

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR
NEVELÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Vezető: Prof. Dr. Halász Gábor, egyetemi tanár

Tanulás-Tanítás Program vezető: Prof. Dr. Vámos Ágnes, egyetemi tanár

BABÁLY BERNADETT:

**A TÉRSZEMLELET FEJLŐDÉSÉNEK VIZSGÁLATA A VIZUÁLIS NEVELÉS
SZEMSZÖGÉBŐL: MÉRŐESZKÖZÖK, FEJLŐDÉSI KORSZAKOK ÉS PEDAGÓGIAI
JAVASLATOK**

PhD értekezés tézisei

Témavezető:

Prof. Dr. Kárpáti Andrea, egyetemi tanár



elte | ppk

Budapest, 2020

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJA

Az elmúlt évtizedekben az értékelés és ellenőrzés funkciója hazai és nemzetközi viszonylatban is a figyelem középpontjába került az oktatásban. A szakterület önálló kutatási ágazattá vált folyamatosan bővülő eszköztárral és folyóiratokkal rendelkező szakmai közösségekkel (Halász, 2004). Pozitív folyamat, hogy az egyre pontosabbá váló, finomodó visszajelző rendszerek hatással vannak a tanulási-tanítási módszerek fejlesztésére, segítve az intézmények oktatási céljainak megvalósulását (Csapó, 2003). A pedagógusok mindennapi értékelési gyakorlatába könnyen beilleszthető mérőeszközök fejlesztése kiemelten fontos olyan speciális képességek vonatkozásában, ahol elenyésző számban, vagy egyáltalán nem állnak rendelkezésre objektív, megbízható eszközök. Ide sorolható a vizuális képességek köre, ahol az iskolai értékelés rendszerint szubjektív szempontok alapján történik, és elsősorban a tanulók minősítésére irányul (Bodóczy, 2000). A diagnosztikus mérési eljárások fejlesztése és a vizsgálatok rendszeres elvégzése előmozdítaná a munka világában és a mindennapi életben fontos vizuális képességelemek fejlődésének nyomon követését, a fejlesztés hatékonyságát növelő programok, intézkedések kidolgozását, valamint a vizuális nevelés társadalmi megítélésének és iskolai helyzetének javítását.

A vizuális kutatási területen jelentős eredmények születtek az elmúlt évtizedekben. A műveltségterület megújult fogalmi rendszerében, tartalmában és szemléletében, elkészült az európai és hazai vizuális képességek keretrendszere (Kárpáti & Gaul, 2011; Wagner & Schönau, 2016; Kárpáti & Pataky, 2016; Kárpáti, 2018; Kárpáti & Schönau, 2019). A digitális képalkotó technikák, a multimédiás eszközök és az online tér megjelenésével a képzés egyre inkább eltolódik a művészeti tartalmaktól a mindennapi élet vizuális kommunikációjának irányába (Sándor, 2011). Míg korábban többnyire az alkotóképességeket hangsúlyozták a vizuális neveléssel kapcsolatban, az új technológiák megjelenésével, a képek mennyiségének drasztikus növekedésével felértékelődik a vizuális információk befogadáshoz és feldolgozásához szükséges képességelemek jelentősége (Kárpáti, 2013; Kárpáti & Nagy, 2019). Az értekezésben bemutatott kutatás a mindennapi vizuális nyelvhasználat szempontjából kiemelten fontos vizuális-téri képességek vizsgálatára irányult. A kutatást három fő cél köré szervezve valósítottuk meg: (1) a téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel az 5., 8., 9. és 12. évfolyamokon; (2) a téri képességek fejlődését befolyásoló háttérváltozók feltárása; (3) a térszemlélet fejleszthetőségének vizsgálata kreatív, konstruáló feladatokkal mérnökhallgatók körében.

ELMÉLETI HÁTTÉR

Kutatásunk elméleti keretének és koncepciójának kiindulópontját elsősorban a hazai vizuális képességvizsgálatok jelentették (Séra, Kárpáti, & Gulyás, 2002, Kárpáti & Gaul, 2011; Tóth, 2013, 2014; Pataky, 2012, 2017). A vizuális műveltségterület számára összeállított friss szemléletű, az európai kutatások részét képező hazai keretrendszer, már tartalmazza a digitális térrel megnövekedett képi információk befogadásához és feldolgozásához, valamint az új képalkotási eljárások alkalmazásához szükséges képességelemeket. Az erre épülő tanterv és tananyagfejlesztések, valamint értékelési rendszerek kidolgozása kezdődött meg a „Moholy-Nagy Vizuális Modulok - a 21. század képi nyelvének tanítása” projekt keretén belül (Gaul & Kárpáti, 2018; Gaul, Havasi, Nagy, & Sándor, 2018). Ennek részét képezi a vizuális-téri képességek értékelésének és fejlesztésének lehetőségeit feltáró kutatásunk. Vizsgálatunkban támaszkodtunk korábbi kutatási eredményeinkre, amelyek a Szegedi Tudományegyetem Oktatásméleti Kutatócsoport „Diagnosztikus mérések fejlesztése” (2. szakasz: TÁMOP-3.1.9-11/1-2012-0001) elnevezésű programon belül keletkeztek. Felhasználtuk a hazai

tantervi dokumentumok és a térszemlélet szakirodalma alapján összeállított téri képességek keretrendszerét, valamint a korábbi tesztfejlesztések tapasztalatait (Babály, Budai, & Kárpáti, 2013; Kárpáti, Babály, & Budai, 2014; Kárpáti, Babály, & Simon, 2015; Babály & Kárpáti, 2015; Babály, 2016).

A térszemlélet fontos megismerési képességünk, számos, napjaink oktatáspolitikájában is prioritást élvező területtel áll kapcsolatban. A kutatások egyik fő irányvonalát jelenti a STEM területek (*STEM - science, technology, engineering, mathematics*) és a vizuális-téri képességek összefüggéseinek vizsgálata. A témában megjelenő tanulmányok igazolják, hogy a téri képességtesztek alkalmasak a matematikai, műszaki és természettudományos tehetségek beazonosítására (Clarkson & Presmeg, 2008; Wai, Lubinski, & Benbow, 2009; Lubinski, 2010; Gunderson, Ramirez, Beilock, & Levine, 2012; Uttal & Cohen, 2012; Verdine, Irwin, Golinkoff, & Hirsh-Pasek, 2014). Mivel ezek a szegmensek küzdenek leginkább a munkaerőhiánnyal, és a jelenleg rendelkezésünkre álló bizonyítékok arra utalnak, hogy a vizuális-téri képességek fejlesztése jelentős haszonnal járhat a STEM területeken, ezért úgy gondoljuk, hogy a képzésbe történő befektetés megtérül (Yilmaz, 2009; Sorby, 2009; Newcombe, 2013).

A vizuális-téri képességek vizsgálata jelenleg aktív kutatási terület, ezért a rendelkezésünkre álló adatok mennyisége a képesség fejlődésével és fejlesztettségével kapcsolatban dinamikusan növekedik. A kutatások rendszerint visszaigazolják, hogy a téri képességek a beavatkozások jellegétől függetlenül hatékonyan fejleszthetők, akár egyetemi kurzusokról, kutatási projektek keretében megvalósított foglalkozásokról, vagy otthoni számítógépes játékokról beszélünk. A kapcsolódó vizsgálatok eredményei között nincs lényeges eltérés abban a tekintetben sem, hogy a különféle térbeli gondolkodást igénylő tevékenységek a fizikai térben, kézbe fogható tárgyakkal valósulnak meg, vagy a digitális technológiák közvetítésével. A fejlődés mértékére elsősorban a gyakorlás rendszeressége, időtartama és minősége van hatással, és a beavatkozással elért javulás általában tartósnak is bizonyul (Newcombe, 2010; Uttal, Meadow, Tipton, Hand, Alden, Warren, & Newcombe, 2013). A tanulási folyamatokban az elektronikus média térhódítása várhatóan növekedni fog az elkövetkező években, amelytől azt várják, hogy hatékonyabb, tudományosan megalapozott tananyagok jelennek meg, növeli a tanulók motivációját, biztosítja a személyre szabott tanulási lehetőségeket, a 21. században elvárt képességeket fejleszti és egy autentikus értékelést tesz lehetővé (McClarty, Orr, Frey, Dolan, Vassileva, & McVay, 2012).

A térszemlélet fejleszthetőségének kérdéseivel foglalkozó tanulmányok nagyrészt a műszaki felsőoktatás területéről származnak. Ennek háttérében az állhat, hogy a vizuális-téri képességek hiánya, ami a közoktatásban jellemzően még rejtve marad, a mérnök képzések során válik leginkább nyilvánvalóvá. Sok esetben a tanulmányok elvégzését, a választott hivatás gyakorlását teszi lehetetlenné például olyan alapvető képesség hiánya, mint a kétdimenziós tervrajzok, vetületek, metszetek alapján a háromdimenziós látvány elképzelése, létrehozása (Leopold, Gorska, & Sorby, 2001; Katona, 2012). Ennek megfelelően a mérnökhallgatók részvételével végzett vizsgálatok egyik kiemelt célja a képzésből való kiesés okainak feltárása és lehetőség szerinti megakadályozása. Mivel a kognitív képesség kutatásokon belül is kiemelkedően nagy nemi különbségeket mutatnak a mentális forgatási tesztek eredményei, a vizuális-téri képességeket leggyakrabban a férfiak és nők teljesítményével összefüggésben vizsgálják. Az alkalmazott stratégiák és a felmérésekben nyújtott teljesítmények vonatkozásában fennálló, jellemzően a férfiak előnyét mutató nemi különbségek széleskörűen elismertek, azonban az eltérés mértéke, jellege és okai körül erőteljes viták alakultak ki (Bouchard & McGee, 1977; Linn & Petersen, 1985; Caplan, MacPherson, & Tobin, 1985; Goldstein, Haldane, & Mitchell, 1990; Halpern, 2004; Chai & Jacobs, 2009; Voyer, Voyer, & Saint-Aubin, 2017).

A szakirodalom áttekintése során azt észleltük, hogy a téri képességeket jellemzően egy-egy szűk életkori intervallumban vizsgálják, és elenyésző számban jelennek meg a fejlődést hosszútávon nyomon követő, a különböző korcsoportok teljesítményét és sajátosságait összehasonlító elemzések. Bár sok mérőeszköz van jelenleg is használatban, jórészt korlátozott a hozzáférhetőségük, és csak elenyésző számban alkalmasak a vizuális-téri képességek iskolai értékelésére. A magyarországi helyzetre vonatkozóan azt is megállapíthatjuk, hogy a fiatalabb korosztályok (14 év alattiak) téri képességeinek felmérésére alig találunk példát (Kárpáti, 1992, 1995, 1996), és többnyire azok is csak egyes részképességekkel összefüggésben valósulnak meg (Herendiné Kónya, 2007; Pataky, 2012, 2017). Az értékelések elmaradása hátrányosan érinti ennek a mindennapi életben és a munka világában is nélkülözhetetlen képességnek a fejlesztését, amelynek következményeivel jellemzően csak a felsőoktatásban, vagy a munkaerőpiacon szembesülünk. További problémát jelent, hogy a pedagógiai kutatások többségét a természettudományok és a matematika területéről érkező szakemberek végzik, ezáltal kevés a vizuális nevelés számára hasznosítható eredmény. Főként a tanulási-tanítási folyamatokat támogató oktatási koncepciók, korcsoportokra bontott fejlesztő programok kidolgozása segíthetné a téri képességek célzott fejlesztését. Ezeknek a hiányosságoknak a pótlását célozza meg a dolgozat keretében bemutatott kutatás.

A KUTATÁS KÉRDÉSEI, HIPOTÉZISEI

Kérdéseinket és hipotéziseinket a kutatás céljainak megfelelően a téri képességek értékelésével, fejlődésével és fejleszthetőségével összefüggésben fogalmaztuk meg, négy csoportba rendezve: (I.) a vizsgálat mérőeszközei, (II.) a tanulók téri képességeinek jellemzői, (III.) a térszemlélet fejlődése és a háttérváltozók kapcsolata, (IV.) a térszemlélet fejleszthetősége.

I. A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó kutatási kérdések:

Alkalmasak-e a tesztek az 5., 8., 9. és 12. évfolyamos tanulók téri képességeinek értékelésére? Megfelelők-e a tesztek pszichometriai jellemzői? Az elméleti alapon meghatározott teszt struktúra milyen mértékben egyezik az empirikus vizsgálat eredményeivel? Milyen részkonstruktumok különíthetők el a teszteken belül? Alkalmasak-e a kérdőívek a vizsgáltban megcélzott háttérváltozók feltárására?

A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó hipotézisek:

H1: Az alkalmazott térszemlélet tesztekkel megbízhatóan értékelhetők a gyermekek téri képességei, a tesztek pszichometriai mutatói megfelelően bizonyulnak.

H2: Az alkalmazott teszteken belül vizsgált részképességek közötti korrelációs együtthatók közepes vagy magas értékeket vesznek fel.

H3: Az empirikus vizsgálatok során tesztjeink az előzetesen feltételezett belső szerkezeti felépítést mutatják, mind a négy évfolyam tesztjében a hipotetizált modellel megegyező összefüggésrendszer feltáró struktúráját figyelhetünk meg.

H4: A teszteken belül a feladatok koherenciáját elsősorban a téri műveletek komplexitása határozza meg, a legtöbb stabil kapcsolat az elemi és összetett műveletek csoportjain belül azonosítható.

II. A tanulók téri képességeinek jellemzőire vonatkozó kutatási kérdések:

Milyen színvonalat képviselnek a vizsgálatban résztvevő tanulók vizuális-téri képességei? Milyen sajátosságok azonosíthatók az 5., 8., 9. és 12. osztályosok térszemléletével kapcsolatban? Kimutatható-e a négy évfolyam között teljesítménykülönbség?

A tanulók téri képességeinek jellemzőire vonatkozó hipotézisek:

H5: Az 5., 8., 9. és 12. évfolyamon 50%p körüli eredményeket kapunk.

H6: Az 5. és 9. osztályosok vizuális-téri képességszintje közötti különbség szignifikáns, a 9. évfolyamon tanuló diákok előnyét mutatva.

H7: A 8. és 12. osztályosok vizuális-téri képességszintje közötti különbség szignifikáns, a 12. évfolyamon tanuló diákok előnyét mutatva.

III. A térszemlélet fejlődésére és a háttérváltozók kapcsolatára vonatkozó kérdések:

Milyen háttérváltozók befolyásolják a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményt? Megállapítható-e, és milyen mértékűek az iskolák közötti és az iskolákon belüli teljesítménykülönbségek? Kimutathatók-e nemek szerinti különbségek a teszteredmények és a kérdőívvel vizsgált komponensek vonatkozásában? Befolyásolják-e a vizsgált tevékenység- és aktivitásformák, a jobb- és balkezesség és a szintévesztés a téri képességek fejlettségét? Kimutathatók-e összefüggések az iskolai teljesítmények és a teszteredmények között?

A térszemlélet fejlődésére és a háttérváltozók kapcsolatára vonatkozó hipotézisek:

H8: Az iskolarendszer szelekciós mechanizmusai miatt, szignifikáns mértékű különbségek jelentkeznek a felmérésben résztvevő intézmények között és az egyes iskolákon belül is a téri képességteszteken nyújtott teljesítményekben.

H9: A szakirodalommal összhangban, minden évfolyamon szignifikáns nemek közötti teljesítménykülönbségek mutathatók ki a teszteredményekben, a fiúk előnyét jelezve.

H10: A téri képességteszteken nyújtott teljesítmények és az iskolai osztályzatok közötti korrelációs együtthatók alacsony értékeket vesznek fel, a legmagasabb értéket a teszteredmények és a matematika osztályzatok között találjuk.

H11: A szakirodalmi adatokat megerősítve, a számítógépes játékok közül az akció és a stratégiai játékok kedveltsége szignifikáns pozitív összefüggést mutat a diákok téri képességeivel. Továbbá hasonló összefüggést várunk a teszteredmények és az építő, logikai számítógépes játékok között.

H12: A szakirodalmi adatokat megerősítve, a szabadidős tevékenységek közül a sportolás, a barkácsolás, a kézműves tevékenységek, a rajz szakkörön való részvétel, az építőjátékok és a logikai feladványok kedvelése befolyásolja pozitívan a teljesítményeket.

IV. A térszemlélet fejleszthetőségére vonatkozó kutatási kérdések:

Fejleszthetők-e a téri képességek kreatív konstruáló feladatokkal a 18-23 évesek körében? Befolyásolja-e a fejlesztés hatékonyságát a tanulási környezet? Megállapíthatók-e különbségek a fejlődés mértékében nemek, szakirányok és középiskolai előképzettségük szerint?

A térszemlélet fejleszthetőségére vonatkozó hipotézisek:

H13: Kreatív, konstruáló feladatokkal hatékonyan fejleszthetők a vizuális-téri képességek 18-23 évesek körében.

H14: Az eltérő tanulási környezetek különböző hatékonysággal fejlesztik a térszemléletet. A valós térben történő konstruálás eredményesebben fejleszti a téri képességeket, mint a virtuális térmodellezés.

H15: A fejlődés mértékében nem lesznek nemek, szakirányok és középiskolai előképzettség szerinti különbségek.

VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGEK VIZSGÁLATA 10-18 ÉVESEK KÖRÉBEN - MÓDSZEREK

A kutatásba bevont minta, a felmérés menete

A téri képességek vizsgálatára irányuló kutatásunk a MTA Tantárgy-pedagógiai Kutatási Program, Moholy-Nagy Vizuális Modulok részét képezi, amely meghatározta a minta kialakítását és összetételét. A gyermekek térszemléletben bekövetkező változások nyomán követése egy általános és egy középiskolai korcsoportban, 10-18 évesek részvételével zajlott. A dolgozatban ismertetésre kerülő felméréseket két fázisban végeztük el:

1. *2016-2017-ben* a tanulóknak a kísérlet elején meglévő, vagyis a célzott fejlesztést megelőző tudásszintjét vizsgáltuk az 5. és a 9. évfolyamon. (A teszt feladatainak kipróbálásába 6-8. osztályos tanulókat is bevontunk.)
2. *2019-ben* a tanulóknak a kísérlet végén meglévő tudásszintjét vizsgáltuk, ennek megfelelően 8. és 12. osztályosokat. (A teszt feladatainak kipróbálásába 7. és 11. osztályos tanulókat is bevontunk.)

A térszemléleti tesztekkel végzett próba- és nagymintás mérések helyszíne kilenc magyarországi megye, továbbá Budapest és Nagyvárad volt. Összesen 19 iskola vett részt a vizsgálatokban, a felmérés első fázisában 841, a második fázisban 689 diák bevonásával. Az adatgyűjtést a Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoport munkatársainak közreműködésével, az intézményvezetők által kijelölt kapcsolattartó kollégák végezték. Az adatfelvétel papír alapon és az eDIA platform (Elektronikus diagnosztikus mérési rendszer) alkalmazásával valósult meg, az objektivitás biztosítása érdekében mérési útmutatót küldtünk minden intézménynek. A kutatáson belül az első nagymintás mérésre 2017 tavaszán került sor, 604 fő részvételével (342 fő 5. évfolyam, 262 fő 9. évfolyam), a másodikat 2019. október-december között végeztük el, és 512 gyermek oldotta meg a tesztek (254 fő 8. évfolyam, 258 fő 12. évfolyam). A háttérkérdőív felvétele a 2017-es nagymintás mérésben, az 5. és a 9. évfolyamos térszemlélet tesztekkel összekapcsolva, online módon valósult meg.

Mérőeszközök fejlesztése

A nagymintás mérések során négy tesztváltozatot használtunk, fejlesztésüket korábbi (2013-2014) kutatási tapasztalatainkra, a 2016-ban és 2019-ben megvalósított próbamérések eredményeire, valamint szakértők és gyakorló pedagógusok véleményére építve végeztük el. Az 5., 8., 9. és 12. évfolyamokon hasonló feladatsort oldottak meg a diákok, a tesztek elsősorban nehézségi szint tekintetében különböztek. Összesen négy részképesség vizsgálatát céloztuk meg: (1) vizualizáció; (2)

tér rekonstruálása (kivéve az 5. évfolyamon); (3) térbeli tájékozódás; (4) mentális forgatás. Mérőeszközeink a vizuális kultúra tanterveiben, a mindennapi életben és a pszichológiai tesztekben megjelenő tudáselemeket is tartalmazzák. Az iskolai tananyagokat a tér érzékelésével és értelmezésével, valamint a térábrázolási rendszerek és konvenciók (pl.: Monge vetületi rendszer, műszaki rajz) ismeretével összefüggő tartalmak reprezentálják a tesztekben. Az életszerű téri problémák megjelenítését a tájékozódási (térei orientációs) részképesség vizsgálatával kötöttük össze. A pszichológiai felmérésekben megjelenő feladattípusokat a mentális manipulációk képviselik. Annak érdekében, hogy a diákok térei képességeiben nyolc év alatt bekövetkező változásokat vizsgálni tudjunk, horgony-itekekkel kapcsoltuk össze tesztjeinket.

Feladataink kialakításánál figyelembe kellett vennünk, hogy papír alapon és az online mérési rendszerben (eDIA) is jól működő tesztek jöjjenek létre, az először papír alapon kipróbált itemek lényegi változtatás nélkül digitalizálhatók legyenek. Fontos eleme mérőeszközeinknek az egyes feladattípusok elé beillesztett mintapéldák, amelyek lehetővé teszik, hogy szöveges magyarázatok nélkül, kizárólag vizuálisan is értelmezhetőek legyenek a feladatok. Mind a négy teszt indítása egy olyan felülettel történt, ahol a tanulók gyakorolhatták a válaszadási funkciókat, megismerkedhettek a hibás megoldások javításának lehetőségeivel. Az eDIA platform alkalmazásának további előnye volt, hogy a teljesítményekről azonnali visszajelzést kaptak a felmérésben résztvevő diákok és pedagógusok, az eredményeket százalékos formában jelenítettük meg.

A 2017-es nagymintás felmérésben alkalmazott kérdőív elsősorban olyan hatások vizsgálatára irányult, amelyek a szakirodalom alapján kapcsolatban állhatnak a térszemlélet fejlődésével, iskolai és iskolán kívüli fejleszhetőségével. A háttérváltozókat feltáró kérdőív 10 kérdést, 32 itemet tartalmazott. A tanulók általános adataira (pl.: életkor, nem) a feladatsor előtt kérdeztünk rá, a többi tételre a teszt megoldása után került sor. Nyílt végű kérdéseket nem állítottunk össze a rendelkezésünkre álló szűk időkeret miatt, az esetek többségénél a diákoknak megadott szöveges válaszok közül kellett megjelölniük a rájuk leginkább jellemzőket. Egyes kutatási kérdéseket adott esetben több háttérkérdés segít megválaszolni. Ilyen például a különböző vizuális foglalkozások térei képességekre gyakorolt hatása. A szakirodalomban a térszemlélettel összefüggésben leggyakrabban vizsgált háttérváltozókra vonatkozó kérdések mellett, saját mérésünk szempontjából relevánsnak ítélt információkat is gyűjtöttünk (pl.: a gyermekek tanulmányi eredményeiről, tesztrel kapcsolatos véleményéről, jobb és balkezességéről, esetleges szintévesztéséről).

VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGEK VIZSGÁLATA 10-18 ÉVESEK KÖRÉBEN - EREDMÉNYEK

Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy az általunk fejlesztett tesztekkel egy széles életkori sávban nyílt lehetőség a magyar diákok vizuális-térei képességeinek megbízható értékelésére (1. táblázat). Mérőeszközeinket horgony-itekekkel kapcsoltuk össze, amely összehasonlíthatóvá teszi az egyes korosztályok teljesítményét, és követhetővé a fejlődés ütemét 10 éves kortól egészen a felnőtté válásig. A felmérések könnyen elvégezhetőek az iskolai tanórák keretében, és az eredmények automatikus kiértékelése is segíti a mindennapi pedagógiai gyakorlatba való beillesztésüket. Az adatok azonnali visszacsatolást nyújtanak a tanulási-tanítási folyamatok hatékonyságáról, elősegítve a problémák észlelését és a szükséges beavatkozások tervezését.

A tesztek belső konzisztenciáját az itemkihagyásos reliabilitás és az item-teszteredmény korreláció értékei mentén ellenőriztük. Az adatok azt mutatják, hogy tesztjeink megfelelő belső konzisztenciával rendelkeznek, valamennyi feladatunk jelentős mértékben járul hozzá a térei intelligencia meghatározásához. A korrelációs együtthatók közepes és erős kapcsolatot mutatnak

minden teszt esetében a vizsgált részképességek között. Magasabb korrelációs értékeket a vizualizáció és a térbeli tájékozódás között találunk minden korcsoportban, a köztük fennálló szoros kapcsolatot a feladatok közötti összefüggés-vizsgálatok is alátámasztják. A mentális forgatás részképességeket kevesebb feladattal vizsgáltuk, feltehetően ennek következménye, hogy alacsonyabb a teljes teszttel és más részképességekkel mutatott korrelációs együtthatók értéke.

1. táblázat. A térszemlélet tesztek reliabilitás értékei az 5., 8., 9. és 12. évfolyamon

Évfolyam	N	Itemszám	Cronbach-alfa
5.	342	10	0,83
8.	254	15	0,88
9.	262	13	0,86
12.	215	15	0,91

Az empirikus vizsgálatok során tesztjeink a hipotetizált modellel megegyező belső szerkezeti felépítést mutatták. A klaszteranalízissel feltárt összefüggésrendszer megegyezik több, a szakirodalomban leírt vizuális-téri képesség modellel. A feladatok koherenciáját egyrészt a korábbi kutatásokban feltárt részképességek szerinti besorolás határozta meg (Lohman, 1979; Linn & Petersen, 1985; Carroll, 1993; Maier 1994; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995; Quaiser-Pohl, Lehmann, & Eid, 2004; Sutton & Williams, 2007), minden tesztünk esetében hasonlósági csoportot alkotnak a vizualizáció, a rekonstrukció és térbeli tájékozódás feladatai. A téri műveletek típusa mellett azok komplexitása is nagymértékben befolyásolta, hogy melyik feladatok közötti alakulnak ki stabil kapcsolatok tesztjeinken belül. Alapvetően két csoportba sorolhatók a műveletek összetettsége, és ezzel összefüggésben nehézsége alapján feladataink, amelyet korábban Séra és munkatársai (2002) „felismerés” és „manipuláció”, Tóth (2013, 2014) „elemi és összetett műveletek” elnevezéssel azonosított. A 2013-2014-ben elvégzett vizsgálataink alapján feltételeztük, hogy a feladatok megjelenítése jelentős mértékben befolyásolhatja a teljesítményeket (Babály & Kárpáti, 2015). jelen felmérésünk megerősítette ezeket a korábbi eredményeinket, az életszerű kontextusba helyezett téri problémák és az ábrák figuratív jellege növelte a megoldások sikerességét, főként az alacsonyabb évfolyamokon. Összességében empirikus adataink illeszkednek a hazai és nemzetközi kutatások vizuális-téri képesség modelljeihez, amely megerősíti a tesztjeink által lefedett konstruktum validitását.

A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó hipotéziseinket jellemzően alátámasztják kutatási adataink. Online tesztjeinkkel megbízhatóan értékelhetők a 10-18 évesek téri képességei, a pszichometriai mutatók megfelelőnek bizonyultak (H1). Mérőeszközeink az előzetesen feltételezett belső szerkezeti felépítést mutatják (H3). A kevés feladattal vizsgált mentális forgatás részképességen kívül a részkonstruktumok között közepes vagy erős összefüggéseket találunk (H2). Azt a hipotézisünket, miszerint a teszteken belül a feladatok koherenciáját elsősorban a téri műveletek komplexitása határozza meg, csak az 5. évfolyam tesztjének elemzése igazolja (H4). A klaszteranalízisek alapján sokkal inkább az a tendencia bontakozik ki, hogy részképesség szerinti besorolás (a téri művelet típusa), és a műveletek komplexitása együttesen alakítja ki a klasztereket, és a feladatok közötti szoros kapcsolatokat.

A diákok téri képességeinek jellemzőire vonatkozóan három hipotézist fogalmaztunk meg. Mivel korábbi vizsgálataink csak az általános iskolai korosztályra terjedtek ki, elsősorban a középiskolai diákok képességszintjének megítélése okozott nehézséget a tesztfejlesztés során. További problémát

jelentett, hogy több teszttel és iskolában végeztünk próbamérést, amelyeknél jelentős teljesítménykülönbségek jelentkeztek adott évfolyamokon belül is. Mérőeszközeink összeállításánál arra törekedtünk, hogy a feladatok minél szélesebb képességtartományt fedjenek le, a nagymintás méréseknél minden évfolyamon 50%p körüli tesztátlagokat vártunk előzetesen. Az eredmények azt mutatják, hogy az 5. és a 8. osztályos tesztek nehézsége jól illeszkedett a felmérésben résztvevő tanulók képességszintjéhez, az évfolyamátlagok 50%p közelében maradtak. A 9. és a 12. évfolyamokon a vártnál jobban teljesítettek a diákok, amely feltehetően a mintavétel következménye. A középiskolákat jobban reprezentáló minta esetében valószínűleg alacsonyabb teljesítményátlagokat kapnánk, azonban ez a feltételezésünk csak további vizsgálatokkal igazolható vagy vethető el. A viszonylag magas szórás értékek rámutatnak a diákok képességszintje között meglévő nagy különbségekre, emellett tesztjeink megfelelő differenciáló erejét is jelzik. A tesztátlagokra vonatkozó hipotézisünk tehát csak részben teljesült, az 5. és a 8. évfolyamok 50%p közelében maradtak, azonban a 9. és 12. évfolyamok 60%p feletti eredményeket értek el (H5).

Vizsgálatunk megerősítette azt a feltételezésünket, hogy az életszerű szituációkhoz kötődő térbeli problémák és képi megjelenítés javítja az eredményességet. A formák bonyolultsága, a feladatok ábráinak figuratív vagy absztrakt jellege nagymértékben befolyásolta a megoldás sikerességét, néhány esetben meghatározóbb volt a téri műveletek komplexitásánál. Erre vezethető vissza, hogy a mindennapi életben megjelenő téri problémákat közelítő tájékozódási feladatokat oldották meg legmagasabb arányban minden korosztályban. A formai sajátosságok az általános iskolai korosztály mellett a 9. évfolyam teljesítményére is erőteljes hatást gyakoroltak, és csak a 12. évfolyamon veszítenek jelentőségükből. Legnehezebbnek a rekonstrukciós és az allocentrikus nézőpont felvételét igénylő vizualizációs feladatok bizonyultak a tesztekben. Bár annak a képességünknek a kialakulása, hogy saját helyzetünkől független nézőpontokból tudjunk elképzelni térbeli viszonylatokat a kutatások szerint 7 éves korra tehető (Piaget & Inhelder, 1956), jellemzően a későbbi életszakaszokban is problémát jelenthet a gyermekeknek (Séra, 2002; Hegarty & Waller, 2004). Eredményeink is jelzik az egocentrikus nézőpontból való kilépés problémáját, a diákok meglehetősen nagy arányban nem képesek tőlük független nézőpontból pontos mentális képet kialakítani a látványról. A rekonstrukciós feladatokon mutatott alacsony teljesítmények megfeleltek várakozásainknak, hiszen több lépésből álló műveletsort kellett végrehajtani belső képek létrehozásával és azok integrálásával. A legalacsonyabb arányban megoldott feladatok alkalmasnak bizonyultak arra, hogy differenciáljanak a magasabb téri képességszinteken, és segítsenek a kiemelkedő tehetségek beazonosításában.

A vizuális-téri képességek fejlődésének vizsgálata kiemelt célunk volt, hiszen a 10-18 éves kor között bekövetkező változásokról kevés információt szolgáltatnak a hazai kutatások, főként az általános iskolai korosztály vonatkozásában. Az évfolyamok teljesítményét a felmérés két szakaszához kapcsolódóan, és a nagymintás mérések teljes mintájára vonatkozóan is összehasonlítottuk. A 2017-ben és 2019-ben megvalósuló felméréseknél azt vizsgáltuk, hogy kimutatható-e szignifikáns különbség az általános és középiskolai diákok téri képességszintje között, az idősebb korosztály javára. A 2017-es felmérés eredményei alapján az 5. és 9. osztályosok vizuális-téri képességszintje közötti különbség egyértelműen kimutatható, a 9. évfolyamon tanuló diákok a négy közös feladat mindegyikén szignifikánsan jobban teljesítettek (H6). Ellenőriztük az eltérések mértékét részképességenként is, mindhárom a középiskolások előnyét mutatta. A két évfolyam közötti különbség annak ellenére szignifikáns volt a mentális forgatás és a térbeli tájékozódás itemein, hogy 9. osztályosok feladatainak többsége nehezebb szintű volt. A 2019-es felmérések hasonló eredményeket mutattak, mind a nyolc horgony-item esetében szignifikáns a teljesítménykülönbség $p < 0,001$ szinten, az idősebb korosztály

javára (H7). A 12. évfolyamon tanulók előnye a négy részképességen elért eredmények alapján is kirajzolódik. Statisztikai adataink azt jelzik, hogy a középiskolai diákok jobb teljesítménye minden téri komponens esetében szignifikáns a magasabb nehézségi szintet képviselő tesztek ellenére. Bár előzetesen azt feltételeztük, hogy a 8. és a 12. évfolyam teljesítménye közelebb lesz egymáshoz, mint az 5. és a 9. évfolyamoké, a részképességek és a tesztek átlagai ezzel ellentétes összefüggést mutatnak.

A teljes mintára vonatkozó, tehát a 10-18 évesek teljesítményét összehasonlító elemzéseinkbe csak azokat a feladatokat vontuk be a négy évfolyam tesztjéből, amelyeknek van legalább egy, vele egyenértékűnek ítélt párja egy másik évfolyam tesztjében. Az így kialakult, csökkentett itemszámú tesztekre kiszámított évfolyam átlagok, a vizuális-téri képességek folyamatos fejlődését mutatják a vizsgált életkori intervallumban. Összesen nyolc olyan feladattal rendelkezünk, amelyek az általános és a középiskolai tesztekben is megjelennek. Ezeknek az eredményei a két korcsoport markáns elkülönülését, a középiskolai diákok jóval magasabb téri képességszintjét mutatja. A 17 egymásnak megfelelő feladatokon nyújtott teljesítmények, és a tesztátlagok emelkedése alapján feltételezhető, hogy a gyerekek vizuális-téri képességei hatékonyan fejleszthetők minden életkorban a vizsgált nyolc éven belül.

A háttérváltozók és a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények összefüggéseinek vizsgálata arra irányult, hogy feltárjuk azokat a tényezőket, amelyek legnagyobb hatással vannak a vizuális-téri képességek fejlődésére. Részletes elemzést az iskolák és a nemek közötti különbségekkel kapcsolatban végeztünk. A kutatásban résztvevő intézményeket az általános és a középiskolák részmintáin hasonlítottuk össze. Előzetesen szignifikáns teljesítmény különbségeket feltételeztünk az iskolák között a téri képességteszteken, amelyet mind a négy évfolyam felmérései megerősítettek. Hipotézisünk második fele az iskolákon belüli szelekciós mechanizmusokra vonatkozott, azonban mindössze két általános iskolán belül volt szignifikáns az osztályok közötti teljesítménykülönbség. Tehát az iskolákra vonatkozó hipotézisünk csak részben teljesült, összességében adataink azt mutatják, hogy az intézmények közötti különbségek nagyobb mértékűek, mint az intézményeken belül jelentkezők (H8). A hazai közoktatási rendszerben meglévő szelekciós mechanizmusokat más képességvizsgálatok kapcsán is kimutatták (Tóth, Csapó, & Székely, 2010; Molnár & Csapó, 2011). Eredményeink alapján azt is kijelenthetjük, hogy az 5. és 9. osztályosok vizuális-téri képességeiben intézményenként megmutatkozó jelentős eltérést az általános és a középiskolai oktatásnak sem sikerül kiegyenlítenie, így azonos mértékűek maradnak a képzési ciklus végét jelentő 8. és 12. évfolyamokon.

A tesztátlagokra vonatkozóan minden életkorban a fiúk szignifikánsan jobb teljesítményét vártuk. Ezt a hipotézisünket csak az 5. évfolyam felmérései igazolták, a 8. és a 9. évfolyamon a fiúk és a lányok közel azonos teljesítményt nyújtottak, és bár a 12. évfolyamon a fiúk szintén jóval magasabb eredményt értek el, mint a lányok, a különbség nem volt szignifikáns (H9). A nemekre vonatkozóan megállapíthatjuk, hogy statisztikai adataink alapvetően a fiúk jobb teljesítményét igazolják, szignifikáns különbséget a tesztátlagok, a részképességek és a feladatok szintjén is csak a fiúk javára tudunk kimutatni. Eredményeink összhangban vannak a hazai és nemzetközi kutatásokkal, amelyek rendszeresen a fiúk magasabb teljesítményéről közölnek adatokat a téri képességekkel összefüggésben (Bouchard & McGee, 1977; Moffat, Hampson, & Hatzipantelis, 1998; Halpern, 2004; Séra et al., 2002; Chai & Jacobs, 2009; Voyer et al., 2017). Kutatásunk több tanulmány további megállapításait is megerősíti. Ezek közül fontos, hogy a nemi különbségek nem konzisztensek, jellemzően csekély méretűek és csak bizonyos részképességeknél jelentkeznek (Kail, Carter, & Pellegrino, 1979; Caplan et al., 1985; Linn & Petersen, 1985; Okagaki & Frensch, 1994; Miller & Halpern, 2014). Saját vizsgálatunkban is ingadoznak a nemi különbségek mértékére vonatkozó adatok

évfolyamonként, például a tesztátlagok tekintetében vagy a térbeli tájékozódás feladatain, ahol felváltva jelenik meg a lányok és a fiúk jobb teljesítménye. Kérdőíves felmérésünk alátámasztja annak tényét is, hogy a térszemléletet leginkább fejlesztő tevékenységekben elsősorban a fiúk vesznek részt (Halpern, 2000; Levine, Vasilyeva, Lourenco, Newcombe, & Huttenlocher, 2005; Quaiser-Pohl, Geiser, & Lehmann, 2006; Spence, Yu, Feng, & Marshman, 2009; Yılmaz, 2009; Reilly, Neumann, & Andrews, 2017).

Empirikus adataink igazolják a téri képességeszteken nyújtott teljesítmények és az iskolai osztályzatok közötti összefüggésekre vonatkozó hipotézisünket. A teszteredmények és a különböző tantárgyakon szerzett osztályzatok közötti korrelációs együtthatók értéke alacsony. Korábbi vizsgálatunkhoz hasonlóan, a legszorosabb összefüggéseket a matematika osztályzatok mutatják az 5. és 9. évfolyamok térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményével (H10) (Kárpáti et al., 2015). Eredményeink változó mértékben és korcsoportokban igazolják vissza azoknak a tevékenységeknek a sorát, amelyek a szakirodalom alapján a leginkább támogatják a téri képességek fejlődését. A számítógépes játékok közül a legtöbb tanulmány az akciójátékok pozitív hatását erősíti meg (Feng, Spence, & Pratt, 2007; Boot, Kramer, Simons, Fabiani, & Gratton, 2008). Ezt az összefüggést felmérésünk egyik évfolyamon sem támasztja alá, amelyben feltehetően az is közrejátszik, hogy a játéktípushoz való viszonyulásban megmutatkozó erőteljes nemi különbség jelentősen torzította az eredményeket (a lányokhoz képest a játék népszerűsége háromszoros volt a fiúk körében mindkét korosztályban). A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményekkel szignifikáns pozitív összefüggést mutat a stratégiai játékok kedveltsége az 5. és a 9. évfolyamon is. A 9. osztályosok közül azok is magasabb pontszámokat értek el a térszemlélet teszten, akik kedvelik a logikai feladványokat és az építőjátékokat (H11). A szabadidős tevékenységekre vonatkozó hipotézisünket a sportolással, a kézműves tevékenységekkel, a rajz szakkörön való részvétellel, az építőjátékokkal és a logikai feladványokkal kapcsolatban is megerősítik adataink, egyedül a rendszeres barkácsolás nem mutatott összefüggést a teszteredményekkel (H12). Az aktivitási formák közül az építőjátékok gyakori használata kisgyermekkorban, valamint a logikai feladványok kedvelése mindkét korcsoportban pozitívan befolyásolta a térszemléleti teszten nyújtott teljesítményeket.

Kutatásunk többféle módon igazolja, hogy a vizuális nevelés fontos szerepet tölthet be a téri képességek fejlesztésében. A rajz szakkörön és kézműves foglalkozásokon való részvétel pozitív hatása mellett, a számítógépes képszerkesztő programok használatának gyakoriságával is javultak a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények a 9. évfolyamon. A hazai vizuális tantervekben is kiemelten kezelt építő-konstruáló tevékenységek jelentőségét a vizuális-téri képességek fejlődésével kapcsolatban számos tanulmány hangsúlyozza, és saját kutatásunk is megerősíti (Kárpáti, 1992, 1995; Hewitt, 2001; Richardson, Jones, Croker, & Brown, 2011; McKnight & Mulligan, 2012; Nath & Szűcs, 2014; Pataky, 2012, 2017).

EGY ALKOTÓ-KONSTRUÁLÓ TEVÉKENYSÉGEN ALAPULÓ VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGFEJLESZTŐ PROGRAM HATÁSVIZSGÁLATA – MÓDSZEREK

A minta összetétele, a fejlesztő program mérőeszközei

A kísérletben a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karának jellemzően az első és a második évfolyamát végző hallgatói vettek részt (n=299). Vizsgálataink az építészmérnök (n=225) és az építőmérnök (n=74) szakirányokat célozták meg. A kísérletet három szemeszterben végeztük el, a

fejlesztő programokat összesen 122 hallgató részvételével próbáltuk ki. A kontroll csoportba azt a 177 hallgatót soroltuk, akik a hagyományos szabadkézi rajzi kurzusokra jártak a kísérlet első félévében.

A fejlesztés hatékonyságát elő- és utótesztelés alkalmazásával vizsgáltuk. A teljesítmények mérését a Séra, Kárpáti és Gulyás (2002) által összeállított Térszemlélet teszttel végeztük. A tesztek felvételére 50 perces időtartamban, papír alapon került sor. Minden résztvevő tetszőleges sorrendben oldhatta meg a feladatokat. A megjelenített téri műveletek értelmezését mintapéldák segítették. A teljesítmények értékelését a pontozási útmutató alapján végeztük el. A vizuális-téri információfeldolgozás, problémamegoldás háttérben meghúzódó összefüggéseket kérdőíves felméréssel, megfigyelések rögzítésével és vizuális dokumentációk elemzésével tártuk fel. Az utolsó kísérleti félévben egy munkanapló vezetését is kértük a résztvevőktől, amely további értékes adatokkal egészítette ki vizsgálatunkat.

A fejlesztés menete, módszerei

A fejlesztő kísérlet három félévben valósult meg, a 2014/2015-ös tanév őszi és tavaszi szemesztereihez kapcsolódóan, valamint a 2017/2018-as tanév tavaszi félévében. A foglalkozásokat 13 személyes találkozás alkalmával, hetente két tanóra keretében tartottuk. A kutatás elsődleges célja annak a kérdésnek a megválaszolása volt, hogy milyen hatékonysággal fejleszthetők a vizuális-téri képességek kreatív, alkotó-konstruáló tevékenységeken alapuló feladatokkal, tervezési problémák megoldásával. A STEAM oktatás alapvetéseire építettük programunkat, és a művészetoktatás alkotómódszereit, problémamegoldó stratégiáit alkalmaztuk a fejlesztés során. Mivel az elő- és utótesztelésnél a téri képességmérés hagyományos, a kognitív aspektusokat (mentális manipulációk) előtérbe helyező eszközeit használtuk, a program hatékonyságvizsgálatánál a távoli transzfer érvényesül.

A kontroll csoportban a hagyományos szabadkézi tanulmányrajzokat tartalmazó tematika alapján fejlesztettük a hallgatók vizuális-téri képességeit. Elsősorban grafikai technikákkal kivitelezett, kétdimenziós térábrázolási feladatokat oldottak meg (pl.: rekonstrukció Monge-vetületek alapján).

A kísérleti csoportokban projektmódszert alkalmaztunk, egy tervezési probléma köré szervezve a feladatokat. Kutatásunkban négy, különböző paraméterek mentén változó programot próbáltunk ki. Az 1. és a 2. kísérleti csoportokban meghatároztuk a feldolgozásra kerülő téri problémákat, a kidolgozás során alkalmazandó technikákat és a feladatsor lépéseit. Mindkettőben azonos, háromdimenziós modellezéseket tartalmazó feladatsort oldottak meg a hallgatók, de eltérő tanulási környezetben dolgoztak. Az 1. csoportban valós, míg a 2. csoportban virtuális térben készültek az alkotások. A 2014/2015-ös tanév őszi kipróbált programot, a tavaszi szemeszterben újabb hallgatói kör bevonásával, hasonló formában, minimális tartalmi változtatással ismételtük meg. A 3. és a 4. kísérleti csoportban szintén háromdimenziós modellezéshez kapcsolódó téri problémákat oldottak meg a hallgatók, azonban önállóan határozhatták meg a témát (téri problémát), a feldolgozás lépéseit és a kivitelezéshez használt eszközöket.

EGY ALKOTÓ-KONSTRUÁLÓ TEVÉKENYSÉGEN ALAPULÓ VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGFEJLESZTŐ PROGRAM HATÁSVIZSGÁLATA – EREDMÉNYEK

A kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy a vizuális-téri képességek hatékonyan fejleszthetők alkotó-konstruáló feladatokkal (H13). A módszertanilag megfelelően felépített programmal, és a vizuális képzésben ugyanolyan fontossággal bíró tanári korrekciókkal, útmutatásokkal szignifikáns fejlődést lehet elérni a vizsgált korosztályban (Babály & Kárpáti, 2016a,

2016b; Babály, B. 2017). Az első félévben megvalósuló, és a további két félévben megismételt fejlesztő programban a résztvevők közel azonos teljesítménynövekedést mutattak. A fejlesztés hatásmérete (Hedges' g 0,72) Uttal és munkatársainak (2013) meta-analízisében vizsgált, 217 téri képességfejlesztő program hatásméreteinek átlagával (Hedges's g 0,47) összevetve jónak tekinthető. A tesztfeladatok megoldásának sikerességét nem befolyásolta, hogy a helyes választ kijelöléssel vagy lerajzolva kellett megadni. Nehézséget a vizualizáció (belső képek létrehozása) okozott, tehát azoknál a feladatoknál születtek gyengébb eredmények, ahol nem voltak megjelenítve képi formában a válaszlehetőségek.

A fejlődés mértéke függetlennek bizonyult a nemtől, az építész- és építőmérnök szakirányoktól, a korábbi középiskolai tanulmányoktól (H15). Különbség a valós és a virtuális térben modellezők között sem volt kimutatható, tehát az ezzel kapcsolatos hipotézisünk nem bizonyult helytállónak (H14). Több kutatás igazolta, hogy a modellező, konstruáló tevékenységek hatékonyabban fejlesztik a térszemléletet a rajzolásnál (Kárpáti, 1992; Katona, 2012). Eredményeink megerősítik ezt az álláspontot, szignifikáns különbség a fejlődésben, csak a két- és háromdimenziós megjelenítéseket alkalmazó kontroll és kísérleti csoportok között volt kimutatható.

A kérdőíves felmérés eredményei rávilágítanak a kreatív alkotótevékenységek motiváló erejére, az ebben rejlő potenciált a jelenleginél nagyobb mértékben lehetne hasznosítani a vizuális-téri képességek fejlesztésében. Nem lebecsülhető szempont, hogy a kísérletező attitűdöt, a STEAM területeket integráló megközelítéseket a szakma is elvárásaként támasztja a leendő mérnökök felé (Bequette & Bequette, 2012; Yakman & Lee, 2012). A művészetoktatás képességfejlesztő módszereinek kiemelt szerepe lehet abban is, hogy a nők számára vonzóvá tegye az olyan munkaerőhiánnyal küzdő szakmákat (pl.: természettudományi, mérnöki, technológia területen), amelyekben jelentősen alulreprezentáltak a résztvevők.

ÖSSZEGZÉS, TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK

A vizuális-téri képességek értékelésével és fejlesztésével kapcsolatban megfogalmazott elsődleges céljainkat sikerült megvalósítanunk. Rendelkezésre állnak és az iskolák számára ingyenesen elérhetők azok a mérőeszközök, amelyekkel a 10-18 évesek fejlődése nyomon követhető. A technológia alapú mérés számos módon segíti a pedagógusok munkáját, és könnyen beilleszthetők a mindennapi értékelés gyakorlatába. Ezeknek az eszközöknek a megjelenése különösen fontos a vizuális nevelés területén, ahol a jelenlegi holisztikus értékelési forma nem alkalmas az egyes képességelemek fejlődésének nyomon követésére és a fejlesztésükhöz szükséges pedagógiai stratégiák kidolgozására (Bodóczky, 2000; Kárpáti & Gaul, 2011; Kárpáti et al., 2015).

Az eredmények elemzésével azok a területek is kirajzolódtak, amelyek további kutatásokat igényelnek. Mérőeszközeinkkel összefüggésben egyfelől a vizsgált részképességek körét kívánjuk bővíteni a jövőben, valamint szükségesnek tartjuk a 6-10 éves korosztály bevonását is további kutatásainkba. Bár a képi információk mennyiségének növekedésével felértékelődött a befogadásukhoz és feldolgozásukhoz szükséges képességelemek jelentősége, érdemes a későbbiekben megválaszolni azt a kérdést, hogy lehetséges-e a vizuális-téri képességek egyes alkotói összetevőinek értékelése hasonló online tesztekkel. Az elméleti fejezetekben ismertetett tanulmányok egy része és saját vizsgálatunk is azt sugallja, hogy a vizuális-téri és más gondolkodási képességek fejlődése szoros kapcsolatban állhat. Kutatási területünk egyik kiemelt irányvonalát jelentheti a jövőben, ezeknek az összefüggéseknek a vizsgálata. Kérdőíves felmérésünk hozzájárult ahhoz, hogy beazonosítsuk a térszemlélet fejlődését leginkább előmozdító tevékenységeket. Kijelöltük azoknak az aktivitási formáknak a körét, amelyek részletesebb vagy más módszerekkel elvégzett vizsgálatokat

igényelnek. Az egyetemi korosztályban elvégzett kísérletünk igazolta, hogy a vizuális-téri képességek hatékonyan fejleszthetők a művészetpedagógia módszereivel. Az elmúlt időszakban a vizuális neveléshez kapcsolódó tanórák száma folyamatosan csökken a magyar közoktatásban. A sokszor heti egy órában meghatározott órakerettel éppen azok a gyakorlati foglalkozások szorulnak ki az iskolákból, amelyekkel a hatékony képességfejlesztés megvalósítható lenne. Kutatásunkban a vizuális-téri gondolkodás jelentőségének és sokrétű fejlesztő hatásának bemutatására törekedtünk, hogy ezzel is támogassuk a vizuális nevelés presztízsének növelése érdekében tett komoly hazai erőfeszítéseket.

IRODALOM

- Babály, B., Budai, L., & Kárpáti, A. (2013). A térszemlélet fejlődésének vizsgálata statikus és mozgó ábrás tesztekkel. *Iskolakultúra*, 23(11), 6-19.
- Babály, B., & Kárpáti, A., (2015). A téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel. *Magyar Pedagógia*, 115(2). 67–92.
- Babály, B. (2016). Possibilities of computer-based assessment in visual arts education. In *SGEM International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, performing arts, architecture and design: History of Arts, Contemporary Arts, Performing and Visual Arts, Conference proceedings* (pp. 167-174). Konferencia helye, ideje: Vienna, Austria, 6-9 April 2016. Szófia: STEF92 Technology Ltd.
- Babály, B., & Kárpáti, A. (2016a). The impact of creative construction tasks on visuospatial information processing and problem solving. *Acta Polytechnica Hungarica*, 13(7), 159-180.
- Babály, B., & Kárpáti, A. (2016b). Vizuális-téri képességek fejlesztése: egy alkotó-konstruáló tevékenységen alapuló térszemlélet fejlesztő program hatékonyságvizsgálata In P. Tóth, & I. Holik (Eds.), *Új kutatások a neveléstudományokban 2015: Pedagógusok, tanulók, iskolák - az értékformálás, az érték közvetítés és az értékteremtés világa* (pp. 127-138). Budapest: ELTE, Eötvös Kiadó.
- Babály, B. (2017). Vizuális kompetenciák fejlesztése: oktatási stratégiák és módszerek, implementáció, eredményesség. In E. Tóth (Ed.), *Épített környezeti nevelés a felsőoktatásban konferencia - Előadás-összefoglalók* (pp. 73-80). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2017.05.11. Pécs: kultúrAktív Egyesület. (Építészet és pedagógia konferenciasorozat; 1.)
- Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art education*, 65(2), 40-47.
- Bodóczy, I. (2000). Az értékelés problémái a vizuális nevelésben. *Iskolakultúra*, 10(6-7), 15-25.
- Boot, W. R., Kramer, A. F., Simons, D. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2008). The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta psychologica*, 129(3), 387-398.
- Bouchard Jr, T. J., & McGee, M. G. (1977). Sex differences in human spatial ability: Not an X-linked recessive gene effect. *Social Biology*, 24(4), 332-335.
- Chai, X. J., & Jacobs, L. F. (2009). Sex differences in directional cue use in a virtual landscape. *Behavioral Neuroscience*, 123(2), 276–283.

- Caplan, P. J., MacPherson, G. M., & Tobin, P. (1985). Do sex-related differences in spatial abilities exist? A multilevel critique with new data. *American Psychologist*, 40(7), 786-799.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Clarkson, P., & Presmeg, N. (2008). *Critical issues in mathematics education*. New York, NY: Springer.
- Csapó, B. (2003). A pedagógiai értékeléstől a tanítás módszereinek megújításáig: diagnózis és terápia. *Új Pedagógiai Szemle*, 53(3), 12-27.
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*, 18(10), 850-855.
- Gaul, E., & Kárpáti, A. (2018). Innováció a vizuális nevelésben a Bauhaus-pedagógia alapján. *Educatio*, 27(2), 278-290.
- Gaul, E., Havasi, T., Nagy I., & Sándor, Zs. (2018). A 21. század képi nyelvének tanítása a Bauhaus magyar mestereinek pedagógiai öröksége nyomán. *Magyar Tudomány*, 179(6), 800-807.
- Goldstein, D., Haldane, D., & Mitchell, C. (1990). Sex differences in visual-spatial ability: The role of performance factors. *Memory & Cognition*, 18(5), 546-550.
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2012). The relation between spatial skill and early number knowledge: the role of the linear number line. *Developmental psychology*, 48(5), 1229-1241.
- Halász, G. (2004). Értékelés és ellenőrzés a közoktatásban. *Mester és Tanítvány*, 1(2), 103-116.
- Halpern, D. F. (2000). *Sex differences in cognitive abilities*. Hove, New York: Psychology press.
- Halpern, D. F. (2004). A cognitive-process taxonomy for sex differences in cognitive abilities. *Current directions in psychological science*, 13(4), 135-139.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191.
- Herendiné Kónya, E. (2007). *Kisiskolások térbeli tájékozódó képességének fejlesztési lehetőségei*. (Doktori disszertáció, DE TDT Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen.)
- Hewitt, K. (2001). Blocks as a tool for learning: A historical and contemporary perspective. *Young Children*, 56(1), 6-14.
- Kail, R., Carter, P., & Pellegrino, J. (1979). The locus of sex differences in spatial ability. *Perception & Psychophysics*, 26(3), 182-186.
- Katona, J. (2012): *A geometriai térszemlélet számítógéppel támogatott fejlesztése a műszaki felsőoktatásban*. (Doktori disszertáció, Debreceni Egyetem, Debrecen.)
- Kárpáti, A. (1992). *A Leonardo Program. A vizuális nevelés öt modellje*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Kárpáti, A. (1995). The Leonardo Program. In: H. Kauppinen & M. Dicket (Eds.), *International Trends in Art Education* (pp. 82-96). Washington: NAEA (National Art Education Association).

- Kárpáti, A. (1996). A Leonardo program pedagógiai hatásvizsgálata. *Magyar Pedagógia*, 96(1), 3-34.
- Kárpáti, A., & Gaul, E. (2011). A vizuális képességrendszer: tartalom, fejlődés, értékelés. In B. Csapó & A. Zsolnai (Eds.), *Kognitív és affektív fejlődési folyamatok diagnosztikus értékelésének lehetőségei az iskola kezdő szakaszában* (pp. 41-82). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Kárpáti, A. (2013). „Gyermekrajz” a 21. Században: egy új fejlődésemélet felé. In Gy. Molnár & E. Korom (Eds.), *Az iskolai sikerességet befolyásoló kognitív és affektív tényezők értékelése* (pp. 105–122). Budapest: Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó.
- Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2014). Developmental Assessment of Spatial Abilities Through Interactive, Online 2D and Virtual 3D Tasks. *Guo ji yi shu jiao yu xue kan/The international journal of arts education*, 12(2), 94-124.
- Kárpáti, A., Babály, B., & Simon, T. (2015). A vizuális képességrendszer elemeinek értékelése: térszemlélet és képi kommunikáció. In B. Csapó & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp 29–58). Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet.
- Kárpáti, A., & Pataky, G. (2016). A közös európai vizuális műveltség referenciakeret. *Neveléstudomány*, 4(1), 6–21.
- Kárpáti, A. (2018). A Közös Európai Vizuális Műveltség Referenciakeret szerkezete, tartalma és jelentősége más művészetpedagógiai területek számára. *Magyar Tudomány*, 179(6), 789–799.
- Kárpáti, A., & Nagy, A. (2019). Digitális kreativitás – a vizuális és informatikai kultúra szinergiája. *Iskolakultúra*, 29(4-5), 86-98.
- Kárpáti, A., & Schönau, D. (2019). The Common European Framework of Reference: The bigger picture. *International Journal of Education through Art*, 15(1), 3-14.
- Leopold, C., Gorska, R. A., & Sorby, S. A. (2001). International experiences in developing the spatial visualization abilities of engineering students. *Journal for Geometry and Graphics*, 5(1), 81-91.
- Levine, S. C., Vasilyeva, M., Lourenco, S. F., Newcombe, N. S., & Huttenlocher, J. (2005). Socioeconomic status modifies the sex difference in spatial skill. *Psychological science*, 16(11), 841-845.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 56(6), 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and re-analysis of the correlational literature* (Technical Report/Aptitudes Research Project, No. 8). Stanford, California: Stanford University, School of Education.
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(4), 344-351.
- Maier, P. H. (1994). *Räumliches vorstellungsvermögen*. Wien: Lang.
- McClarty, K. L., Orr, A., Frey, P. M., Dolan, R. P., Vassileva, V., & McVay, A. (2012). A literature review of gaming in education. *Gaming in education, Research Report* (pp. 1-35). New Jersey: Pearson Publishing.

- McKnight, A., & Mulligan, J. (2012). Teaching Early Mathematics “Smarter not Harder”: Using Open-ended Tasks to Build Models and Construct Patterns. *Australian primary Mathematics Classroom*, 15(3), 4-9.
- Miller, D. I., & Halpern, D. F. (2014). The new science of cognitive sex differences. *Trends in cognitive sciences*, 18(1), 37-45.
- Moffat, S. D., Hampson, E., & Hatzipantelis, M. (1998). Navigation in a “virtual” maze: Sex differences and correlation with psychometric measures of spatial ability in humans. *Evolution and Human Behavior*, 19(2), 73-87.
- Molnár, Gy., & Csapó, B. (2011). Az 1–11 évfolyamot átfogó induktív gondolkodás kompetenciaskála készítése a valószínűségi tesztelmélet alkalmazásával. *Magyar Pedagógia*, 111(2), 127–140.
- Nath, S., & Szűcs, D. (2014). Construction play and cognitive skills associated with the development of mathematical abilities in 7-year-old children. *Learning and Instruction*, 32, 73-80.
- Newcombe, N. S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*, 34(2), 29-43.
- Newcombe, N. S. (2013). Seeing Relationships: Using Spatial Thinking to Teach Science, Mathematics, and Social Studies. *American Educator*, 37(1), 26.
- Okagaki, L., & Frensch, P. A. (1994). Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. *Journal of applied developmental psychology*, 15(1), 33-58.
- Pataky, G. (2012). *Vizuális képességek fejlődése 6-12 éves korban a tárgykultúra tanításának területén*. Budapest: ELTE Tanító- és Óvóképző Kar.
- Pataky, G. (2017). Plasztikai képességek fejlődése 3–7 éves korban a CEFR_VL kompetenciamodell tükrében. Diagnosztikus vizsgálat a síkbeli (2D) és a térbeli (3D) alkotások köréből a vizuális nevelés rendszerében. *Gyermeknevelés*, 5(1), 171–187.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Quaiser-Pohl, C., Lehmann, W., & Eid, M. (2004). The relationship between spatial abilities and representations of large-scale space in children—a structural equation modeling analysis. *Personality and Individual Differences*, 36(1), 95-107.
- Quaiser-Pohl, C., Geiser, C., & Lehmann, W. (2006). The relationship between computer-game preference, gender, and mental-rotation ability. *Personality and Individual Differences*, 40(3), 609-619.
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2017). Gender differences in spatial ability: Implications for STEM education and approaches to reducing the gender gap for parents and educators. In M. S. Khine (Ed.), *Visual-Spatial Ability: Transforming Research into Practice* (pp. 195-224). Switzerland: Springer International.
- Richardson, M., Jones, G., Croker, S., & Brown, S. L. (2011). Identifying the task characteristics that predict children’s construction task performance. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 377-385.

- Sándor, Zs. (2011). *Vizuális alkotástípusok a kommunikációban. A vizuális kommunikáció változatainak összehasonlító elemzése.* (Doktori disszertáció, PTE BTK Nyelvtudományi Doktori Iskola, Kommunikáció Doktori Program, Pécs.)
- Séra, L. (2002). *Téri orientáció, téri reprezentáció.* (Doktori disszertáció, PTE BTK Pszichológia Doktori Iskola, Pécs.)
- Séra, L., Kárpáti, A., & Gulyás, J. (2002). *A térszemlélet. A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése.* Pécs: Comenius Kiadó.
- Sorby, S. A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459-480.
- Spence, I., Yu, J. J., Feng, J., & Marshman, J. (2009). Women match men when learning a spatial skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(4), 1097-1103.
- Sutton, K., & Williams, A. (2007). *Spatial Cognition and its Implications for Design.* Hong Kong, China: International Association of Societies of Design Research.
- Tóth, P. (2013). A téri műveleti képességek fejlettségének vizsgálata. In J. T. Karlovitz & J. Torgyik (Eds.), *Neveléstudományi és szakmódszertani konferencia (Vzdelávacia, výskumná a metodická konferencia)* (pp. 285-294). Komárno, 2013. Január 7-8. Komárno: International Research Institute.
- Tóth, P. (2014). Térlátás fejlesztése online környezetben. In P. Tóth, R. Ósz, & Á. Várszegi (Eds.), *Pedagógusképzés - személyiségformálás, értékközvetítés, értékteremtés - IV. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia Tanulmánykötet* (pp. 253-275). Budapest, 2014. november 20. Budapest: Óbudai Egyetem Trefort Ágoston Mérnökpedagógiai Központ.
- Tóth, E., Csapó, B., & Székely, L. (2010). Az iskolák és osztályok közötti különbségek alakulása a magyar iskolarendszerben: egy longitudinális vizsgálat eredményei. *Közgazdasági Szemle*, 57(9), 798–814.
- Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? In B. Ross (Ed.), *Psychology of learning and motivation*, 57 (pp. 147-181). Cambridge, Massachusetts: Elsevier, Academic Press.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological bulletin*, 139(2), 352.
- Verdine, B. N., Irwin, C. M., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2014). Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 126, 37-51.
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological bulletin*, 117(2), 250-270.
- Voyer, D., Voyer, S. D., & Saint-Aubin, J. (2017). Sex differences in visual-spatial working memory: A meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 24(2), 307-334.
- Wagner, E., & Schönau, D. (2016). *Common European Framework of Reference for Visual Literacy - Prototype.* Münster, New York: Waxmann.

Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology, 101*(4), 817-835.

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education, 32*(6), 1072-1086.

Yılmaz, H. B. (2009). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education, 1*(2), 83-96.

A DISSZERTÁCIÓHOZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Babály, B., Budai, L., & Kárpáti, A. (2013). A térszemlélet fejlődésének vizsgálata statikus és mozgó ábrás tesztekkel. *Iskolakultúra, 23*(11), 6-19.

Babály, B., & Kárpáti, A., (2015). A téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel. *Magyar Pedagógia, 115*(2). 67–92.

Babály, B. (2016). Possibilities of computer-based assessment in visual arts education. In *SGEM International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, performing arts, architecture and design: History of Arts, Contemporary Arts, Performing and Visual Arts, Conference proceedings* (pp. 167-174). Konferencia helye, ideje: Vienna, Austria, 6-9 April 2016. Szófia: STEF92 Technology Ltd.

Babály, B., & Kárpáti, A. (2016a). The impact of creative construction tasks on visuospatial information processing and problem solving. *Acta Polytechnica Hungarica, 13*(7), 159-180.

Babály, B., & Kárpáti, A. (2016b). Vizuális-téri képességek fejlesztése: egy alkotó-konstruáló tevékenységen alapuló térszemlélet fejlesztő program hatékonyságvizsgálata In P. Tóth, & I. Holik (Eds.), *Új kutatások a neveléstudományokban 2015: Pedagógusok, tanulók, iskolák - az értékformálás, az értékközvetítés és az értékkeremtés világa* (pp. 127-138). Budapest: ELTE, Eötvös Kiadó.

Babály, B., & Bölcskei, A. (2017). Analysis and comparison of the three spatial tests: MRT, MCT and HSAT. *Journal Biuletyn of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics, 30*, 9-15.

Babály, B. (2017). Vizuális kompetenciák fejlesztése: oktatási stratégiák és módszerek, implementáció, eredményesség. In E. Tóth (Ed.), *Épített környezeti nevelés a felsőoktatásban konferencia - Előadás-összefoglalók* (pp. 73-80). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2017.05.11. Pécs: kultúrAktív Egyesület. (Építészet és pedagógia konferenciasorozat; 1.)

Budai, L., Kárpáti, A., & Babály, B. (2014). Spatial abilities: a group of basic workplace skills developed through Geogebra 3d. In A. M. Teixeira, A. Szűcs, & I. Mázár (Eds.), *E-learning at Work and the Workplace. From Education to Employment and Meaningful Work with ICTs, Conference proceedings* (pp. 421-429). Konferencia helye, ideje: Zagreb, Croatia, 10-13 June 2014. European Distance and E-Learning Network (EDEN).

Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2014). Developmental Assessment of Spatial Abilities Through Interactive, Online 2D and Virtual 3D Tasks. *Guo ji yi shu jiao yu xue kan/The international journal of arts education*, 12(2), 94-124.

Kárpáti, A., Babály, B., & Simon, T. (2015). A vizuális képességrendszer elemeinek értékelése: térszemlélet és képi kommunikáció. In B. Csapó, & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp 29–58). Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.

Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2016). Onlinetests für die Teilkompetenz Imaginieren (Raumvorstellung). In E. Wagner, & D. Schönau (Eds.), *Cadre Européen Commun de Référence pour la Visual Literacy – Prototype: Common European Framework of Reference for Visual Literacy – Prototype; Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmen für Visual Literacy – Prototyp* (pp. 319-327). New York: Waxmann.