

Válasz az opponensi véleményekre

Köszönöm mindhárom opponensem, Dr. Dörnyei Zoltán, Dr. Nahalka István és Dr. Pléh Csaba professzorok javaslatait, kritikai és támogató észrevételeit. Mindhárom opponensemnek hálás vagyok a disszertáció értékeléséért. Meglátásaikkal, javaslataikkal, feltett kérdéseikkel nagymértékben segítették munkám továbbgondolását. Az opponensi véleményekben megfogalmazott kérdésekre a Doktori Tanács ajánlását követve összevontan válaszolok.

Hálás vagyok Dörnyei Zoltán professzor úr alapos áttekintéséért, amiben összefoglalta és kiemelte a dolgozatban ismertetett különböző irányú kutatások közös fő célját és legfontosabb mondanivalóját. Köszönöm a dolgozatban bemutatott kutatási eredményeket és azok pedagógiai relevanciáját illető elismerő szavakat, amelynek neveléstudományi és közoktatási perspektívából történő konkrét kifejtését hiányolta Pléh professzor úr opponensi véleményében. Opponensem szavait idézve: „a digitális technológiák iskolai integrációja egyfajta „kétélű kardnak” tekinthető, mely megfelelő alkalmazás esetén csökkentheti az iskolák közötti különbségeket, és így segítheti egyes elmaradottabb iskolák felzárkózását, de ha a folyamat nincs kellőképpen koordinálva, akkor az integráció tovább szélesítheti az iskolák között fennálló differenciákat, [...] a „digitális szakadékot”. Az értekezés struktúrája jól szolgálja a szerző az irányú szándékát, hogy a technológiai dimenziót pedagógiai szemszögből elemezze.” Köszönöm az elemzések során alkalmazott módszertani eszközök méltatását: „Örültem annak, hogy a tanulók fejlődését befolyásoló és előrejelző tényezők feltérképezése mellett a szerző a modern mérésmetodikai újítások módszertani kérdésre is figyelmet fordított. [...] egy új típusú mérési módszert, a logfájlelemzést és a logadatok értelmezését tárgyalja”. Dörnyei professzor úr opponensi véleménye megerősítette szándékomat a továbblépés tekintetében, amely egyrészt a technológiai tesztelés és a korszerű elemzései eljárások ötvözetén alapul, másrészt az egyénre szabott, tanulást elősegítő diagnosztikai tesztelés és fejlesztés irányában mozdul el, megvalósítva a technológiai és elméleti fejlesztések gyakorlati integrációját.

Köszönöm Nahalka István professzor elismerő szavait mind a dolgozatom, mind az eddigi tudományos tevékenységem kapcsán. Megtisztelő számomra az opponensi véleményében kezdeményezett tudományos diskurzus. Külön hálás vagyok, hogy számos olyan méréselméleti problémát és kérdést felvetett, amelyek sokszor figyelmen kívül maradnak a neveléstudományi kutatások során, ugyanakkor, amelyekkel foglalkoznunk kell, és amelyek megoldására munkám során törekszem. Miután a dolgozat fő fókusza arra irányult, hogy a technológiaalapú tesztelés oktatási környezetben és különböző életkorokban való

alkalmazhatóságát, valamint a hagyományos tesztelési eljárásokhoz képest a technológiaalapú tesztelésben rejlő plusz lehetőségeket mutassam be empirikus adatok segítségével, így terjedelmi okok miatt is valóban kevesebb hangsúly tevődött az elemzések során alkalmazott eljárások alapjainak, valamint matematikai háttérének ismertetésére. E kérdés kapcsán hangsúlyoznom kell, hogy egyetértek a felvetésekkel, olyannyira, hogy más, korábbi munkáimban (pl.: Molnár, 2013) utalok is néhányra a felvetett szempontok közül (pl.: a társadalomtudományok terén vizsgált konstruktumok dimenzionalitás-problémájára és ebből adódóan a Rasch-modell alkalmazhatóságára a társadalomtudományi kutatásokban, valamint a felvetődő problémákra; a modern tesztelmélet matematikai háttérére – a látens képességfejlettség és a feladatnehézség definíciójára; a két- és háromparaméteres modellek stabilitásproblémájára).

A reprezentációs méréselméletből kiindulva több ponton is egyetértek bírálómmal, ugyanakkor eltúloztottnak gondolom véleményét, miszerint a klasszikus tesztelmélet, továbbá általánosságban véve az empirikus kutatások, miután nem felelnek meg teljes mértékben a reprezentációs méréselmélet követelményeinek (kizárólag egydimenziós konstruktumot vizsgálnak, az adatok intervallumskálán helyezkednek el stb.), illegitímek. Egyetértek azzal, hogy a mérések nem teljesen tökéletesek, nem felelnek meg teljes mértékben a reprezentációs méréselméletnek, ugyanakkor törekednünk kell arra, hogy minél inkább biztosított legyen az azonos szabályrendszer, azonos elvek alapján történő értékelés, ami alapot nyújthat akár a közös skálák kialakításához, majd a diagnózis felállítása után a képességek fejlesztéséhez. E feltételekhez sorolható a vizsgált konstruktumok „elégge egydimenzionalitása” is, azaz a teszt itemeinek minél nagyobb fokú homogenitására való törekvés. Matematikailag több eszköz is rendelkezésünkre áll ennek vizsgálatára, így például az illeszkedésvizsgálatok, vagy a bírálóm által említett itemkihagyásos reliabilitáselemzés. Elfogadom bírálóm észrevételét, miszerint az alacsony teszt-item korreláció nem feltétlenül jelenti, hogy az item „rossz”, csakúgy, mint az illeszkedésvizsgálatok esetén a gyengébben illeszkedő item sem jelenti feltétlenül azt, hogy az item rossz, inkább arra utal, hogy az adott item máshogy viselkedik, mint a tesztben szereplő többi item. Szélsőséges esetben az is előfordulhat (pl.: jó illeszkedésmutató, de alacsony reliabilitás), hogy az érintett item a jól viselkedő item és a teszt többi iteme a cserére szoruló. Az itemkihagyásos elemzések eredménye arra utal inkább, hogy az adott item mást és máshogyan mér, mint a tesztben szereplő többi item. Például, akik a teljes teszten jól teljesítettek, nem feltétlenül mutattak magasabb teljesítményt az adott item vonatkozásában a teljes teszten gyengébben teljesítőknél, avagy illeszkedésvizsgálat esetén (az alkalmazott eljárástól függően) például más erővel különítette el egymástól a diákokat, azaz más a

diszkriminációs indexe, mint a tesztben szereplő többi itemnek. A kidolgozandó teszt céljától függ, hogy mely esetben alkalmazható ez az eljárás és mely esetben kevésbé. Lefedő teszteknel itemkihagyás esetén valóban erősen csorbulhat az eredetileg mérni kívánt konstruktum. Ez esetben a vonatkozó elemzési eredmény, mint diagnózis értelmezendő, ami rávilágít az alkalmazott elemzés szempontjából máshogyan viselkedő item(ek)re. Ezeket több oldalról meg kell vizsgálni, és utána meghozni a döntést azok esetleges átalakításáról, vagy törléséről.

Összességében közös alapon nyugvó mérések hiányában összehasonlítható módon nem definiálható a különböző fejlesztések hatékonysága sem. Kelvin gondolatával élve „Amit nem tudunk megmérni, azon nem tudunk javítani.”. Egy hétköznapi példával élve, amióta a sport területén jelen van a mérés-alapú fejlesztés, jelentős mértékben javultak az eredmények, jelentős mértékben tökéletesedett a sportolók mozgása; vagy gondolhatunk orvostudományi példára is, ahol a terápiát (pedagógiai párhuzammal élve fejlesztést) minden esetben mérés, diagnózis felállítása előz meg.

Elméleti szempontból egyetértek bírálóm kritikai észrevételeivel és elméleti alapon nyugvó levezetésével, ugyanakkor véleményem szerint a társadalomtudományok területén nem léteznek opponensem által példának felhozott egyértelműen egydimenziós konstruktumok. Ezért, bár elméletileg valóban nincs összhangban néhány kijelentésem a reprezentációs méréselmélettel, a pedagógiai konstruktumok vonatkozásában mégis fenntartom azokat, épp a vizsgált pedagógiai és pszichológiai konstruktumok specialitásánál fogva.

Egyetértek bírálóm azon megjegyzésével, hogy a tesztekkel általában a vizsgálni kívánt konstruktum csak egy-egy „szeletét”, dimenzióját vesszük górcső alá, ahogy ez a dolgozatban is történt például a problémamegoldás vizsgálata során. Valóban pontosabb lett volna nem általánosságban beszélni a problémamegoldó képességről, hiszen a kutatás annak számos különböző formáját azonosította. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy bár a problémamegoldó képesség kutatása közel 100 éves múltra tekint vissza, ami idő alatt a problémamegoldó képesség számos értelmezésével, definíciójával és elméleti modelljével találkozhattunk a szakirodalomban, nincs egy egységes, mindenki által elfogadott definíció (l. Sternberg, 1994; Csapó és Funke, 2017a). A problémamegoldó gondolkodással kapcsolatos kutatások számos szempont szerint csoportosíthatók. Például a kutatás (1) helyszíne szerint laboratóriumi (l. pl.: Bühner, Kröner és Ziegler, 2008) vagy osztálytermi környezetben (l. pl.: Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke és Csapó, 2013) történő kutatásokkal találkozhatunk; (2) a probléma kontextusát tekintve lehet területspecifikus (pl. Daniel és Embretson, 2010; Molnár, 2012) vagy konkrét területhez nem kötődő problémákra alapozó, az általános problémamegoldó folyamatokra fókuszáló (pl. Funke, 2010) kutatás. (3) Az adott problémán egyszerre dolgozók

számától függően az egyéni és a kollaboratív problémamegoldást különböztetjük meg. Utóbbi konceptualizálása azonban nemzetközi szinten is kezdeti stádiumban van (Greiff, 2012; Care és Griffin, 2017; Graesser, Forsyth és Foltz, 2017). (4) A problémahelyzet természetét tekintve statikus (Klieme, 2004) vagy dinamikus problémákra (Greiff, Wüstenberg és Funke, 2012) alapozó kutatásokat különböztetünk meg. Statikus problémák megoldása során a rendelkezésre álló információk nem változnak, a problémahelyzet időben változatlan. Interaktív, dinamikus problémahelyzetekben a rendelkezésre álló információk idővel változnak, ezért vizsgálata olyan területnek számít, aminek mérése a hagyományos (papíralapú) technikákkal nem valósítható meg.

A problémamegoldó képesség sokféleségére számos elméleti és empirikus utalást is tettem a disszertációban (pl.: területspecifikus-területfüggetlen, statikus-dinamikus, egyéni-társas közegben történő, illetve 145. o. $r_{\text{statikus-dinamikus}}=0,35$, vagy a dinamikus problémamegoldó képességen belül is további dimenziók azonosítása lásd 4.7. táblázat dimenzionalitás-vizsgálata). A problémamegoldó képesség fejlettségének mérése során köszönöm bírálóm pontosítását, valóban nem egy általános problémamegoldó képesség, hanem annak egy-egy dimenziójának mérésére került sor a disszertációban ismertetett kutatásokban, ahogy ezt Pléh professzor úr is kiemelte bírálatában, mint az értekezés főbb megállapításait: „a problémamegoldásban sok típus van”.

Osztom bírálóm kritikáját a klasszikus tesztelmélet és a reprezentációs méréselmélet viszonya kapcsán. Valóban komoly probléma, hogy a neveléstudományi kutatások jelentős részében nem intervallumskálán lévő adatokon alkalmaznak a kutatók olyan klasszikus tesztelméleti statisztikai eljárásokat, amelyeket matematikailag nem tehetnének meg, például, amikor ordinális skálán lévő adatokból átlagot számolnak (Nahalka, 2004; Zergényi, 2016). Ez is alátámasztja a törekvést a reprezentációs méréselméletnek minél inkább megfelelő közös szabályrendszer kialakítására.

Az adaptív tesztelésre vonatkozó részben köszönöm a pontosítást, valóban nem a diákok teljesítménye, illetve a mért értéke, hanem látens képességszintje került összehasonlításra. A dolgozat vonatkozó részében bár foglalkozom a tesztelés során kinyert információ nagyságával (l. pl. 2.9. ábra) és a mérési hiba képességszintenkénti alakulásával (l. pl.: 2.7. és 2.8. ábra) mind statikus, mind adaptív tesztkörnyezetben, az eredmények értelmezésénél valóban részletesebben kifejthettem volna az interpretációs lehetőségeket, példákkal szemléltetve, akár diák szinten is. Miután a témában a vezetésem alatt több publikáció (pl.: Magyar és Molnár, 2013, 2015), illetve egy PhD disszertáció (Magyar, 2014) is született, ezért a jelen

disszertációban alapvetően kisebb hangsúlyt kapott az adaptív tesztek működésének hatékonyságára vonatkozó empirikus vizsgálatok és kutatási eredmények ismertetése.

A disszertációban a fix és adaptív tesztelés hibanagysága közötti eltérések érzékeltetéséhez alkalmazott empirikus kutatás kismintás felmérés volt, ezért egyéni szinten a látens képességszintek számolása nagyobb hibával történt, mint egy nagymintás kutatás esetén. Az érintett vizsgálatban, például – a dolgozatban hiányolt, személy szintű elemzésnek megfelelően – aki 300 pontot ért el a pilot tesztelés fix tesztjén, valódi képességpontja 95%-os valószínűséggel esett a (256, 344) intervallumba, míg az adaptív teszten elért 300 pontos teljesítmény alapján valódi képességpontja 95%-os valószínűséggel esett a (265, 335) intervallumba, vagy Nahalka István opponensem által hozott példával analóg módon, aki 300 pontot ért el a pilot mérés fix tesztjén, valódi képességpontja 75%-os valószínűséggel esett a (260, 340) intervallumba, míg az adaptív teszten elért 300 pontos teljesítmény alapján valódi képességpontja 75%-os valószínűséggel esett a (269, 331) intervallumba. Ugyanezen adatok egy átlagos képességszintű, 500 pontot elérő diák esetében kevésbé tértek el egymástól. A fix teszten valódi képességpontja 95%-os valószínűséggel esett a (464, 536) intervallumba, az adaptív változaton pedig a (466, 534) intervallumba.

Nagyon lényeges kutatási kérdést vetett fel opponensem „A sikeres iskolakezdés feltételei” című opponensi részben: „Mik vajon a sikeres iskolakezdés feltételei, az egyes feltételek tekintetében vajon milyen fejlettségi szint tekinthető valamifajta minimumnak?” Ezzel a kutatási kérdéssel szándékozom is a jövőben foglalkozni, ugyanakkor ez a kérdéskör a dolgozatnak nem képezte tárgyát. A DIFER iskolakészültség tesztek hagyományos, illetve számítógép-alapú felvételének, a diákok különböző tesztkörnyezetben nyújtott viselkedésének összehasonlítása acélból került bele a disszertációba, hogy bemutassam, kisiskolás, sőt óvodás diákok részére is kidolgozhatóak jól működő technológiaalapú tesztek, illetve ezzel párhuzamosan fejlesztő programok. A technológiaalapú tesztelésre és fejlesztésre való átállást nem kell korlátozni idősebb diákok mérés-értékelésére és fejlesztésére.

Véleményem szerint kultúrától független, hogy az iskolának mit kellene megtanítani, mire kellene felkészítenie a diákokat az iskolába járás első néhány éve alatt (írás, olvasás, számolás, tanulás tanulása, fenntartani a motivációt a tanulás iránt). Mindezen tudás, készség- és képességterületek jól definiálható előkészítésekkel rendelkeznek, melyek megfelelő szintű fejlettsége nélkül nehezebb a korábban említett kulcsfontosságú területeken történő fejlesztés megvalósítása és az iskolába járás első néhány éve alatt a továbblépéshez és a későbbi sikeres tanuláshoz, életvezetéshez szükséges szintre való eljutás. Ezen a téren kiemelkedő szereppel bír az óvoda és az óvodai fejlesztések. Egyetértek opponensemmel, hogy a megfelelő típusú

beavatkozás, fejlesztés megválasztásának – mind óvodai, mind iskolai szinten – igazodnia kell a „gyerekek már adott feltételeihez”. Erre láthatunk jó hazai fejlesztésű példát az „Utca matematikája” (Tóth Jánosné, 2001; Vári Lászlóné, 2001), vagy a „Kedvesház” pedagógiában (Bordács és Lázár, 2002).

A sikeres fejlesztés egyik alappillére, hogy figyelembe vesszük a képességek fejlődésének két főbb jellemzőjét, miszerint a köznapi felfogással ellentétben a fejlődés menete nem lineáris, hanem logisztikus, azaz a fejlettség pillanatnyi fokából nem jósolható meg egyértelműen a későbbi fejlettségi szint, valamint a diákok fejlődés szempontjából nem homogének, miközben iskolarendszerünk ezt feltételezi, amikor mindenkinek ugyanakkor ugyanazt, ugyanannyi ideig tanítja, és nem veszi figyelembe a diákok fejlődésében rejlő fáziskülönbségeket. Az iskola első néhány évének – kultúrától függetlenül – kulcsfontosságú feladata lenne, hogy a 21. században nélkülözhetetlen fent említett lényeges képességterületek tekintetében mindenkit a sikeres továbblépéshez szükséges kritériumszintig fejlesszen. Ennek feltétele, hogy (1) megvalósuljon a tananyagot közvetítő iskola meghaladása, (2) a tanulók közötti különbség, mint fejlődésbeli fáziskülönbség kezelése, (3) a lényeges és a lényegtelen tananyagelemek szétválasztása, (4) annak megállapítása, hogy hol tart a diák a legfontosabb képességek, készségek fejlődése tekintetében. Utóbbi esetben a diagnosztikus mérés-értékelés alkalmazása segítheti a megfelelő fejlesztési beavatkozás megválasztását.

A problémamegoldó képesség meghatározásával kapcsolatos, Nahalka professzor úr által megfogalmazott kételyekkel, még hozzá azzal, hogy személyfüggő, hogy kinek mi a probléma, korábbi publikációimban is foglalkoztam már (Molnár, 2013). A mindennapi életünk során felmerülő problémák között vannak ismerősek, amelyekhez hasonlóakkal korábban már találkoztunk és vannak teljesen újak (Reeff, Zabal és Blech, 2006). Léteznek könnyebben megoldható és bonyolultabb, komplexebb megoldási módot kívánó problémák. Vannak kevésbé jól definiált és több jól definiált célt tartalmazó problémák (Jonassen, 1997). Statikus problémák esetében a rendelkezésre álló információk nem változnak, szemben a dinamikusan változó problémahelyzetekkel (Ramalingam, Philpot és McCrai, 2017). A probléma és problémamegoldás közös definíciója kialakításának további nehézsége, hogy még egy jól definiált probléma esetén is fennáll, ahogy opponensem is utalt rá, hogy ami az egyik embernek probléma, nem feltétlenül jelent problémát a másik ember számára. Például a nyolc és hét szorzatának kiszámolása számunkra, valószínű, nem jelent problémát, de egy ötéves gyermek számára igen. Azonban a jól definiált nyolcszor héttel ellentétben a mindennapi élet problémái általában még összetettebbek, legnagyobb részük rosszul definiált, nem létezik egyetlen egy

helyes megoldásuk. Legtöbb esetben az elérendő cél pontos meghatározása is a problémamegoldó feladata.

Éppen ez a kétely, az előzetes tudás, tapasztalat meglétének bizonytalansága indukálta bennem azt a döntést, hogy túlléptem a problémamegoldó képesség területspecifikus, előzetes tudást (iskolában elsajátított, tantárgyi, vagy mindennapi életből vett) igénylő vizsgálatán és áttértem a dinamikus, szimulált és fiktív környezetekben, kitalált változókkal történő problémamegoldó képesség vizsgálatára, ahol a megoldás során előzetes ismereteiket nem tudják a diákok alkalmazni. Ez utóbbi típusú mérés jól modellezi azt a modern társadalmakban gyakran előforduló helyzetet, hogy konkrét korábbi tudás nélkül kell újszerű problémákat megoldani, miközben csak az adott környezettel interakcióba lépve lehet szert tenni arra a tudásra, ami az adott probléma megoldásához szükséges.

Köszönöm Nahalka István opponensem bírálatában felvetett kérdését a problémamegoldó képesség komplexitása kapcsán, mert a gondolatmenet lehetőséget ad számomra a jövőbeli kutatási tervem rövid felvázolásához. A problémamegoldó képesség az emberiség egyik legfontosabb, túlélését és fejlődését leginkább meghatározó képessége, a képesség, ami megvalósítja, hogy tetteink előtt gondolkodjunk, jelentős mértékben megnöveli az ember és környezete közötti interakció hatékonyságát, és biztosítja, hogy lehetőségeink szerint a legjobb döntést hozzuk meg az adott szituációban. Problémamegoldó képességünk lehetővé teszi, hogy olyan célokat, megoldási lehetőségeket is megvalósítsunk, melyeket különben nem érhetnénk el. A problémamegoldó képesség, mint a jövőben történő tanulás egyik alapvető fontosságú képessége, az elmúlt évtized legtöbbet vizsgált gondolkodási képességei közé tartozik (Molnár, Greiff és Csapó, 2013). Ahogy opponensem is kiemelte, helyet kapott a legnagyobb pedagógiai mérés-értékeléssel foglalkozó kutatásokban, projektekben [pl. OECD PISA mérések (OECD, 2004, 2014, 2017), NAEP-kutatások (Bennett, Persky, Weiss és Jenkins, 2007), ATCS21-projekt (Griffin, McGaw és Care, 2012)], valamint a 21. században kulcsfontosságú képességek közé sorolták (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-Ricci és Rumble, 2012). Ennek következtében mára már az iskolarendszerek képességfejlesztő hatását jellemző nemzetközi indikátorrá vált. Fejlesztése ma már számos ország oktatási programjának szerves részét képezi (OECD, 2010; Csapó és Funke, 2017b), ugyanakkor épp komplexitásánál fogva nehéz definiálni a fejlesztendő műveletek körét. Ennek hatására az eddigi nemzetközi együttműködésekben is alapuló kutatások közvetlen folytatásaként két irányban is túlléptem a korábbi problémamegoldó gondolkodással kapcsolatos hazai kutatásokon. Számos kognitív terület, mint háttérváltozó (pl. IKT-műveltség, problémamegoldó stratégiák, kreativitás,

munkamemória, általános gondolkodási képességek) kutatásba történő integrációjával feltérképezzük a dinamikus problémamegoldó képesség sikerességét leginkább meghatározó tényezőket, a dinamikus problémamegoldó képesség komponensképességeit, másrészt az egyéni problémamegoldás mellett a problémamegoldó képesség egy újabb dimenziójára, a társas környezetben történő úgynevezett kollaboratív problémamegoldó képesség online vizsgálatának megvalósítására is törekszünk.

Pléh professzor úr joggal hívja fel a figyelmem arra, hogy a dolgozatban ismertetett kutatási eredmények pszichológiai konstruktumok vizsgálatán alapulnak, ugyanakkor a dolgozatban nem kellő részletességgel szerepel az érintett pszichológiai vonatkozású irodalom feldolgozása. Az érintett szakirodalom, értelmezési keret valóban rendkívül fontos a vizsgált pszichológiai konstruktumok szerkezetének megértéséhez, az eredménye interdiszciplináris beágyazásához. A problémamegoldó képesség vonatkozásában feldolgozásával korábbi publikációimban, illetve PhD dolgozatomban foglalkoztam részletesebben. A jelen disszertációban egyrészt terjedelmi korlátok, valamint a tartalmi fókusz tartása késztettek arra, hogy nagyobb hangsúlyt fektessek a technológiaalapú tesztelés előnyeit és alkalmazásának lehetőségeit és korlátait bemutató elemzésekre.

Külön köszönöm, hogy opponensem felhívta figyelmem a részben a würzburgi iskola hagyományában dolgozó, a problémamegoldást analitikusan kezelő Otto Selz munkájára, kinek elmélete alapján a problémamegoldás 'ha-akkor' típusú információátalakítások keretében elemezhető és egyértelműen lépésekre bontató. Munkájára való utalás valóban, nemcsak a disszertációból, de a hazai és nemzetközi vonatkozó pedagógiai szakirodalomból is hiányzott eddig, pedig elméletének lényege közel azonos a Nobel-díjas Herbert Simon és Allen Newell „Human problem solving” című könyvében publikált és ismertté vált koncepcióval, akik, mint az emberi megismerést információfeldolgozásként értelmező irányzat képviselői, a lépésenkénti problémamegoldó folyamat kutatása mellett érveltek.

Szintén hálás vagyok opponensemnek, hogy bírálatában kiemelte a technologizálással kapcsolatos kételyeket, illetve azok dolgozatban történő megjelenítésének hiányát, mely lehetőséget biztosít számomra kapcsolatos állásfoglalásom kifejtésére. Köszönöm Postman, Carr és Greenfield műveinek említését, amelyek további értelmezési keretet nyújthatnak a dolgozat fókuszában álló technológiaalapú tesztelés oktatási alkalmazásának kérdéséhez. Az oktatás vonatkozásában teljes mértékben egyetértek opponensemvel, ahogy azt korábbi publikációimban (pl.: Molnár, 2011) számtalanszor hangsúlyoztam is, a technológia maga nem oldja meg a problémákat. A technológia egy hatékony eszköz lehet, ami hozzájárulhat az

oktatás problémájának megoldásához, de nem szabad, hogy alkalmazása cél legyen. A technológiai eszközök által alkalmazott oktatási módszereken, mint például a diagnosztikus méréseken, majd az azokkal összekötött, személyre szabott (akár számítógépes játék-alapú) fejlesztéseken kell, hogy a hangsúly legyen. A technológia, speciális tulajdonságai következtében mindennek hatékony megvalósítását szolgálhatja.

Opponensem joggal hiányolta a diákok számítógép, internet és technológiahasználati szokásaira vonatkozó elemzéseket. Ezen elemzésekkel Tóth Krisztina (2015) és Hülber László (2015) PhD hallgatóm foglalkozott részletesebben PhD dolgozatában, továbbá megjelentek korábbi publikációimban (l. pl.: Hülber és Molnár, 2013; Molnár és Magyar, 2015). Valóban lényeges faktorokról van szó, ugyanakkor az eddigi eredmények szerint az érintett tényezők kevésbé befolyásolták a diákok számítógép-alapú teszteken nyújtott teljesítményét a hagyományos adatfelvételi technikákhoz képest. Az eltérő számítógépes tapasztalattal rendelkező diákok korosztálytól függetlenül egyformán reagáltak a tesztmédiум megváltozására.

Pléh professzor úr opponensi véleményében rákérdez arra, hogy milyen kérdéssel vizsgáltam a diákok számítógép-használat és internetezési gyakoriságát és melyek voltak a negatív adatok. Miután kisiskolás diákok méréséről van szó, ezért a kérdéseket és a válaszlehetőségeket fülhallgató segítségével meghallgathatták az adatfelvétel során. A feltett kérdések a hozzáférés és használat kapcsán a következők voltak:

- Hány darab van a családjában a következő tárgyakból? Jelöld minden tárgy esetén a megfelelő számot! (Mobiltelefon; Televízió; Számítógép (pl.: asztali számítógép, notebook, laptop, iPad. Válaszlehetőségek: egy sincs, egy, kettő, három vagy több.)
- Van lehetőséged arra, hogy használd az internetet? (Válaszlehetőségek: Sehol sem tudok internetet használni. Volna lehetőségem internethasználatra, de nem szoktam internetezni. Van internethozzáférésem, és szoktam is használni.)
- Milyen gyakran számítógépezel? Jelöld a megfelelő választ! (Válaszlehetőségek: Soha, Hetente 1-2 órát, Hetente 3-6 órát, Naponta 1-2 órát, Naponta 3-4 órát, Naponta 4 óránál többet).
- Milyen gyakran internetezel? Jelöld a megfelelő választ! (Válaszlehetőségek: Soha, Hetente 1-2 órát, Hetente 3-6 órát, Naponta 1-2 órát, Naponta 3-4 órát, Naponta 4 óránál többet).

- Korábban hányszor vettél már részt számítógépes tesztelésen? Jelöld a megfelelő választ! (Válaszlehetőségek: Soha, Egyszer, Kétszer, Háromszor, Négyszer vagy annál többször.)

Az otthoni számítógépek száma egyedül második évfolyamon (Spearman $\rho=0,28$, $p<0,01$) volt meghatározó tényező. A diákok internet-hozzáférése minden egyes évfolyamon (1-4. évfolyam) teljesítménybefolyásoló erővel bírt (Spearman $\rho=0,22$, $0,25$, $0,23$, $0,21$, $p<0,01$), holott a kisiskolás diákok 67,5%-a nyilatkozta azt, hogy van internethozzáférése és szokta is azt használni (a kutatás 2013-2014-ben volt, ismerve a vonatkozó tendenciákat, hipotézisem szerint ma már ez a szám jóval magasabb). Az alsó tagozatos diákok közel fele (46, illetve 48%-a) nyilatkozta azt, hogy hetente 1-2 órát számítógépezik, illetve internetezik, míg a skála másik végén, 13%-uk válaszolta azt, hogy naponta 4 óránál több időt tölt számítógépezéssel, illetve internetezéssel. E polaritás ellenére a számítógépezés és internetezés gyakorisága egyik évfolyamon sem járt együtt a teljesítmények alakulásával.

Pléh professzor úr jogosan teszi fel a kérdést, hogy „Mi indokolja, hogy a hazai technológizált beszédhallás irodalom kimarad az értekezés egész perspektívájából?”, illetve hasonló módon „Miért marad ki a téri nyelv mint perspektíva az elemzésből?” A dolgozatban bemutatott kutatás fő célja egy több évtizedes múltra visszatekintő, hagyományos adatfelvételi módon jól működő, kisgyermekkorban, azaz óvodások, írni-olvasni még nem tudó, korlátozott számítógépes tapasztalattal rendelkező kisiskolások diákok mérésére alkalmas tesztbatteria informatikai környezetbe történő átültetése, majd a diákok (és tesztek) új környezetben mutatott viselkedésének feltérképezése volt. A kutatás nívója, hogy igen kevés kutatási előzménye van egyrészt a személyes megítélésen alapuló egyéni adatfelvételt igénylő tesztek és az online tesztek összehasonlításának, másrészt óvodás és kisiskolás diákok számítógép-alapú, nem egyéni és személyes adatfelvételen alapuló tesztelésének. A médiahatás-vizsgálatok mind hazai, mind nemzetközi viszonylatban főképp a papíralapú és számítógépes tesztelés összehasonlítására fókuszáltak és fókuszálnak. A kutatás e fázisában még nem végeztünk itemfejlesztést, ezért, a terjedelem és a dolgozat fókuszának tartása végett nem tartottam kiemelt fontosságúnak az említett kutatások dolgozatban történő szakirodalmi feldolgozását. A Kutatócsoport keretein belül mára már elindult a technológiai lehetőségeket is kihasználó iskolakészültség tesztek kidolgozása, amelynek első lépéseként a vonatkozó és opponens úr által is ajánlott hazai, illetve nemzetközi szakirodalom feldolgozása is megtörtént. A fonológiai tudatosság és a mentális lexikon fejlettségének online mérése kapcsán Szili Katalin PhD hallgatóm (2016) dolgozta fel a vonatkozó hazai és nemzetközi szakirodalmat publikációiban és disszertációjában.

Opponensem négy kérdést is megfogalmaz a problémamegoldó képesség fejlődésére és fejlettségére vonatkozó kutatásaim kapcsán, melyekre az opponensi véleményben megfogalmazott sorrendben válaszolok:

(1) „Mit is ért a kutatócsoport területspecifikus problémamegoldási képességen?” A disszertációban bemutatott vonatkozó kutatássorozatban keretrendszerében integráltam mind az amerikai, mind az európai, valamint a 2000-ben induló OECD PISA vizsgálatok műveltségkonceptiójának szemléletét. A kutatás problémái matematikai és/vagy természettudományi ismeretekkel megoldható, életszerű kontextusba ágyazott (pl. iskolai vagy családi kirándulás, pizzarendelés, vásárlás), szemantikailag gazdag problémák voltak, melyek tág életkori intervallumban tették lehetővé a diákok alkalmazható tudásának papíralapú tesztekkel történő vizsgálatát. Az életszerű helyzetekbe (pl. iskolai vagy családi kirándulás, pizzarendelés, vásárlás) ágyazott problémák megoldásához a diákoknak szükségük volt előzetes matematikai és/vagy természettudományos ismeretekre (ezért a területspecifikus terminológiai használat). A problémafelvetés során prezentált, a probléma megoldásához szükséges ismeretek alapján három csoportba soroltuk a megoldandó területspecifikus problémákat: (1) a probléma megoldásához szükséges összes információt tartalmazta a tesztlap, ám nem a megszokott iskolai, hanem életszerű formában; (2) a probléma megoldásához nem adtuk meg az összes szükséges információt, ugyanakkor a hiányzó információk a tananyag részét képezték; (3) a probléma megoldásához szintén nem adtunk meg minden szükséges háttérinformációt, azonban azokkal a diákok, ha nem is az iskolai tanórán, de a hétköznapi életben találkozhattak.

(2) „A nemekre vonatkozó összegző megállapításban ellentmondást érzek, kérném magyarázatát”. Egyetérték opponensemmel, valóban félreérthetően fogalmaztam a nemekre vonatkozó elemzések értelmezése kapcsán. A nem teljesítménybefolyásoló szerepe nem változott kutatás tíz éve során, a fiúk és a lányok teljesítménye között, hasonlóan más képességterületen tapasztaltakhoz, a teljes mintát vizsgálva (3-11. évfolyam távlatában) nem mutatható ki szignifikáns különbség. Évfolyamonkénti bontásban mind 2002-ben, mind 2006-ban és 2011-ben a középiskola vége felé, 11. évfolyamon detektáltunk először egyértelmű képességszintbeli eltérést ($p < 0,01$) a fiúk és a lányok között, ami a fiúk átlagosan magasabb képességszintjére utalt.

Opponensem a problémamegoldó képesség fejlődésével kapcsolatos harmadik és a negyedik kérdése véleményem szerint szorosan összefügg egymással: (3) „A dolgozat sokszor elemzi az életkori fejlődés inflexiók pontjait. Ezek mind megbízható adatok. Kérdésem az, miért

az inflexiós pontra kell összpontosítani a fejlesztés során?"; (4) Az életkorilag is értelmezhető eredmények hogyan kapcsolhatóak össze a serdülés kitüntetett szerepével a stratégikus gondolkodásban?"

A problémamegoldó képesség fejlődésének, miként bármely más kognitív képesség fejlődésének is vizsgálhatjuk a mennyiségi és a minőségi természetét egyaránt. A harmadik kérdés meglátásom szerint inkább a kvantitatív, míg a negyedik a fejlődés során bekövetkező minőségi változások, kvalitatív átrendeződések eredményeként bekövetkező mennyiségi jellegű teljesítményváltozásokra utalnak.

A természetben megfigyelhető, mennyiségi növekedéssel jellemezhető fejlődési folyamatok többnyire exponenciális függvénnyel írhatók le legjobban, amíg bizonyos idő eltelte után valamilyen korlátba nem ütköznek. A korlát hatása annál erősebb lesz, minél jobban megközelíti azt a fejlettség aktuális szintje. A korlát hatását szintén egy – az előzővel ellentétes irányban ható – exponenciális függvénnyel vehetjük figyelembe. A két hatás eredőjét együttesen a logisztikus függvény írja le, amely görbével jól jellemezhető a biológiai érés és az értelmi fejlődés modellezése is (Yeagers, Shonkwiler és Herold, 1996). A logisztikus függvény összességében egy exponenciálisan gyorsuló, majd lassuló trend szuperpozíciójaként adódik. A lassan induló növekedés üteme felgyorsul, majd a korláthoz közeledve ismét lelassul. Azt a pontot, ahol a gyorsuló fejlődés lassulóba vált, ahol a növekedési ütem a legnagyobb értéket veszi fel, azaz a görbe meredeksége a legnagyobb, inflexiós pontnak nevezzük.

„A képességek fejlettségének logisztikus változására számíthatunk abban az esetben, amikor a képesség időegységre eső fejlettsége arányos magának a képességnek az aktuális fejlettségi szintjével.” (Csapó, 2003. 206. o.) Ez a feltétel minden egyes képesség fejlődése kapcsán fennáll, miután a képesség fejlettebb szintjén időegység alatt több gyakorlatot lehet elvégezni, azaz többet lehet gyakorolni magát a képességet, mint kevésbé fejlett szinten, ugyanakkor például a biológiai korlátok az információfeldolgozó kapacitás mindenfajta megismerő tevékenysége számára egy végső korlátot jelentenek. Az egész populációt jellemző elméleti fejlődés menetét azonban külső és belső tényezők megváltoztathatják. A belső tényezők között kiemelt helyet foglalnak el a minőségi változások, a gondolkodási stratégiák átalakulása. „Ilyen esetben a fejlődés egyes szakaszaira, az azonos gondolkodási stratégiák optimalizálódási periódusaira, a Piaget által értelmezett asszimiláció idejére várhatunk logisztikus változást, maga a teljes fejlődési folyamat azonban több logisztikus szakaszból áll.” (Csapó, 2003. 207. o.) A külső tényezők között kiemelt helyet foglal el az iskola fejlesztő szerepe, amely egy adott szakaszban felgyorsíthatja valamely képesség fejlődését és ez a

beavatkozás a mért adatokban az elméleti modell által megjósolttól való eltérésekben jelenhetnek meg.

A dinamikus problémamegoldó képesség fejlődési menete kapcsán nem detektáltunk hatékony iskolai beavatkozásra utaló szabálytalanságokat, azaz fejlődése spontán zajlik. A fejlődés azonban nem csak mennyiségi változásokkal jellemezhető, ahogy opponensem negyedik kérdése is utal rá, jelentős szerepet kapnak a minőségi változások, a gondolkodási stratégiák minőségi átalakulása, melyek jelen esetben mennyiségi változásként is leírhatóak. A fejlődés menetének változását valóban erősen befolyásolja a serdülőkor kezdete, amelyre – utalva Piaget stádiumok elméletére és a formális műveletek szakaszára – jellemző lesz a logikus gondolkodás, a különböző változók közötti összefüggések megértése, amikor a diákok képessé válnak a lehetséges kombinációk számbavételére, hipotézisek felállítására és módszeres ellenőrzésére. Ezért a fejlődésben tapasztalható lassulás lehetséges okai között az a legvalószínűbb magyarázat épp a gondolkodási stratégiák minőségi átrendeződése.

Ezt alátámasztják egyéb gondolkodási képességekkel kapcsolatos empirikus kutatások eredményei is. Az 1. táblázatban az időegységre eső fejlődés mértékét jellemző gamma koefficiens segítségével, amely matematikai természetét tekintve analóg a fejlődésgörbe differenciálhányadosával, mutatjuk meg a kombinatív, a rendszerezési, a logikai képesség és az induktív gondolkodás évfolyamonként detektált fejlődésének változását. A változás minden esetben az 5-6. évfolyam környékén a legerőteljesebb. Az eredmények alapján egyértelműen megállapítható, hogy mind a problémamegoldó képesség, mind általában véve a gondolkodási képességek fejlesztésében kiemelt szerepet kell, hogy kapjon és játsszon az általános iskola. Explicit fejlesztés hiányában a spontán fejlődést alapul véve az általános iskolai évfolyamokon belül a leginkább „költséghatékony” az 5-7. évfolyamokon történő fejlesztés, ugyanakkor korai fejlesztéssel megváltoztathatóak a spontán fejlődési görbe jellemzői és új pályára állítható a fejlődés üteme és az elérhető „maximális” szint is.

Fejlesztés, beavatkozás oldaláról ez azt jelenti, hogy ugyanannyi energiabefektetéssel a legnagyobb hatást abban a fejlődési pontban tudjuk elérni, ahol a legnagyobb ütemű a fejlődés, azaz az inflexiós pontban. Egy korábbi, vagy későbbi beavatkozás esetén egy ugyanakkora befektetés mellett kisebb lesz a fejlesztés hatása. Miután egy korai fejlesztés esetén a képesség fejlettségi szintje még kevésbé fejlett, időegység alatt kevesebb képességfejlesztő gyakorlatot lehet elvégezni. Ettől függetlenül, bár rövid távon kevésbé gyümölcsöző ez a típusú beavatkozás, de hosszabb távon a kismértékű beavatkozás is új pályára állíthatja a fejlődés folyamatát, azaz sikeres fejlesztéshez vezet. Ezért összességében, bár rövid távon a

leglátványosabb fejlesztés az inflexiók pont környékén történő beavatkozás adja, hosszú távon kiemelt fontossággal kezeltem, és kiemelt fontossággal bír a korai fejlesztés hatása is. Miután ezen tantárgyakhoz nem kötődő képességek fejlődése a középiskola vége felé sem érik el a teljes fejlettséget, a fejlődés a középiskolai évek után is folytatódhat (Csapó és Molnár, 2012), ha lassabb ütemben is, relevanciával bírnak a késői fejlesztő programok is.

E ponton lényeges megjegyezni, hogy a fejlődés üteme kapcsán igen jelentősek az egyéni különbségek. Ezen egyéni különbségek kezelésében jelentős szerepet kaphat a diagnosztika, illetve a diagnosztikai mérés-értékelés és a diagnosztikus méréseken nyugvó fejlesztés. Opponensem ezen a ponton egy példára kérdez rá, ami kiemelten köszönök, mert így lehetőségem van utalni az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport keretein belül, szakmai vezetésem alatt kidolgozott eDia-rendszerre. Az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoportja 2009 és 2015 között a „Diagnosztikus mérések fejlesztése” program első és második fázisában egy a tanulást és a tanítást közvetlenül támogató diagnosztikus mérési-értékelési rendszer fejlesztését valósította meg. A fejlesztő munka többek között magában foglalta a diagnosztikus méréseket tudományosan megalapozó tartalmi keretek kidolgozását és disszeminációját az olvasás-szövegértés, a matematika és a természettudomány műveltségi területeken (Csapó, Steklács és Molnár, 2015; Csapó, Csikos és Molnár, 2015; Csapó, Korom és Molnár, 2015); különböző kognitív és affektív területek diagnosztikus mérési lehetőségeinek feltárását (Csapó és Zsolnai, 2015); a három fő műveltségi területen 1-6. évfolyam vonatkozásában közel 20.000 feladatból álló diagnosztikus feladatbank kiépítését; a diagnosztikus mérésekben feltárt fejlődésbeli lemaradások kompenzálására alkalmas eszközök feltérképezését; valamint az érintett pedagógusok, szakemberek felkészítését.

A diagnosztikus mérések fejlesztése program szervesen illeszkedik és hiánypótlónak tekinthető, a főképp idősebb diákok mérésére fókuszáló hazai és nemzetközi kutatási projektek vonatkozásában. A diagnosztikus mérési rendszer 1–6. évfolyamon, számítógép-alapú mérés és ezzel párhuzamosan azonnali visszacsatolás megvalósításával a diákok képességének fejlettségi szintjét jellemzi a három fő műveltségi területen egy háromdimenziós modell segítségével. Megvalósítja a fejlődés pszichológiai sajátosságait figyelembe vevő értelmi, gondolkodási képességek fejlettségi szintjének mérését; az iskolában elsajátított tudás széles körben történő alkalmazhatóságának vizsgálatát; valamint az egyes szaktudományok által igazolt, diszciplináris tudás mérését. A diagnosztikus rendszer sokkal átfogóbb képet ad és adhat a diákok fejlődéséről, mint az iskolai számonkérések, megfigyelések, melyek főként arra fókuszálnak, hogy a diákok megtanulták-e a tanórán feldolgozott tananyagot, a tankönyvekben

szereplő ismereteket. A három fő terület három dimenziójában történő rendszeres visszajelzés hozzásegítheti a tanulókat ahhoz, hogy a tanulás hatékonyabban fejlessze képességeiket, és szélesebb körben tudják a tanultakat alkalmazni, miközben alaposabban, mélyebben megértve sajátítják el a tananyag tartalmát. Az eDia diákszintű használatához jelen pillanatban az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport partneriskolai hálózata tagjainak, azaz több mint 900 iskolának van lehetősége.

Köszönöm opponenseim formai és nyelvi megvalósításra tett pozitív észrevételeit és az észrevételezett pontatlanságokat is.

Még egyszer köszönöm opponenseimnek a disszertáció alapos, különböző szempontok szerint történő értékelését. Különösen azt, hogy felvetéseik, gondolataik által egyrészt új szempontokat nyerhettem a téma további kutatásához, másrészt meglátásaik hozzájárultak az eddigi kutatások értelmezési, elemzési keretének tágításához.

Szeged, 2017. május 8.

Molnár Gyöngyvér

Irodalom

- Bennett, R. E., Persky, H., Weiss, A. R. és Jenkins, F. (2007): Problem solving in technology-rich environments: A report from the NAEP technology-based assessment project (NCES 2007–466). National Center for Education Statistics, U.S. Department of Education. Washington, DC.
- Binkley, M., Erstad, E., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M. és Rumble, M. (2012): Defining 21st century skills. In: Griffin, P., McGaw, B. és Care, E. (szerk.): Assessment and Teaching of 21st Century Skills. Springer, Dordrecht. 17–66.
- Bordács Margit és Lázár Péter (2002): Kedveskönyv. Módszerek, gyakorlatok a Kedvesház-pedagógia tapasztalatai alapján roma és/vagy hátrányos helyzetű gyerekeket nevelő pedagógusok számára. Gyerekekért SOS '90 Alapítvány – Dinasztia Tankönyvkiadó Kft., Budapest.
- Bühner, M., Kröner, S. és Ziegler, M. (2008): Working memory, visual–spatial-intelligence and their relation-ship to problem-solving. Intelligence, 36. 672–680.
- Care, E. és Griffin, P. (2017): Assessment of collaborative problem-solving processes. In: Csapó, B. és Funke, J. (szerk.): The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st Century Learning, OECD Publishing, Paris. 227–244.
- Csapó Benő (2003): A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő és Molnár Gyöngyvér (2012): Gondolkodási készségek és képességek fejlődésének mérése. In: Csapó Benő (szerk.): Mérlegen a magyar iskola. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 407-439.
- Csapó Benő és Zsolnai Anikó (2015, szerk.): Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
- Csapó Benő, Csíkos Csaba és Molnár Gyöngyvér (2015, szerk.): A matematikai tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
- Csapó Benő, Korom Erzsébet és Molnár Gyöngyvér (2015, szerk.): A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
- Csapó Benő, Steklács János és Molnár Gyöngyvér (2015, szerk.): Az olvasás-szövegértés online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest.

- Csapó, B. és Funke, J. (2017a, szerk.): The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st Century Learning, OECD Publishing, Paris.
- Csapó, B. és Funke, J. (2017b): The development and assessment of problem solving in 21st-century schools. In: Csapó, B. és Funke, J. (szerk.): The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st Century Learning, OECD Publishing, Paris. 19–32.
- Csapó, B. és Molnár, Gy. (2009): Measuring and comparing the development of cognitive skills: a tool for meta-analysis and its application in presenting the results of several assessment programs. Kézirat.
- Daniel, R. C. és Embretson, S. E. (2010): Designing cognitive complexity in mathematical problem-solving items. *Applied Psychological Measurement*, 35. 5. sz. 348–364.
- Funke, J. (2010): Complex problem solving: A case for complex cognition? *Cognitive Processing*, 11. 133–142.
- Graesser, A. C., Forsyth, C. M. és Foltz, P. (2017): Assessing conversation quality, reasoning, and problem solving with computer agents. In: Csapó, B. és Funke, J. (szerk.): The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st Century Learning, OECD Publishing, Paris. 245–262.
- Greiff, S. (2012): From interactive to collaborative problem solving: Current issues in the Programme for International Student Assessment. *Review of Psychology*, 19. 2. sz. 111–121.
- Greiff, S., Wüstenberg, S. és Funke, J. (2012): Dynamic problem solving: A new assessment perspective. *Applied Psychological Measurement*, 36. 3. sz. 189–213.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J. és Csapó, B. (2013). Complex problem solving in educational contexts – Something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, 105. 2. sz. 364–379.
- Griffin, B., McGaw, B. és Care, E. (2012, szerk.): Assessment and teaching 21st century skills. Springer, Dordrecht, Germany.
- Hülber László (2015): Áttérés a technológia alapú mérés-értékelésre: papír és számítógép alapú matematika tesztelés összehasonlító vizsgálata 1-6. évfolyamon. PhD értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- Hülber László és Molnár Gyöngyvér (2013): Papír és számítógép-alapú tesztelés nagymintás összehasonlító vizsgálata matematika területén, 1-6. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, 113. 4. sz. 243–263.

- Jonassen, D. H. (1997): Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology: Research and Development*, 45. 1. sz. 65–94.
- Klieme, E. (2004): Assessment of cross-curricular problem-solving competencies. In: Moskowitz, J. H. és Stephens, M. (szerk.): *Comparing learning outcomes. Assessments and international education policy*. Routledge Falmer, London. 81–107.
- Magyar Andrea (2014): Számítógép-alapú adaptív és lineáris tesztek összehasonlító hatékonyságvizsgálata. PhD disszertáció, Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Magyar Andrea és Molnár Gyöngyvér (2013): Adaptív és rögzített formátumú tesztek alkalmazásának összehasonlító hatékonyságvizsgálata. *Magyar Pedagógia*, 3. sz. 181–193.
- Magyar Andrea és Molnár Gyöngyvér (2015): A szóolvasási készség online adaptív mérésének hatékonyságvizsgálata. *Magyar Pedagógia*, 115. 4. sz. 403–428.
- Molnár Gyöngyvér (2006): Az ismeretek alkalmazhatóságának korlátai: komplex problémamegoldó gondolkodás fejlettsége 7. és 11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, 106. 4. sz. 329–344.
- Molnár Gyöngyvér (2011): Az információs-kommunikációs technológiák hatása a tanulásra és oktatásra. *Magyar Tudomány*, 9. sz. 1038–1047.
- Molnár Gyöngyvér (2012): A problémamegoldó gondolkodás fejlődése: az intelligencia és szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3-11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, 112. 1. sz. 41–58.
- Molnár Gyöngyvér (2013): A Rasch modell alkalmazási lehetőségei az empirikus kutatások gyakorlatában. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér és Magyar Andrea (2015): A számítógép-alapú tesztelés elfogadottsága pedagógusok és diákok körében. *Magyar Pedagógia*, 115. 1. sz. 49–66.
- Molnár, G., Greiff, S. és Csapó, B. (2013): Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking skills and Creativity*, 9. 8. sz. 35–45.
- Nahalka István (2004): Pedagógiai vizsgálatok leíró- és matematikai statisztikai módszerei. In: Falus Iván (szerk.): *Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe*. Műszaki Kiadó, Budapest. 343–356.

- OECD (2004): Problem solving for tomorrow's World. First measures of cross-curricular competencies from PISA 2003. OECD, Paris.
- OECD (2014): PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' Skills in Tackling Real-Life Problems (Volume V), OECD Publishing, Paris.
- OECD (2017): PISA 2015 Collaborative problem solving framework. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf>
- Ramalingam, D., Philpot, R. és McCrae, B. (2017): The PISA 2012 assessment of problem solving. In: Csapó, B. és Funke, J. (szerk.): The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st Century Learning, OECD Publishing, Paris. 75–92.
- Reeff, J. P., Zabal, A. és Blech, C. (2006): The assessment of problem-solving competencies. Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, Bonn. http://www.die-bonn.de/espid/dokumente/doc-2006/reeff06_01.pdf.
- Sternberg, R. (1994, szerk.): Thinking and problem solving. Academic Press, San Diego.
- Szili Katalin (2016): A fonológiai tudatosság és a mentális lexikon fejlettségének mérését lehetővé tevő online tesztrendszer kidolgozása és működésének hatékonyságvizsgálata. PhD értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- Tóth Jánosné (2001): Az utca matematikája: cigány és nem cigány tanulók iskolai és hétköznapi matematikatudása. Iskolakultúra, 12. sz. 15–34.
- Tóth Krisztina (2015): Felső tagozatos diákok papír-ceruza és számítógép alapú teszteredményeinek összehasonlító vizsgálata szövegértés, induktív gondolkodás és probléma-megoldás terén. PhD értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- Vári Lászlóné (2001): Matematikai tudásszintet meghatározó háttérváltozók. Iskolakultúra, 2. sz. 35–42.
- Yeagers, E. K., Shonkwiler, R. W. és Herold, J. V. (1996): An Introduction to the Mathematics of Biology. Birkhauser, Boston.
- Zerényi, K. (2016): A Likert-skála adta lehetőségek és korlátok. Opus et Educatio, 3. 4. sz. 470–478.

1. táblázat. A kombinatív, rendszerezési, logikai képesség és induktív gondolkodás országos reprezentatív mintán történt felmérésének adatai alapján számított gamma értékek (Forrás: Csapó és Molnár, 2009)

Terület	Évfolyam (1. mérési pont)	Évfolyam (2. mérési pont)	Vizsgált periódus (évfolyam)	Fejlődés mértéke (gamma koefficiens)
Kombinatív képesség	3.	5.	3–4.	0,19
	5.	7.	5–6.	0,39
	7.	9.	7–8.	0,10
	9.	11.	9–10.	0,20
Rendszerezési képesség	3.	5.	3–4.	0,28
	5.	7.	5–6.	0,31
	7.	9.	7–8.	0,21
	9.	11.	9–10.	0,18
Logikai képesség	3.	5.	3–4.	0,17
	5.	7.	5–6.	0,18
	7.	9.	7–8.	0,02
	9.	11.	9–10.	0,11
Induktív gondolkodás	5.	6.	6.	0,40
	6.	7.	7.	0,43
	7.	8.	8.	0,37
	8.	9.	9.	0,11
	9.	10.	10.	0,24
	10.	11.	11.	0,17