

Virtuális valóság az oktatásban – Ment-e aVR által az oktatás elébb?

2016-ot ugyan a virtuális valóság évének nevezték (virtual reality, VR), de a technológia áttörését mégsem hozta el. Az elmaradt siker is fontos jelzés arra, hogy érdemes a VR társadalmi érvényességének komplex kérdésével, kihívásaival foglalkoznunk. Jelen tanulmány ennek egy speciális területére, az oktatási célú VR-ra összpontosít. Miközben kutatása már az 1990-es évek közepétől megélénkült, legalábbis a nemzetközi szinten, a proféciaikkal és várakozásokkal szemben a legutóbbi időig nem látunk lényegi változást az oktatási célú VR terjedésében (sem). Habár a tudományos vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a VR hatásai az oktatás hatékonyságára, a tanulás eredményességére alapvetően pozitívak, egyebek mellett a technológia ára, a szükséges infrastrukturális feltételek, a digitális szakadék(ok) és a hiányzó kompetenciák egyelőre hátráltatják érvényesülését a pedagógiai stratégiákban. A tanulmány bemutatja az oktatási célú VR-ral kapcsolatos meghatározó elméleteket, kutatási témákat, kitér a VR és a tanulás módszertani összefüggéseire, a technológia tervezésének szempontjaira és az oktatási VR időszerű kihívásaira. Egyúttal bemutatja az oktatói célcsoportban a VR alkalmazásával kapcsolatban az utóbbi években végzett felmérések eredményeit, annak érdekében, hogy az oktatási VR aktuális helyzetéről reális képet nyújtson.

Kulcsszavak: virtuális valóság, oktatási VR, szimulált tér, elmerülés, multiszenzoriális élmény, tanulási formák

Szerzői információ:

Aczél Petra a Budapesti Corvinus Egyetem Magatartástudományi és Kommunikációelméleti Intézetének egyetemi tanára és igazgatója, a Társadalmi Kommunikáció Doktori Iskola törzstagja. A retorika, a kommunikáció és a média-újmédia területén hat könyve, több mint száz tudományos tanulmánya jelent meg magyar és angol nyelven. Nemzetközi és hazai szakmai szervezetekben, szerkesztőségekben elnöki, illetve bizottsági tagi tiszteket visel. Aktuális kutatásai az újmédia, a médiatudatosság, a kommunikációs hatékonyság és a tudománykommunikáció területére fókuszálnak.

Így hivatkozzon erre a cikkre:

Aczél Petra, „Virtuális valóság az oktatásban”.
Információs Társadalom XVII, 4. szám (2017): 7–24.
<https://dx.doi.org/10.22503/inftars.XVII.2017.4.1>

A folyóiratban közölt művek

*a Creative Commons Nevezd meg! – Ne add el! – Így add tovább! 4.0
 Nemzetközi Licenc feltételeinek megfelelően használhatók.*

Virtuális valóság az oktatásban – Ment-e a VR által az oktatás elébb?

„A készülékek némelyike elkerülhetetlenül túlgér és alulteljesít”, „Egyelőre csak a küszöbén állunk ennek a folyamatnak”, „Majd 2016 után kezdődhet el igazán a VR/AR játszma” – ilyen és ehhez hasonló állításokkal volt tele a Fortune 2015 decemberében megjelent cikke arról, vajon 2016 lesz-e a virtuális valóság éve (Morris 2015). A magazin nyilvánvalóan elsősorban a virtuális valósággal (virtual reality, VR) kapcsolatos befektetések megtérülésére, a piac legfontosabb szereplőire és folyamataira fókuszált – különösen azt követően, hogy a Facebook az előző év egyik legnagyobb összegű vásárlásával kötötte magához a VR kirakatfejlesztőjeként számon tartott Oculus Riftet. Mindazonáltal a cikk írója és az általa megszólaltatott elemzők, fejlesztők ugyanazt üzenték immár két esztendeje: a virtuális valóság hétköznapi fogyasztók körében való elterjedése nem lesz olyan gyors, mint azt a technológiai fejlesztésekre vonatkozó jóslatok alapján várhatnánk. Ahogyan egy új technológiákról és társadalmi hatásokról szóló 2017-es konferencia gondolatébresztő, többek között VR innovációkat soroló előadása után kiváló társadalomtudós kollégám megjegyezte hozzászólásában: „Fantasztikus, mi mindent találtak ki, de én csak azt látom, hogy a buszok ugyanúgy késnek, mint régen.” Ez a laikusnak tűnő észrevétel nem alaptalan, különösen, ha a VR oktatási célú felhasználására gondolunk. De ne szaladjunk még ennyire előre! Ugyan 2016-ot többen kiáltották ki a „VR évének”, már az év elején neves gyártó (NVIDIA, a grafikus chipek gyártója) és elemző (Gartner) cégek hívták fel a figyelmet a VR megkívánta grafikus kapacitások hiányára (BBC 2016, Russon 2016). 2016-ban megközelítőleg 13 millió számítógépet, az 1,4 milliárd komputer csupán 1 százalékát tartották erre alkalmasnak. És bár 2020-ra e szám 100 millióra, 7 százalékra növekedését jósolták, más aggály is felmerült a VR átütő sikerével kapcsolatban. A Forbes 2017 januári publicisztikájában Kalev Leetaru (2017) éppen azt elemezte, miért *nem* volt a megelőző esztendő a VR-é. A magas költségek, a VR-ra fejlesztett tartalmak hiánya mellett ő azt az összetett fizikai-pszichológiai kitettséget említette indokként, amely a VR használatának kapcsán már megtapasztaltak a használók, de a kutatók még nem tártak fel igazán. Amint ez kirajzolódik: létezik egy VR-optimista és egy VR-pesszimista megközelítés. Utóbbi nem látja a VR elterjedésének (és szükségességének) társadalmi, egyéni, kulturális feltételeit – annál inkább a gazdaságit, előbbi pedig a VR-ral elérhető új élmények, funkciók, tevékenységek, lehetőségek sorában látja az örömteli kulturális-gazdasági fordulatot. Kettejük között kereshetjük a realitást, de, ha találunk is ilyet, beláthatjuk, hogy nincs könnyű dolga. A VR fejlesztéséhez és használatához kapcsolódó, megnyugtató számú, független feltáró kutatások hiánya, a VR-hoz kapcsolódó üzleti érdekek¹ és maga a hétköznapi életben még kevésbé szükséges, a specifikus eszközök meglétét kívánó alkalmazás megnehezítik a pontos belátást a kérdésbe.

¹ A VR piacának értéke, egy nemrég (2017 júliusában) megjelent, trendelemzés szerint meg fogja haladni a 30 milliárd US dollárt, két számjegyű összetett éves növekedési rátát mutatva az előrejelzés időszakban. A piaci szereplők legnagyobbjai az Oculus Rift (Facebook), a Sony, a Samsung, a Vuzix, a Sensics, a Microsoft és az EON: Reality Research and Markets: Global Virtual Reality Market Size, Market Share, Application Analysis, Regional Outlook, Growth Trends, Key Players, Competitive Strategies and Forecasts, 2017–2025, https://www.researchandmarkets.com/research/rj3q6z/global_virtual

Ezért a jelen tanulmány sem vállalkozik a VR helyzetének általános tudományos elemzésére. Csupán egy speciális felhasználási terület, az oktatás VR elméleti megközelítéseibe és kutatási eredményeibe kíván betekintést nyújtani.

A VR és az oktatás metszetének vizsgálatai 2010 után élénkültek meg, és a tanulástanítás, a tantermek digitális fejlesztésének globális imperatívuszával, a radikálisan bizonytalan jövő (Nyíri 2012: 192) összhangban bővültek. Bár az oktatási VR-nak a tanulási eredményességre gyakorolt hatásait a nemzetközi szakirodalom alapvetően pozitívnak mutatja, és exponenciálisan nő az ezzel a kérdéssel kapcsolatos tudományos írások száma, a hazai szcénában nem egykönnyen találjuk a vonatkozó vizsgálatokat, szövegeket, szakmai-tudományos diskurzusokat. A tanulmány célja, hogy erre a hiányra felhívja a figyelmet, megmutatva az oktatási VR-ok tanulásra való hatásait, tervezésének, használatának lehetséges indokait, és a technológia oktatói célsoportjának eddig felmért ismeretét és készségét a VR alkalmazására.

Virtuális valóság

A virtuális valóság egyike azoknak a szakmai-tudományos terminusoknak, amelyek használata széles körben elterjedt, anélkül, hogy jelentésében konszenzus alakult volna ki. Többnyire minden olyan, nem fizikai jellegű szimulált közege, médiumra alkalmazták, amelyet számítógép generál, tart fenn. A korábban számítógép generálta illúzióként, majd Jaron Lanier (1992) által virtuális valóságként megnevezett jelenségen általában azt a háromdimenziós számítógépes szimulációt értjük, amely a valóság hatását teremti meg annak tényleges (fizikai) minősége nélkül. „A vizuális, aurális és haptikus eszközök használatával az ember úgy érzékeli a környezetet, mintha az a valóságos világ része volna. Ez a számítógép által generált valóság lehet a tényleges modellje (például egy ház), vagy olyan absztrakció, amely valamely nem létezőt, de a tudat számára felfogható mutat meg (például egy kémiai molekula vagy adatsor), de lehet egy teljesen elképzelt, fiktív világ is” (Riva et al. 2015: 536). A VR definícióiban két aspektus hangsúlya elkülöníthető (Coelho et al. 2006). Az egyik a technológiai, amely szerint a VR különféle technológiák interaktív céllal szervezett komplexuma. A másik, pszichológiai aspektusból ugyanakkor a VR a társas közegek és viselkedések, az érzeti-pszichológiai elmerülés különböző fokait kínáló technológia.

A VR tehát nem valóságában, hanem hatásában létező, érzékszervekkel közvetlenül megtapasztalható számítógépes környezet (Aczél 2017), „interaktív, számítógépes szimuláció, amely a jelenlét és az elmerülés élményét nyújtja” (Sherman és Craig 2003: 13), illetve olyan virtuális tér, amely a technológiai, társadalmi és gazdasági eljárások hibrid közegeként is felfogható (Kuksa és Childs 2014). A VR meghatározó jellemzői a téri-vizuális jelleg, a befogadó számára kínáló közvetlenség és elmerülés, a realisztikusság, az ember-gép közötti interfész feloldásának lehetősége, az interaktivitás: Burdea és Coiffet (2003) összegzésében a 3i, vagyis az *interakció*, az *elmerülés* (immersion) és a *képzeletiség* (imagination).

A VR használója már nem néző, hanem valós időben jelenlévő aktor. Bricken (1990) többek között ezért látott már közel harminc éve paradigmaváltást a VR-ban (1. táblázat).

A technológia a 20. század közepétől – a távolabbi történeti előzményektől ezúttal eltekintve – egyfelől a filmi, képi élmény élvezetesebbé tételéhez, másfelől bizonyos szakmaspecifikus készségek jártasságok fejlesztéséhez (például pilótaképzés) kapcsolódott. A modern VR egyik első úttörőjének Morton Heiliget és az ő 1960-ban szabadalmaztatott sztereoszkópikus szemüvegét, a Telesphere Maskot, illetve az 1957-ben feltalált multiszenzoriális eszközt, a Sensoramát szokás tartani. A „számítógépes grafika atyjaként”

Desktop paradigma (régí)	Virtuális paradigma (új)
a használói tevékenység a <i>szimbolikus továbbítás</i>	a használói tevékenység a <i>valóságalkotás</i>
a használó <i>nézi</i> a monitort	a használó <i>viseli</i> a számítógépet
a tapasztalás <i>szimbolikus</i> (konvencionális, elvont)	a tapasztalás <i>kipróbáló, experienciális</i> (konkrét)
a jelenlét felülete <i>interfész</i>	a jelenlét <i>bennfoglalt, elmerülő</i>
a reprezentáció <i>vizuális</i>	a reprezentáció <i>multimodális</i>

1. táblázat: A desktop és a virtuális paradigma összehasonlítása (Bricken 1990: 4 nyomán)

híressé vált Ivan Sutherland 1968-ban alkotta meg Damoklész Kardját, azt a súlya miatt a mennyezetre rögzített, és így egy lógó kardra emlékeztető, fejen viselt, mozgásérzékelő applikációt, amely egyértelműen a mai VR technológiák elődjeként tekinthető. De Myron W. Krueger 1975-ös reszponzív virtuális környezetet és az interaktív művészet lehetőségeit megteremtő, hosszú életű Videoplace projektjét is tarthatjuk megalapozó előzménynek a mai, szobaméretű, a használót körülvevő CAVE-ek és Powerwallok szempontjából. A General Electric az 1960-as években fejlesztette ki szimulátorát a holdexpedíciók modellálására, az 1970-es években pedig az MIT-n dolgoztak ki egy téri adatok kezelésére alkalmas rendszert lézeres videolemez-technológia alkalmazásával, amely végül az Aspen Movie Map (1981) projekt létrehozásához vezetett. Ez már felkínálta a mai Google térképek és a Google Earth egyes funkcióit. A VR-t elsőként az 1980–90 közötti időszakban övezte nagyfokú várakozás: sokan ekkor látták úgy, hogy a technológia robbanásszerűen terjedni kezd és használata általánossá válik. Az elvárások nem teljesültek: a drága, összetett rendszerek, illetve a világháló iránti figyelem együttesen némileg eloszlatták a VR körüli lelkesedést. Ugyanakkor a tudományos vizsgálatok folytatódtak, sőt ekkortól erősödtek meg. A '90-es évek ráadásul a használók számára is új vívmányokat hoztak, a sztereoszkópikus szemüveget, amely 3D képeket formál, a reszponzív munkaállomást és a CAVE-et. A fejre erősített VR szemüvegek ezt követően váltak a fejlesztés egyik fő elemévé, hiszen ezek az embert saját helyén avatták be a háromdimenziós képi világba, jelentősen fokozva a VR használati kényelmét és élményét. A VR-ek hardware-jének és software-jének ma is a legnagyobb kihívása ez a kényelmi funkció, a könnyű használat, az elérhetőség és az ár; mindez úgy, hogy a technológia számos fejlesztési ág együttes eredményességét kívánja (McLellan 2004). A VR iránt a 2010-es évek vége ismét megújult érdeklődést és grandiózus elvárásokat hozott. Miközben egyelőre kevés evidencia támasztja alá, hogy a VR átütő hatású lesz az elkövetkező években, jelen tanulmány is bizonyíték arra, hogy a tudományos érdeklődés fenntartása nem haszontalan.

Az oktatási célú VR

A VR gyűjtőkifejezés, az általa jelölt szimulált, immerzív terek nem alkotnak homogén csoportot. Számos típust szoktak elkülöníteni a valósággal való kapcsolat (valóság, fejlesztett valóság, fejlesztett virtualitás, virtuális), a használó nézőpontja (jelöletlen, a saját vagy az avatar nevében használja a technológiát), az elmerülés mértéke (távolról szemlélt-desk-

top, reach-in, és elmerítő, jelenléten alapuló terek), a közeg által stimulált érzékszervek (látás, hallás, tapintás, egyensúlyérzet), a hordozhatóság és a test mozgásának lehetősége és a résztvevők száma alapján (Milgram és Drascic 1997, Brill 1993, McLellan 2004). Ezek részletes kifejtésére e helyütt nincs mód, a funkcionális-műfaji és tartalmi szempont kiemelése azonban elengedhetetlen. A VR rendszereket műfajuk szerint két nagy típusba sorolják: a játék-orientációjú (World of Warcraft) és a társas orientációjú (Second Life) kategóriákba (Papagiannidis, Bourlakis és Li 2008, Dawley és Dede 2014). Az előbbi nagymértékben szabályozott, a program meghatározza a résztvevők identitásának és aktivitásainak narratív-vizuális kereteit, az utóbbi viszont szabadságot enged az identitás és viselkedés eltérő módjainak. A VR-ok további felosztásának alapja lehet a) céljuk, b) közvetített, ábrázolt információ típusa, c) a platformok, amelyeken és ahogyan a VR-beli interakciók folyhatnak, amelyekkel a VR összekapcsolódik, d) célcsoportok, akiknek a VR fejlesztés szól, illetve e) a VR mögötti üzleti modell és a hozzáférés, szociális, gazdasági szempontjai.

Az oktatási VR-ok olyan alcsoportját kínálják a VR-nak, amelyben a célok között megjelenik a tanulás, tudásgyarapodás, a hiteles információ szükséglete, az egyéb oktatási módszerekkel való összekapcsolhatóság igénye, a tanárok és tanulók célcsoportjai. Összhangban a két évtizede megkezdett pedagógiai-módszertani megújulással, a konstruktivista elméleti megalapozású oktatási stratégiák felé fordulással, a hagyományos tantermi oktatás kihívásaival, az újmédia-technológiák sokasodásával az utóbbi években egyre nagyobb nemzetközi figyelem fordult a VR-ok oktatási alkalmazása felé.

A komplex tudást és készségeket fejlesztő oktatás módszerei eltérnek a frontális, az ismeretek disszeminációját kitűző tanítástól. Az előbbihez ugyanis a tanuló részéről nagyfokú, személyes, bevonódás, értelemtételezés, interakció, tapasztalatszerzés és tudásmegosztás szükséges. Olyan konkrét, személyes élmények, amelyeket még fontosabbá tesz az átélés, az autonómia és a felelősségvállalás. A VR-ban szimulált összetett vizuális-téri-aurális környezet, az ingergazdagság, a narratívában való elmerülés és megtestesülés lehetősége támogatja a komplex tanulási élményt, legyen az formális (kimondott tanulási célokkal, módszerekkel és környezettel) vagy informális (a tanulás célja vagy szándéka nélküli). Az ilyen, elmerülést megkívánó interfészek három oktatásra is alkalmas típusát különböztetjük meg:

- VR-t, amely az érzékszervi elmerülés közegét, a testi jelenlét illúzióját, az intenzív részvétel élményét kínálja.
- A sokszereplős virtuális környezetet (MUVE: multi-user virtual environment), amelyben a használó avatara révén jelenik meg, a helyzetbe nem érzékszervileg, hanem pszichológiailag vonódik be, miközben más avatarokkal, változó környezettel találkozik az adott narratívában.
- A kevert vagy fejlesztett valóságot, amelyek a valóságos helyzeteket dúsítják, alakítják, gyorsítják vagy lassítják számítógép által generált információkkal (Dede, Jacobson és Richards 2017).

Az oktatási VR jellemzője tehát, hogy

- téri-vizuális logikával kialakított szimulációs környezetet hoz létre, amelyben a tanuló megfigyelő, résztvevő és alkotó szerepet tölthet be;
- komplex körülményeket és közeget teremt az elmerülés és átélés lehetőségéhez, a multiszenzoriális tapasztaláshoz, a társas interakciókhoz és együttműködésekhez;

- a fizikai valósághoz való viszonya lehet helyettesítő (fizikailag vagy pszichésen nehezen vagy nem megközelíthető szociokulturális szituációk, tapasztalások), hozzáadó, kiegészítő (illusztratív vagy fejlesztett, a fizikai valósággal fuzionáló), specifikáló (a fizikai valóság egy csak elvontan megközelíthető részletének reprezentációja és az ebben való alakító részvétel (például idegsejtek működésének alakítása vagy a politikai folyamatok megismerése) vagy független (a valóság alternatíváját megteremtő, képzeleti, fiktív);
- a szimulált közegben a tettek következményével járó esetleges fizikai-morális terheket könnyíti vagy kiküszöböli, megteremtve ezzel a védett, biztonságos tapasztalás lehetőségét. Ugyanakkor növelheti és ellenőrizhetetlenné is teheti a használatával járó fizikai és pszichés terhelést, és fokozhatja a kognitív terhelést is (ingerekkel túlterített környezet megteremtésével).

Annak a kérdésnek a megválaszolásához, hogy mitől válik egy VR oktatási célokra alkalmassá (Dawley és Dede 2014) figyelembe kell venni, hogy a tervezésénél milyen szempontok érvényesültek (volt-e explicit vagy implicit pedagógiai cél), milyen viselkedésformákat: együttműködést vagy versengést kíván-e a tartalom, mennyire megbízhatóak, ellenőrizhetők és pontosak az információk, és hogy a tanulási eredmények formálisan explikálhatók vagy inkább informálisak, odaértettek. Tekintettel a médiakonvergenciára, valamint arra, hogy az oktatási funkció nem mindig leválasztható a szórakoztatóról, a játékosról és a dramatizáltról (Bell 2008, Richter és Dawley 2010), az oktatási VR-okat három csoportba lehet sorolni.

Az első azoknak a fejlesztéseknek a csoportja, amelyeket kifejezetten oktatási célokra, *specifikusan tanításra, tanulásra hoztak létre* (például Quest Atlantis², Rome³). Előnyük, hogy a program jól követi a tanulási célokat, hátrányuk, hogy az oktatási funkció azonosítható, ami csökkentheti a tanulási kedvet. A másodikba azok tartoznak, amelyek elsődleges célja a *szimulációs és kommunikációs, társas terek létrehozása*, a szórakoztatás, de magukba foglalnak oktatási funkciókat is (például múzeumok virtuális sétái, JumpStart⁴). Ezek tantermi integrációja problémásabb, különösen a tanuló biztonsága szempontjából, hiszen az ismeretlen online játékosokkal vagy résztvevőkkel való találkozás nem elkerülhető. A harmadik csoport azoké *az elmerítő, szimulált virtuális tereké*, amelyek – sok egyéb funkció és megjelenítés mellett – lehetőséget adnak oktatási célú tartalmak vagy funkciók tervezésére is (például Minecraft vagy Second Life). Ezek esetében nehézséget okozhat a pontos célkijelölés, illetve a tervezői kompetencia vagy innovatív szándék hiánya, a kognitív túlterhelés vagy, éppen ellenkezőleg, az alulmotiválás. Az oktatási szektor VR-jaival leginkább a 10-15 év közötti korosztályt célozzák meg, ugyanakkor az idősebb fiatal és a felnőtt korosztály körében a saját tartalmak létrehozására alkalmas virtuális terek népszerűek (Dawley és Dede 2014, Liu et al. 2017).

² <http://atlantisremixed.org/>

³ <https://unimersiv.com/reviews/samsung-gear-vr/>

⁴ <http://www.jumpstart.com/parents/games/online-virtual-games>

Az oktatási VR és a tanulás modelljei

A VR-hoz, illetve a virtuális világok által a tanulás tekintetében felkínált kapacitások, a szimulált, bevonódást kívánó, komplex környezet, a cselekedtető funkciók döntően három, élesen szét nem váló tanulási felfogás érvényesülésére kínálnak lehetőséget.

Az egyik a *konstruktivista*, amelyet Piaget (1936, 1957) mentális modellek kialakulására, a gyermek kognitív fejlődésére vonatkozó elmélete alapoz meg. A többek között Bruner (1961, 1990) Vigotszkij (1971, 1978), Lave és Wenger (1991) munkáival megerősödő modellben az embert mint tudást létrehozó lényt fogják fel, aki az őt érő ingereket alkotó, saját tudáskereteit fejlesztő módon fogadja be és dolgozza fel. A konstruktivista szemléletű oktatás lehetővé teszi, hogy a tanuló felfedezéseket tegyen, összefüggéseket találjon, megvitasson, aktívan és alkotóan építse saját tudását, ezzel összefüggésben pedig az oktató, tanár is változzon, tanuljon, kreatívan tudást teremtsen. Az oktatás során a kontextust és a problémát bocsátják a tanuló rendelkezésére, ehhez kell egyéni vagy csoportos megoldást kidolgozniuk. A megoldás helyessége itt a probléma megszűnése tekintetében nem normatív és nem univerzális, a tanulási eredményesség a folyamat dinamikájában és nem feltétlenül annak eredményében értelmezhető. A VR és a virtuális világok egyértelműen elősegítők az ilyen tanulási folyamatoknak abban a tekintetben, hogy a narratívával motívációt és kontextust adnak, az érzékszervek stimulációjával biztosítják a bevonódást, a részvételhez szükségessé teszik az egyéni vagy csoportos aktivitást és megmutatják a következményeket.

A második a *tapasztalati* vagy *experienciális tanulás* modellje. Ez az embert értelemadó lényként tételezi, szakítva a tudásközvetítésnek mint egyirányú, a szakértőtől a laikus irányába történő tudás-disszeminációnak a felfogásával. A tudás alapját itt az egyéni vagy közösségi, élményszerű megtapasztalás, a kipróbálás, átélés adja; elősegítve a kritikai nézőpontok érvényesülését a tapasztalat értelmezésében. A tapasztalást a tanuló vagy csoport saját szociokulturális jellemzőinek megfelelően értelmezi, majd ez indít el reflektív és cselekvő magatartásokat. Dewey (1916) nyomán sokféle oktatási módszer kapcsolódik ehhez a megközelítéshez, amelyek többnyire több lépésből, elemből álló körkörös folyamatot tartalmaznak. Ezt a ciklust az új megtapasztalásából fakadó *érzések*, a *megfigyelések* és reflexiók, *gondolkodás* és a *cselekvés* építi fel (Kolb 1984, Miller és Boud 1996). A megtapasztalás a hétköznapi életben nem minden esetben termel tudást, a tapasztalati oktatási módszerek célja éppen az, hogy a kipróbálással valóban ismeret jöjjön létre. A tapasztalás történhet a valóságos világban (elsődleges tapasztalat), mediálva (szekundér tapasztalat) vagy a tanteremben, feladatok által. A VR és a virtuális világok az oktatás számára is megteremtik a mediált valóságos tapasztalás eredményes hibridjét. A mediált tapasztalás egyébiránt ugyanis távoli; az átélő és az átélendő közötti térbeli, időbeli, kulturális, kontextuális távolság itt nyilvánvaló – mint például egy hír (szöveges vagy multimédiás) befogadása esetén (Thompson 1995). A VR-ban ugyan fizikailag érzékelhető a médiatechnológia jelenléte (a monitor vagy VR szemüveg, vezeték, esetleg treadmill, és ezek fizikai következményei, például az izzadás), de az érzékelés számára a mediáció jelöltsége megszűnhet, amikor a használó a narratívába bevonódik. A VR mint a tapasztalati tanulás eszköze kivételesen hatékony, hiszen a reprezentációk és a narratíva realizisztikusságával a teljes ciklus (érzés, gondolkodás, cselekvés, reflexió) tervezhetővé válik benne, ellentétben például egy iskolai szöveges feladattal, vagy szóbeli tanári instrukcióval.

A fentiekkel összefüggő, harmadik megközelítés a *sztituatív tanulásé*. Ez az emberi jelenlét, a kontextusba bevonódás jelentőségét emeli ki; azt a tanulást, amelynek intenzitása a szituációba helyezéssel növelhető. A szituativitás szükségessé teszi az új kontextusok

megfigyelését, értelmezését; a részvételt, interakciót és aktivitást, a szituatív 'megtestesülést' és az ezzel járó elmerülést. Egyúttal lehetőséget ad a metakognitív vagyis a tanulásról (tudásszerzésről) való tanulásra is (Driscoll 2000, Dunleavy, Dede és Mitchell 2009). A szituatív tanulás a valóságban a komoly emberi erőforrás-szükséglet mellett jelentős anyagi-időbeli ráfordítással érhető el, például utazással, egy cég meglátogatásával, gyakoronoksággal, stb. A VR és a virtuális világok egyfelől kiválthatják ezeket a nehézségeket, másfelől a valósággal az intenzitás tekintetében összemérhető, a szituációs kontextusokat árnyaltan érvényesítő közegek igénybevételét teszik lehetővé. A konstruktivista a tudásalkotást, az experienciális a tapasztalást, a szituatív pedig a kontextus jelentőségét hangsúlyozhatja a VR és a virtuális világok tervezésében.

Közel ötszáz vizsgálat metakutatásából és áttekintéséből Hew és Cheung (2010, lásd még Dawley és Dede 2014) a VR és virtuális világok használatának három funkciója volt azonosítható az általános, közép és felsőoktatási környezetben:

1. a VR mint kommunikációs tér,
2. a VR mint fizikai terek szimulációja és
3. a VR mint a tapasztalás tere.

Az első típusra dolgozta ki Dawley (2009) a specifikusan a VR-ban történő társas tanulás pedagógiai modelljét (Social network knowledge construction, SNKC). Az SNKC a VR-ban kezdők társas hálózatba illeszkedésének öt lépését írja le. A tanuló, a VR-ba bekerülők neofitaként kezd majd mentorként fejezi be a folyamatot úgy, hogy *megfigyel, azonosít, hozzájárul, létrehoz majd irányít*.

Az oktatási VR és a tanulás formái

A virtuális valóság alkalmazása a tanulás hat, egymást nem kizáró formájának támogatását szolgálhatja (vesd össze Liu et al. 2017). Ezek egyike a *megfigyelő tanulás*, amely a fizikai határok tágitásával új közegekben új nézőpontokat, tapasztalati élményeket és az ismerősség érzését kínálja. Ilyenek például a virtuális kampuszok, múzeumok, régmúlt történelmi helyszínek, művészeti alkotások, természeti képződmények virtuális reprezentációi, amelyek a valóságos jelenlét nélkül megismerhetők, megfigyelhetők, közel hozhatók. Itt alapvető mozzanat a megismerés, és annak a VR által nyújtott sokféle látószöge, illetve a megismeréssel járó fizikai-pszichés vagy éppen pénzügyi teher kiküszöbölése (lásd *szituatív tanulás*).

A másik a *tevékenység alapú tanulás*, amely a virtuális közegekben a cselekvés lehetőségét és az abból származó következmények megtapasztalását teszi lehetővé. Ezzel a komplex fogalmak megértésén túl a tudás (például fizikai törvényszerűségek, matematikai törvények, nyelvi szabályok, társas normák) tesztelésének és a kipróbálásnak az élményét nyújtja (például a NASA Newton Worldjében a súlytalanság megtapasztalása és kezelése vagy a Mondly fejlesztésében az idegennyelv-használat kipróbálása). A tanulást itt leginkább a megtapasztalás, a kipróbálás és a visszacsatolás jellemzi, anélkül, hogy a következmények a fizikai, társas valóság részévé válnának (vesd össze *tapasztalati tanulás*).

A harmadik típus a *társas tanulás*, amelynek révén a fizikai határokon átívelő jelenlét, együttlét, együttműködés élhető át (például a Harvard HBX Live projektje és a 2016-ban szintén a Harvard által virtuálisan is elindított CS50 – programozásba bevezető – kurzus az edX.org-on). Howard Rheingold (2014, 2016) az új technológiákkal és platformokkal megteremtett kölcsönösség lehetőségével jellemzi azt az új tanulási módszert, amelyet

'peeragogy'-nak keresztelt. Ez a tanulón alapuló, kutatással, felhatalmazással és kollaborációval megvalósuló folyamat a másik tanuló jelenlétét, aktív, kritikai visszajelzését, és a felelősségvállalás jelentőségét hangsúlyozza. A tanulásban itt kulcselemek a tudásmegosztás, a jelenlét, az interakció és a kooperáció (lásd *szituatív tanulás*).

Negyedikként kapcsolódik a sorhoz a *kutató tanulás*. Vannak olyan kutatási területek és tananyagok, amelyek csak szimuláció útján tehetők az érzékelhető valóság részévé vagy azért, mert az emberi érzékelés számára nem megközelíthetők, vagy azért mert időben, térben, alkotó elemek tekintetében túl összetettek. Ilyen a nanorészecske vagy a demokrácia. Az eddig absztrakt szinten megragadott jelenségek a VR alkalmazása révén konkrétta, vizuálisan és tapasztalati szempontból is modellálhatóvá és alakíthatóvá válhatnak (például VR anatómiai atlasz) (lásd *konstruktivista tanulás*).

Az ötödik, a *jövőre való tanulás* voltaképpen a reziliens, jövőálló ember képességeinek fejlesztését segíti elő. Seligman és szerzőtársai (2016) a jövőszempontú megközelítésükben *homo prospectusnak* nevezik a társas emberi lényt. Az újszerű, pszichológiai, evolúciós, filozófiai értekezés felveti, hogy az emberi észlelés, emlékezet vagy érzelem nem a jelenre vagy a múltra, sokkal inkább a jövőre vonatkozik. Tehát az ember a megismeréssel, értékeléssel, érzelmekkel lényegileg nem felfog, megőriz vagy átél, hanem elsősorban elképzel, elvár és előre jelez. (Seligman et al. 2016: x). A szakmunka jól példázza a tudományokban most zajló 'jövőfordulat'-ot, amelyhez az oktatásban a reziliencia vagy a grit nemkognitív készségeinek formálása kapcsolható. A nemkognitív készségeket – mint a céltudatosság, az optimizmus, a kitartás, a kudarckezelés és rugalmasság, az empátia, illetve az együttműködés – magukban foglaló tevékenységek a 'brick-and-mortar', fizikai tanteremben, frontális oktatással kevésbé, a VR-al azonban jól ösztönözhetők. A szimulált környezetben a megtapasztalás és az energiabefektetés motiválásával a célközpontúság és az előrelátás, az irányított proceduralitás révén a tervezés, a kipróbálhatóság miatt pedig rugalmasság, és bizonyos kontextusokban a kudarckezelés, illetve a stresszkezelés is fejleszthető. (Utóbbiban a VR hatékonyan és egyre inkább alkalmazott eszköz, például Bravemind PTSD VR.) A jövő elképzelésének és tervezésének a programját nyújtják például az épület vagy otthontervező programok (például Google Sktechup, az iStaging vagy a Sim City VR). Ezek általában nem kifejezetten oktatási-pedagógia célra, hanem tevékenységre vagy funkcióra szabott, esetenként játékos fejlesztések (lásd *konstruktivista tanulás*).

Végül a hatodik, röviden, a médiával, *médián keresztült történő tanulás* tanulása vagyis a tudatos médiamagatartás növelése, a médiajártasság és médiaértés fejlesztése a tanulás szempontjából, a *metakognitív tanulás* elősegítése.

Az oktatási VR tervezése

Fogg (2003) az ember-számítógép interakciójának általános fogalmaként alakítja ki a 'kaptológiát' (captology), amelyet a számítógépek mint meggyőző technológiák tanulmányozásaként definiál. A kaptológia arra a tervező eljárásra fókuszál, amely a technológiákat meggyőzővé teheti a felhasználók számára. És bár ez a vizsgálati ág leginkább arra kíváncsi, hogy az emberek miért akarnak a számítógéppel kapcsolatba kerülni, és nem arra, hogy miért használják a számítógépet a másikkal való kapcsolatba lépésre, a szerző által kialakított koncepció értelmező keretként szolgálhat a VR meggyőző erejére is. Annál is inkább, mert Fogg (2003: 16) magát a technológiát is olyan 'résztvevőnek' tekinti a kommunikációs folyamatokban, amely motivál, befolyásol és bevon, amely az észlelést, az érzelmeket és a társas viselkedést egyaránt formálhatja. A koncepcionális alapokat a számítógépes technológiák hármas funkciója adja. Az első az eszközfunkció. A technológia ebben az érte-

lemben akkor meggyőző, ha a céltevékenységet megkönnyíti, felgyorsítja, hatékonyabbá teszi, használóját nehézségek nélkül vezeti végig – esetleg kondicionálja – különféle folyamatokban. A második a médium funkciója. E tekintetben a technológia azért meggyőző, mert szimbolikus közeget teremt – a VR esetében például szimuláltat – amelyben érzéki tapasztalások és alkotó, interaktív viselkedések valósulhatnak meg. A technológia mint médium lehetővé teszi, hogy az ember védett, biztonságos környezetben azonosítson ok-következmény viszonyokat, a valóságot kiváltó, motiváló tapasztalásokat szerezzen, és elpróbálhasson viselkedési mintákat. Fogg (2003: 69) szimulációnak is nevezi ezt a funkciót, utalva a meggyőző technológia komplex, multiszenzoriális, ingergazdag mivoltára.

A harmadik a szociális aktor funkciója – amikor a technológia az emberrel társas viszonyba lép, az ember pedig, reakcióit vagy érzelmeit tekintve úgy viszonyul hozzá, mintha emberi lenne. Itt a meggyőző erő a visszajelzés, a megerősítés, a viselkedések modellálása, a társas támogatás és a megtestesülés élménye biztosíthatja. Fogg felosztása az oktatási VR a virtuális világok tervezésének és felhasználásának sztratifikációs modelljét is felkínálja 1) funkcionális, 2) interaktív és 3) konstruktív szintekkel. A funkcionális szint arra vonatkozik, mennyire nehéz vagy könnyű a szimulált közeg vagy interfész használata: technológiai értelemben megközelíthető-e vagy külön kompetenciák elsajátítását, így energiabefektetést kíván, felismerhetők-e a tervezett folyamatok lépései, azonosítható és etikus-e az elérendő cél, az oktatási VR mennyire védi vagy teszi kiszolgáltatottá használóját (a tanulót) az adatvédelem vagy identitás tekintetében. Az interaktív szinten a részvétel lehetőségének mennyiségi (résztevők száma, intenzitás) és minőségi (információ megbízhatósága és megalapozottsága, szereplők hitelessége, a célok, okok, következmények etikussága, biztonság, kontroll) vonatkozásait vehetjük számba. A konstruktív szinten pedig az oktatási VR kreatív potenciálját, a reprezentációk grafikus és aurális minőségét, szenzoriális és narratív összetettségét, átélhetőségét, az emberi szándék, alkotó képesség és felelősségvállalás érvényesülésének mértékét vizsgálhatjuk.

Az oktatási VR feltétlenül új kihívást jelent a pedagógiai módszerek és modellek érvényesítése, az oktatási cél és a tanítás-tanulás kivitelezése szempontjából. A hagyományos oktatás tudásközvetítése jellemzően a szövegekkel való kapcsolaton és az oktató és tanuló közti dialóguson alapult. A VR és a konnektált virtuális világok használata az oktatásban a szövegen kívül bevonja az erős vizuális, aurális, a komplex szenzoriális élményeket, amelyek a 'jelenléten' alapulnak. Az interakciók sokrétűbbé válásának, az élmények bővülésének lehetősége értelemszerűen megkívánja a virtuális világban érvényesülő tanítási és tanulási stratégia új nézőpontú tervezését. A feladatok kapcsán a pontos pedagógia célok, a tanuló számára biztonságos, védett körülmények megteremtése alapvető. Ennek hangsúlyozása azért is különösen fontos, mert az oktatás VR tervezése, az üzleti modelltől függően nem feltétlenül vesz igénybe pedagógia szakértelmet vagy szempontokat, és az oktatási célok csak „utólag deriválhatók” egy adott virtuális környezetre vonatkozóan. Ennek számos oka közül az egyik a termék sikerességével és népszerűségével járó üzleti haszon kívánalma; a gazdasági, informatikai és a pedagógiai szakértelmek és érdekek szűkös metszete. Ahogy az Ocullearnig fejlesztői – akik a brit nemzeti alaptanterv kulcselemeihez kapcsolódó oktatási VR szolgáltatásokat tervezik – fogalmaznak, a VR piac „nehézsúlyú szereplői a játékok és a szórakozás alacsonyan lógó gyümölcszeire koncentrálnak” leginkább (Swift és Allatt 2016).

Az oktatási célú VR és virtuális világok tervezésének módszertani szempontjait kívánták de Freitas és szerzőtársai (2010) a diákok körében végzett kutatásuk alapján megragadni az általuk négydimenziós keretnek nevezett (Four Dimensional Framework) modellben. E szerint a tervezésnek a következőkre kell figyelemmel lennie:

- a tanuló(k): a tanuló vagy a tanulócsoporth igényei, lehetséges szerepei és kompetenciái, a tanulási élmény összetevői,
- a pedagógiai modell: az adott pedagógiai modell felfogása; a kognitív, asszociatív, társas, a szituatív vagy a tapasztalati oktatás (élménypedagógia) elvei-elemei,
- a hozzáférés, felhasználhatóság: a technológia működése és elérhetősége által megkívánt feltételek megléte vagy hiánya, az internetkapcsolat kapacitása, a tervezés felhasználóközpontúsága, a működtetés tempója,
- a valóságos és virtuális kontextusok kihívása: a virtuális közegbe való behelyezkedés nehézségei (a tanuló nem tud tartalmas kapcsolatot létesíteni a 'nemvalódival'), az alkalmazkodás, a valós-virtuális kontextusok párhuzamossága.
- Kiegészíthetjük ez utóbbit azzal a sajátos kihívással, amelyet az utóbbi két évtized digitális fejlesztései idéztek elő. A VR ugyanis a médiatechnológiák proliferációjával és konvergenciájával előidézett multitasking-viselkedések visszafordítását, az elmerüléssel a figyelem osztatlanságát, megújult fókuszálását teszi szükségessé.

Az oktatási VR alkalmazásának eredményei és kihívásai: a 3H-keret

Liu és szerzőtársai (2017) 975, 1995 és 2016 között az oktatási VR témájában született (59 országból származó, angol nyelvű⁵) tanulmányt, kutatási jelentést vontak be bibliometrikus elemzésükbe. A metakutatás eredményeként kimondták, hogy a kutatók döntő többsége szerint a VR alkalmas és előnyös eszköz a tanulási folyamatokban, sokan pedig arról is meg vannak győződve, hogy a VR jelentős, pozitív változás idézhet elő a tanulásban, sikeresen alkalmazható a figyelem fenntartásában, a megértésben, és a memória serkentésében (vesd össze Bamford 2011⁶). Ugyanakkor a metakutatás rámutatott arra is, hogy a vizsgált publikációkban közölt kutatások többsége egyszerűbb módszerekkel, megfigyeléssel és önbevallásos kérdőívvel valósult meg, az összetett kísérleti eljárások nem voltak jellemzők. Egyúttal fontos hangsúlyozni, hogy a VR oktatási hatékonysága a technológián túl sok egyéb tényezővel is összefügg, így a tanulás mikro- (tanuló, tanár, tantárgy, csoport, osztály), mezo- (iskolai környezet, szabályozás, kerettanterv) és makrokontextusaival (nemzeti tantervek, oktatási rendszer, digitális szakadék), csakúgy, mint az egyén szociális-kulturális-gazdasági helyzetével.

A szerzők (Liu et al. 2017) az oktatási VR kihívásait négy kategóriában foglalják össze. Az első a *technológia*, itt a költségek csökkentése, a hordozhatóság növelése, a szimuláció tökéletesítése, valamint az ember-technológia-szimulált környezet közti interaktív élmé-

⁵ Az 59 országból a témában legaktívabban publikáló 20 között nem találunk egyet sem a közép-európai régióból.

⁶ Bamford kutatásait számos, az oktatási VR témájával foglalkozó publicisztika és internetes forrás használja, többnyire pontatlanul. Az elérhető dokumentum (white paper szerint) nem a VR, hanem a 3D használatáról ad kutatási jelentést (az eltérések nyilván nem feltétlenül lényegiek). Bamford hét ország 740 diákját, 47 tanárát és 15 iskoláját bevonó vizsgálatában az ismeretek 2D-ben és 3D-ben történő átadásának hatékonysági eltérését vizsgálta. Eredményei azt mutatják, hogy az elő- és zárótesztek eredményeinek összevetése alapján a 3D csoportokban a diákok 86 százaléka mutatott fejlődést, szemben a 2D csoportok 52 százalékaival. A teszteredmények a 3D csoportokban 17 százalékkal, míg a 2D-ben 8 százalékkal javultak. A figyelem tekintetében pedig azt állapította meg, hogy a diákok 92 százaléka figyelt a 3D prezentációk során, míg a 2D prezentációkat csupán 46 százaléka követte figyelmesen.

nyek fejlesztése lehet a cél. A második *az oktatásban való alkalmazás*: e tekintetben a hi-telesített tartalom és tanítási módszer megléte, a kognitív túlterhelés elkerülése, a tanulási hatások ellenőrzése és értékelése szükséges. Harmadikként *a tanulási tapasztalat kihívásait a technológiahasználat nehézségeinek felszámolásában* (képzésekkel és támogatással), az iden-titások virtuális transzformációjának elősegítésében, az adatvédelem biztosításában látja. A negyedik kategória az *integráció*, amely lehetővé teszi a VR más oktatási módszerekkel való összekapcsolását és az oktatási tanulási környezet kialakulását.

Minocha (2015) az oktatási VR SWOT analízisében az erősségek között sorolja fel az életszerűséget, a hibázás nélküli tanulás lehetőségét, a játékoságból fakadó motivációt, a költségkímélő, újra felhasználható, megosztható környezet létrejöttét, míg a gyengesé-geknél említi a test szabad mozgásának a vezetékek és eszközök miatti korlátozását, az egészségügyi következményeket (szédülés, egyensúlyzavar stb.), és a más platformokkal való kompatibilitási problémákat. Lehetőségnek tartja a tele-jelenlétben keresztüli oktatást és a különféle ismeretkörök oktatásában (műszaki és orvostudományok, művészetek, ha-dászat stb.) betölthető szerepét. Gyengeségként tünteti ugyanakkor fel a VR hardverjének és szoftverjének költségeit, a túlzó elvárásokat a technológiával kapcsolatban, a sokszor hamis biztonságérzetet, amit a használat nyújt, illetve azokat a kihívásokat, amelyeket éppen a VR hoz létre, kulturálisan és technikailag.

Kissé meglepő ugyan, de a kihívások és a gyengeségek között sem itt, sem más meg-közelítésben nem találjuk a tudás megőrzésének problémáját. A tanítás ugyan dinamikus folyamat, amelynek elsődleges célja az ember fejlődése, de a hagyományos, szövegalapú oktatás a maga médiumával, a könyvvel, voltaképp a tudás és ismeret bizonyos formáinak megőrzője, egyfajta tudástár is (vesd össze Nyíri 2012). Hogyan őrződik meg az ismeret az oktatási VR térben? Elvonatkoztatható lesz-e aktuális tanulási folyamatoktól, szereplőktől? Működhet-e egy oktatási VR a maga komplexitásában referálható ismeretként, tudástárként? Nem állítjuk, hogy ez volna az elsődleges célja, de az efemerális médiumok idején, amikor az adatok, tények, hírek, ismeretek, a tudástársadalom jövőbiztosítása (future-proofing) ismét időszerű kérdéssé válik, indokolt ezeknek a kérdéseknek a megfontolása, vagy leg-alább a kihívásként való említésük.

Ezekből az összefoglaló elemzésekből az látszik, hogy az oktatási VR előtt álló kihí-vásokat az alábbi, '3H-keretben' érdemes kezelnünk:

1. *Hozzáférhetőség*. Amint azt már a bevezetőben jeleztük, a VR grafikus kíváncsi meg-lehetősen nagy kihívást jelentenek az iskolák, intézmények és az egyének rendelkezésre álló számítógépes felszereltség számára. Az oktatási VR alkalmazásának egyértelműen megjelennek a technológiai akadályai. Ehhez szorosan kapcsolódik a gazdasági nehézség, de nem tekinthetünk el a tartalom (specifikusan fejlesztett, hi-teles információval bíró, a használói korosztálynak – intellektuálisan, morálisan és egészségügyileg is – megfelelő tartalmak megléte, a tantárgyspecifikus tartalmi fej-lesztések megoszthatósága) az adatvédelem, a biztonság, az intézményi keretek ér-vényesítésének (saját fejlesztés, jogok, megosztás), a digitális szakadék (gazdasági, generációs vagy információs, vesd össze Csótó 2017) problémáitól sem.
2. *Hozzáértés*. Az oktatási VR használata és tervezése megkíván olyan kompetenciákat és képzettséget, amellyel az alkalmazó nem feltétlenül rendelkezik, illetve nem mindig és mindenhol érhető el számára olyan képzés vagy támogatás (lásd óratervek), amelyek segítenek ezek megszerzésében. Ezek egy része formálisan tanulható (például a peda-gógiai ismeretek, a technológia használatának ismeretei) másik része inkább a szociali-

záció részeként szerezhető meg (így a VR technológiához való hozzászokás, bizonyos tevékenységek ehhez kapcsolása, az elérhetőség evidenciája stb.), egy harmadik része pedig fizikai és egészségügyi jellegű tanulást igényel, a test és psziché egyéni adottságaitól függ és fiziológiailag megragadható. Kihívásként tekinthetjük azt a kérdést is, hogy az oktatási VR-ok fejlesztői és szolgáltatói milyen mértékben bírnak pedagógiai ismeretekkel és gyakorlattal, hogy milyen módon és üzleti modellben ötvözhető a többféle, az oktatási VR-ok létrejöttéhez szükséges, diszciplináris ismeret.

3. *Hozadék.* Az oktatási VR alkalmazása a kutatások szerint alapvetően pozitív, de ezekből a vizsgálatokból még többnyire hiányoznak a hosszú távú perspektívák. A VR bizonyos tanulási formákat (vesd össze játékoság) jól támogat, de nem ismerjük még azt, hogy milyen mértékben képes a folytonosságot biztosítani más kulturális formákkal (lásd könyv) az oktatásban, valamint hogy milyen mértékben, mennyi ideig és milyen életkorokban, mely tanulási módokat támogatja leginkább. A VR-ok egészségügyi hatásait illető kutatások sem olyan számosak és hosszú távúak, hogy eredményeiket irányadóként lehetne tekinteni a VR-ok használatával kapcsolatban. Az oktatási VR-ok hozadékának megint másféle megközelítését és ennek kihívását pedig a fenntartható üzleti modell adja; az, hogy mennyire lehet VR technológia nyílt grafikus felület, miként szolgálhatja az oktatási VR a tudástársadalmak 'open access' igényét.

Nő a kulturális étvágó? – Felmérések az oktatási VR alkalmazásáról

A következőkben az utóbbi három évben végzett, a tanárok, oktatók és a VR alkalmazásának mintáit megmutató négy nemzetközi és egy magyar vizsgálat eredményeit tekintjük át annak érdekében, hogy betekintést kapjunk az oktatási VR helyzetébe, már ami az egyik legfontosabb célcsoportot illeti.

A Samsung a GfK⁷ Knowledge Networkkel közösen először 2015-ben végzett kutatást Egyesült Államok-szerte, az óvodai, általános és középiskola pedagógusok körében (összesen 1008 fő bevonásával), a tantermi digitálisan technológia használatára vonatkozóan (Zaino 2015, Business Wire 2015). Az eredmények azt mutatták, hogy bár az oktatók legtöbbször (90%) úgy véli, hogy fontos a technológia használata a tanteremben, több mint felük (60%) nem érzi magát jól felkészültnek a használatukra. Több mint harmaduk (37%) úgy nyilatkozott, hogy szívesen használna technológiákat, de egyszerűen nem tudja, hogyan tegye. A megkérdezettek 81 százaléka egyetértett abban, hogy a technológia hozzásegíti a diákokat a gyakorlati megtapasztalásához és hasonló arányban (80%) jelezték igényüket olyan óratervekre, amelyek a technológiák alkalmazására iránymutatást adnak. A hasonlóan Samsung-GfK együttműködésben, 2016-ban elvégzett kutatás (Samsung-GfK 2016, Business Wire 2016) 1011 oktató megkérdezésével már a VR használatára nézve is eredményeket hozott. A felmérésben résztvevők közül leginkább a millenniumi nemzedékhez soroltak (Y generáció, az általános szakaszolás szerint a 1980-2000 között születettek) vallották magukat technológiai innovátornak a tanteremben is és közülük kerültek ki azok, akik a magán- és szakmai életükben már próbálták a VR-t, az idősebbekre (X generáció, Baby boomers) ez számottevően kevésbé volt jellemző. Az derült ki, hogy az oktatók mindössze 2 százaléka használt már a tanteremben VR-t, ugyanakkor 85 százalékuk gondolja

⁷ *Gesellschaft für Konsumforschung*, német alapítású globális működésű piackutató vállalat, a világ negyedik legnagyobb ilyen cége.

úgy, hogy a technológia pozitív hatással lehet a diákjaikra. A VR oktatási hasznát leginkább (68% vagy a fölött) abban látták, hogy támogatja a megtapasztalást, olyan helyszínek felkeresését, amelyek megközelítése egyébként nem volna lehetséges, összetett fogalmak jobb megértését és a távoli tájakra való eljutást. A VR alkalmazását a természettudományok (82%), a társas ismeretek (81%) és a történelem (81%) tanításában tartották a leghatékonyabbnak. A középiskolai tanárok közel fele (42%) szívesen venné, a továbbtanulási szándékot megerősítendő, az egyetemeken által fejlesztett virtuális kampuszok elérhetőségét. A válaszadók többsége (83%) szerint a VR támogatja az oktatás eredményességét, ugyanakkor csak egyharmaduk (36%) gondolja, hogy az iskolája adoptálni fogja a technológiát 5 éven belül, 28 százalékuk szerint pedig ez soha nem fog megtörténni.

Az Unimersiv, az amerikai székhelyű, oktatási célú VR platformfejlesztők egyik legnagyobbika 2016 áprilisában közölt adatokat az 'oktatási célú VR helyzetéről' (Universiv 2016). Felmérésükben – melynek részleteit, körülményeit nem tették közzé – arra voltak kíváncsiak, hogy a VR használók mennyiben használják a virtuális környezetet tanulási célokra, és miért. A kérdések nyilvánvaló további célja az volt, hogy kiderítse, milyen branddel, termékekkel azonosítják a válaszadók az oktatási célú VR-t, illetve, hogy mennyit szánnának az oktatási célú fejlesztések igénybevételére. Az eredmények azt mutatták, hogy a válaszadók több mint fele nem próbált ki még oktatási VR-t, miközben közel száz százalékuk úgy vélte, hogy a médium megfelelő eszköz valami újnak az elsajátítására. Legtöbbször (53,4%) a természettudományok (másodikként a történelem) oktatására látták alkalmasnak a VR-t, az oktatási VR-t pedig jellemzően (43,9%) akkor tekintették jó élménnynek, ha valamit meg lehet tanulni általa. A felmérésből kiderült, hogy a válaszadók több mint egyharmada semmilyen céggel vagy branddel nem azonosítja az oktatási célú VR fejlesztését (a megnevezett cégek egyike sem ért el 16 százalék fölötti említést), 85 százalékuk pedig átszámítva 1000 és 3000 forint körüli összeget lenne hajlandó kifizetni.

Az egyik legnagyobb, tanulási és tehetség gondozó platformot biztosító brit cég, a Kallidus 2017 tavaszán publikált adatai alapján a 200 megkérdezett oktatási szakértő (szervezeti tréner, oktató, fejlesztő) 81 százaléka gondolja úgy, hogy a VR komoly potenciállal bír a fejlesztésben (bár csak 11 százalékuk tartja a „következő nagy durranásnak”), és több mint felük készséggel, más új módszereket előtt építené be a VR-t az oktatási gyakorlatába (Kallidus 2017). Azonban csupán 4 százalékuk alkalmazott már oktatási VR-t, és háromból mindössze egy használt egyáltalán bármilyen VR-t, nem csak oktatási célú. A válaszadók nagy többsége, 80 százalék fölött vélték úgy, hogy a VR legfőbb oktatási haszna a bevonódást ösztönző oktatási környezet megteremtése, a valóságban veszéllyel és kockázattal járó gyakorlati képzések kiváltása és az innováció növelése a szervezetben. Az fejlesztési terület tekintetében a gyakorlati, egészségügyi és beilleszkedési készségek, ismeretek szempontjából tartották leginkább hasznosnak. A VR oktatási célú alkalmazásának akadályát leginkább a költségekben (75%), azután a VR használatára vonatkozó ismeretek (61%), illetve a 'kulturális étvágy', a hajlandóság (38%) hiányában látták.

Ezeknek a kutatásoknak a témáit és eredményeit alapul véve 2017 májusában a Budapesti Corvinus Egyetem Magatartástudományi és Kommunikációelméleti Intézetéből⁸ elindult egy rövid (jellemzően 5-10 perc közötti kitöltési idővel) és rövid ideig (15 napig) célzottan kiküldött digitális kérdőív – az első, amely az egyetemi VR-gyakorlatba kívánt betekintést nyújtani. A digitális kérdőívet 120 fő felsőoktatásban dolgozó oktató töltötte ki, az eredmények így nem tekinthetők reprezentatívnak, ugyanakkor egy-egy vonatko-

⁸ Bővebben lásd: Aczél Petra, *A virtuális valóság alkalmazása az egyetemi oktatásban*, BCE, Budapest, 2017.

zásban megerősítik a Samsung-GfK, az Unimersiv és a Kallidus által közölt adatokat. A magyar válaszadók közel fele (45%) a 41–50 év közötti korosztályhoz tartozott, amelyet a médiahasználattal jellemzett klaszterek közül az X generációhoz szokás sorolni, de a kezdő (21-től 30 év), és a szenior 61–70 év, illetve a köztes kategóriákat is legalább 10 fő képviselte. A megkérdezettek közel egyenlő arányban voltak a nők (48%) és férfiak (52%). 87 százalékuk PhD vagy annál magasabb tudományos-művészeti fokozattal rendelkezik és többségük a társadalomtudományok (49%), a bölcsészettudományok (39%) és a közgazdaságtudományok (22%) területéhez köti az oktatási tevékenységét (ugyanakkor 17 százalékkal a természettudományok, 6 százalékkal a sporttudományok képviselői is megjelentek, a pedagógia, a pszichológia és az orvostudományok mellett).

Amennyire sokrétű volt a válaszadók diszciplináris kötődése, annyira egyértelmű volt a felmérés egyik legfontosabb kérdésére adott válaszuk: 91,7 százalékuk még soha nem használta a VR-t az oktatási gyakorlatában és mindössze három fő említette, hogy kettőnél többször alkalmazott a tanítás során ilyen eszközt. Annak a 8,3 százaléknak a döntő többsége, aki alkalmazott már oktatási céllal VR-t, viszont megtérülő energiabefektetésnek tartotta ezt. Hasonlóképpen egyértelmű eredménynek mutatkozik, hogy a megkérdezettek több 94 százaléka nem adott fel még olyan tantermen kívül elvégzendő feladatot, amelyben a VR használata kíváncsi lett volna. Senki nem gondolta úgy, hogy az oktatási VR lenne a „következő nagy dobás”, de a Kallidus felmérésével összecsengően a válaszadók 88,3 százaléka azzal értett egyet, hogy a VR oktatási célú felhasználásában van potenciál, de nem csak ezen fog múlni a megújulás. Akik itt nem a megadott válaszok közül választottak és egyéb, szöveges választ adtak, többek között arra reflektáltak, hogy az oktatási VR csak „5 év múlva lesz izgalmas, még nem fejlett”, hogy inkább a „kézzel fogható jelenségek fontosak, nem a virtuálisak”, hogy „nagyobb a zaj körülötte, mint ami a felhasználásától várható”, vagy, hogy a „túlzott vizualitás gondot jelenthet a fogalmi gondolkodásban és a verbális információcserében”. A kitöltők 45,8 százaléka, tehát közel fele nem tervezi használni a VR-t a saját oktatási gyakorlatában a jövőben sem, 25,8 százalékuk a 3 éven belüli használatot jelölte meg, 16,7 százalékuk az 5 éven belülit, míg a következő tanévet – tehát a közeli jövőt – mindössze 11,6 százalékuk említette – a használni szándékozók összessége és aránya itt is hasonló a Kallidus által mérttel. A válaszadók 97,5 százaléka úgy nyilatkozott, hogy a diákjai nem kérték még tőle, hogy alkalmazza az óráin a VR-t, ugyanakkor arra a kérdésre, hogy a diákjai nyitottan fogadnák-e ezt a médiumot 90 százalékuk válaszolt igennel. 76,7 százalékuk pedig igénybe venné azt a VR alkalmazást, amelyet a kurzusára szabva fejlesztenek és ingyenesen elérhető. Azok közül az ismeretkörök közül, amelyekben az oktatási VR-t jól hasznosíthatónak tartották, öt (35 százalék feletti) emelkedett ki. Így a média (50%), az orvostudomány (48,3%), a történelem (44,2%), a kommunikációs készségek (44,2) és az informatika (36,7%).

A magyar válaszokban tehát egyedülállóan – és igen sajátosan – megjelent a VR mint a média oktatási eszköze, ami annak a logikának a működését is jelezheti, amely szerint a VR voltaképpen a médiaismeretek tantárgya. Arra a kérdésre, hogy mely létező oktatási formát egészítheti ki vagy válthatja fel leghatékonyabban az oktatási VR, a legtöbben az ismeretek gyakorlatban való kipróbálását (57,5%), az eset-megoldásokat (48,3%) és az ismeretek tantermi, csoportfeladatban történő alkalmazását (40,8%) jelölték meg. A diákok számára az oktatási VR-t leginkább az ismeretek alkalmazásában, kipróbálásában, a gyakorlati képzésben (25,8), a tanultak megértésében (24,2) és a komplex problémamegoldásban tartották hasznosnak, a legkevésbé itt a felelősségvállalást, bevonódást (7,5%), a problémák azonosítását (4,2%) az ismeretek megosztását (0,8%) és a kritikai érzék fejlesztését (0,8%) jelölték meg válaszként. Az oktatási VR felhasználásának akadályát legfőképp

a technológiai feltételek (80,8%), a tantárgyspecifikus tartalmi fejlesztések (72,5 %), az oktatói érdeklődés (70%) és az oktatói jártasság (50,8%) hiányában látták, miközben akadályként a diákok érdeklődésének hiányát csupán 5 százalékuk jelölte.

Diszkusszió és összefoglalás

Amint az a felmérések eredményeiből látszik, az oktatási VR helyzete az egyik legfontosabb használói célcsoport, az oktatók számára jóval körvonalazatlanabb és ellentmondásosabb, mint amit a technológia alkalmazására vonatkozó kutatások alapján gondolhatnánk. Megjelenik ugyan a lelkesedés – feltehetően nem függetlenül azoktól a médiadiskurzusoktól, amelyek napirenden tartják a VR-al kapcsolatos üzleti és technológiai információkat –, ugyanakkor az is megmutatkozik, hogy az oktatási VR-ra vonatkozó ismeretek inkább felületesek, az előbbi értelemben 'közhelyesek' (a fősodratú média- és technológiai diskurzusok elemeit és hangsúlyait hordozzák), kevésbé tükrözik a gyakori használatból és a pedagógiai kutatásokból származó felkészültséget, vagy éppen a kritikai és gyakorlati nézőpontok koherenciáját. Az ismertetett nemzetközi és hazai felmérések az oktatók körén belül nem azonos, egymást csak részben metsző célcsoportokra irányultak, és nem azonos – csak részben egyező – kérdéseket tartalmaztak így eredményeik kellő távolságtartással vethetők csak össze. Ugyanakkor abban egyértelmű összhangot mutatnak, hogy az oktatási célú VR használata egyelőre nem elterjedt, hogy kipróbálása és alkalmazása még messze nem mindennapos gyakorlat a tanításban, hogy az oktatók nem gondolják a VR 'betörését' a tanterembe olyan közelinek, mint a tech-guruk, illetve, hogy egyelőre nincsenek fajsúlyos szereplők az oktatási VR fejlesztések piacán. A VR-rel jól oktatható ismeretkörök (például a természettudományok, társas ismeretek-kommunikáció, történelem) egyezései mellett sajátos, egyelőre csak a magyar felmérésben mutatkozó jelenség, hogy a VR alkalmazását a média oktatásában tartják legnagyobb arányban hasznosnak – ami még nagyobb távolságot sejtet az oktatási VR valós, hasznos funkcióinak megtagasztalásától.

Nyilvánvalóan mutatkozik a felmérések eredményeiből az oktatási VR használatának jelen gyakorlata és szándéka között egy jelentős, és a felhasználás akadályaként megjelöltekkel csak részben áthidalt szakadék: a Kallidus és a magyar válaszok is megmutatják, hogy a kulturális étvágy, az oktatói érdeklődés hiánya hangsúlyosan jelenik meg az okok között. Miközben egyértelmű, hogy a használatra vonatkozó ismeretek, és a költsége, az intézményi környezet hiánya is problémaként merül fel. A magyar vizsgálat ugyanakkor arra is rámutat, hogy az oktatók a diákok részéről nem feltételeznek ellenállást a technológiával kapcsolatban (bár lehetséges, hogy ez a vélemény, a gyakorlati tapasztalat hiányában, a médiagenerációkkal kapcsolatos sztereotípiákból is táplálkozik). A felmérések egyike sem reflektálja azokat az oktatási előnyöket (például tanulási modellek és formák tekintetében), amelyekről a kutatásokban egyre több szó esik. A magyar kérdőív tartalmazott erre vonatkozó kérdést, az arra adott válaszokból, egyes VR-al hatékonyan támogatott tanulási formák kevés említéséből ismét a gyakorlati tapasztalatok hiánya érzékelhető. Ugyanakkor – reprezentativitásukat vagy megbízóikat is figyelembe véve – feltétlenül óvatosságnak kell lennünk abban, hogy ezekből a felmérésekből messzemenő következtetéseket vonjunk le. Érdemes inkább az eredményeket az oktatási VR hazai és nemzetközi használatának villanófényben való megmutatkozásaként értékelnünk, majd releváns kérdéseket feltéve, az elméleti kereteket és célokat tisztázva további kutatásokat végezni az oktatási gyakorlatok, illetve a tanulás és a VR kapcsolatának tudatosságára, attitűdjeire és igényeire vonatkozóan.

Az oktatási VR jövőjét feltehetően nagyban meghatározhatja az, hogy a pedagógia, pszichológia, az egyes diszciplínák milyen mértékben képesek átrendezni a fejlesztések (gazdasági) érdekeit és céljait: hogy miképpen alakítják a VR-ok jövőjét a saját logikájuk szerint. Éppen ezért a kérdésre, hogy 'Ment-e a VR által az oktatás elébb?' az a legszerencsésebb, ha újabb kérdéssel válaszolunk. Olyan kérdéssel, amely a saját felelősségünkre is figyelmeztet, és amely így szól: Ment-e, megy-e az oktatás által a virtuális valóság elébb? Jelen tanulmány, a 3H-keret alkalmazását javasolva, mindezek megfontolásához kívánt szerény hozzájárulás lenni.

Irodalom

- Aczél, Petra, "Beyond Persuasion – Rhetoric in a Virtual World", in Benedek, András and Ágnes Veszelszki (eds.), *Virtual Reality – Real Visuality. Virtual, Visual, Veridical*. Visual Learning. Vol. 7., Peter Lang, Frankfurt am Main, 2017, pp. 29–40.
- Bamford, Anne, *LiFE: Learning in Future Education Evaluation of Innovation in Learning Using Emerging Technologies* (White paper), 2011.
<https://www.gaia3d.co.uk/wp-content/uploads/2012/11/Evaluation-of-Innovation-in-Learning-using-emerging-technologies-by-Prof-Anne-Bamford-2011.pdf>
- BBC, "Less than 1% of PCs can run virtual reality", *BBC.com*, 4 January 2016.
<http://www.bbc.com/news/technology-35220974>
- Bell, Mark W., "Toward a definition of 'virtual worlds'", *Journal of Virtual Worlds Research*, Vol. 1. (2008)No. 1., pp. 1–5. <https://doi.org/10.4101/jvwr.v1i1.283>
- Bricken, William, *Learning in Virtual Reality. Human Interface Technology Laboratory*, Seattle, WA., 1990.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED359950.pdf>
- Brill, Louis, "Metaphors for the traveling cybernaut" *Virtual Reality World*, Vol. 1. (1993) No. 1., pp. q–s.
- Bruner, Jerome, *The Acts of Meaning*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1990.
- Bruner, Jerome, "The Act of Discovery", *Harvard Educational Review*, Vol. 31. (1961) No. 1., pp. 21–32.
- Burdea, Grigore and Philippe Coiffet, *Virtual Reality Technology*, 2nd ed. Wiley and Sons, Hoboken NJ, 2003.
- Business Wire, „Survey Finds Majority of Teachers Do Not Feel Prepared to Use Technology in Classrooms”, *Businesswire.com*, 23 June 2015.
<https://www.businesswire.com/news/home/20150623006087/en/Survey-Finds-Majority-Teachers-Feel-Prepared-Technology#.VdtE4tNVhBc>
- Business Wire, „Survey Finds Teachers Want to Make Virtual Reality a Reality in the Classroom”, *Businesswire.com*, 27 June 2016.
<https://www.businesswire.com/news/home/20160627005621/en/Survey-Finds-Teachers-Virtual-Reality-Reality-Classroom>
- Coelho, Carlos, Jennifer Tichon, Trevor J. Hine, Guy Wallis and Giuseppe Riva, "Media Presence and Inner Presence: The Sense of Presence in Virtual Reality Technologies", in Giuseppe Riva, M. Teresa Anguera, Brenda K. Wiederhold and Fabrizia Mantovani (eds.), *From Communication to Presence: Cognition, Emotions and Culture towards the Ultimate Communicative Experience*, IOS Press, Amsterdam, 2006, pp. 25–45.
- Csótó Mihály, „Aki (információ)szegény, az a legszegényebb? Az információs szegénység megjelenési formái”, *Információs Társadalom*, XVII. évf. (2017) 2. szám, 8–29. old.
<http://dx.doi.org/10.22503/inftars.XVII.2017.2.1>
- Dawley, Lisa, "Social Network Knowledge Construction: Emerging Virtual World Pedagogy", *On The Horizon*, Vol.17 (2009) issue 2., pp. 109–121.<https://doi.org/10.1108/10748120910965494>
- Dawley, Lisa and Chris Dede, "Situated Learning in Virtual Worlds and Immersive Simulations", in Spector, Michael J., M. David Merrill, Jan Elen and M. J. Bishop (eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology (4th ed.)*, Springer, New York, NY, 2017, pp. 723–734.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_58

- Dede, Chris, Jeffrey Jacobson and John Richards, "Introduction: Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education", in Dejian Liu, Chris Dede, Ronghuai Huang and John Richards (eds.), *Virtual, Augmented and Mixed Realities in Education*, Springer, Singapore, 2017, pp. 1–16. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7_1
- de Freitas, Sara, Genaro Rebollo-Mendez, Fotis Liarokapis, George Majoulas and Alexandra Poulouvassilis, "Learning as immersive experiences: Using the four-dimensional framework for designing and evaluating immersive learning experiences in a virtual world". *British Journal of Educational Technology*, Vol. 41. (2010) Issue 1, pp. 69–85. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01024.x>
- Dewey, John, *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*, The Macmillan Company, New York, NY, 1916.
- Driscoll, Marcy, *Psychology of learning for instruction*, Allyn & Bacon, Needham Heights, MA, 2000.
- Dunleavy, Matt, Chris Dede, C and Rebecca Mitchell, "Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning" *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 18. (2009) Issue 1., pp. 7–22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Fogg, B. J., *Persuasive Technology. Using Computers to Change What We Think and Do*, Morgan Kaufmann-Elsevier, New York, NJ, 2003.
- Hew, Khe Foon and Wing Sum Cheung, "Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research", *British Journal of Educational Technology*, Vol. 41. (2010) Issue 1., pp. 33–55. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00900.x>
- Kallidus, „Study into the use of virtual reality”, *Kallidus.com*, 5 May 2017. <https://www.kallidus.com/vr-study-pr/>
- Kolb, David A., *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1984.
- Kuksa, Iryna and Mark Childs, *Making Sense of Space. The Design and Experience of Virtual Spaces as a Tool for Communication*, Chandos – Elsevier, Oxford, 2014.
- Lanier, Jaron, "Virtual reality: The promise of the future", *Interactive Learning International*, Vol. 8. (1992) No. 4., pp. 275–279.
- Lave, Jean and Etienne Wenger, *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.
- Leetaru, Kalev, „Why 2016 Was Not the Year of Virtual Reality”, *Forbes*, 9 January 2016. <https://www.forbes.com/sites/kalevleetaru/2017/01/09/why-2016-was-not-the-year-of-virtual-reality/#3b6efb8c58c5>
- Liu, Dejian, Kaushal Kumar Bhagat, Yuan Gao, Ting-Wen Chang and Ronghuai Huang, "The Potentials and Trends of Virtual Reality in Education. A Bibliometric Analysis on Top Research Studies in the Last Two Decades", in Dejian Liu, Chris Dede, Ronghuai Huang and John Richards (eds.), *Virtual, Augmented and Mixed Realities in Education*, Springer, Singapore, 2017, pp. 105–130. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7_7
- McLellan, Hilary, "Virtual Realities", in David H. Jonassen (ed.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 2004, pp. 461–497.
- Miller, Nod and David Boud, "Animating Learning from Experience", in David Boud and Nod Miller (eds.), *Working with Experience: Animating Learning*, Routledge, London, 1996.
- Minocha, Saloni, "The State of Virtual Reality in Education – Shape of Things to Come", *International Journal of Engineering Research*, Vol. 4. (2015) No. 11, pp. 596–598. http://www.ijer.in/ijer/publication/v4s11/IJER_2015_1104.pdf
- Morris, Chris, "Is 2016 the Year of Virtual Reality?", *Fortune*, 4 December 2015. <http://fortune.com/2015/12/04/2016-the-year-of-virtual-reality/>
- Nyíri, Kristóf, "Images in Conservative Education", in Benedek, András and Nyíri Kristóf (eds.), *How to Do Things with Pictures: Skill, Practice, Performance. Series Visual Learning, Vol. 3.*, Peter Lang, Frankfurt am Main, 2012, pp. 191–207.
- Papagiannidis, Savvas, Michael Bourlakis and Feng Li, "Making real money in virtual worlds: MMORPGs and emerging business opportunities, challenges and ethical implications in me-

- taverses”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 75. (2008) Issue 5., pp. 610–622.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.04.007>
- Piaget, Jean, *Construction of reality in the child*, Routledge & Kegan Paul, London, 1957.
- Piaget, Jean, *Origins of intelligence in the child*, Routledge & Kegan Paul, London, 1936.
- Rheingold, Howard, “Foreword”, in Corneli, Charles, Jeffrey Danoff, Paola Ricaurte, Charlotte Pierce and Lisa Snow Macdonald (eds.), *The Peeragogy Handbook*, V 3., Pierce Press, Arlington MA, 2016, pp. i–v. <http://peeragogy.github.io/>
- Rheingold, Howard, “Q&A: Howard Rheingold on Using Technology to Take Learning into Our Own Hands”, in Barbara Ray, Sarah Jackson and Christine Cupaiuolo (eds.), *Leading Thinkers: Digital Media & Learning*, MacArthur Foundation Digital, 2014.
- Richter, Jonathon and Lisa Dawley, “Creating Context for Educational Research in Virtual Worlds: An invitation to dialogue”, *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, Vol. 2. (2010) Issue 1., pp. i–xi.
[https://www.igi-global.com/Files/Ancillary/jgcms%20preface%20\(1\).pdf](https://www.igi-global.com/Files/Ancillary/jgcms%20preface%20(1).pdf)
- Riva, Giuseppe, Antonios Dakanalis and Fabrizia Mantovani, “Leveraging Psychology of Virtual Body for Health and Wellness”, in Shyam S. Sundar (ed.), *The Handbook of the Psychology of Communication Technology*, Wiley-Blackwell, Chichester, 2015, pp. 528–547.
- Russon, Mary-Ann, „CES 2016: Nvidia says computers today are not powerful enough to run virtual reality games”, *International Business Times*, January 4, 2016. <http://www.ibtimes.co.uk/ces-2016-nvidia-says-computers-today-are-not-powerful-enough-run-virtual-reality-games-1535957>
- Samsung-GfK, *Teaching Tech to Teachers*, 2015. <https://www.slideshare.net/SamsungBusinessUSA/survey-shows-need-for-professional-development-to-power-classroom-success>
- Sherman, William R. and Alan Craig, *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*, Morgan Kaufmann-Elsevier, San Francisco CA, 2003.
- Seligman, Martin E., Peter Railton, Roy F. Baumeister and Chandra Sripada, *Homo Prospectus*, Oxford University Press, New York, NY, 2016.
- Swift, Robert and David Allatt, *Virtual Reality In Education: Ocularning: Our Path to Reality*, Amazon, Kindle Edition, 2016.
- Thompson, John B., *The Media and Modernity. A Social Theory of the Media*, Stanford University Press, Stanford, CA, 1995.
- Unimersiv, „The state of virtual reality for education”, *Unimersiv Blog*, 11. April 2016. <https://unimersiv.com/the-state-of-virtual-reality-for-education/>
- Vigotszkij, Lev Szemjonovics, *A magasabb pszichikus funkciók fejlődése*, Gondolat Kiadó, Budapest, 1971.
- Vygotsky, Lev Semyonovich, *Mind and society: The development of higher mental processes*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1978.
- Zaino, Jennifer, “Teachers Ready for Virtual Reality in Education”, *Samsung Insights*, 27 June 2016. <https://insights.samsung.com/2016/06/27/teachers-ready-for-virtual-reality-in-education>