

Вељко В. Алексић*

Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука, Чачак

ПЕДАГОШКА ПЕРСПЕКТИВА СОЦИЈАЛНОГ УЧЕЊА У МЕТАВЕРЗУМУ НА ПРИМЕРУ ПРОГРАМИРАЊА РАЧУНАРСКЕ ГРАФИКЕ

Апстракт: Потенцијали коришћења метаверзума као савременог дигиталног образовног окружења у виду платформе за социјално учење представљају актуелан педагошки изазов. Имајући у виду да социјално учење представља моћно средство за стицање нових знања и вештина, валидно је посматрати га као ефикасну допуну за промовисање учења и развоја у различитим контекстима. С обзиром на то да су емпиријски докази о социјалном учењу у метаверзуму веома ограничени, истраживањем се настојао испитати утицај активности студената у овом дигиталном окружењу, како на њихову перцепцију платформе за учење, тако и на оствареност исхода учења. У истраживању је учествовало укупно 87 студената Факултета техничких наука у Чачку, који су били равномерно подељени на контролну и експерименталну групу. Резултати анализе показују да је педагошка компонента представљала значајан фактор у намери студената да користе метаверзум, док технологија није. Истраживање је, такође, показало да су студенти који су учествовали у онлајн активностима остварили значајно боље резултате у одређеним областима програмирања рачунарске графике. Истраживање наглашава потребу за даљим дубљим разумевањем сложеног социјалног учења и адаптацију педагогије учења у метаверзуму, те нарочито карактеристика које би подржале колективну интелигенцију.

Кључне речи: *метаверзум, социјално учење, образовна технологија, рачунарска графика.*

* veljko.aleksic@ftn.kg.ac.rs

Увод

Дигитална виртуелна окружења за учење се истражују годинама и синхронно еволуирају са савременим достигнућима у области рачунарских симулација, графике, софтверског инжењерства и, напослетку, информационих технологија, уопштено. Актуелне технологије тродимензионалних видео-аудио-кинестетичких симулација окружења и простора попут виртуелне и проширене стварности, постепено формирају нову парадигму свеprisутног рачунарства која има потенцијал да трансформише образовање, пословање и забаву, све под именом метаверзум (Buana, 2023; Mystakidis, 2022). Упркос различитим дефиницијама, метаверзум се генерално може посматрати као интерактивно виртуелно окружење у коме корисници/учесници кроз искуство тока (Алексић и Ристић, 2021) синхронно и асинхронно комуницирају коришћењем својих дигиталних инкарнација – аватара. На овај начин се креира јединствена прилика за образовање коришћењем динамичне и атрактивне образовне технологије, посебно у светлу растуће популарности и приступачности технологија симулација виртуелне и проширене стварности. Функционисање окружења ослања се на примени технологија вештачке интелигенције, гејмификације, рачунарства у облаку и друштвених мрежа.

Социјално учење представља образовно-васпитну компоненту која се јавља када год индивидуа посматра понашања других, а затим га имитира или моделира кроз своје понашање (Bandura & Walters, 1977). Учење се врши сарадњом, посматрањем, имитацијом и интеракцијом са другим актерима. Развој и свеprisутност друштвених мрежа, медија и дигиталних игара пружио је нове модалитете за реализацију социјалног учења у дигиталном окружењу. Онлајн заједнице које функционишу на платформама попут Линкедина (LinkedIn) (<https://www.linkedin.com/>), Јутјуба (YouTube) (<https://www.youtube.com/>) или Курсере (Coursera) (<https://www.coursera.org/>) пружају приступ упутствима, курсевима и заједницама за учење изузетно широког распона. Социјално учење је процес целоживотног учења који укључује континуалну интеракцију са другим актерима и може се посматрати као једна од кључних компоненти савременог образовања јер подстиче сарадњу, повећава мотивацију, ангажовање, примену наученог у реалним ситуацијама (тзв. аутентично учење) и побољшава процес учења у целини (Fargell, 2020). Нарочито је корисно у пољу друштвено-хуманистичких наука, где је способност разумевања перспективе других људи/актера од кључног значаја. Ох и сарадници (2023) наводе да коришћење метаверзума ученицима пружа нове могућности за примене стечених знања и вештина у реалним ситуацијама кроз дигиталну интеракцију са својим вршњацима, члановима групе или интелигентним агентима у виртуелном окружењу. Ученицима се на овај начин пружају нова аутентична реалистична искуства. Иако социјално учење у традиционалној настави подиже

мотивацију ученика (Wong et al., 2022), коришћење овог приступа у онлајн окружењима за учење и даље је спорадично, што се може објаснити недовољним степеном уочене вредности у поређењу са платформама са традиционално високим нивоом интеракције међу корисницима, попут Тиктока (TikTok) (<https://www.tiktok.com/>) (Akcaoglu & Lee, 2018). Групне активности могу побољшати искуство социјалног учења и повећати мотивацију у метаверзуму. Ово се може постићи коришћењем техника учења заснованих на дигиталним играма, реалистичним симулацијама и капацитетом да се научено примени у реалним ситуацијама, али и присуством других актера у виртуелном свету, јер често сама свесност о њиховом постојању може подстаћи даље учешће (Mochizuki et al., 2021). Дискусије или процене које комбинују онлајн и офлајн групне активности могу побољшати окружење за социјално учење у метаверзуму и поједноставити контролу когнитивних захтева учења (Ng, 2022). Употреба метаверзума у образовању може бити нарочито корисна у пољу хуманистичких наука, тако што се виртуелним путовањима ученици могу једноставно и економично одвести на удаљене локације и понудити им импресивна искуства. Са друге стране, интелигентни агенти се могу користити за верне симулације социјалних интеракција инспиришући и подстичући ученике да се суоче са реалним изазовима.

Преглед литературе

Истраживања перцепције ученика и њихових резултата у учењу помоћу нових савремених дигитално-технолошки побољшаних образовних окружења и алата проширују спектар могућности које им се пружају у (за њих) познатим и природним дигиталним окружењима. У односу на технологије виртуелне и проширене стварности које се углавном могу користити самостално, па чак и без интернет приступа, метаверзум има изражену комуникациону интерактивну компоненту, и то првенствено са другим корисницима. С обзиром на свој конструкт, метаверзум представља нов начин друштвене повезаности – то је виртуелни свет који се развија динамиком реалног света, чиме корисницима омогућује нови интерактивни простор и јединствене могућности учења (Hwang & Chien, 2022). Нг (2022) истиче да у односу на конвенционално учење метаверзум омогућује значајне предности у пружању могућности вишечулног, аутентичног и практичног искуства учења, чиме се поставља као нова алтернатива у високошколском образовању. Штавише, мотивација за учење, самопоуздање и лични ставови ученика углавном позитивно утичу на прихватање технологије и резултате учења у новим окружењима, попут метаверзума (Vanaeian et al., 2023). С обзиром на то да метаверзум претпоставља континуирано ангажовање ученика у контекстима учења, мотивација за учење ипак представља кључни фактор за његову успешну имплементацију (Agraci & Bahari, 2023). Издваја се група истраживача која заступа став да је у високом образовању

неопходно јасније препознати мотивацију за учење студената, њихово самопоуздање, препознати адекватне концепте учења и ставове о учењу путем нових технологија (Dang & Liu, 2022; Sjogren et al., 2021). Међутим, истраживања која се односе на употребу метаверзума углавном су фокусирана на технолошке карактеристике, развој и могуће примене. Чен и сар. (2022) спроводе свеобухватну анализу примена и технологија хардвера, софтвера и садржаја метаверзума и креирају нову таксономију базирану на три приступа (интеракција корисника, имплементација и примена). Имајући у виду претходно наведено, важно је истражити педагошке перспективе коришћења метаверзума у високом образовању из различитих углова, како би се попунила очигледна празнина.

Иако се метаверзум често креира помоћу технологија симулације виртуелне стварности, ова врста дигиталних уређаја није увек неопходна како бисмо креирали корисничко искуство. Укључивање корисника у заједничко дигитално окружење може се остварити низом других ИТ уређаја, укључујући рачунаре и мобилне уређаје. Метаверзум се може једноставно трансформисати у виртуелно окружење за учење које омогућава комуникацију ученика и наставника, те креирање активности које подстичу изазове, радозналост, креативност, аутентичност, сарадњу и такмичење. Овај приступ је базиран на следећим теоријама (De Regt et al., 2021):

- *Присутство* се у виртуелном окружењу односи на корисников осећај урањања у искуство тока и његово ангажовање (Saritaş & Topraklıkoğlu, 2022);
- *Рефлексија* је процес размишљања о сопственим искуствима и просуђивању (Namby et al., 2017) и користи се за побољшање учења и решавања проблема;
- *Наративни транспорт* се односи на урањање у причу како би се побољшало искуство ученика/корисника метаверзума давањем сврхе бројним активностима и догађајима (Fitzgerald & Green, 2022).

Наведене теорије објашњавају начине на које се метаверзум користи за стварање упечатљивог и импресивног искуства с циљем лакшег социјалног и колаборативног учења. Израз „колективна интелигенција” описује способност групе да сарађује и обједињује информације у циљу постизања заједничког циља или решавања изазова (Lévy, 1997), што се у метаверзуму постиже коришћењем групних активности или система задатака где ученици могу да раде заједно и виртуелно размењују знања. Знања које дели или креира појединац у метаверзуму и знања стечена офлајн коришћењем, нпр. обрнуте учионице, могу утицати на знања других актера у групи, подстаћи осећај разумевања и оснажити вештине решавања проблема (Massey et al., 2023).

Методологија

С обзиром на то да се технологија метаверзума све чешће користи у образовању, те да ситуациона окружења и персонализована педагогија додатно повећавају мотивацију за њено коришћење, основни циљ истраживања је утврђивање фактора који утичу на перцепцију студената ка њеној употреби. На основу постављеног циља дефинисано је прво истраживачко питање: На који начин учешће у групним активностима унутар метаверзума утиче на перцепцију студената о корисности ове платформе за образовање? С друге стране, важно је разумети и на који начин јединствене карактеристике метаверзума, попут присуства, рефлексije и наративног транспорта, могу побољшати социјално учење, стога је дефинисано и друго истраживачко питање: На који начин интеграција онлајн и офлајн активности, попут дискусија или самопроцена, утиче на исходе социјалног учења у метаверзуму?

Имплементацијом идеја присутности и рефлексije, социјално учење се може остварити у виртуелном окружењу. На пример, уколико студенти/корисници могу да разговарају са аватарима у реалном времену, добијају осећај да се налазе унутар виртуелног света. Рефлексija се може остварити тако што ће се студентима/корисницима пружити прилика да размисле о сопственим искуствима и поделе оно што су научили са другима. Ови фактори могу побољшати колективну интелигенцију и учинити да социјално учење боље функционише (Dwivedi et al., 2022). На пример, присуство у виртуелном окружењу метаверзума студентима омогућава да се осећају као да су физички део виртуелног окружења (Bos et al., 2021), што може учинити искуство још импресивнијим и занимљивијим. Рефлексija, као способност размишљања о сопственом учењу, може побољшати социјално учење помажући студентима да схвате на који начин је њихово сопствено разумевање материјала повезано са разумевањем других у групи (Glasman et al., 2021). На основу претходног разматрања постављене су две истраживачке хипотезе:

X1: Учешће у групним активностима унутар метаверзума позитивно утиче на перцепцију студената о образовној корисности платформе.

Образложење: Комбиновање онлајн и офлајн активности, на пример кроз обрнуту учионицу, може пружити студентима свеобухватно искуство, више их заинтересовати за наставни материјал и помоћи им да га боље разумеју (Liu et al., 2019). На пример, онлајн активности, као што је посматрање интелигентног агента у виртуелној сцени с циљем добијања информација, може студенту пружити осећај да је присутан и омогућити му да прати нара-

тив, док му офлајн активности, као што су дискусије или коришћење алата за самопроцену могу пружити прилику да размисли о материјалу и стекне дубље разумевање (Chen et al., 2019). Комбиновањем различитих врста активности, студенти могу стећи боље искуство у заједничком учењу и евентуално створити колективну интелигенцију.

X2: Интеграција онлајн активности у метаверзуму позитивно утиче на исходе социјалног учења.

Образложење: Појединци у групи могу изнети различите перспективе и своја искуства, побољшавајући социјално учење и доводећи до разноврснијег и дубљег разумевања материјала који се проучава (Van Aalst, 2013). Када једна особа подели своје знање, то може деловати као катализатор за друге да размисле о сопственом разумевању и потенцијално довести до нових закључака (Glassman et al., 2021). Поред тога, када појединци стекну осећај да су допринели разумевању групе, они постају више ангажовани у процесу учења и стварају позитивнији став према материјалу и учењу.

Узорак испитаника чинио је $N = 87$ студената Факултета техничких наука у Чачку просечног узраста $M = 20,3$ година ($SD = 3,29$), од чега 65 мушког пола и 22 женског пола. Студенти су добровољно учествовали у истраживању. Испитаници су подељени у две групе, тако да су у контролној групи 42 студента (48,3%) самостално решавала задатке офлајн, док су чланови експерименталне групе од 45 студената (51,7%) учествовали у групним активностима и дискусијама у оквиру метаверзума. Испитивање је извршено у последњем кварталу 2022. године.

Студенти су истраживали сценарије везане за програмирање рачунарске графике. Виртуелна сцена је постављена унутар кључног дела рачунарског хардвера – графичке карте. Контролна група студената је дискутовала и решавала задатке офлајн, а потом презентовала решења коришћењем презентација, док су студенти експерименталне групе користили друштвене мреже, податке доступне онлајн и комуникацију у оквиру метаверзума за припрему решења. Како су се студенти друге групе кретали кроз виртуелне сцене на различите начине, њени чланови су се могли међусобно чути и видети различите перспективе и информације, чинећи сарадничко учење разноврсним. Истраживање је спроведено коришћењем Класлет (Classlet) платформе (<https://classlet.space/>), која је намењена за креирање и контролу образовних метаверзума и дизајнирана је да подржи симулације и сценарије у тродимензионалном виртуелном свету. Студенти су учествовали у сесијама учења у трајању од 30 минута током којих су ступали у интеракцију са најмање 10 аватара које нису водили играчи, већ интелигентни агенти. Ови карактери су у сценама опонашали праве људе и пружали информације које су студенти могли учити. Додатно, студенти су се

међусобно могли видети у сценама, што је неупитно иницирало облик социјалног учења.

Након окончане сесије, студенти/испитаници су најпре приступили попуњавању упитника који се састојао се из два дела. Први део упитника (демографске карактеристике) искоришћен је за прикупљање основних података о испитаницима, док је други део чинило 6 питања самопроцене са одговорима формулисаним у облику Ликертових скала, којима су испитивани ставови према технологији (нпр. једноставност коришћења и функционалност) и педагогији метаверзума (нпр. корисност и способност да се побољша учинак интеракције). Студенти су процењивали ниво знања и вештина које су стекли током активности; учесталост коришћења дигиталних алата и технологија за комуникацију, сарадњу и размену податка и информација; компетентност за креирање дигиталног садржаја; вештине из области заштите дигиталних идентитета приликом коришћења онлајн алата и сервиса; и ниво вештина обраде и интеграције података и информација у циљу креирања нових релевантних садржаја. С обзиром да је програмирање рачунарске графике једна од изведених кључних дигиталних компетенција, искази у упитнику базирани су на опису оквира дигиталних компетенција *DigComp 2.2* (Vuorikari et al., 2022). Студенти су потом решавали 8 практичних задатка везаних за градиво које су савладавали како би се објективно проценила оствареност исхода учења: вештине процедуралног програмирања, вештине објектно-оријентисаног програмирања, графичка архитектура, дигитална обрада сигнала, 2D и 3D моделирање, креирање рачунарске анимације и манипулација дигиталним видеом. Задаци су реализовани на рачунару и били су временски ограничени.

У складу са теоријско-емпиријском природом истраживања и у циљу испитивања постављених хипотеза, студенти су испитивани дескриптивно-аналитичком методом, коришћењем упитника и квантитативном проценом резултата на основу којих је утврђена дистрибуција својстава и релација између променљивих. Анализа резултата је спроведена коришћењем IBM SPSS пакета за статистичку обраду података. Коришћене су следеће методе: дескриптивна статистика (фреквенција, проценти, аритметичка средина (M), стандардна девијација (SD), минимум, максимум, закривљеност (енгл. skewness), спљоштеност (енгл. kurtosis)), корелациона анализа, t-test за независне узорке, величина ефекта (η^2), мултиваријантна анализа варијансе (MANOVA) и линеарна регресиона анализа.

Резултати и дискусија

Валидни узорак $N = 87$ студената чинило је $N_m = 65$ (74,7%) студената мушког пола и $N_z = 22$ (25,3%) студенткиња женског пола. Укупно $N = 53$ (60,9%) студената живи у урбаним/градским срединама, док је $N = 34$ (39,1%) из руралних/сеоских средина. Просечна остварена оцена током студирања је M

= 8,23; SD = 0,74. Нису утврђене статистички значајне разлике у просечној оцени студената према полу ($t(85) = -0,21$; $p = 0,834$) нити типу насеља ($t(85) = 0,93$; $p = 0,355$).

Перцепција студената о образовној корисности платформе, знањима и вештинама

Анализом исказаних ставова према метаверзуму као технологији, нису утврђене статистички значајне разлике у процени студената различитих група што се тиче свакодневног коришћења дигиталних алата и технологија за комуникацију, сарадњу и размену податка и информација ($t(85) = 1,67$; $p = 0,098$), нити по питању креирања дигиталних садржаја ($t(85) = 1,67$; $p = 0,099$). Овај резултат је очекиван, јер ван експерименталних услова сви студенти засигурно користе дигиталне уређаје за комуникацију и учење.

Резултати линеарне регресионе анализе указују да перцепција техничких својстава окружења ($\beta = 0,070$; $p = 0,52$) није значајан фактор перцепције о метаверзуму као образовном окружењу, те да педагошки елементи играју важнију улогу ($\beta = 0,932$; $p < 0,001$) у ангажовањима студената. Ово је у складу са ставом да зрелост и распрострањеност технологије није значајан фактор за формирање намере коришћења метаверзума (Wang & Shin, 2022), што даље наглашава потребу за одговарајућим активностима учења и задацима који промовишу ангажовање студената/ученика и подстичу дубље разумевање материјала за учење. Једна од кључних предности метаверзума је његова способност да промовише мултимодално учење. Аватари који су управљани интелигентним агентима играју кључну улогу у подстицању ангажовања студената на више начина: визуелно, аудитивно и кинестетички. На пример, анимације се користе за репликацију ситуација из реалног живота и пружање динамичног искуства учења. Овим се наглашава потенцијал технологије метаверзума да подржи различите стилове учења и задовољи потребе широког спектра студената. Очигледна је неопходност даљих истраживања како би се боље разумео начин за ефикасно спровођење групних офлајн активности и максимизирање предности колективне интелигенције у метаверзуму.

Студенти су процењивали педагошке предности мултиверзума тако што су посебно процењивали ниво знања и ниво вештина које су стекли током активности. Утврђене су статистички значајне велике разлике између студената контролне и експерименталне групе по перцепцији стечених знања и вештина ($t(85) = -4,75$; $p < 0,001$; $d = -1,02$) и ($t(84) = -4,83$; $p < 0,001$; $d = -1,04$), респективно. Студенти контролне групе су проценили значајно нижи просечан ниво нових стечених знања ($M = 2,17$; $SD = 1,34$) у односу на студенте експерименталне групе ($M = 3,42$; $SD = 1,12$). Аналогно је једнако утврђено и за перцепиран ниво нових стечених вештина ($M = 2,14$; $SD = 1,16$)

наспрам ($M = 3,34$; $SD = 1,14$). Резултати показују да је социјално учење у окружењу метаверзума позитивно утицало на перцепиран ниво стечених знања и вештина, чиме је потврђена хипотеза H_1 .

Студенти контролне групе су на значајно вишем нивоу ($t(85) = 3,51$; $p < 0,001$) проценили своје вештине из области заштите дигиталних идентитета приликом коришћења онлајн алата и сервиса у односу на студенте експерименталне групе ($M = 6,02$; $SD = 1,87$), наспрам ($M = 4,62$; $SD = 1,85$), респективно. Овај резултат се може тумачити чињеницом да су студенти експерименталне групе током интеракција у метаверзуму увидели ниво транспарентности података и информација које остављају у виду „дигиталног трага” сваком својом акцијом са окружењем без могућности контроле.

Метаверзум поседује потенцијал да реши нека од ограничења традиционалног онлајн учења, као што су недостатак социјалне интеракције и осећај изолације. Коришћење синхроног присуства може помоћи у подстицању интеракција, што доводи до позитивног искуства учења. Штавише, могућност пребацивања између онлајн и офлајн активности студентима пружа нове могућности за интеракцију.

Постигнућа на практичним задацима

Анализом резултата које су студенти остварили на практичним задацима утврђене су статистички значајне разлике у нивоу обраде и интеграције података и информација у циљу креирања нових релевантних садржаја ($t(85) = 2,54$; $p = 0,013$). Студенти контролне групе који су решавали задатке офлајн остварили су више просечне нивое вештина обраде и интеграције података ($M = 5,31$; $SD = 1,83$) наспрам студената који су креирали садржаје у метаверзуму ($M = 4,38$; $SD = 1,58$). Резултат је очекиван услед чињенице да студенти експерименталне групе нису раније користили окружење метаверзума, нити алате за обраду података који су доступни унутар истог.

Просечни резултати које су студенти остварили на задацима из осам области програмирања рачунарске графике приказани су Табелом 1.

Табела 1. Дескриптивна статистика постигнућа
на задацима

	Контролна група		Експериментална група	
	М	SD	М	SD
Процедурално програмирање	7,12	2,29	6,47	2,28
Објектно-оријентисан програм	5,48	2,49	5,62	2,05
Графичка архитектура	4,52	2,35	4,44	2,43
Дигитална обрада сигнала	4,24	2,77	4,51	2,86
2D моделирање	3,64	2,90	3,93	2,72
3D моделирање	2,76	2,71	3,31	2,90
Анимација	2,81	2,71	3,22	2,52
Манипулација видеом	4,26	2,96	4,76	2,85

Студенти у контролној групи постигли су највише просечне резултате у области процедуралног програмирања графике (оцена од 0 до 10) ($M = 7,12$; $SD = 2,29$), док су најнижи резултати остварени у области тродимензионалног моделирања ($M = 2,76$; $SD = 2,71$). Од могућих 80 бодова, студенти контролне групе остварили су укупно просечно 34,8 бодова. Резултати корелационе анализе резултата задатака везаних за различите области рачунарске графике за контролну групу студената приказани су Табелом 2. Прегледом литературе није утврђено постојање сродних истраживања са којима би се добијени резултати могли упоредити.

Табела 2. Корелације утврђених нивоа знања и вештина
за контролну групу

	PP	OOP	GA	DSP	2D	3D	ANI	VDO
PP	1,000							
OOP	0,264	1,000						
GA	0,451**	0,498**	1,000					
DSP	0,414**	0,262	0,680***	1,000				
2D	0,304	0,392*	0,639***	0,580***	1,000			
3D	0,201	0,407**	0,667***	0,633***	0,788***	1,000		

	PP	OOP	GA	DSP	2D	3D	ANI	VDO
ANI	0,264	0,357*	0,691***	0,678***	0,683***	0,827***	1,000	
VDO	0,096	0,237	0,589***	0,443**	0,450**	0,554***	0,569***	1,000

Кључ: PP – процедурално програмирање;
OOP – објектно-оријентисано програмирање;
GA – графичка архитектура;
DSP – дигитална обрада сигнала;
2D – дводимензионално моделирање;
3D – тродимензионално моделирање;
ANI – анимација;
VDO – манипулација видеом.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Студенти у експерименталној групи су такође постигли највише просечне резултате у области процедуралног програмирања графике ($M = 6,47$; $SD = 2,28$), док су најнижи резултати остварени у области рачунарске анимације ($M = 3,22$; $SD = 2,52$). Од могућих 80 бодова, студенти експерименталне групе остварили су укупно просечно 36,3 бодова. Резултати корелационе анализе резултата задатака везаних за различите области рачунарске графике за експерименталну групу приказани су Табелом 3.

Табела 3. Корелације утврђених нивоа знања и вештина за експерименталну групу

	PP	OOP	GA	DSP	2D	3D	ANI	VDO
PP	1,000							
OOP	0,340*	1,000						
GA	0,503***	0,318**	1,000					
DSP	0,600***	0,232	0,691***	1,000				
2D	0,166	0,166	0,517***	0,489**	1,000			
3D	0,276	0,120	0,503***	0,551***	0,765***	1,000		
ANI	0,353*	0,171	0,619***	0,722***	0,654***	0,699***	1,000	
VDO	0,503***	0,050	0,410**	0,662***	0,360*	0,402**	0,538**	1,000

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Мултиваријантном анализом варијансе (MANOVA) испитано је да ли постоје значајне разлике у постигнућима на задацима између студената контролне и експерименталне групе. Утврђене су статистички значајне разлике између студената двеју група ($F(8, 78) = 0,589$; $p = 0,044$; Wilk's $\Lambda = 0,943$; $\text{partial } \eta^2 = 0,057$) у резултатима задатака за процену знања и вештина из области процедуралног програмирања графике ($F(1, 85) = 1,77$, $p = 0,007$, $\text{partial } \eta^2 = 0,020$), 3D моделирања ($F(1, 85) = 0,830$, $p = 0,005$, $\text{partial } \eta^2 = 0,003$), анимације ($F(1, 85) = 0,542$, $p = 0,009$, $\text{partial } \eta^2 = 0,010$) и манипулације видеом ($F(1, 85) = 0,626$, $p = 0,029$, $\text{partial } \eta^2 = 0,007$). Студенти у контролној групи су постигли значајно боље резултате једино у задатку везаном за процедурално програмирање графике, док су студенти у експерименталној групи остварили боље резултате у областима 3D моделирања, анимације и манипулације видеом, чиме је потврђена хипотеза Х2.

Примећено да су се студенти више забављали када су пратили или посматрали друге у метаверзуму, што би могло довести до смисленијих и ангажованијих социјалних интеракција. Међутим, треба напоменути да је неколико студената истакло сметње које могу бити резултат смеха или буке насталих у учионици/лабораторији. Један од начина елиминисања овог проблема је коришћење преокренутих учионица чиме би се помогло у управљању додатним когнитивним оптерећењем насталим као резултат коришћења нове технологије. Поред тога, иако групне активности можда неће имати значајан утицај на ангажовање студената, употреба одговарајућих педагошких приступа у метаверзуму може побољшати ефикасност социјалног учења, као и неговање динамичнијег и ефикаснијег искуства учења.

Педагошке и истраживачке импликације

Истраживањем је утврђено да је социјално учење у окружењу метаверзума позитивно утицало на перцепиран ниво стечених знања и вештина, и да су студенти који су користили метаверзум остварили генерално боље резултате у области програмирања рачунарске графике. Иако су студенти на сличан начин користили дигиталне алате и технологију за комуникацију, сарадњу, креирање и размену податка и информација, постојале су разлике у неким аспектима (нпр. заштита дигиталног идентитета). Студенти који су користили метаверзум проценили су значајно виши просечан ниво нових стечених знања и вештина, што је потом и потврђено резултатима које су остварили решавањем практичних задатака. Ови резултати могу послужити као добра референца за планирање учења и обуке студената у високом образовању, као и за промовисање постојећих или нових услуга које користе метаверзум у учењу.

На основу запажања током реализације истраживања и претходно наведених резултата, креиране су следеће практичне препоруке за успешно коришћење овог приступа:

- Када у настави користимо метаверзум, неопходно је да студентима, поред креираних аутентичних ситуација, омогућимо самостално учење, истраживање и интеракцију са другим студентима;
- Наставници морају пружити јасне и одговарајуће смернице за рад и студентима омогућити приступ кључним информацијама;
- С обзиром на то да су потенцијали успешног коришћења метаверзума очигледно далеко шири од области програмирања рачунарске графике, приликом осмишљавања активности неопходно је проценити и узети у обзир предзнања и дигиталну компетентност студента;
- Приликом коришћења метаверзума морају се поштовати етички принципи;
- Из перспективе активности студената пожељно је користити различите стратегије и приступе за побољшање мотивације за учење и самопоуздања. Како би се обезбедио квалитет, потребно је од студената континуално прикупљати и анализирати податке;
- Будући да метаверзум подразумева активно учење, интеракцију и сарадњу са члановима групе, корисно је пратити и анализирати ангажовање студената у активностима (путем логова), искуство тока (Алексић и Ристић, 2021), анксиозност и когнитивно оптерећење;
- Што се тиче постигнућа, ниво знања и вештина студената промовисати кроз рефлексију и ревизију (Dwivedi et al., 2022).

Ограничења и правци будућих истраживања

Истраживање је спроведено уз одређена ограничења. Иако је узорак био адекватан по структури и психометријски инструменти ваљани, закључци о идентификованој узрочној вези између активности студената унутар метаверзума, перцепције о образовној корисности и исхода социјалног учења нису могли бити потврђени због корелационе природе истраживања. Стога би фокус ових веза требало разјаснити лонгитудиналним истраживањем које би додало динамичку димензију. Упркос наведеним ограничењима, ово истражи-

вање подржава важност подршке коришћења метаверзума као дигиталне технологије у образовању, узимајући у обзир све његове предности, али и недостатке.

Закључак

У раду су приказани резултати истраживања на које начине активности социјалног учења у оквиру метаверзума утичу на перцепцију ученика о технологији и педагогији, као и на њихова постигнућа на практичним задацима из области програмирања рачунарске графике. С обзиром на то да је примена метаверзума у образовању у повоју, потврђена су очекивања да постоји релативно мали број истраживања која се баве овим питањем и да су радови углавном теоријског карактера, чиме се значај овог истраживања додатно наглашава.

Нејасно је која карактеристика у метаверзуму би могла најбоље подржати дељење знања и колективну интелигенцију. На пример, табле за коментаре су доступне у окружењу, али је за њихово ефикасно коришћење било потребно више планирања везано за циљеве учења. Ово наглашава потребу за робуснијим интегрисаним функцијама за подршку дељења знања и колективне интелигенције у оквиру ове образовне технологије. Предуслов за стварање колективне интелигенције је да појединци учествују у активностима шире заједнице (Glassman et al., 2021). Функције које ово подржавају могу укључивати собе за ћаскање, табле за дискусију и алате за сарадњу који омогућавају интеракцију у реалном времену и размену знања међу студентима.

Коришћење метаверзума за социјално учење нуди бројне потенцијалне предности, укључујући побољшану социјалну интеракцију и сарадњу, повећан ангажман и мотивацију студената, персонализована искуства учења, приступачност и флексибилност. Међутим, постоје и бројни изазови који се морају решити, укључујући проблеме везане за приватност и безбедност, разна техничка ограничења и етичка разматрања.

Да би се у потпуности истражио потенцијал метаверзума као окружења за социјално учење, постоји низ области које захтевају даље испитивање. Ово укључује ефикасност окружења за сарадничко учење, улогу наставника у метаверзуму и потенцијал окружења за интеркултурално учење.

Литература

- Akcaoglu, M. & Lee, E. (2018). Using Facebook groups to support social presence in online learning. *Distance Education*, 39(3), 334–352. DOI 10.1080/01587919.2018.1476842
- Алексић, В. и Ристић, О. (2021). Идентификација искуства тока у гејмификованом окружењу. *Зборник радова Педагошког факултета*, Ужице, 24(23), 167–176. DOI 10.5937/ZRPFU2123167A
- Аргаси, И. & Бахари, М. (2023). Investigating the role of psychological needs in predicting the educational sustainability of Metaverse using a deep learning-based hybrid SEM-ANN technique. *Interactive Learning Environments*, 1–13. DOI 10.1080/10494820.2022.2164313
- Banaeian Far, S., Imani Rad, A., Hosseini Bamakan, S. M. & Rajabzadeh Asaar, M. (2023). Toward Metaverse of everything: Opportunities, challenges, and future directions of the next generation of visual/virtual communications. *Journal of Network and Computer Applications*, 217, 103675. DOI 10.1016/j.jnca.2023.103675
- Bandura, A. & Walters, R. H. (1977). *Social learning theory* (Vol. 1). Prentice Hall: Englewood cliffs.
- Bos, D., Miller, S. & Bull, E. (2021). Using virtual reality (VR) for teaching and learning in geography: fieldwork, analytical skills, and employability. *Journal of Geography in Higher Education*, 46(3), 479–488. DOI 10.1080/03098265.2021.1901867
- Buana, W. (2023). Metaverse: Threat or Opportunity for Our Social World? In understanding Metaverse on sociological context. *Journal of Metaverse*, 3(1), 28–33. DOI 10.57019/jmv.1144470
- Van Aalst, J. (2013). Assessment in Collaborative Learning. *The International Handbook of Collaborative Learning*, 280–296.
- Vuorikari, R., Kluzer, S. & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. DOI 10.2760/490274, JRC128415
- Glassman, M., Kuznetcova, I., Peri, J. & Kim, Y. (2021). Cohesion, collaboration and the struggle of creating online learning communities: Development and validation of an online collective efficacy scale. *Computers and Education Open*, 2, 100031. DOI 10.1016/j.caeo.2021.100031
- Dang, J. & Liu, L. (2022). Does Connectedness Need Satisfaction Diminish or Promote Social Goal Striving?. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 49(6), 891–909. DOI 10.1177/01461672221084539

- De Regt, A., Plangger, K. & Barnes, J. (2021). Virtual reality marketing and customer advocacy: Transforming experiences from story-telling to story-doing. *Journal of Business Research*, 136, 513–522. DOI 10.1016/j.jbusres.2021.08.004
- Dwivedi, K., Hughes, L., Baabdullah, M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. & Wamba, F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 66, 102542. DOI 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542
- Lévy, P. (1997). *Collective intelligence: Mankind's emerging world in cyberspace*. Perseus books.
- Liu, J., Wang, Q., Liang, S. & Zhang, Z. (2019). Design of Virtual Reality Combined with Blended Experimental Teaching Mode. *Proceedings of the 2019 International Conference on Advanced Education Research and Modern Teaching (AERMT 2019)*, 126–129. DOI 10.2991/aermt-19.2019.31
- Massey, C., Smithey, M., Cha, H.-J. & Kim, H. (2023). Exploring Faculty Experiences With Technology-Supported Collaboration in College Classrooms. *Advances in Educational Technologies and Instructional Design*, 132–160. DOI 10.4018/978-1-6684-5709-2.ch007
- Mochizuki, J., Magnuszewski, P., Pajak, M., Krolikowska, K., Jarzabek, L. & Kulakowska, M. (2021). Simulation games as a catalyst for social learning: The case of the water-food-energy nexus game. *Global Environmental Change*, 66, 102204. DOI 10.1016/j.gloenvcha.2020.102204
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486–497. DOI 10.3390/encyclopedia2010031
- Ng, K. (2022). What is the metaverse? Definitions, technologies and the community of inquiry. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(4), 190–205. DOI 10.14742/ajet.7945
- Oh, J., Kim, J., Chang, C., Park, N. & Lee, S. (2023). Social benefits of living in the metaverse: The relationships among social presence, supportive interaction, social self-efficacy, and feelings of loneliness. *Computers in Human Behavior*, 139, 107498. DOI 10.1016/j.chb.2022.107498
- Sarıtaş, M. T. & Topraklıkoğlu, K. (2022). Systematic Literature Review on the Use of Metaverse in Education. *International Journal of Technology in Education*, 5(4), 586–607. DOI 10.46328/ijte.319
- Sjogren, A. L., Zumbunn, S., Broda, M., Bae, C. L. & Deutsch, N. L. (2021). Understanding afterschool engagement: Investigating developmental outcomes for adolescents. *American Journal of Community Psychology*, 69(1–2), 169–182. Portico. DOI 10.1002/ajcp.12554
- Farrell, C. (2020). Do international marketing simulations provide an authentic assessment of learning? A student perspective. *The International Journal of Management Education*, 18(1), 100362. DOI 10.1016/ijme.2020.100362

- Fitzgerald, K. & Green, C. (2022). Stories for Good: Transportation into Narrative Worlds. *The Oxford Handbook of the Positive Humanities*, 221–232. DOI 10.1093/oxfordhb/9780190064570.013.30
- Hamby, A., Brinberg, D. & Daniloski, K. (2017). Reflecting on the journey: Mechanisms in narrative persuasion. *Journal of Consumer Psychology*, 27(1), 11–22. DOI 10.1016/j.jcps.2016.06.005
- Hwang, G.-J. & Chien, S.-Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100082. DOI 10.1016/j.caeai.2022.100082
- Chen, A., Hwang, J. & Chang, Y. (2019). A reflective thinking – promoting approach to enhancing graduate students' flipped learning engagement, participation behaviors, reflective thinking and project learning outcomes. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2288–2307. DOI 10.1111/bjet.12823
- Chen, T., Zhou, H., Yang, H. & Liu, S. (2022). A Review of Research on Metaverse Defining Taxonomy and Adaptive Architecture. *2022 5th International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence (PRAI)*. DOI 10.1109/prai55851.2022.9904076
- Wang, G. & Shin, C. (2022). Influencing Factors of Usage Intention of Metaverse Education Application Platform: Empirical Evidence Based on PPM and TAM Models. *Sustainability*, 14(24), 17037. DOI 10.3390/su142417037
- Wong, Y., Wong, C., Techanamurthy, U., Mohamad, B., Febriana, A. & Chong, M. (2022). Using Social Mobile Learning to Stimulate Idea Generation for Collective Intelligence among Higher Education Students. *Knowledge Management & E-Learning*, 14(2), 150–169. DOI 10.34105/j.kmel.2022.14.009

Veljko V. Aleksić

University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences, Čačak

**PEDAGOGICAL PERSPECTIVE OF SOCIAL LEARNING
IN THE METAVERSE: A CASE STUDY OF COMPUTER GRAPHICS
PROGRAMMING**

Summary

The potential of using the metaverse as a contemporary digital educational environment for social learning presents a current pedagogical challenge. Considering that social learning presents a powerful model for acquiring new knowledge and skills, it is valid to observe it as an effective complement to promoting learning and development in various contexts. Given the limited empirical evidence on social learning effects in the metaverse environment, this study aimed to examine the impact of students' activities in this digital environment on their perception of the learning platform and learning outcomes. The results indicate that the pedagogical component played a significant role in students' intention to use the metaverse, but that technology did not. The study also revealed that students who participated in online activities achieved significantly better results in specific areas of computer graphics programming. The research emphasizes the need for deepening the understanding of complex social learning and adapting pedagogy for learning in the metaverse, especially the characteristics that would support collective intelligence.

Keywords: *metaverse, social learning, educational technology, computer graphics.*