = уопште се не слажем,
- 2 = углавном се не слажем,
- 3 = неодлучан/неодлучна сам,
- 4 = углавном се слажем,
- 5 = потпуно се слажем.

1.	Повремено се запитам да ли остварујем своје циљеве.	1 2 3 4 5
2.	Пре него што одговорим сагледам неколико могућих одговора.	1 2 3 4 5
3.	Трудим се да учим на начин на који сам раније успешно научио/ла нешто.	1 2 3 4 5
4.	Одредим темпо којим ћу учити како бих имао/ла довољно времена.	1 2 3 4 5
5.	Размислим шта ја у ствари треба да научим пре него што почнем да радим.	1 2 3 4 5
6.	Када урадим колоквијум / тест / писмени део испита, знам колико добро сам га урадио/ла и пре него што проверим одговоре са друговима, или га професор прегледа.	1 2 3 4 5
7.	Поставим себи конкретне циљеве пре него што почнем да радим.	1 2 3 4 5
8.	Свесно усмеравам пажњу на важне информације.	1 2 3 4 5
9.	Најбоље учим када ми је нешто већ познато о теми о којој учим.	1 2 3 4 5
10.	Јасно ми је шта професор очекује од мене да знам из његовог предмета.	1 2 3 4 5
11.	У зависности од ситуације користим различите стратегије учења.	1 2 3 4 5
12.	Када завршим задатак, промислим о томе да ли је постојао неки лакши начин да га урадим.	1 2 3 4 5
13.	Имам контролу над тиме колико успешно учим.	1 2 3 4 5
14.	Повремено понављам део градива који сам прешао да бих лакше разумео/ла важне везе између појмова и/или чињеница и појава, што ми помаже при повезивању знања.	1 2 3 4 5
15.	Размислим о неколико начина како би се могао решити проблем пре него одаберем најбољи (којим ћу најлакше и најефикасније коректно и тачно решити проблем).	1 2 3 4 5

16.	Могу да се мотивишем за учење када треба да учим.	1 2 3 4 5
17.	Свестан/свесна сам да, када учим, користим одређене стратегије учења.	1 2 3 4 5
18.	Налазим сопствене примере како би ми информације биле што разумљивије.	1 2 3 4 5
19.	Добро процењујем колико добро нешто разумем.	1 2 3 4 5
20.	Примећујем да када учим користим одређену стратегију учења без да претходно то испланирам и мислим о томе.	1 2 3 4 5
21.	Примећујем да редовно застајем да проверим да ли разумем нешто.	1 2 3 4 5
22.	Када нешто завршим, запитам се колико сам успешно остварио/ла своје циљеве.	1 2 3 4 5
23.	Док учим, цртам скице и/или дијаграме (графике) који ми помажу да разумем оно што учим.	1 2 3 4 5
24.	Када решим проблем, промислим да ли сам испитао/ла све могућности.	1 2 3 4 5
25.	Када не могу да разумем нешто, променим свој приступ.	1 2 3 4 5
26.	Запитам се да ли је оно што читам повезано са нечим што већ знам.	1 2 3 4 5
27.	Организујем време како бих што успешније остварио/ла своје циљеве.	1 2 3 4 5
28.	Научим више када ме интересује тема.	1 2 3 4 5
29.	Покушавам да оно што треба да научим изделим на мање делове.	1 2 3 4 5
30.	Док учим нешто ново, запитам се колико добро ми иде.	1 2 3 4 5
31.	По потреби нешто читам више пута.	1 2 3 4 5
32.	Станем и поново се вратим на информације које ми нису јасне.	1 2 3 4 5

Прилог 3

Табела 3. Резултати теста нормалности Шапиро-Вилк

	Група студената	W	df	p
Метакогниција – иницијални	Мушки	0,934	16	0,285
	Женски	0,964	46	0,166
	Физика	0,965	20	0,654
	Технологија	0,985	42	0,854
	Висока	0,936	21	0,184
	Средња	0,969	26	0,597
	Ниска	0,966	15	0,798
Мотивација – иницијални	Мушки	0,909	16	0,114
	Женски	0,963	46	0,152
	Физика	0,819	20	0,200
	Технологија	0,977	42	0,538
	Висока	0,985	21	0,980
	Средња	0,946	26	0,182
	Ниска	0,888	15	0,062
Метакогниција – финални	Мушки	0,942	16	0,375
	Женски	0,967	46	0,215
	Физика	0,982	20	0,954
	Технологија	0,961	42	0,156
	Висока	0,979	21	0,918
	Средња	0,985	26	0,953
	Ниска	0,881	15	0,050
Мотивација – финални	Мушки	0,963	16	0,721
	Женски	0,972	46	0,337
	Физика	0,963	20	0,613
	Технологија	0,979	42	0,610
	Висока	0,949	21	0,332
	Средња	0,969	26	0,590
	Ниска	0,939	15	0,368