

TÉRI KÉPESSÉGEK FEJLESZTÉSE KITERJESZTETT VALÓSÁG SEGÍTSÉGÉVEL

Szerző:

Szabó Tibor (Ph.D.)
Constantine the Philosopher
University in Nitra (Szlovákia)

Pšeniáková Ildikó (Ph.D.)
Trnava University (Szlovákia)

Első szerző e-mail címe:
tszabo@ukf.sk

Lektorok:

Pšeniák Péter (Ph.D.)
Comenius University Bratislava
(Szlovákia)

Bakonyi Viktória (Ph.D.)
Eötvös Loránd Tudományegyetem
(Magyarország)

és további két anonim lektor...

Absztrakt

A téri képességek elengedhetetlenek az emberek életében, szükségük van rá a mindennapi tevékenységeik elvégzése folyamán, de ezen túl számos olyan szakma létezik, amely az átlagostól magasabb szinten követeli meg ezeket a képességeket. Ennek tekintetében nagyon fontos a téri képességek fejlesztése a gyermekkorban. A tanulmány a modern kor által kínált technológiák segítségével történő fejlesztési lehetőségekkel foglalkozik, különös tekintettel a kiterjesztett valóság lehetőségeire.

Kulcsszavak: kiterjesztett valóság, térbeli képességek, oktatás

Diszciplínák: pedagógia, informatika, matematika

Abstract

*DEVELOPMENT OF SPATIAL SKILLS
WITH THE HELP OF AUGMENTED REALITY*

Spatial skills are essential in people's lives, they need them during their daily activities, but beyond that there are many professions that require these skills at a higher-than-average level. In this regard, the development of spatial skills in childhood is very important. The study deals with development opportunities with the help of the technologies offered by the modern age, regarding the possibilities of augmented reality.

Keywords: augmented reality, spatial abilities, education

Disciplines: pedagogy, informatics, mathematics

Szabó Tibor és Pšeniáková Ildikó (2023): Téri képességek fejlesztése kiterjesztett valóság segítségével. *OxIPO – interdiszciplináris tudományos folyóirat*, 2023/1. 79-89.
DOI 10.35405/OXIPO.2023.1.79

A digitális világ számos eszközt kínál számunkra az élet legkülönbözőbb területén, melyeket a legtöbb ember szívesen igénybe is vesz. Az oktatás szempontjából, tekintjük ezeket a digitális technológiákat a gyermek gondolkodásmódjának és problémamegoldásának fejlesztésére szolgáló eszközöknek (Kalaš et al., 2013). Az ilyen eszközök csoportjába tartoznak a számítógépen kívül a tablet, okostelefon, interaktív tábla, robot, virtuális valóság szemüveg stb. A felsoroltak közül egyetlen eszköz sem az oktatás céljából jött létre. Viszont az eredeti eszközök beépültek az oktatásba, például a rajtuk futó speciális szoftverek jóvoltából (ilyenek az oktató szoftverek, didaktikai játékok, blokk programozási nyelvek stb.), vagy az eredeti eszközök inspirálták specifikus eszközök létrehozását oktatás céljából (padló robotok, edukációs robotkészletek stb.). Nyilvánvaló, hogy ezek (megfelelő) alkalmazása jelentős változást hozott és hoz is az oktatási folyamatba. Természetesen ez nem egymagától értetődő következménye az eszközök megjelenésének, ahhoz, hogy ez megvalósulhasson, elengedhetetlen szerepe van az újítószellemű, kreatív pedagógusoknak. Petz, Pápai és Reider (2021) szerint „a digitális eszközök önmagukban nem fogják megújítani az oktatást. Nemcsak új eszközökre, hanem új gondolkodásra is szükség van.” Ez az irányelv szükségelteti azt is, hogy maguk az oktatók folyamatosan képezzék magukat annak érdekében, hogy valóban kihasználják a digitális eszközökben rejlő potenciált.

Téri képességek

A téri képességek fontosságáról az ember életében nincs kétség, de, mit is foglalnak magukba ezek a képességek?

Séra, Kárpáti és Gulyás (2002) szerint „a két- és háromdimenziós alakzatok észlelését, az észlelt információk tárgyak és viszonylatok megértését, valamint a problémák megoldására való felhasználását értjük téri képesség alatt”.

Egy másik definíció szerint „ez olyan dolog, amely lehetővé teszi számunkra, hogy láthassuk azt, ami még nincs – azaz a képzeletünkkel tudjunk alkotni geometriai objektumokat és elhelyezni azokat; képesek legyünk ezeket az objektumokat képzeletben manipulálni” (Hejný et al., 1990).

A téri képességek az ember születésétől kezdődően folyamatosan fejlődnek, de emellett léteznek különösen kedvező életkorszakok amikor a fejlesztésük sokkal hatékonyabb. Két időszakot említ az irodalom:

- 5 és 6 éves gyermekek (óvoda),
- 11 és 12 éves gyermekek (általános iskola 5. és 6. évfolyam – Hejný et al., 1990).

Ez nem azt jelenti, hogy csak ebben az időszakban kellene fejleszteni a gyerekek képességeit, mert azt bármikor lehet és kell is, de a kiemelt korszakokban nagyobb figyelmet kellene szentelni a fejlesztésükre. Érdekességként megemlíjtük, hogy a lányok általában gyengébb téri képességekkel rendelkeznek, mint a fiúk. Kutatások szerint, ez összefügg az 5 és 6 éves gyermekek játékszokásaival, mivel a fiúk gyak-

rabban játszanak építőjátékokkal mint a lányok, de olyan véleményekkel is találkozhatunk, amelyek szerint ez csupán a genetika műve, illetve, hogy ez nem igaz. A térképességet több képességösszetevő

alkotja, melyekből némelyik esetben a lányok teljesítenek jobban (lásd 1. táblázat). A nemek közti különbségek felnőtt korban is észlelhetők (lásd 2. táblázat).

1. táblázat: A téri képességösszetevők nemi különbségei gyermekkorban (Forrás: Makádi, 2015)

Korcsoport	Fiúk jobbak	Lányok jobbak
6–9 éves	<ul style="list-style-type: none"> irány- és távolságbecslés következtetés téri relációkra nagyléptékű, ismerős területen 	
8–11 éves	<ul style="list-style-type: none"> pontosabb, kiterjedtebb térkép-alkotás ismeretlen területről 	<ul style="list-style-type: none"> téri rögzítés ismeretlen területről
10–14 éves	<ul style="list-style-type: none"> téri irányhasználat helymeghatározás ismert környezetben elgazodás a térképen 	<ul style="list-style-type: none"> kommunikációs stratégiák használata

2. táblázat: A téri képességösszetevők nemi különbségei felnőttkorban (Forrás: Makádi, 2015)

Feladat	Férfiak jobbak	Nők jobbak
Útvonalemlékezés	<ul style="list-style-type: none"> útvonal megtanulása új térképen áttekintő téri relációs kép geometriai alapú stratégia a térkép- és útvonaltanulásban 	<ul style="list-style-type: none"> emlékezés téri helyekre emlékezés a bejárt útvonal mentén látható dolgokra határkő alapú stratégia a térkép- és útvonaltanulásban
Térkép	<ul style="list-style-type: none"> térképvázlat készítése a térkép méreti tulajdonságainak ismerete térképorientáció gondolati átrendezése a valóságos viszonyoknak megfelelő tényleges térképvázlat készítése 	<ul style="list-style-type: none"> szubjektív viszonyítási rendszerű térképvázlat készítése
Mozgásértelmezés	<ul style="list-style-type: none"> a kép 3D-s manipulációja mozgó tárgyak viszonylagos távolság- és sebességbecslése mozgások orientációja 	
Térképformálás	<ul style="list-style-type: none"> áttekintő jellegű mentális térkép 	<ul style="list-style-type: none"> útvonal jellegű mentális térkép

Babály és Kárpáti (2015), Maker (2020), Feng, Spence és Pratt (2017), Jansen és Pietsch (2022) és Tomková (2012) tanulmányaik összegzése alapján a következő módszereket, tevékenységeket tekintjük hatékonynak a téri képességek fejlesztése szempontjából:

1. játékok (pl. építőjátékok, tangram, puzzle, kirakók),
2. 3D számítógépes játékok,
3. mozgás, különböző sportok (pl. foci, kosárlabda),
4. kézműves foglalkozások és barkácsolás,
5. rajzok, ábrák (pl. térbeli rajzok, műszaki rajzok).

Virtuális tér

A virtuális tér az oktatás számára nyújtott lehetőségek szempontjából is érdekes. Léteznek olyan gyakorlati problémák, élethelyzetek, melyek az oktatási folyamatban csak elméleti szinten tárgyalhatók, holott azok mélyebb, pontosabb megértéséhez és elsajátításához, vagy bizonyos képességek fejlesztéséhez szükség lenne a konkrét megtapasztalásukra. A virtuális térben lehetőségünk nyílik az ilyen problémák pontosabb és valóságosabb modellezésére, szimulációjára, ráadásul a célszemélyek is részévé válhatnak. Ezenkívül az új technológiák motiváló hatással is bírnak a diákok irányában (Mező és Mező, 2020; Mező és Mező, 2021).

A virtuális tér kialakításához és az abba való „belépéshez” szükséges rendelkezni bizonyos technológiával, mely ezt lehetővé

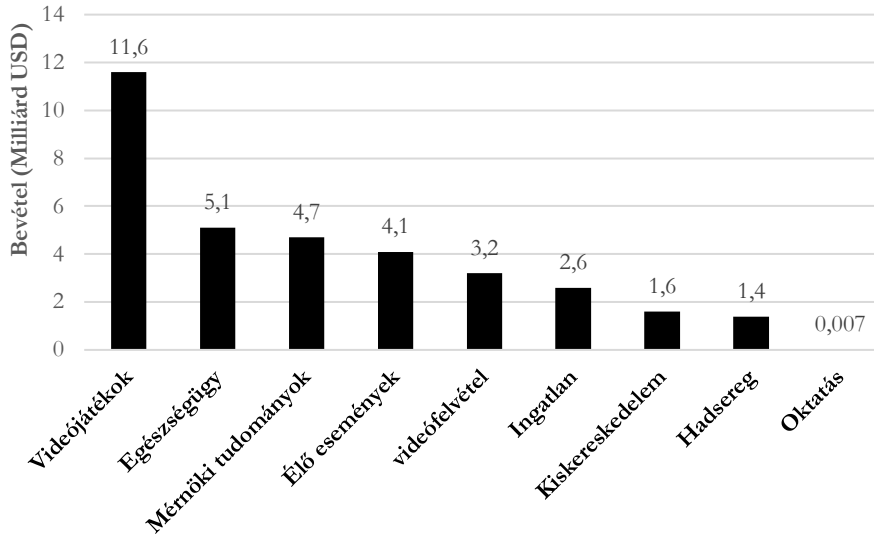
teszi. Esetünkben a virtuális valóság gyűjtőnév alá tartozó technológia biztosítja ezt. A virtuális valóság mindig több ipari területen találja meg helyét, de a köz tudatba főként a videójátékok által került be.

Érdekességként megemlítünk egy 2018-ban megjelent prognózist (Net1) a virtuális és a kiterjesztett valóságot felkaroló iparral kapcsolatban, amely rávilágít arra is, hogy a technológia nemcsak a játékiparban érvényesülhet (lumusvision.com). A prognózisban „megjósolták”, hogy milyen lesz 2025-ben az említett ipar különböző területein a piaci bevétel. Ahogy az 1. ábrán látható, az oktatásra csak egy elenyésző összeggel (7 millió dollár) számolnak. Valószínűsíthető, hogy ezt a prognózist az aktuális helyzet, illetve a 2020-as évi pandémia megváltoztatta, mivel az a világ még nagyobb mértékű kényszerű digitalizálását hozta el. A diagramban szereplő többi érték is nyilván jelenleg mást mutatna – minden bizonnyal növekedést.

Virtuális/kiterjesztett valóság és téri képességek

Egyetemes definíció nem létezik (legalábbis mi nem találtunk az irodalomban) a virtuális valóságra (VR – Virtual Reality), így számos megközelítésből válogathatunk, például a VR egy „számítógéppel vezérelt multiszenzoros kommunikáció-technológia, amely lehetővé teszi az intuitív interakciót az adatokkal, új módon bevonva az emberi érzékelést.” (Séra, Kárpáti és Gulyás, 2002).

1. ábra: Kiterjesztett valóság – trendek. Forrás: Net1



Továbbá fontos a VR egy speciális típusára felhívni a figyelmet, méghozzá a kiterjesztett valóságra (AR – Augmented Reality), azaz a VR immerzív típusának egy változatára. A VR valamilyen eszköz segítségével (főként a virtuális valóság szemüveg által) a felhasználót egy képzeletbeli, digitális világba helyezi, vizuálisan elzárva a valós környezettől. Az AR viszont a valós környezetünkbe különböző digitális objektumokat helyez, ezzel összeköti a virtuális és valós világot. Ez történhet speciális szemüveg, okostelefon, tablet stb. segítségével.

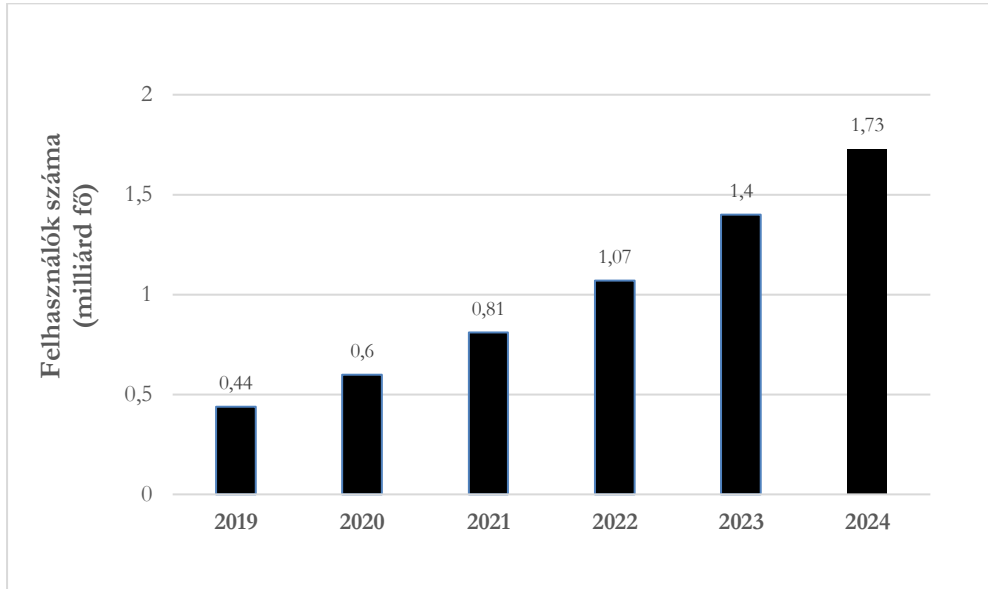
A tárgyalt technológia mindenképpen még rengeteg kiaknázatlan lehetőséggel bír, és ezek az oktatás szempontjából sem elhanyagolandók. A jelen időszak az, amely ennek a technológiának nagyobb mértékű elterjedését teheti lehetővé.

Becslések szerint (Net2) 2023-ban 1,4 milliárd, majd 2024-ben 1,73 milliárd (lásd. 2. ábra) mobil kiterjesztett valóság eszköz felhasználó lesz a világban.

Arra a tényre, hogy a VR által kínált lehetőségek alkalmazhatóak a térszemlélet-fejlesztésben is, már több kutatás utal. Igaz, ezek a kutatások legtöbbször nem reprezentatív mintákon történtek, mivel egy széleskörű kutatásnak komoly akadályt jelent a meglehetősen drága eszközök biztosítása sok egyén számára.

Egy az első nagyobb mintát vizsgáló tanulmány Dünser és társai (2006) nevéhez kötődik, ahol a kutatásban több mint 200 diák vett részt. Ezenkívül megpróbálták összegezni az addigi kutatások eredményeit a téri képességek fejlesztésével kap-

2. ábra: A mobil kiterjesztett valóság (AR) aktív felhasználói eszközök száma világszerte 2019 és 2024 között. Forrás: Net2



csolatban, ahol valamilyen AR vagy VR technológiát alkalmaztak. Végeredményként arra jutottak, hogy további kutatásokra van szükség az AR technológiát illetően.

Gun és Atasoy (2017) eredményei alátámasztják, hogy az AR segítségével lehetséges effektíven fejleszteni a téri képességeket az általános iskola 6. osztályában.

Jorge Martín-Gutierrez és társai (2013) által mérnök hallgatókon végzett kutatás eredményei azt mutatják, hogy a kiterjesztett valóságon alapuló alkalmazással történő képzés pozitív hatást gyakorol a felhasználóra, mivel önálló munka közben fejlesztheti térbeli képességeit.

Viszont jó hírek mondható az a tény, hogy az AR alkalmazhatóságának esetében egyre kedvezőbb helyzet alakul ki a piacon, mivel mindig több mobil eszköz (okostelefon, tablet) támogatja ezt a technológiát, és már az „alsó kategóriás” okostelefonok közt is megjelenik az AR támogatása (remélhető, hogy minél előbb a mobil eszközök standard tulajdonságai közt fog megjelenni). A jelenleg piacon lévő készülékek támogatottsága az alábbi weboldalakon ellenőrizhető az Android (lásd: <https://developers.google.com/ar/discover/supported-devices>) és az iOS operációs rendszerek tekintetében (weboldal URL: <https://www.apple.com/augmented-reality/>)

Néhány lehetőség a téri képességek fejlesztésére a kiterjesztett valóság segítségével

Mint már említettük, mindig több okostelefon támogatja az AR technológiát. A piacon pedig szinte már csak okostelefon van a kínálatban, így nyilván egyre több felhasználónál lesz elérhető. A hardver fejlődésével egyre nagyobb mértékben támogatják az okostelefonok az AR technológiát is, így amennyire lehetséges, megpróbálhatjuk kihasználni az úgynevezett BYOD (Bring Your Own Device) politikát, azaz hozd a saját eszközöd (Illés et al., 2016). Abban az esetben, ha a tanulók csoportjában nem mindenki eszköze támogatja az AR technológiát, a megoldás a csoportmunka lehet, vagy ha az oktatási intézmény rendelkezik néhány megfelelő eszközzel, akkor azzal pótolhatja a hiányt. Az AR fontosságára az oktatásban utalnak tanulmányukban Petzné Tóth és Csiszár (2023) azzal az állításukkal, hogy élmény benne a tanulás. Az alábbiakban bemutatunk két szoftvert és egy játékot, melyeket a tanulók térbeli képzeletének fejlesztésére használtak.

GeoGebra Augmented Reality

A GeoGebra már évek óta hódít a számítógéppel támogatott matematikaoktatásban, de ennél sokkal többre is képes. Sikere a folyamatos fejlesztésének, a kor technológiáihoz való alkalmazkodásának és nem utolsósorban az ingyenes elérhetőségének köszönhető. Jó példa erre a GeoGebra AR, mely lehetővé teszi a kiterjesztett valóság bevonását a munkába.

Ez az opció, a szoftver helyes alkalmazása mellett, elősegítheti a diákok térszemlélet-fejlesztését is (Szabó és Pšenáková, 2020). A GeoGebra AR pozitív hatását a téri képességek fejlődésére vizsgálta már Petrova és Atanasova (2020) is.

A téri képességek fejlesztésénél klasszikus feladatnak számít, ha egy adott alaprajz vagy esetleg valamely oldalnézetről készült ábra szerint kell felépíteni az egységkockákból álló alakzatot. Ehhez a diáknak csak a kockák lerakásának módját kell tudnia (3. ábra). Az építés alatt álló vagy a már létrehozott alakzatot a tanuló „körbejárhatja”, nagyíthatja vagy kicsinyítheti és forgathatja is.

3. ábra: Egy kockákból épített alakzat a GeoGebra AR-ben. Forrás: a Szerzők



IKEA Place

Az IKEA Place olyan alkalmazás, amely lehetővé teszi, hogy a felhasználó (aki a potenciális vevő is lehet) gyakorlatilag „elhelyezze” az IKEA termékeket a térben. Ha valamelyik bútordarab megtetszik, az

alkalmazás segítségével a bútort elhelyezheti az otthoni térben (4. ábra). A kanapéktól és asztaloktól kezdve a szőnyegekig és lámpákig az IKEA összes terméke 3D formátumban és méretarányosan megtalálható benne, így a felhasználó megbizonyosodhat arról, hogy a kiválasztott bőtor-darab megfelelő méretű, kialakítású és funkcionalitású a szobájához.

Ismert tény, hogy a lányok téri képessége gyengébb, de lakást berendezni, vásárolni jobban szeretnek, mint a fiúk, ezért véleményünk szerint az IKEA Place használata érdekes lenne a számukra.

4. ábra: IKEA Place – tervezés. Forrás: Net3



Pokémon Go

A Pokémon Go egy mobil alkalmazás. Valójában egy, a Niantic cég által kifejlesztett videojáték, amely a kiterjesztett valóság elvén alapul. A játék fejlesztésében részt vett a Pokémon Company is, amely a Nintendo társtulajdonosa. A játék 2016 júliusában indult.

A Pokémon Go az alkalmazáson keresztül összeköti a játékkörnyezetet a való-
világgal, ehhez GPS-t és a mobiltelefon kameráját használja.

lással, ehhez GPS-t és a mobiltelefon kameráját használja.

A Pokémon Go egy karakter létrehozásával és megjelenésének beállításával kezdődik. A Pokémonok ekkor kezdenek megjelenni azon a területen, amelyet elkaphatnak a Poké-labdák (Pokéball), amelyeket a játékos rájuk dob. A térképen megtalálhatóak a Poké-megállók, amelyek fontos pontok a Pokémonok előfordulása körül, és amelyek látogatása során a játékosok különféle hasznos dolgokat is kaphatnak, például új Poké-labdákat, gyógyító italokat a Pokémonoknak, de olyan tojásokat is, amelyek bizonyos idő után kikelnek. Ezekkel az elemekkel a játékosok tapasztalati pontokat szereznek, és a szintjük emelkedik. A valódi világban játszódnak, és a játékosoknak a térképen kell navigálniuk, hogy megtalálják a Pokémont.

5. ábra: A Pokémon Go virtuális világa: pokémont jelenít meg a valódi térről készült felvételen bejött a szobámba. Forrás: a Szerző



A játékot a világban sokfelé játsszák – és nem csak gyerekek. Egy 69 éves tajvani feng shui mester a kerékpárjára akasztott 9 okostelefont és úgy keresi a Pokémonokat. Mint mondta, a játék segíti őt abban, hogy kapcsolatban maradjon az emberekkel, és késleltesse az Alzheimer-kór tüneteit (v.ö.: Net4). Sokat meglepett az a hír is, hogy Párizsban egy gyermek az erkélyen lógott, miközben az apja Pokémon Go-val játszott (Net5). Ezek a hírek is megerősítenek minket abban, hogy ha már ennyire érdekes játékról van szó, akkor miért ne használhatnánk ki hasznosabb célokra is.

Mivel a játék során nagy mértékben hagyatkozunk a térbeli tájékozódás szükségére, így elősegítheti a térbeli orientáció javulását, amit alátámasztottak Carrera, Saorín, Hess Medler (2018), illetve Ruiz-Ariza és társai (2018) kutatásai is.

Zárógondolatok

Tanulmányunkkal a modern technológiák oktatásban alkalmazható lehetőségeire szeretnénk felhívni a figyelmet. Tény azonban az, hogy ezeket a technológiákat tudatosan, a megfelelő mértékben, időben és helyen kell alkalmazni. Úgy gondoljuk, hogy a gyermekek térszemlélet fejlesztésére nagyobb hangsúlyt kell fektetni, hiszen majd a későbbiekben szükségük lehet ezen képességek magasabb szintjére. Fejlesztőeszközként az AR technológiát céloztuk meg, hiszen már a legtöbb családban elérhetővé vált. Igaz az a tény is, hogy gyakran az emberek nem is tudatosítják, hogy ilyen technológiát alkalmaznak. Gon-

dolunk itt például az olyan fényképkészítő mobiltelefonos alkalmazásra, amely valós időben például vicces füleket illeszt a fénykép alanyainak fejére stb. Mivel a felmérések is általában azt mutatják, hogy a téri képességek területén a gyerekeknek hiányosságai vannak, meg kell ragadni a technológiák által nyújtott lehetőségeket, hogy (akár játékos módon) fejlesszük azokat.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a KEGA 015UKF-4/2020 „Development spatial abilities of 10-12-year-old students“ és a KEGA 012TTU-4/2021 „Integration of the usage of distance learning processes and the creation of electronic teaching materials into the education of future teachers“ projektek támogatásával jöhetett létre.

Irodalom

- Babály B. és Kárpáti A. (2015): A téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel. *Magyar Pedagógia*, 115 (2), pp. 67–92.
- Carrera, C. C., Saorín, J. L. & Hess Medler, S. (2018): Pokémon GO and Improvement in Spatial Orientation Skills. *Journal of Geography*, 117(6), pp. 245-253.
- Dünser, A., Steinbügl, K., Kaufmann, H. & Glück, J. (2006): *Virtual and augmented reality as spatial ability training tools*. Proceedings of the 6th ACM SIGCHI New Zealand Chapter's International Conference on

- Computer-Human Interaction Design Centered HCI - CHINZ '06. Doi: [10.1145/1152760.1152776](https://doi.org/10.1145/1152760.1152776)
- Feng, J., Spence, I. & Pratt, J. (2007): Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. *Psychological Science*, 18(10), pp. 850–855. Doi: [10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x)
- Hejný, M. et al. (1990): *Teória vyučovania matematiky 2*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, ISBN 80-08-01344-3
- Illés, Z. et al. (2016): Introducing Mobile Motivated Lectures. In: *ICETA 2016: Proceedings from 14th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*. Danvers: IEEE, p. 115-120, ISBN 978-1-5090-4699-7.
- Gun, E. & Atasoy, B. (2017): The Effects of Augmented Reality on Elementary School Students' Spatial Ability and Academic Achievement. *Education and Science*. 42. évf. 191. szám, 30-51.
- Jansen, P. & Pietsch, S. (2022): Sports and mathematical abilities in primary school-aged children: How important are spatial abilities? An explorative study. *Current Psychology*, 41, pp. 7132–7141. Doi: [10.1007/s12144-020-01190-5](https://doi.org/10.1007/s12144-020-01190-5)
- Kalaš, I. et al. (2013): *Premeny školy v digitálnom veku*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo - Mladé letá. ISBN 978-80-10-02409-4.
- Martín-Gutierrez, J., Navarro Trujillo, R. E. & Acosta-Gonzalez M. (2013): Augmented reality application assistant for spatial ability training. HMD vs computer screen use study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 93. pp. 49-53.
- Makádi, M. (2015): *A téri képességek fejlesztése: Segédanyag a gyakorló iskolákban, a külső képzési helyeken a földrajztanárképzésben részt vevők számára*. Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara. Letöltés: 2023.02.22. URL: <https://lumusvision.com/augmented-reality-trends-infographic>
- Maker, C. J. (2020): Culturally Responsive Assessments of Spatial Analytical Skills and Abilities: Development, Field Testing, and Implementation. *Journal of Advanced Academics*, 31(3), 234–253. Doi: [10.1177/1932202X20910697](https://doi.org/10.1177/1932202X20910697)
- Mező Ferenc és Mező Kristóf Szíriusz (2021): Virtuális kiállítás szervezése az Innovációs Stúdium (2020/2021) keretében. *Mesterséges intelligencia – interdiszciplináris folyóirat*, II. évf. 2020/2. szám. 53–58. Doi: [10.35406/MI.2020.2.53](https://doi.org/10.35406/MI.2020.2.53)
- Mező Katalin és Mező Ferenc (2020). A múzeumpedagógia és a tehetséggon- dozás lehetőségei egy virtuális múze- umban. *Különleges Bánásmód – Inter- diszciplináris folyóirat*, 6(3), 89–99. Doi: [10.18458/KB.2020.3.89](https://doi.org/10.18458/KB.2020.3.89)
- Net1. Letöltés: 2023.02.22. URL: [https:// lumusvision.com/ augmented-reality- trends-infographic/](https://lumusvision.com/augmented-reality-trends-infographic/)

- Net2: *Number of mobile augmented reality (AR) active user devices worldwide from 2019 to 2024*. Letöltés: 2023.02.22.
URL:
<https://www.statista.com/statistics/1098630/global-mobile-augmented-reality-ar-users/>
- Net3. Letöltés: 2023.02.22. URL:
<https://www.ikea.com/au/en/custom-er-service/mobile-apps/say-hej-to-ikea-place-pub1f8af050>
- Net4. Letöltés: 2023.02.22. URL:
<https://zive.aktuality.sk/clanok/134073/69-rocnj-japonec-ovesal-bicykel-smartfonmi-hra-pokemon-go/>
- Net5. Letöltés: 2022.02.22. URL:
<https://zive.aktuality.sk/clanok/132615/dieta-viselo-v-parizi-z-balkona-kym-sa-jeho-otec-hral-pokemon-go/>
- Petrova, P. & Atanasova, T. (2020): Developing Spatial Mathematical Skills Through Augmented Reality and Geogebra. In: *ICERI2020 Proceedings*, ISBN: 978-84-09-24232-0, pp. 5719-5723. doi: [10.21125/iceri.2020.1229](https://doi.org/10.21125/iceri.2020.1229)
- Petz T., Pápai B. és Reider J. (2021): A mai kor kihívásai és a rájuk adott válaszok a győri tanítóképzés matematika-, informatika- és természettudományi oktatásában. In: *Kihívások és megoldások a XXI. század pedagógiájában*. pp. 171-184. ISBN 978-963-496-212-0.
- Petzné Tóth, Sz. és Csiszár, V. (2023): *A tudástranszfer újszerű lehetőségei a virtuális és kiterjesztett valóság segítségével. Közösségi Kapcsolódások - tanulmányok kultúráról és oktatásról*, 2(2), pp. 49–61. Doi: [10.14232/kapocs.2022.2.49-61](https://doi.org/10.14232/kapocs.2022.2.49-61)
- Ruiz-Ariza, A., Casuso, R. A., Suarez-Manzano, S. & Martínez-López, E. J. (2018): Effect of augmented reality game Pokémon GO on cognitive performance and emotional intelligence in adolescent young. *Computers & Education*, 116 pp. 49-63.
- Séra L., Kárpáti A. és Gulyás J. (2002): *A térszemlélet*. Comenius Bt., ISBN 9633204986
- Szabó, T. & Pšenáková, I. (2020): Interaktívny učebný materiál ako pomôcka na rozvoj priestorovej predstavivosti žiakov. In: *Proceedings of 33. DidMatIEech 2020 Conference*. pp. 224-230. ISBN 978-963-489-244-1.
- Tomková, V. (2012). Význam priestorovej predstavivosti v technickom vzdelávaní. *Edukácia-Technika-Informatyka*, 3(1), pp. 279-284.