

ПЕДАГОШКИ ОКВИР ЗА ДИЗАЈН ИМЕРЗИВНОГ НАСТАВНОГ ОКРУЖЕЊА

Резиме: Технологија виртуелне реалности има све већи потенцијал да оснажи и подржи развој имерзивних наставних окружења у којима ће ученици имати потпуно другачије искуство учења. Циљ истраживања је да се утврде конструкти дизајна наставног окружења са технологијом виртуелне реалности, и стварање проспективног педагошког оквира (система) за креирање имерзивног наставног окружења. Применом квалитативне и компаративне анализе садржаја, у раду је извршена реинтерпретација постојећих студија које се баве различитим педагошким оквирима интеграције технологије ВР у процесу поучавања, а потом је примењена метода моделовања.

Методичка функција предложеног педагошког оквира (система) је асистивног карактера јер може бити од користи практичарима у процесу промишљања о могућим начинима дизајнирања имерзивних наставних окружења у оквиру међузависних подсистема (теоријски, акциони, технички и подсистем субјеката) водећи се основним конструктивним елементима и предложеним смерницама за дизајн.

Кључне речи: *виртуелна реалност, наставна окружења, имерзивност, дизајн, педагошки оквир.*

УВОД

Концепт *свејрисујне технологије* доводи се у контекст са актуелном образовном парадигмом *свејрисујног учења* захваљујући дигиталним медијима (Cope, Kalantzis, 2009) и интернету. То у потпуности мења начине поучавања и обезбеђује да наставници сада имају све

¹ jelica.ristic@uf.bg.ac.rs

више прилика да интегришу технологију у развијајуће концепте наставе и учења (Behzadan et al. 2011: 3574), што свакако обезбеђује квалитетнију трансформацију образовања на свим нивоима.

Осим што се процес учења може десити било где и било када, образовна технологија отвара врата за примену технологија које проширују „реалност” процеса учења тј. померају границе искуства учења и подржавају иновативне промене у наставном окружењу. Једна од таквих технологија је виртуелна реалност (у даљем тексту ВР). Са лингвистичког аспекта, термин виртуелна реалност је оксиморон јер описује ентитет који је истовремено стваран и измишљен (Viaud-Delmon, 2007 према Lhuillier, Gyselinck 2020). ВР подразумева „рачунарски генерисано окружење или реалност дизајнирану са циљем да симулира физичко присуство особе у одређеном окружењу које се доживљава као реално” (Кузмановић и сар. 2019: 61). Сливовито речено, ВР омогућава кориснику да „закорачи” кроз екран рачунара у тродимензионални свет (Fast-Berglund et al. 2018 : 32).

Оно што ВР издваја у односу на класичну мултимедију јесте имерзивно искуство (Lee, Wong, 2008: 233) тј. осећај боравка (урођености) или присуства у одређеном реалистичном окружењу (Berg, Vance, 2017: 2–3, Fast-Berglund et al. 2018: 32, Sherman, Craig, 2019: 10) због тога што корисник визуелно не перципира спољњи (реални) свет. Кроз искуство ураћања у ВР активирају се различита чула. Да би корисник имао осећај присуства у виртуелном свету, технологија ВР комбинује различите начине размене информација између корисника и рачунара (енг. human-computer interactions) како би иницирала различите сензације (визуелне, хаптичке, звучне, итд.) (Seth et al., 2011: 5).

Ова технологија има широк спектар примене не само у природним и друштвеним наукама, већ и у различитим областима уметности. Утврђено је да се у образовној пракси најчешће користи за дизајнирање и приказ различитих окружења, као и тренинг или обуку, али се још увек ретко примењује за колаборацију и вредновање (Vasarainen et al. 2021). Оно што су Џенсен и Конрадсен истакли као врло значајно за образовну праксу односи се на то да употреба ВР не гарантује аутоматски учење, али омогућава приступ „ситуацијама које су или неприступачне (у времену или простору) или проблематичне (опасне или неетичке)” и стога истичу да будућа истраживања треба да се баве питањем „како и за шта” ВР технологија треба да се користи (Jensen, Konradsen 2018: 1517, 1526).

Најчешће су студије које се баве прегледом литературе или конкретним примерима примена ВР у образовном процесу са техничког аспекта. У литератури се све више истиче потреба за истраживањем самог процеса учења у виртуелним наставним окружењима (Mulders et al. 2020: 208), као и потреба за успостављањем педагошких теорија, оквира и таксономија (Lee, Wong, 2008: 234, Yang et al. 2020: 1–2, Radianti et al. 2020) које би олакшале процесе дизајнирања наставних окружења са ВР. Такође се наводи да би било корисно да постоји више студија које испитују ефекат примене различитих модела наставних окружења са ВР у конкретним васпитно-образовним активностима (Fowler, 2015: 421), као и истраживања која указују на педагошке бенефите примене технологије ВР (Lee, Wong, 2008: 234).

До сада су покренута истраживачка питања за чијим одговорима се још увек трага а односе се на сврсисходну употребу ВР у образовању (Sanchez et al. 2000, Salzam et al. 1999 према Lee, Wong, 2008): Које су одговарајуће теорије и/или модели за дизајн и развој окружења за учење са ВР? На који начин системи ВР могу унапредити квалитет наставе и учења уважавајући психолошке процесе учења? У којим васпитно-образовним ситуацијама је ВР незаменљива? Када и како употребити технологију ВР као адекватну подршку ученицима који се налазе у различитим ситуацијама учења и који имају различите потребе?

Стога је фокус анализе био усмерен на студије у домену образовања и педагогије (Duncan et al., 2012; Fowler, 2015; Lee, Wong, 2008; Mulders et al. 2020) које се баве различитим педагошким оквирима интеграције технологије ВР у процес учења и поучавања са циљем дизајнирања подстицајних наставних окружења. Упоредном анализом, утврђени су конструкти који су заступљени у сваком од постојећих оквира, али и идентификоване разлике, на основу чега је предложен унапређен педагошки оквир (систем) за дизајн имерзивног наставног окружења.

ПЕРСПЕКТИВЕ ВИРТУЕЛНИХ ОКРУЖЕЊА ЗА НАСТАВНУ ПРАКСУ

Да би се виртуелна окружења квалитетно интегрисала у наставну праксу, постоје препоруке (Dalgarno, Lee 2010, Mikropoulos, Natsis 2011, Duncan et al., 2012, Sempio, 2019, Badets et al. 2020) да се треба ослонити на конструктивистичке начине рада као што су учење засновано на проблему, игри, сарадњи, кроз експеримент, ситуационо учење и др. Исто тврде Јанг и сарадници (Yang et al. 2020: 1–2) који уз то истичу да имерзивне технологије имају потенцијал да подстакну учење у којем је ученик у центру образовног процеса и омогуће приступ физички неприступачном и апстрактном садржају.

Поред тога што пружају флексибилност приступа (у било које време, са било ког места) (Seth et al., 2011) имерзивна окружења доприносе усавршавању техничких и креативних вештина, као и вештина решавања проблема са тенденцијом да ученици током целог процеса буду веома ангажовани (Velev, Zlateva, 2017: 35) и безбедни, при чему се знатно смањују многући ризици и трошкови (Ganier et al. 2014: 828, Fast-Berglund et al. 2018: 37). ВР обезбеђује окружење за учење које се заснива на принципу укључености тј. да ученик стиче знања активним учешћем и чињењем (Hanson et al. 2008 према Badets et al. 2020: 119). Такви приступи у организовању наставних активности са ВР обезбеђују активно искуствено учење или „учење које се дешава унутар примењеног контекста” (Jestice, Kahai 2010: 3) чиме се поспешује дубљи доживљај и мотивација.

Не пружа сваки софтвер доживљај потпуне имерзије у виртуелни свет, па се у литератури (Allen et al. 2002 према Lee, Wong, 2008: 232, Živković, Živković 2019:100) могу срести поделе на: неимерзивне (корисник свестан реалног света изван симулације – виртуелна тура на неком од портала); полуимерзивне (корисник делимично укључен у виртуелни свет – симулација лета за пилоте); потпуно имерзивне системе виртуелне реалности (корисник има веома реалистично искуство).

Издавамо софтвере *101 Virtual Lab VR* и *VR Science Solution* који пружају потпуно имерзивно искуство и захтевају коришћење опреме као што су ВР наочаре и контролери којима ученик може да покрене или изврши различите акције у виртуелном окружењу.



Слика 1. Софтвер *101 Virtual Lab VR*,
Извор: NetDragon

Помоћу софтвера *101 Virtual Lab VR* ученици могу да опонашају научнике у виртуелној лабораторији у којој врше одређене експерименте (Слика 1). У оваквом окружењу ученици имају помоћ виртуелних аватара који их наводе, дају инструкције и савете (Perez et al., 2017). На овај начин, наставници могу лакше дочарати апстрактан садржај и обезбедити да ученик учи кроз властито искуство повезујући теоријско и практично знање. Све евентуалне незгоде које се могу десити приликом извођења експеримента симулирају се у виртуелном окружењу чиме се пружа безбедно и сигурно окружење за учење.

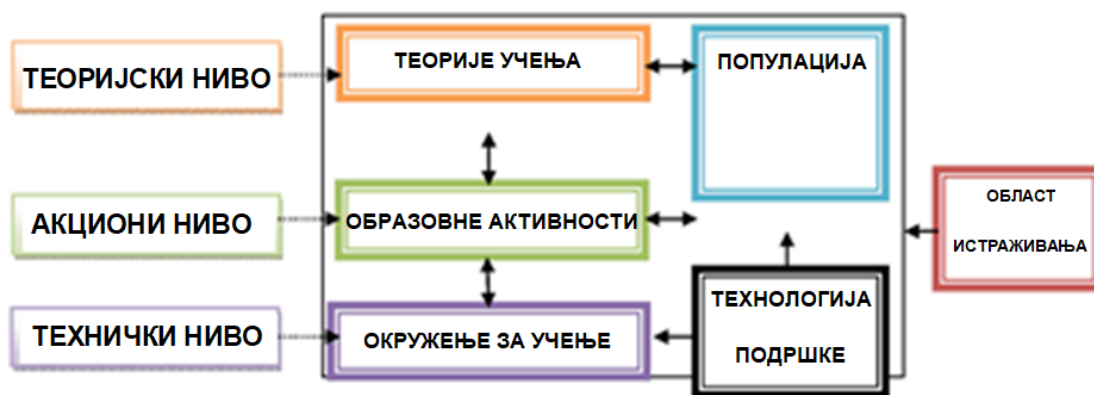
Други поменути софтвер, *VR Science Solution* пружа једно другачије искуство учења. Ученици лако могу бити у виртуелном окружењу неких удаљених земаља и видети Кинески зид, стајати испред Ајфелове куле, посетити неке од светских музеја и сл. Упознају се и са пределима која су тешко доступна, попут морског дна или пустиње. Посебно корисно за наставу природе и друштва јесу виртуелна сценарија која се могу користити за вежбу сналажења у опасним ситуацијама као што су пожар, поплава, земљотрес и др.

МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања је да се утврде конструкти дизајна наставног окружења са технологијом ВР, и стварање проспективног педагошког оквира (система) за креирање имерзивног наставног окружења. У раду је извршена реинтерпретација постојећих студија применом квалитативне и компаративне анализе садржаја, а потом је примењена метода моделовања. Узорком су обухваћене три студије. Јединице квалитативне анализе садржаја чинили су постојећи педагошки оквири за дизајн наставних окружења са технологијом виртуелне реалности: Проширен Мајесов и Фовлеров оквир (енг. *Extended Mayes and Fowler's framework*) (Fowler, 2015), Модел Салзмана и сарадника (енг. *Salzman et al. model*) (Lee, Wong, 2008), M-iVR-L оквир (енг. *M-iVR-L framework*) (Mulders et al. 2020).

Приликом одабира студија за анализу, фокус је првенствено био на оним студијама где је главни дизајнер наставних окружења наставник, за разлику од других оквира (Vergara et al. 2017, Yang et al. 2020, Radianti et al. 2020) који су усмерени на дизајнирање наставних окружења из перспективе оних који креирају софтвере ВР. Студија „Методологија за пројектовање педагошки прилагодљивих окружења за учење” (Saunier et al. 2016) је резултирала предлогом како наставни кадар, образовни експерти из одређених области, графички дизајнери и програмери могу заједнички радити на стварању стимулативних виртуелних наставних окружења.

Оно што нам је послужило у прецизнијој идентификацији конструкта, као и компаративној анализи јесу закључци једне свеобухватне студије „Таксономија употребе виртуелних светова у образовању” (Duncan et al., 2012) која је настала као продукт анализе преко стотину радова који се баве интеграцијом виртуелних окружења у образовању. Аутори су издвојили шест категорија (популација, образовне активности, теорије учења, окружење за учење, технологија подршке, области истраживања) које су међусобно повезане тј. условљене и могу се посматрати на три нивоа или домена (теоријски, акциони, технички) (Слика 2).



Слика 2. Хијерархијски односи између категорија унутар таксономије,
Извор: Duncan et al. 2012:8

Таксономија коју предлажу Дункан и сарадници (Duncan et al., 2012) нуди инспирацију за дизајн наставних окружења са технологијом ВР на начин који је оријентисан на холистички принцип, учење уз инструкције и са учеником у центру наставног процеса. Категорија првог реда је популација у којој се разматра ко су корисници и на ком су нивоу образовања (основни, средњошколски, факултетски, и др.). Друга категорија обухвата различите образовне активности са ВР које се могу обављати применом различитих педагошких приступа у активном учењу као што су проблемско учење, учење кроз игру и мењање улога, постављањем питања, учење кроз симулацију и др. Трећа категорија се односи на теорије учења, и одговара на питање зашто корисници раде одређене активности, нпр. конструктивистичко или сарадничко учење да би се разумео одређени концепт. Четврти и пети фактор у овој таксономији су окружење за

учење и технологија подршке. Дакле, промишља се где корисници раде (нпр. унутар симулације) и шта користе од опреме (нпр. ВР наочаре, тактилна опрема и др.). Као шеста, екстерна категорија узима се у обзир конкретна област истраживања.

Из графичког приказа, може се закључити да се теоријски и активни ниво међусобно прожимају јер од одабране теорије учења директно зависе и начини обликовања наставних активности са ВР за одређени узраст (популацију). Ова два домена бисмо могли сврстати у педагошки аспект на који треба посебно обратити пажњу приликом дизајнирања имерзивних наставних окружења. Са друге стране, важно је кроз одговарајуће методичке кораке технички аспект довести у везу са педагошким аспектом.

ИНТЕРПРЕТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА

Заједничко за све анализиране оквире јесте концепт дизајна који полази од обликовања наставног окружења кроз конструктивистичка начела и начине планирања активности са технологијом ВР који треба да допринесу остваривању крајних исхода. Такође, у сваком графичком приказу дизајна наставног окружења могу се уочити теоријски, акциони, технички ниво (подсистем) са специфичним конструктима.

1. Проширен Мајесов и Фовлеров оквир (Fowler, 2015)

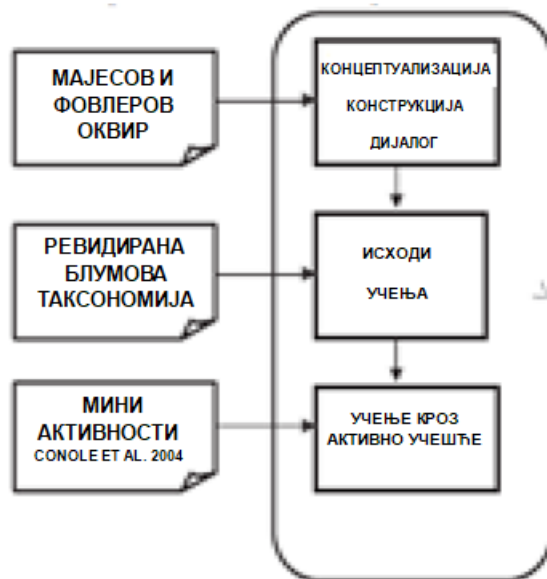
Фовлер предлаже оквир који је заснован на концепту дизајн за учење (енг. design for learning) са намером да „захтеве учења доведе у везу са одређеним контекстом учења” (Fowler, Mayes 2004 према Fowler, 2015: 418).

У педагошком оквиру се истиче да се кроз имерзивност најбоље може разумети какво искуство учења имају ученици у тродимензионалном виртуелном наставном окружењу. Имерзивност обезбеђује искуство у којем се међусобно прожимају технички (верности репрезентација и интеракције унутар ВР), психолошки (осећај присутности, изградња идентитета) и педагошки аспект (разумевање апстрактних концепата, развој практичних вештина, идентификација) учења.

Овај оквир уједно описује процес учења у три фундаменталне фазе (концептуализација, конструкција и дијалог) које уједно обухватају педагошку и техничку димензију онога што се описује као окружење за учење (Fowler, 2015: 416). Конкретније, у тродимензионалном виртуелном наставном окружењу, свака од фаза повезана је са различитим искуствима учења тј. са различитим степеном „педагошке уроњености”, а само искуство учења у оваквом окружењу конкретизује се и описује кроз глаголе ревидиране Блумове таксономије (који упућују на очекиване исходе учења) (Слика 3).

У првој фази учења (концептуализација) ученик се налази у тзв. концептуалном имерзивном наставном окружењу (енг. conceptual immersion) у којем је изложен садржају са којим се упознаје и који је најчешће апстрактан. Пример може бити представљање различитих стања једног ентитета кроз посматрање физичких, молекуларних или атомских репрезентација. Ис-

куство учења обликује се према очекиваним исходима, а ученик се води кроз активности учења у ВР у којима: прима информације, идентификује, генерализује, памти, разуме, интерпретира, класификује и сл.



Слика 3. Кључни конструкти базирани на проширеном Мајесовом и Фовлеровом оквиру,
Извор: Fowler, 2015: 420

У другој фази учења (конструкција) ученик се налази у тзв. имерзивном наставном окружењу у којем обавља одређени задатак који изискује истраживање и експериментисање (енг. task immersion). Пример може бити да ученик истражи окружење и изврши одређену активност кроз манипулацију са виртуелним објектима како би решио конкретан проблем. Ученик се води кроз активности учења у ВР у којима: препознаје обрасце, предвиђа, конструише, демонстрира, прати инструкције, примењује одређене концепте, решава проблеме и сл.

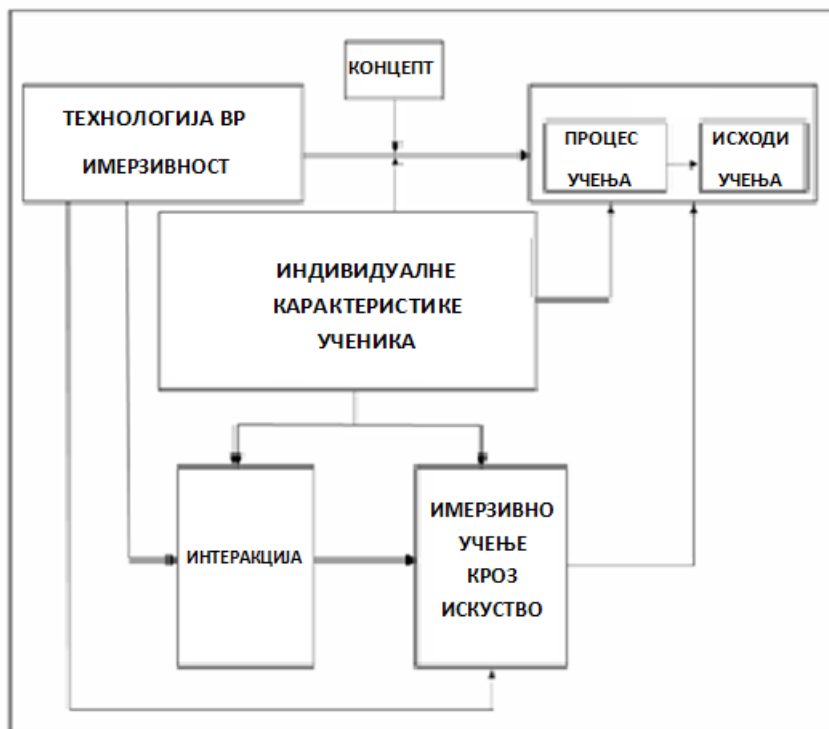
У трећој фази учења (дијалог) ученик може да тестира научено кроз један шири социјални контекст (енг. social immersion) тј. кроз интеракцију и дискусију са другима (дискусија са виртуелним аватарима). Ученик вреднује, врши критичку рефлексiju, учествује у дискусији, креира и сл.

Анализом је утврђено да су главни конструкти дизајна проширеног Мајесовог и Фовлеровог оквира на теоријском нивоу (концептуализација, конструкција и дијалог), акционом нивоу (концепт дизајн за учење усмерен на остваривање исхода, конкретизован кроз ревидирану Блумову таксономију и операционализован кроз конкретне задатке који укључују манипула-

цију и решавање проблема (Conole et al. 2004 према Fowler, 2015) и техничком нивоу (верност репрезентација, имерзивност и интеракција).

2. Модел Салзмана и сарадника (Lee, Wong, 2008)

Ли и Вонг (Lee, Wong, 2008) се ослањају на један утврђени оквир Салзмана и сарадника (Salzman et al. 1999) који је развијен са циљем да разјасни како ВР учествује и утиче на обликовање процеса учења у имерзивном наставном окружењу тј. како ВР функционише заједно са другим конструктима као што су концепт који се учи, карактеристике ученика, интеракција и искуство учења који утичу на процес учења и крајње исходе (Слика 4).



Слика 4. ључни конструкти из модела Салзмана и сарадника.

Извор Lee, Wong, 2008:236

Према моделу Салзмана и сарадника, пре пројектовања и развоја имерзивних наставних окружења важно је анализирати концепте са којима ће ученици бити упознати и које би требало да разумеју уз одговарајућу (прилагођену) употребу ВР. Такође, како би ученици имали јединствено искуство учења, техничке могућности ВР морају се прилагодити за потребе учења у складу са индивидуалним карактеристикама ученика (пол, претходно искуство, способност просторне оријентације, осетљивост на промене у виртуелном окружењу (могућа мучнина) и др.). Тај технички аспект има великог удела у процесу учења јер знатно може утицати на мотивацију, ниво осећаја присутности у ВР, као и интеракцију.

У анализираном оквиру уочавају се готово слични конструкти дизајна као у Фовлером оквиру, једино се разликују по графичком приказу релација између конструкта. Такође, може се уочити теоријски (концепт), акциони (процес учења кроз искуство и интеракција) и технички ниво (могућности ВР окружења, имерзивност). Оно што се издваја као посебно значајно јесте нови конструкт *индивидуалне карактеристике ученика* (тј. популација).

3. М-іVR-L оквир (Mulders et al. 2020)

У креирању свог оквира, Мулдерс и сарадници (енг. М-іVR-L: Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning framework) су се ослонили на широко прихваћену когнитивну теорију мултимедијалног учења (Mayer, 2002 према Mulders et al. 2020) која заправо представља теоријски оквир како учити уз помоћ наставних медија који имају инструктивни карактер (енг. instructional media).

Слично као код Фовлера (Fowler, 2015), имерзивност (ментална и физичка уроњеност у ВР садржај) се издваја као суштински важан елемент који обогаћује искуство учења у ВР наставном окружењу јер повезује три важна сегмента (технички, психолошки и педагошки) и обезбеђује да ученици имају богато искуство учења кроз ВР садржај који их подстиче да буду креативнији и усавршавају вештине решавања проблема (Mulders et al. 2020: 212).

У овом педагошком оквиру дефинисане су смернице за дизајн наставног окружења које може да обезбеди смислено учење у имерзивном наставном окружењу. Као што је приказано на Слици 5, кроз циљеве конструктивистичког инструкционог дизајна (умањити непотребно когнитивно напрезање, бавити се суштином, оснажити процес у којем се ново знање интегрише у постојеће когнитивне структуре) и основне могућности које пружа технологија ВР (имерзивност, интеракција и имагинација), когнитивна теорија мултимедијалног учења доведена је у везу са теоријом смисленог учења (енг. meaningful learning) где ученици стичу знање и развијају вештине кроз ефикасно решавање проблема (Mayer, 2002, Mayer, 2011 према Mulders et al. 2020: 209).



Слика 5. Кључни конструкти дизајна у М-іVR-L оквиру, Извор: Mulders et al. 2020: 217

У закључним разматрањима, аутори (Mulders et al. 2020: 214) све конструкте доводе у везу објашњавајући да принципи когнитивне теорије мултимедијалног учења утичу на циљеве инструкционог дизајна наставе. Потом се ти циљеви доводе у везу са техничким могућностима имерзивних виртуелних окружења како би се створили услови за смислено учење (Mulders et al. 2020: 214). Стога, аутори наводе шест препорука које би било пожељно узети у обзир при

дизајнирању: примарно је учење а не имерзивност (ниво имерзивности треба да буде у служби учења); подстаћи пожељне интеракције у којима ће ученици моћи да примене процедурално знање на конкретном задатку; поделити комплексне задатке на мање целине; обезбедити вођено учење; надоградити постојеће знање (обезбедити адекватну припрему ученика за учење у ВР); осмислити активности за конструктивно учење (Mulders et al. 2020: 214–216).

У оквиру ових смерница можемо препознати конструкте на теоријском (когнитивна теорија мултимедијалног учења), акционом (смислено учење са имерзивном ВР технологијом) и техничком нивоу (имерзивност, интеракција, имагинација). Разлика у односу на претходно анализиране оквири је у графичком приказу оквира који је линеаран.

***Предлој педагошкој оквира (система)
за дизајн имерзивној наставној окружења***

На основу анализе и систематизације знања, креиран је предлог педагошког оквира (система) са циљем да помогне практичарима у процесу промишљања о могућим начинима дизајнирања имерзивних наставних окружења у оквиру различитих подсистема (теоријски, акциони, технички и подсистем субјеката) водећи се основним конструктивним елементима и предложеним смерницама за дизајн (Табела 1).

Табела 1. Проспективни педагошки оквир (систем) за дизајн имерзивних наставних окружења

	КОНСТРУКТ	СМЕРНИЦЕ ЗА ДИЗАЈН
ТЕОРИЈСКИ ПОДСИСТЕМ	Теорија учења	водити се холистичким и конструктивистичким принципима
	Концепт који се изучава	изабрати садржај интегративног карактера (апстрактан, временски и просторно удаљен, за чије истраживање треба да се обезбеди безбедно окружење)
АКЦИОНИ ПОДСИСТЕМ	Методички кораци	припремити ученике за учење у ВР, осмислити инструкције за смислено и вођено имерзивно учење (Mulders et al. 2020: 214-216),
	Образовне активности	креирати уз помоћ Дигиталне Блумове таксономије и развијајућих модела наставе (решавање проблема, експеримент и сл.)
	Исходи учења	дефинисати крајње резултате учења
ТЕХНИЧКИ ПОДСИСТЕМ	ВР - наставно средство	одабрати адекватан хардвер и софтвер
	Имерзивност	осмислити сценарио конкретне активности
	Интерактивност	
ПОДСИСТЕМ СУБЈЕКАТА	Практичар (наставник) Популација (ученици) Експерт (програмер, графички дизајнер и др.)	повезивање експерата из различитих области који ће пројектно планирати и развијати имерзивна наставна окружења према потребама ученика

Дизајн наставних окружења са технологијом ВР изискује комплексан приступ приликом планирања јер треба да обезбеди функционисање свих подсистема у функцији остваривања планираних исхода учења.

У домену теоријског подсистема, корисно је водити се конструктивистичким и холистичким визијама за креирање наставних окружења у којима је ученик у активној позицији у процесу стицања знања и развоја вештина. Садржај који је погодан за изучавање посредством имерзивне технологије треба да буде интегративног карактера и да иницира развој међупредметних компетенција. С обзиром на капацитете технологије ВР, могу се изучавати концепти који су апстрактни, временски и просторно удаљени, или концепти за чије истраживање треба да се обезбеди безбедно окружење.

Смернице за дизајн у оквиру акционог подсистема упућују да треба промишљати о конкретним методичким корацима и осмислити како ће изгледати учење. Најпре, наставник треба да осмисли одређене активности којима ће припремити ученике за учење у имерзивном окружењу, а потом је неопходно методички обликовати инструкције за активно и смислено учење у ВР. Неки од поступака који се могу применити представљени су у M-iVR-L оквиру (Mulders et al. 2020: 214-216). Пожељно је промишљање како надоградити и проширити већ постојеће дизајне развијајућих модела наставе са проблемским, истраживачким, експерименталним активностима применом ВР. У самом осмишљавању активности и дефинисању исхода учења, као крајних резултата учења у имерзивном окружењу, од велике помоћи може бити Дигитална Блумова таксономија (Churches, 2010).

У оквиру техничког подсистема за дизајн у којем се ВР користи као конкретно наставно средство, предлаже се да се одабир хардвера и софтвера ВР врши према психолошким и физичким карактеристикама ученика. Тек тада можемо бити сигурни да ће конструкти имерзивност и интерактивност бити у функцији васпитно-образовног циља од којег наставник полази у процесу дизајнирања наставног окружења. Важно је да се имерзивност и интерактивност не сматрају искључиво техничким конструктима јер они треба да проистекну из педагошко-техничке интеграције. Имерзивност, са техничког аспекта пружа осећај присуства у одређеном виртуелном сценарију, а са педагошког аспекта треба да обезбеди да управо тај осећај буде основа за искуствено и смислено учење тј. да допринесе ефикасном и квалитетном остваривању исхода. Када се промишља о конструкту интерактивности, фокус је на конкретним акцијама које ученик врши и одлукама које доноси на основу информација које добија у имерзивном окружењу (манипулација са виртуелним објектима, колаборација са аватарима и сл.). Дакле, конструкт интерактивности тешко можемо посматрати изоловано од имерзивности у процесу дизајна. Из тог разлога су смернице за дизајн дате заједно.

Комплексност процеса дизајна највише се може уочити кроз четврти подсистем педагошког оквира из разлога што концепт дизајна не би требало да полази од просте примене технологије ВР у наставом окружењу, већ од стварања имерзивних наставних окружења као смислене интеграције педагогије и технологије. Зато је неизмерно важна сарадња више субјеката (наставника, програмера, графичких дизајнера и других експерата) као посебних дизајнера који

ће заједнички доносити одлуке и радити на креирању стимулативних и подстицајних имерзивних окружења за учење уважавајући карактеристике и потребе крајних корисника (ученика).

Функција предложеног оквира је системског карактера а сама форма је флексибилна. Промишљања о концепту и дизајну будућих наставних окружења треба да буду оријентисана конструктивистички, без ригидних форми јер не постоји универзални метод како интегрисати ВР технологију у наставу, али постоји очекивање да се примењује онда кад је сврсисходна.

ЗАКЉУЧАК

Сврха интеграције ВР у процес поучавања није усмерена на иновинирање тренутне наставне праксе у којој ће ученицима обезбедити само квалитетнији приказ садржаја и другојачији вид интеракције. Највећи потенцијал лежи у томе да ВР може пружити потпуно другојачији доживљај учења путем искуства који ће иницирати максимални развој индивидуалних постигнућа. Интеграцијом технологије ВР у наставно окружење стварају се услови за иновинирање методичких поступака подучавања, интегративно повезивање садржаја и развој међупредметних компетенција за целоживотно учење. Стога, дизајнирање имерзивних наставних окружења треба да буде засновано на уважавању педагошких законитости уз максимално коришћење потенцијала технологије ВР.

Предложени педагошки оквир (систем) за дизајн имерзивних наставних окружења чине четири подсистема са основним конструктивним елементима (теорија учења, концепт који се изучава, методички кораци, образовне активности, исходи учења, ВР као наставно средство, имерзивност, интерактивност, субјекти: наставник, ученици, експерти: програмер, графички дизајнер и др.) о којима треба промишљати приликом креирања имерзивних наставних окружења и ускладити са васпитно-образовним циљевима.

Потребно је подвући да су везе између конструкта који се налазе у различитим подсистемима дизајна кључне јер су конструкти међузависни. Из тог разлога пожељно је креирати разгранате графичке приказе педагошких оквира (система) за дизајн у којима ће се јасно уочити смер веза. Препоруке се односе на јасно назначивање да ли је веза једносмерна или двосмерна, коришћење стрелица и боја за истицање без превише детаља. Предложени педагошки оквир (систем) може се искористити за дизајнирање нових или унапређивање постојећих модела развијајуће наставе, те би импликације за даља истраживања могле бити усмерене на пилот тестирање једног тако дизајнираног модела у наставној пракси, као комплексну евалуацију у оквиру свих подсистема.

Литература

1. Cope, B., Kalantzis, M. (2009). *From Ubiquitous Computing to Ubiquitous Learning*, University of Illinois Press, Retrived 5, November 2022 from Scope & Concerns | e-Learning & Innovative Pedagogies Research Network (ubi-learn.com)

2. Behzadan, A., Iqbal, A., Kamat, V. (2011). A collaborative augmented reality based modeling environment for construction engineering and management education, In: Jain et al. (Ed.) *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference (WSC)* (3568–3576), 11–14 december 2011, USA, IEEE, doi:10.1109/wsc.2011.6148051
3. Lhuillier, S., Gyselinck, V. (2020). Using virtual reality to represent space: a quick survey of promising methods to investigate spatial knowledge. In: Richir, S. (Ed.) *VRIC ConVRgence: Virtual Reality international Conference*, (57–67), 22–24 April 2020, Laval Virtual, ISBN 978-2-9566-2517-9
4. Кузмановић, Д., Златаровић, В., Анђелковић, Н., Жунић-Цицварић, Ј. (2019). *Деца у дигиталном добу – Водич за безбедно и конструктивно коришћење Дигиталне технологије и инјернеија*, УНИЦЕФ, Теленор, МПНТР, Ужички центар за права детета, Ужице.
5. Fast-Berglund, Å., Gong, L., Li, D. (2018). Testing and validating Extended Reality (xR) technologies in manufacturing. In: Onori, M. et al. (Ed.) *8th Swedish Production Symposium, SPS 2018*, (31–38), 16–18 May 2018, Stockholm-Sweden, Procedia Manufacturing 25.
6. Lee, E. A. L., Wong, K. W. (2008). A review of using virtual reality for learning. *Transactions on edutainment I*, 231–241.
7. Berg, L., Vance, J. (2017). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: A survey. *Virtual Reality*, 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>
8. Sherman, W. R., Craig, A. B. (2019). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*, 2nd edn. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA
9. Seth, A., Vance, J. M., Oliver, J. H. (2011). Virtual reality for assembly methods prototyping: a review, *Virtual Reality*, vol. 15, 5–20, Springer-Verlag London. DOI 10.1007/s10055-009-0153-y
10. Vasarainen, M., Paavola, S. Vetoshkina, L. (2021). Systematic Literature Review on Extended Reality: Virtual, Augmented and Mixed Reality in Working Life. *International Journal of Virtual Reality*. Vol. 21 No. 2, 1–28, <https://doi.org/10.20870/IJVR.2021.21.2.4620>
11. Jensen, L., Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529.
12. Mulders, M., Buchner, J., Kerres, M. (2020). A framework for the use of immersive virtual reality in learning environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(24), 208–224.
13. Yang, K., Zhou, X., Radu, I. (2020). *XR-ed framework: Designing instruction-driven and Learner-centered extended reality systems for education*. Retrived 10, November 2022 from <https://arxiv.org/abs/2010.13779>
14. Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J., Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*, 147, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
15. Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?. *British journal of educational technology*, 46 (2), 412–422.
16. Sanchez, A., Barreiro, J. M., Maojo, V. (2000). Design of virtual reality systems for education: acognitive approach. *Education and Information Technologies* 5, 345–362.

17. Duncan, J., Miller, A., Jiang, S. (2012). A taxonomy of virtual worlds usage in education, *British Journal of Educational Technology* 43 (6), 1–17. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01263.x>
18. Dalgarno, B., Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10–32.
19. Mikropoulos, T.A., Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, 56(3), 769–780. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.020>
20. Sampaio, A. Z. (2019). Using VR technology to improve BIM: maintenance and construction. In: Richir, S. (Ed.) *Proceedings of Virtual Reality International Conference (VRIC)*, (17–20), 20–22 March 2019, France; Laval Virtual, ISBN 978-2-9566251-2-4
21. Badets, A., Havard, V., Richard, K., Baudry, D. (2020). Using collaborative VR technology for Lean Manufacturing Training: a case study. In: Richir, S. (Ed.) *Proceedings of Virtual Reality International Conference (VRIC)*, (118–127), 22–24 April 2020, France; Laval Virtual, ISBN 978-2-9566-2517-9.
22. Velev, D., Zlateva, P. (2017). Virtual reality challenges in education and training. *International Journal of Learning and Teaching*, 3(1), 33–37.
23. Ganier, F., Hoareau, C., Tisseau, J. (2014). Evaluation of procedural learning transfer from a virtual environment to a real situation: a case study on tank maintenance training. *Ergonomics*, 57(6), 828–843. doi : 10.1080/00140139.2014.899628
24. Jestice, R. J., Kahai, S. (2010). The Effectiveness of Virtual Worlds for Education: An Empirical Study. In: Santana, M. et al. (Ed.) *Sustainable IT Collaboration Around the Globe. 16th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2010*, (1–10), 12–15 August, 2010, Lima, Peru.
25. Živković T., Živković M. (2019). Pregled primena virtuelnih okruženja u obrazovanju. U: Stanišić, M. (Ur.). *Sinteza 2019-International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research*, (99–106), 20 April 2019, Singidunum University, Novi Sad.
26. Perez, S., Massey-Allard, J., Butler, D., Ives, J., Bonn, D., Yee, N., Roll, I. (2017). Identifying productive inquiry in virtual labs using sequence mining. In: André, E. et al. (Ed.), *Artificial intelligence in education*, (287–298), Artificial Intelligence in Education: 18th International Conference, AIED 2017, 28 June – 1 July, 2017, Wuhan, China, Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61425-0_24.
27. Vergara, D., Rubio, M. P., Lorenzo, M. (2017). On the design of virtual reality learning environments in engineering. *Multimodal technologies and interaction*, 1(2), (1–12).
28. Saunier, J., Barange, M., Blandin, B., Querrec, R. (2016). A methodology for the design of pedagogically adaptable learning environments. *International Journal of Virtual Reality*, 16(1), 15–21.
29. Salzman, M.C., Dede, C., Loftin, R.B., Chen, J. (1999). A model for understanding how virtual reality aids complex conceptual learning. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 8, 293–316.
30. Churches, A. (2010). *Bloom's digital taxonomy*. Retrived 5 October from <http://burtonslifelearning.pbworks.com/w/file/fetch/26327358/BloomDigitalTaxonomy2001.pdf>

Jelica Z. Ristić
University of Belgrade, Teacher Education Faculty

PEDAGOGICAL FRAMEWORK FOR THE DESIGN
OF IMMERSIVE TEACHING ENVIRONMENT

Summary: Virtual reality technology has a growing potential to empower and support the development of immersive teaching environments where students would have a completely different learning experience. The aim of the research is to determine the design constructs of the teaching environment with virtual reality technology, and to create a prospective pedagogical framework (system) for creating an immersive teaching environment. Using qualitative and comparative content analysis, the paper reinterpreted the existing studies dealing with various pedagogical frameworks of VR technology integration in the teaching process and then the modeling method was applied. The methodical function of the proposed pedagogical framework (system) is of an assistive character because it can be useful to practitioners in the process of contemplating about possible ways of designing immersive teaching environments within interdependent subsystems (theoretical, action, technical and subject subsystems), guided by the basic constructive elements and proposed guidelines for the design.

Keywords: virtual reality, teaching environments, immersing, design, pedagogical framework

Рад примљен: 28. 10. 2022. / Рад прихваћен: 4. 12. 2022.