

Csíkos Csaba

**A gondolkodás stratégiai összetevőinek
fejlesztése iskoláskorban**

Akadémiai doktori értekezés

Szeged

2016

TARTALOM

Bevezetés	4
1. Az emberi gondolkodás stratégiai összetevői	5
1.1. A gondolkodás stratégiai elemei leírásának lehetőségei	7
1.1.1. Tudatosság és metakogníció fogalmi kapcsolata	8
1.1.2. Az emberi gondolkodás stratégiai összetevői globális perspektívából	17
1.1.3. A metakogníció pszichológiai modelljei	21
1.1.4. Gondolkodásunk két rendszerszintje: 1. és 2. rendszer	33
1.2. A stratégiai összetevők mérésének problémái	37
1.2.1. A propozicionális elemek mérésének módszerei	39
1.2.2. Metakognitív készségek mérésének módszerei	42
1.3. Az olvasás stratégiai komponensei	46
1.3.1. Az olvasásra vonatkozó meggyőződések	47
1.3.2. Olvasási stratégiák	51
1.3.3. Adaptív olvasási stratégiák	56
1.4. A matematikai gondolkodás stratégiai elemei	58
1.4.1. Matematikai meggyőződések	59
1.4.2. Matematikai problémamegoldó stratégiák	61
1.4.3. Adaptív matematikai problémamegoldó stratégiák	65
1.5. A gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlődése	67
1.5.1. Stratégiai elemek fejlődési jellemzői: a metakognitív visszaesés hipotézise	68
1.5.2. Az "egymást átfedő hullámok" modellje	71
1.5.3. Empirikus eredmények a metakognitív visszaesés és az egymást átfedő hullámok modelljéhez kapcsolódóan	75
2. Empirikus eredményeink az olvasás és a matematikai tudás stratégiai elemeinek természetéről és fejlődéséről	79
2.1. Az IRA (Index of Reading Awareness) kérdőívvel nyert eredményeink	80
2.2. Az MSI és MARSÍ kérdőívvel nyert eredményeink	86
2.3. Explicit matematikai tanulói meggyőződések mérési lehetőségei	91
2.3.1. Matematikára vonatkozó nézetek mérésére alkalmas kérdőív fejlesztése	92
2.3.2. Matematika és zene kapcsolatára és tanulására vonatkozó szülői nézetek	95
2.4. Matematikai szöveges feladatok megoldását irányító implicit tanulói meggyőződések	98
2.4.1. Implicit tanuló meggyőződések vizsgálata realisztikus feladatok zárt feladatformatumával	98
2.4.2. Implicit tanuló meggyőződések vizsgálata hangosan gondolkodtatás módszerével	110
2.5. Szemmozgás-vizsgálatok tanulságai a matematikai feladatmegoldás stratégiai folyamatairól	112
2.6. Fejben számolási stratégiák vizsgálata	117
3. A gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztése iskoláskorban az olvasás és a matematika területén	132
3.1. A fejlesztés kutatás-módszertani alapjai	132
3.1.1. Pedagógiai fejlesztő kísérletek kutatás-módszertani jellemzői	133
3.1.2. Mai tendenciák: dizájn kísérletek és randomizált kísérletek	134
3.2. Metakognícióra alapozott fejlesztő kísérletek az olvasás területén	135
3.2.1. Nevezetes pedagógiai kísérletek az olvasás stratégiai elemeinek fejlesztésére	136
3.2.2. A kombinált olvasás-matematika fejlesztő programunk olvasás modulja	141
3.2.3. A továbbfejlesztett olvasásfejlesztő programunk	151
3.2.4. A szöveganticipációra építő fejlesztő program	154

3.3. Metakognícióra alapozott fejlesztő kísérletek a matematika területén	156
3.3.1. Nevezetes pedagógiai kísérletek a matematikai gondolkodás stratégiai elemeinek fejlesztésére	156
3.3.2. A kombinált olvasás-matematika fejlesztő programunk matematika modulja.....	160
3.3.3. Vizuális reprezentációkra épített fejlesztő program.....	164
3.3.4. Fejben számolási stratégiák fejlesztő programja.....	180
4. Új tudományos eredmények	187
4.1. A gondolkodás stratégiai összetevőinek feltárása	187
4.2. A gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztése	188
5. Pedagógiai következtetések.....	189
5.1. Következtetések az egyéni fejlesztés számára	190
5.2. Következtetések az osztálytermi munka számára.....	192
5.3. Következtetések a pedagógusképzés számára	195
5.4. Következtetések az oktatáspolitikára számára	197
Köszönetnyilvánítás	201
Irodalom.....	203

„...a tudat másodrendű...
 És mégiscsak a tudatot kell felkérnünk, hogy
 megállapítsa saját alacsonyabbrendűségét.”
 (Proust, 1954/2002, 11. o.)

Bevezetés

Gondolkodásunk fontos részét képezi annak ismerete, hogy mit tudunk, és hogy tudáselemeinket hogyan célszerű különböző helyzetekben fölhasználnunk. Tudásunknak e *stratégiai*nak nevezhető szintjéről a hétköznapi gondolkodás is tudomással bír, és a tudomány néhány évtizede változatos eszközökkel igyekszik mindjobban feltérképezni ezt a jelenségvilágot. A pszichológiai párbeszédközösségek a metakogníció, tudatelmélet és tudatosság kifejezések bevezetésével igyekeztek empirikusan vizsgálható paradigmákat alkotni, és ezeknek a paradigmáknak és a megszülető kutatási eredményeknek az oktatási felhasználása régóta napirenden van. A disszertációban igyekszem következetesen és összefoglaló néven *a gondolkodás stratégiai összetevőiről* szólni, a megfelelő helyeken megteremtve a fogalmi kapcsolatot a szakirodalomban használt további kifejezésekkel.

Maga a stratégia kifejezés a kultúra több területén számít alapvetőnek, így például a hadászatban, a hozzá némileg kötődő sakkjátékban (ld. Csíkos, 2008a) vagy a matematikai játékelméletben. Bhatt és Camerer (2005) a játékelméletben már bevett stratégia kifejezéshez társítják a stratégiai gondolkodás kifejezést, az egyébként folyamatban lévő gondolkodási folyamatok fölé emelve a meggyőződések (belief) kialakítását, amelyekkel a cselekvést megtervezzük és nyomon követjük. Ez alapján a gondolkodás stratégiai összetevőinek említése egy alkalmas fogalmi esernyőt jelenthet az olyan gondolkodási folyamatok leírásához, amelyek a tervezés, nyomon követés és kontroll folyamatait, valamint az ezek működését megalapozó meggyőződések összességét jelentik.

Az 1. fejezetben az emberi gondolkodás stratégiai összetevőinek leírásáról lesz szó. Ez a fejezet öt nagyobb egységre tagolódik. Elsőként a filozófiai, kognitív tudományi és pszichológiai értelmezések sorát vizsgáljuk meg, melyekből egy olyan pedagógiai értelmezést igyekszünk nyerni, mely a gyakorlat és a hazai neveléstudományi szakirodalom számára egyaránt jól hasznosítható. A második alfejezet a stratégiai komponensek mérési problémáiról szól. Ez a terület a mai napig ingoványosnak számít, és bár abban egyetértés mutatkozik, hogy e folyamatok jelentős részét képtelenség kérdőívvel mérni, a többi mérési módszer is a validitás kihívásaival szembesül.

A mérés problematikáját azért helyeztük az elméleti háttért vázoló fejezetek közé, mert a mérés nehézségei a pszichológiai értelemben vett konstruktum értelmezésének nehézségeire vezethetők vissza, ahogyan arra Fleming, Dolan és Frith (2012) új, háromdimenziós modellje is felhívja a figyelmet. Ezt követően az olvasás és a matematika területén leírt, mért és a gyakorlatban fejleszthetőnek és fejlesztendőnek minősülő

folyamatokról lesz szó, míg a záró szakaszban a fejlődés eddig modelljei és empirikus eredményei kapnak helyet.

A 2. fejezet saját, az olvasás és a matematika területein végzett kutatásaink empirikus eredményeit szedi rendbe. A hat alfejezet több elvégzett kutatásunk terméke: szemmozgás-vizsgálatoktól a papír-ceruza kérdőívekig többféle kutatás-módszertani stratégiával igyekeztünk a gondolkodás stratégiai komponenseit mérni, fejlődésüket feltárni és a fejlesztést megalapozni.

A 3. fejezet az empirikus neveléstudományi kutatások egyik központi ideája, az ellenőrzött, kísérleti fejlesztés (Csíkos, 2012b) köré épül. Külön alfejezetet szentelünk a fejlesztés kísérleti megközelítésének, mert lényegesnek gondoljuk a kutatás-módszertani alapok szisztematikus áttekintését ahhoz, hogy az egyébként plauzibilis hipotéziseinkre adott válaszok kiállják a tudományosság kritériumait. Két további alfejezetben az olvasás és a matematika területén végzett fejlesztő kísérletekről számolunk be: mindkét terület esetén először a szakirodalomban leírt nevezetes projektekről és eredményeikről lesz szó, majd a további három-három rész már saját kísérleteket mutat be.

A 4. fejezet kívánja betölteni annak a formálisnak is tekinthető disszertációelemnek a szerepét, amely a szerző által újnak tekintett eredményeket összegzi. Mivel a magyar nyelvű ismertetéseken, review-jellegű cikkeken kívül szándékaink és legjobb tudásunk szerint valamennyi ismertetett eredményünk ebbe a körbe tartozik, a fejezet az összegzés szerepét is betölti. Az 5. fejezet az elméleti áttekintés és az empirikus eredményeinek alapján megfogalmazható következtetéseket tartalmazza az oktatási rendszerünk különböző szinterei és szereplői felé.

1. Az emberi gondolkodás stratégiai összetevői

Az emberi gondolkodás stratégiai összetevőinek leírása során több különböző tudományterület - és tudományterületi párbeszédközösség - fogalmi rendszerei között szükséges eligazodni. A gondolkodás stratégiai összetevőit célzó elemzésnek mindenekelőtt számot kell tudnia adni arról, hogy a stratégiainak nevezett és a nem stratégiai összetevők – fogalmi szempontból egymástól különálló – rendszereinek megkülönböztetése az emberi gondolkodás leírásában milyen előnyökkel jár. Egyrészt igyekszünk megmutatni a következő fejezetekben, hogy pedagógiai szempontból releváns, emellett elméleti és gyakorlati szempontból hasznos a gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztését kutatni, ám mindenekelőtt kitérünk arra, hogy e kulcsfogalom kiválasztásában milyen dilemmák érhetők tetten.

A társadalomtudományokban a fogalmak kialakításának jóságát számos kritérium írja le, amelyek között elsőként említhető a fogalom ismertsége, ismerőssége mind a laikusok, mind a tudományos közösség szempontjából (Gerring, 1999). Ez a kíváncsi az azt jelenti, hogy a szótárakban és a tudományos szóhasználatban meglévő jelentéstartalomhoz kötődést nyilvánvalóvá kell tenni. Látni fogunk majd példát arra (elsősorban az olvasási és a matematikai problémamegoldó stratégiák vizsgálata során), hogy a tudományos fogalom

megalkotása során megmarad a kötődés a könnyen érthető szótári jelentéshez. A tudományos fogalmak megalkotása során az ismerőség kritériumát leginkább az újonnan létrehozott kifejezések, a neologizmusok veszélyeztetik. Például a metakogníció kifejezés mint neologizmus egyrészt idegen nyelvi, másrészt szűk nyelvi közösséghez tartozó, emiatt kevésbé teljesíti az ismerőség követelményét, dacára annak, hogy Csapó (1992), Réthyné (1998) majd mások műveiben magyar nyelven is régóta jelen van a szakirodalomban. Nem jobb ebből a szempontból a Demetriou (1998) által a metakognitív helyett bevezetett hiperkognitív jelző sem, legalábbis a kognitív kétféle előtagja közötti különbség leginkább egy görög anyanyelvű számára lehet sokatmondó.

A további kritériumok, amelyek arról szólnak, hogy a stratégiai összetevők fogalma mennyire megfelelő egy pedagógiai jelenségvilág leírására, részben szubjektív elemeket tartalmaznak. Ilyen például a fogalom rezonanciája, vagyis jól csengése, megjegyezhetősége. Vajon a hasonló jelenségcsoportokra használt *metakogníció* és *2. rendszer* (System 2) fogalmak közül melyik cseng jobban? A neologizmusok sokszor nyújtják a megjegyezhetőség, jól hangzás esélyét, szemben a köznyelvben is gyakran használt kifejezésekkel.

Szem előtt tartva a tudományos fogalmak kialakításának további, objektív követelményeit, nyilvánvalóvá kell tennünk, hogy *az emberi gondolkodás stratégiai összetevői* kifejezés a gondolkodás nem stratégiai összetevőinek létezését feltételezi. Számos előzményt találunk arra a filozófia és a nevelés történeti klasszikusainak munkáiban, hogy az emberi gondolkodás összetevőinek leírása során két szint megkülönböztetésével éltek. Arisztotelész a gondolkodás magasabb szintjének tartja, amikor az ész „magamagát gondolja” (Arisztotelész, 2002). Másik ismert példa Herbart lélektanában a tudatküszöb fogalma, amely két szintre osztja a lelki jelenségek világát (Pukánszky és Németh, 1996). A szintek elnevezésében azonban már jelentős különbségeket találunk, továbbá a két szinthez sorolható folyamatok leírása egy vitatott, emiatt jelentős új eredmények megjelenésének esélyét nyújtó terület.

Dióhéjban megfogalmazva az emberi gondolkodás két szintjének problémakörét: bizonyos gondolkodási folyamataink jórészt automatikusak, tudattalanok, ám éppen ezért gyorsak, míg más kognitív jelenségek a tudatos kontroll eszközeként lassú információ-feldolgozásra képesek. Axiómának tekinthető, hogy a hatékony gondolkodásban szükség van mindkét típusú folyamatra. Azonban minden további leírás arról, hogy a gondolkodás fejlődése során (akár evolúciós, akár egyedfejlődési perspektívából nézve) az egyes szintek hogyan fejlődnek és milyen kapcsolatban vannak egymással, már nehéz kérdések sorozatát veti föl. Van-e evolúciós vagy egyedfejlődési szempontú sorrend a gondolkodás két szintjének fejlődésében? Kompenzálhatja-e egyik szint fejlődésének abnormalitását (alulfejlettségét vagy megkésetttségét) a másik szint? Mely szint fejlettsége szabja meg elsősorban, hogy adott, iskolai kontextusban megjelenő feladat megoldása során milyen teljesítményt nyújtanak a tanulók?

Dolgozatunk legfőbb tézisének abban a formában szeretnénk most előrebocsájtani, hogy az emberi gondolkodás stratégiai elemeinek fejlesztése az iskolai oktatás számára haszonnal kecsegtet, ámde komoly kihívásokat támaszt. Ezeknek a kihívásoknak részben úgy tudunk eleget tenni, ha megvizsgáljuk az olvasás és a matematikai gondolkodás területén már rendelkezésre álló empirikus adatokat. Az olvasás és a matematika két olyan iskolai terület,

amelyek oktatáspolitikai és a laikusok körében is elismert jelentősége együtt jár azzal, hogy mindkét területen gazdag készségrendszer fejlődik az iskolás évek alatt, amely készségrendszer működésének automatizmusa ugyanakkor a továbbfejlődés kerékkötője lehet a későbbi években. Ebből következően fő kutatási célunk a matematikai és olvasási területen jelen lévő stratégiai gondolkodási folyamatok értelmezése és fejlesztésük módszereinek elméleti és empirikus adatokon nyugvó leírása.

1.1. A gondolkodás stratégiai elemei leírásának lehetőségei

Az említett jelenség, miszerint az egyén gondolkodásában gyakran két szintet határozunk meg, tovább bonyolódik azáltal, ha az egyéni gondolkodás jellemzői fölötti rendszerszinten vizsgáljuk meg a gondolkodás jelenségeit. Tekinthetjük ugyanis általában véve az emberiség, „az emberi jelenség” (Teilhard de Chardin, 1955/2007) pszichikus jellemzőit, és nyilvánvaló, hogy az egyéni pszichikus jellemzők leírása ehhez képest más fogalmi eszköztárat és módszereket igényel. Ugyanakkor mindkét rendszerszinten további kihívást képvisel a változás hatóerőinek és dinamikájának leírása. Értekezésünk középpontjában az egyén, a pszichológiai értelemben vett személyiség áll, amelynek gondolkodása a személyiség rendszerén belül hierarchikus rendszerszinteken valósul meg (Nagy, 2000; Csíkos, 2001b).

Megkíséreljük általánosságban, ám elsősorban pedagógiai szempontból megragadni, mit jelenthet az emberi gondolkodásban a „stratégia” főnév és a „stratégiai” melléknév. A szakirodalomban továbbra is nyitva van a lehetőség különböző definíciók létrehozására. Az egyik legáltalánosabb megközelítés, amelyet Flavell (1987) maga spekulációként tált: a stratégiai jellemzők metakognitív komponensek. Az ember céljainak elérésére szolgáló eljárásokra vonatkozó tudást értünk stratégiák alatt. Ezen belül a metakognitív stratégiák jellemzője, hogy nem csupán egy cél eléréséhez köthetők, hanem hozzá tartozik a cél elérésének biztos tudata.

Különböző tartalmi területeken ma változatos jelentéssel használatosak a stratégia és stratégiai szavak. Például a sakkozás területén, amely gyakran felhasznált terület a gondolkodási folyamatok kutatásában, mind a mesterséges intelligencia, mind a megfigyelhető emberi gondolkodás gyakran két szinthez kapcsolódik. A *stratégia* szóval a tervezési folyamatokat illetjük, amelyekhez különböző tevékenységek és részcélok köthetők, míg a *taktika* az alacsonyabb szintű, egymással közvetlenül, láncszerűen kapcsolódó következtetéseket jelöli (ld. Wiener 1960/1999; Cannice, 2013). A sakk és metakogníció kapcsolatáról szóló cikkemben (Csíkos, 2008a) a taktika és stratégia kettőségét Nejstadt (1987, 39. o.) könyvéből kölcsönzött idézettel definiáltuk: „A stratégia a hadművészet legfontosabb része, amely a katonai akciók előkészítéséhez és véghezviteléhez, a tervszerű hadműveletekhez kapcsolódik. A taktika a harcvezetés művészete.” A hétköznapi használatban gyakran keveredik a két szó használata, ám leszögezhetjük, hogy a stratégia és különösen a stratégia szó előrelátással, tervezéssel, irányítással kapcsolatos.

A neveléstudományban és a pedagógiai gyakorlatban a stratégia szó jelentését az olvasás területéhez kapcsolódóan először még metaforikusan (Almasi, 2003), majd analitikusan tárgyalják Afflerbach, Pearson és Paris (2008). Utóbbiak a The Literacy Dictionary definíciójából indultak ki, melyben a stratégiát – pedagógiai értelemben – szisztematikus tervként írják le, amelyet tudatosan választunk és használunk abból a célból, hogy javítsuk a tanulási teljesítményt. A tudatosság szó megjelenése állásfoglalásra ösztönöz abban a tekintetben, hogy a tudatosság sokféle lehetséges megközelítése közül melyiket használjuk. Hacker (1998) pedagógiai szempontú értelmezését követjük itt és a későbbiekben is, aki a metakogníció fogalmát a potenciálisan elmondható gondolatok között tárgyalja, az angol *awareness* kifejezéshez kötve. Schraw és Moshman (1995, 351. o.) jól érzékeltetik a kutató dilemmáját: „A metakogníció létezését és fontosságát aligha kérdőjelezi meg bárki is”. Ugyanakkor a fogalom nehezen analizálható, emiatt a tudományos megismerése máig tartó kihívást jelent.

Amennyiben elfogadjuk az olvasáskutatás területén megszületett fogalomhasználatot a stratégia szakkifejezésnél, érdemes megvizsgálni, más – az oktatási rendszerekben jelentős – területre átvihető-e az értelmezés. A tudatosság és metakogníció Hacker-féle értelmezésének kapcsolatát Gourgey (1998, 86. o.) segítségével továbbgondolva egy analógiához jutunk a két terület között.

A metakogníció a matematikában alapvetően ugyanaz, mint az olvasásban. Vagyis amint a tanulók elsajátították az alapokat (a számolás a matematikában az olvasási dekódoláshoz hasonló), a képességük, hogy gondolkodjanak az adott területen azon alapszik, hogy tisztázzák a célokat, megértsék a fontos fogalmakat, nyomon kövessék a megértést, tisztázzák a zűrzavart, megfelelő irányba vivő sejtéseket fogalmazzanak meg, és ehhez megfelelő cselekvést válasszanak.

Gourgey megismételte azt az alapgondolatot, amit Campione, Brown és Connell már 1989-ben leírtak, és amely különböző iskolai területek azonos problémáira utal a gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztése során. Ebben az értelmezésben egy lényeges pontra még rámutatunk: olyan, mintha a stratégiai gondolkodást sorrendjében megelőznék az „alapok” elsajátítása. Azonban az elmélet és gyarapodó empirikus bizonyítékok szerint az automatikus és a stratégiai gondolkodás-összetevők fejlődése együtt halad, és az úgynevezett „alapok” elsajátítása is igényel metakognitív folyamatokat (ld. Siegler, 1987).

1.1.1. Tudatosság és metakogníció fogalmi kapcsolata

Korábbi tanulmányunkban (Csíkos, 2006c) foglalkoztunk már a tudatosság és metakogníció viszonyának filozófiai és pszichológiai megközelítéseivel. Annak a tanulmánynak a főbb pontjait most kiegészítjük az elmúlt tíz évben megjelent néhány elképzeléssel. Álláspontunk

továbbra is változatlan a két fogalom viszonyát illetően, és ezt a korábbi álláspontunkat megerősítette Fleming, Dolan és Frith (2012) háromdimenziós metakogníció-modellje, amelyről majd a 2.1. részben lesz szó részletesen. A metakogníció és a tudatosság egymástól független fogalmak, ezáltal létezhet tudatos és tudattalan metakogníció is, ugyanúgy, ahogyan a tudatosság jelenségei tartozhatnak a metakogníció és a „nem-meta” kogníció jelenségvilágába.

Metakogníció és tudatosság fogalmi kapcsolatának intenzív elemzése 1996-ban kezdődött, amikor Nelson nagy hatású cikket publikált az *American Psychologist*-ban „Tudatosság és metakogníció” címmel. A cikk fontos üzenete, hogy a tudatosság vizsgálatában a pszichológia és a filozófia együttműködése szükséges; hozzátevé, hogy a metakogníció empirikus kutatása hasznosnak látszik a kérdés szempontjából. Nelson cikkének megszületésekor már két és fél évtizedes múltra tekintett vissza a pszichológiában a metakogníció jelenségének kutatása. A pszichológiai metakogníció-fogalom fejlődésének történetéből néhány mérföldkövet idézünk föl a tudatosság fogalmának használata avagy kikerülése szempontjából.

Flavell 1971-ben, eléggé óvatosan, aposztrófok közé téve, a „metamemória” kifejezést használta egy olyan tanulmányban, amelynek címében feltette a kérdést, hogy a memória fejlődése valójában minek a fejlődése. Flavell feltételezése szerint a memória fejlődésével kapcsolatos jelenségek közé tartozik, hogy valaki képessé válik megítélni, mennyire nehéz vagy könnyű lesz különféle információegységeket megjegyeznie. Hiszen tudjuk, – folytatja Flavell – hogy a gyerekek életkoruk előrehaladtával *egyre inkább tudatában lesznek* mások mentális folyamatainak és a saját mentális folyamataiknak is (introspekció). A memóriára vonatkozó ilyen típusú tudásgyarapodás az introspekció fejlődésének egy speciális eseteként kezelhető.

Későbbi tanulmányaiban Flavell a metamemória jelenségénél szélesebb körben vizsgálta a metakogníciót, és annak több részterületét különítette el. Nevezéktani problémákhoz vezetett, hogy a metakogníció olyan körülírást kapott, ami magyarra például kognícióra vonatkozó kognícióként fordítható (cognition about cognition). Flavell nyomán több szerző a metakogníció jelenségének kétarcúságára hívta fel a figyelmet, és megkezdődött a – kognitív pszichológia más területein már széles körben használt – deklaratív-procedurális dichotómia használata. Ez lényegében azt jelenti, hogy a metakogníció egyik területe az emberi tudásra vonatkozó (tárgyi) tudáselemek területeként lett megjelölve, a másik területhez pedig a tervezési, nyomon követési és kontroll folyamatok tartoznak. Flavellnek és követőinek metakogníció-értelmezése tartalmazza a tudatosság feltételezését, és általában a beszámoló-képességi értelemben vett tudatosság (awareness) jelenik meg a definíciókban. Hacker (1998) álláspontja nyomán mi is ilyen értelemben beszélünk a pedagógiai jelenségek szempontjából fontos metakognitív jelenségekről.

A tudatosság tudománytörténeti megközelítéseiről

Whyte (1960) „A tudattalan, Freud előtt” című művében a tudatosság értelmezésének remek összefoglalását adja. Szerinte a tudatosság egy szubjektív kifejezés, amelynek a tudattalan a komplementere; mindenesetre megjegyzi, hogy ahol kívánatos a precizitás, ott a „tudatos”

és a „tudattalan” szavak nem használatosak. Natsoulas (1981/1987) a pszichológia számára a tudatot olyan alapfogalomnak tartja, mint amilyen például a biológia számára az élet, vagy a fizika számára az energia. Nem helyesli, ha a pszichológia a metafizikai spekulációk birodalmába helyezi a tudatot, amikor a fizika számára például alapvető kérdés az anyag és energia természete. A tudat és a tudatosság, valamint a velük kapcsolatba hozott szabad akarat problémájának megoldhatatlanságáról, „rejtély” jellegéről Dennett (1998) Chomsky, Fodor és McGinn gondolatait idézi. Dilemmát az jelent az evolúciós perspektíva számára, hogy az emberi faj jövőjében lehetséges lesz-e megalkotni a tudatról egy érthető, szabatos leírást, avagy ez szükségszerűen rejtély marad a jövőben is.

A tudat és a tudatosság szavak történetiségét nézve a „tudatos” jelent meg először (a 17. században) az angol és a német, majd kicsit később a francia nyelvben is. Ha a vizsgált jelenség filozófiai gyökereit keressük, akkor természetesen az ókorig megyünk vissza. A tudattalan jelenségek fontosságára ugyanis többen felhívták a figyelmet az ókortól napjainkig. Az óind Potandzsali a tudattalant a megismerés legmagasabb fokának tartotta (Szpirkin, 1974).

Descartes-ot újra felfedezte a 20. század végének kognitív tudománya. A kartéziánus színpad mint tudománytörténeti, meghaladásra érett metafora Dennett (1993) munkájának egyik főszereplője. Az elmefilozófiában dualista álláspontnak nevezik azt a Descartes-i elvet, mely szerint az elme (a lélek) és a test kettőssége alkotja az embert. Kartéziánus interakcionista dualizmusnak nevezik azt, amikor a test – az érzékelésen keresztül – információt juttat az elmének, amely ezeknek átgondolása révén irányítja a testet. Az elme központja Descartes szerint a tobozmirigy, amely az agyat mint a test részét is irányítja. Az elme önreflektív, vagyis a gondolkodó lény közvetlen tudomással bír saját gondolatairól. Ez szükségszerűen a „cogito ergo sum” következménye (Pléh, 1992). A kartéziánus színpad metafora szerint (Pléh, 1998; Dennett, 1993) van egy központi hely az agyban vagy az elmében (a dualista-materialista fölfogástól függően használható a két kifejezés), ahol a tudatosság „történik”. Ha a központi egység ilyen gondolatához a materializmus felől közelítünk, akkor azt mondhatnánk, hogy van egy egység, ahol az „érzékesi sorrend” megegyezik a tudatos tapasztalás élményének sorrendjével.

A tudatos-tudattalan dichotómia szisztematikus elemzése Leibniz gondolataival kezdődik, aki a matematikai értelemben vett végtelen kicsiny mennyiségek tanával analóg módon beszélt egy bizonyos kvantitatív küszöböt átlépő, azaz tudatos, és a kvantitatív küszöb alatti tudattalan jelenségekről. Locke és Kant gondolataiban a tudat „mint belső figyelőszolgálat” elve jelenik meg (Lycan, 1990/1998). Locke szerint a tudatosság az elmében zajló folyamatokat érzékeli. Ebből implicite nyilván az következik, hogy maguk az elmében zajló folyamatok viszont alapvetően nem tudatosak. A tudatosság önreflexív jellege tükröződik Kant értelmezésében is, aki szerint az éntudat a tudatosságnak az a módja, amelyen keresztül önmagunk számára önmagunkat mint a belső érzék tárgyait reprezentáljuk (Allison, 1983). Lycan szerint a belső érzék (inner sense) maga a tudat Kantnál, és – mint majd látjuk – Armstrong és Lycan mai filozófiai interpretációja visszatér ehhez a kanti kiindulópontoz.

Herbartnál visszaköszön a leibnizi felosztás abban az értelemben, hogy a tudatosság minőségi különbözőségét explikálja. Herbart fölfogásában a tudatot egy küszöb választja el a lelki élet többi, küszöb alatti jelenségétől (Pléh, 1992). A tudattalan és tudatos

megkülönböztetéséhez hasonló Wundtnál az automatikus és az erőfeszítést igénylő kifejezések dichotómiája. A lelki élet elemei közötti összekapcsolódás lehet automatikus (ekkor asszociációról van szó), és lehet erőfeszítést igénylő, amikor appercepcióról beszélünk. Az appercepció jelenségének laboratóriumi vizsgálata a tudat, még inkább a tudatos figyelem terjedelmének vizsgálatához vezetett. Megszületett így már a 20. század elején a bűvös 7-es terjedelem, amely egymástól elszigetelt és az appercepció számára egyszerre kezelhető betűk darabszámát jelentette. Bár „az appercepció ama pszichológiai fogalmak közé tartozik, amelyek jelentése még most sincs szabatosan megfogalmazva” – írta Karsai Ervin 1923-ban megjelent monográfiájának bevezetőjében. Annak idején a pedagógiai kutatók a tudatosítás folyamatát értették alatta, és így könnyen hozzáilleszthetővé vált a fogalom a herbartianus fölfogáshoz.

A 20. század elején Russell különbséget tett a közvetlen megismeréssel szerzett tudás (knowledge by acquaintance) és a leírással szerzett tudás (knowledge by description) között. Ez a különbségtétel az első személyű és a harmadik személyű tudásnak feleltethető meg. Egy férfi számára leírással szerzett tudás az, hogy a szülés fájdalmas dolog, míg egy nő számára ez a tudás elképzelhető közvetlen megismeréssel szerzett tudásként és leírással szerzett tudásként egyaránt. A filozófiai kérdés itt az, hogy vannak-e olyan dolgok, amik csak és kizárólag közvetlen megismeréssel tudhatók. Ha vannak ilyenek, akkor abból az következik, hogy nem lehetséges a tudatosságról teljes körű elméletet alkotni (Hardcastle, 1996).

A kognitív pszichológia fontos feladatának érezte a tudat lélektani kutatását, ám ezek a kutatások mára a neuropszichológia és a pszichofiziológia területéhez egyaránt tartoznak, a kutatások interdiszplináris jellege miatt. A Séra és Barkóczi (1987) által szerkesztett kötet a nyolcvanas évek ilyen irányú útkeresését mutatja be. Az ott közölt tanulmányok közül – éppen pedagógiai vonatkozása miatt – Hilgard (1980/1987) gondolatait idézem, aki a két agyfélteke elkülönített szerepével kapcsolatban Jaynes-i spekulációt (az eredeti angol kifejezés talán elméledésként is fordítható) emleget, a következő mondatban pedig annak oktatásra gyakorolt hatásáról beszél.

Az 1990-es években hangsúlyosan felvetődött a kérdés: Vajon itt van-e az ideje, hogy a tudomány nekilásson a tudatosság problémájának megfejtéséhez? Revonsuo és Kamppinen (1994) az általuk szerkesztett könyv előszavában több lehetőséget felsorolnak, amelyek a filozófusok hozzáállását jelzik: az is lehetséges, hogy a tudatosság nem egy valós jelenség, de az is, hogy egy valódi, magas szintű fizikai és idegéletteni jelenség. Crick és Koch (1998) szerint ellentmondó álláspontok vannak a tudatosság kutatásával kapcsolatban: vannak, aki szerint a tudomány még nem érett meg a probléma vizsgálatára, ezért célszerű a filozófiára bízni az ügyet. Ők azonban – ezzel éppen ellentétesen – úgy vélik, hogy ideje tudományosan megvizsgálni a kérdéskörnek azokat az aspektusait, amelyeket az *idegtudomány* vizsgálni képes.

Nelson (1996) alapvetése még az volt, hogy az empíria felől, a metakogníció pszichológiai vizsgálata segítségével közelíthetünk a tudatosság filozófiai értelmezéséhez. E mögött a gondolat mögött nyilván az áll, hogy a tudatosság filozófiai értelmezése sokféle lehet; sokféleképpen elképzelhető a filozófia alapelveinek megfelelő koherens leírás a tudatosságról. Dennett szerint (idézi Boros, 1999) az ember sokféleképpen beszélhet saját

tudatos élményeiről, a szociológia nyelvétől a fizika nyelvégig. Ezeknek a – különböző tudományok nyelvén született – leírásoknak a vizsgálata „empirikus ügy”.

Néhány filozófiai lehetőség a tudatosság értelmezésére

A tudatosság lehetséges értelmezéseit kutatva talán a legnehezebb kérdés a jelenség szubjektivitása. Nagel (1974) szerint az ember számára a denevér hanghullám-érzékelését elképzelni körül-belül olyan lehet, mintha marslakók az emberi elmét vizsgálnák, és ezek a dolgok azok közé tartozhatnak, melyeket az ember soha nem tud elképzelni, mert egy különleges nézőpontra lenne szükség. (Ezzel szemben például a pozitív egész számok számosságát jelző $\aleph_0$ („alef-null”) létezése akkor is elképzelhető, ha Cantor születése előtt kihal az emberiség.) Mindez a nézőpont fontosságára, és – Revonsuo, Kamppinen és Samaja (1994) interpretációjában – a tudatos mentális tapasztalat szubjektív voltára enged következtetni.

Fontos dilemma, hogy a tudatosság értelmezéséhez alapvető-e az „első személyű”, szubjektív tudatosság-érzés, avagy emellett „harmadik személyű” külső megfigyelés is szükséges (Rosenthal, 1990/1998). Searle (1994) a tudatosság szubjektív, egyénhez kötött voltát hangsúlyozza, és az egyik tipikus hibának tartja, ha valaki eltekint a szubjektivitástól mint alapvető jellemzőtől, és objektív, „harmadik személyű” jelenségnek tartja. Flanagan (1996/1998) szerint a tudatosságnak egyes szám első személyű fenomenológiai struktúrája van, vagyis a közvetlenül észlelhető sajátosságok leírása szubjektív nézőpontból lehetséges. Azonban az első személyű szubjektív szempontok nem merítik ki a jelenséget. Vannak például a tudatosságnak olyan rejtett, ám mérhető összetevői, amelyek az idegrendszer állapotát jelentik.

Hardcastle (1996) szerint téves az a fölfogás, hogy a tudatosság tudományos vizsgálata azon áll vagy bukik, hogy sikerül-e az első személyű, szubjektív megfigyeléseket lefordítani a tudományos elméletek harmadik személyű látásmódjára. Szerinte az első és a harmadik személyű látásmód egymást kiegészíti a tudatosság leírásában. A tudatosság tudományos elmélete azonban szükségszerűen figyelmen kívül hagyja az egyéni fenomenológiai tapasztalatok gazdagságát, különlegességét. Az elméletek ugyanis csak egy adott jelenségvilág legszembeötlőbb tulajdonságaival foglalkozhatnak. Visszautalva a Russell-i tudásformáknál elmondottakra: Hardcastle szerint az olyan első személyű, közvetlen tapasztalással szerzett tudáselemek, amelyek nem fordíthatók át leírással szerzett (harmadik személyű) tudássá, a „nem fontos” kategóriába fognak esni, amennyiben a tudatosság tudományos elméletét szeretnénk megalkotni. A tanulmányának végén szereplő mondat – „ezek a kiindulópontjaink a modelljeink megalkotásához” – azt jelzi, hogy a tudatosság tudományos modellezése igen rövid múlttal rendelkezik.

A tudatosság értelmezésének lehetséges útja a tudatos és tudattalan jelenségek szétválasztása. Armstrong (1981/1998) a tudatosság szintjeinek elemzésével, míg Kihlstrom (1987) a tudattalan szintjeinek leírásán keresztül jut el a határvonalhoz. Armstrong a tudatosság mezején bevezeti a minimális, a perceptuális és az introspektív tudatosság fogalmát, jelezve, hogy a tudatosságnak több szintje és formája lehet. Az a jelenség, hogy valaki álmából fölkelve kitalálja a megoldást egy korábban megoldatlan matematikai

problémára, a tudatosság minimális fokozatát jelezheti az alvás időszakában. Armstrong kiindulási pontja a teljesen tudattalan elme: mi lehet abban, mit lehet beleképzelni úgy, hogy még ne tekinthessük tudatosnak a működését. A tudatosságnak három szintjét különbözteti meg: (1) a már említett minimális tudatosság esetén valamilyen (bármilyen) mentális *tevékenység* figyelhető meg. (2) Az úgynevezett perceptuális tudatosság jellemzője, hogy a minimális tudatosságon felül a környezet érzékelése is megtörténik, míg (3) az introspektív tudatosság állapotába Armstrong példájában az a – perceptuális tudatosság szintjén akár kilométereken át „félálomban” vezető – sofőr kerül, aki hirtelen felriad („coming to” kifejezés az eredetiben). Az introspektív tudatosságon belül is még meg lehet különböztetni szinteket. Armstrong az éntudat szerepén és az események memorizálásán keresztül igyekszik megmutatni a tudatosság harmadik, legmagasabb szintjének szerepét. Szerinte az introspektív tudatosság az evolúciós fejlődés késői terméke, és meglehet, hogy a perceptuális tudatosság szintje sok állat számára elérhető. Lycan (1990/1998) nagymértékben egyetért Armstrong értelmezésével, azonban úgy látja, a tudatosságot érdemes az introspektív tudatosságra korlátozni, és ezt a szintet látja a Kantnál leírt belső érzék megfelelőjének.

A tudatosság több szintjéhez hasonlóan a tudattalannak is több szintje lehetséges. Kihlstrom (1987) a tudattalan különböző szintjeit vizsgálva (1) valódi tudattalan, (2) tudatelőtti (preconscious) és (3) tudatalatti (subconscious) formákról beszél. A szint és forma szó itt azért cserélhető föl, mert a tudatosság hipotetikus küszöbéhez (threshold) mérten különíthetők el a tudattalan megismerési formák. A valódi tudattalanra az jellemző, hogy minden körülmények között elérhetetlen az introspekció számára. Jellemzően velünk született vagy később rutinszerűvé vált folyamatok tartoznak ide. A tudatelőtti forma jellemzője, hogy bizonyos körülmények között elérhető a tudatosság számára: olyan tudásformáról van szó, amely befolyásolja a tapasztalásunkat, tevékenységünket anélkül, hogy elérné a munkamemóriába kerüléshez szükséges szintet. (Shimamura, 2000, elképzelésében is kulcsszerep jut a munkamemóriának a metakogníció értelmezésében.) Végül Kihlstrom tudatalattinak nevezi a hipnózisban megfigyelhető tudásformát, amely az introspekció számára bizonyos körülmények között elérhető, de a fenomenológiai szintű tudatosság számára elérhetetlen.

A tudatosság mibenlétének feltárására irányuló vizsgálatok sokáig mellőzték vagy másodrangú kérdésként kezelték a funkcionalitást. Az evolúciós pszichológiai perspektívában így szólna a kérdés: A tudatosság megjelenése hogyan segítette elő az emberi faj adaptivitását, túlélését? Mellékesnek hat, de az evolúciós perspektívának arról is számot kellene adnia, hogy miként jött létre a korábban nem létező tudatosság a mutációk valamilyen véletlenszerű variációjából (Velmans, 2012). Velmans (2009) szerint ráadásul mindkét kérdés mögött ott áll két filozófiai lehetőség, amelyekből bárki választhat. Ezeket a lehetőségeket folytonossági és nem folytonossági lehetőségeknek nevezi, és a folytonosság elvét érzi elegánsnak. A folytonossági elv szerint a tudatosság nem egyszerre, hirtelen jelent meg az evolúció során, hanem mindig létezett valamilyen formában.

Metakogníció-könyvemben (Csíkos, 2007) már elemeztem az evolúciós pszichológiai perspektíva alapján lehetséges előnyöket, amelyek a tudatosság létezésének magas adaptivitási értékét biztosítják. Olyan logikai láncot kellene találnunk az igazoláshoz, amelyben a tudatosság a kiindulópont, ebből következne valamelyik kritérium, és azután abból a kritériumból egyértelmű evolúciós előny származtatható. Block (1995/1998)

beszámol Crick és Koch kutatásáról, akik már-már sci-fibe illő módon az érzékeléshez kapcsolódó agyi területek 35-75 Hz-es neurális oszcillációját tartják a tudatosság kulcsának, mert szerintük előnyös az érzékelés számára ez a frekvenciatartomány konkrét színek és formák érzékelésénél.

Ahhoz pedig, hogy az önattribúció adaptivitást biztosító előnyeit igazoljuk, valószínűleg újabb premissákra van szükség. Armstrong (1981/1998) ilyen alapigazságnak tartja, hogy az emberek rendkívüli módon érdeklődnek saját maguk iránt. Donald (2001, 135. o.) Oakley elmélete nyomán nagy általánosságban azt állapítja meg, hogy „az éntudatnak magas adaptív értéke lehetett a főemlősök számára, mivel lehetővé tette a problémamegoldás sokkal rugalmasabb megközelítését, és a tervezést, valamint az előrejelzést. Megszabadította az elmét környezeti kötöttségeitől.”

Végül Baddeley (2001) tudatelméletre vonatkozó, önmaga által spekulatívnak nevezett gondolatait idézzük. Véleménye szerint a tudatosság hiánya jelentősen megnehezíti, hogy *koherens módon észleljük a világot és a múlt alapján megtervezzük a jövőt*; bár arra nincs bizonyíték, hogy ezekhez a dolgokhoz feltétlenül a tudatosságra van szükség. A tudatosság funkciója és ezzel kapcsolatban a lehetséges evolúciós előnyei továbbra is nehezen megmagyarázhatók Tallin-Baudry (2012) szerint.

Kritérium-rendszer a tudatosságra

Mik a tudatosság empirikusan vizsgálható indikátorai? Az itt felsorolandó 17 indikátor többségének nincs közvetlen pedagógiai relevanciája, viszont a tudatosságnak a metakognícióhoz kapcsolódása okán fontos látnunk, hogy egyes magas szintű gondolkodási folyamatok objektív mérése milyen kihívásokat rejt. A listát bemutattam a Metakogníció-könyvben, itt a kritériumok magyarra fordításában több helyen Pléh (2015) javaslatait vezettem át. Seth, Baars és Edelman (2005) a tudatos emberi viselkedés leírásának kritériumait igyekeznek megadni. A cikk címe: „Kritériumok a tudatosságra emberek és más emlősök esetén”. Mielőtt a kritériumok ismertetésére térnénk, két dolog jegyezzünk föl előljáróban: A címből sejthető, hogy a tudatosságot a biológiai adaptáció eszközeként tekintik. Másrészt a kritériumok a megfigyelhető viselkedésből vezetődnek le (ahogyan Graham és Neisser, 2000, érveltek), bár emellett a szerzők az agyi felépítéssel kapcsolatban is tesznek megállapításokat. A szerzők a tudatosság 17 jellemzőjét elemzik, amelyek közül az első három az agy alapvető tulajdonságairól szól.

EEG-hullámok: A tudatos működés görbéje szabálytalan, kis amplitúdójú és gyorsan változó elektromos aktivitást mutat a 12-70 Hz tartományban. Ezzel szemben a tudattalan működés görbéje szabályos, nagy amplitúdójú és alacsony szintű elektromos aktivitás 4 Hz-nél kisebb frekvencián.

Kéreg és talamusz: A tudatosság a talamokortikális rendszer működésének eredménye.

Kiterjedt agyi tevékenység: A tudatossághoz a tartalomtól függő, széleskörű agyi aktivitás tartozik, ugyanakkor a tudattalan működés csak lokális kérgi aktivitást hív elő.

Gazdag terjedelem: A tudatosság tartalmak különösen széles körén működik: észlelés különböző érzékszervekkel, belső képzelet, érzelmek, belső beszéd, fogalmak.

Informativitás: A tudatosság elhalványul, amikor az ingerek redundánssá válnak; az információveszteség a tudatos hozzáférés csökkenésével jár.

Gyors váltakozás: Érzékeink néhány másodpercig őrzik meg a közvetlen tapasztalatot, és az elröppenő kognitív jelen(lét) biztosan rövidebb fél percnél.

Belső konzisztencia: A tudatossággal együtt jár a konzisztencia, vagyis a következetesség és a megfeleltethetőség. Például a pillanatokra felvillantott szó több jelentése is aktív egy nagyon rövid ideig, de tudatossá egy adott pillanatban egy jelentés válhat. Általában elmondható, hogy két, egy időben bemutatott inger közül csak az egyik válhat tudatossá.

Korlátozott szeriális kapacitás: Az imént említettek szerint a tudatosság kapacitása egy időben egy belső képre korlátozódik. Ezen túlmenően a belső képek szeriálisan követik egymást, szemben a tudattalan folyamatok párhuzamosságával.

Szenzoros összeköttetés: Különböző típusú, különböző érzékszerveken át érkező ingerek feldolgozását más-más kérgi területek végzik. Klasszikus kérdés, hogy ezek a funkcionálisan elkülönült területek hogyan képesek együttműködni annak érdekében, hogy a tudatos érzékelés különböző mintázatai megvalósulhassanak.

Önattribúció: A tudatos tapasztalatok mindig egy megtapasztaló én-nek tulajdonítódnak. Az én-funkciók több agyi területtel asszociálhatók.

Beszámolóképeség: A tudatos tartalmakról változatos módon, akaratlagosan tudunk beszámolni, gyakran nagyon pontosan. A tudatosság standard jelzőszáma a pontos beszámolás képessége.

Szubjektivitás: A tudatosságot az események egyéni lefolyása jelzi, amely események csak a megtapasztaló egyén számára elérhetők.

Fókusz-környék szerkezet: A tudatosságról általában úgy gondolkodunk, mint egy fókuszban lévő, világosan tagolt tartalmakra vonatkozó dologra, a „peremen” lévő események, mint az ismertség érzése, a „nyelvem hegyén van” jelenség stb. ugyancsak fontosak.

Tanulássegítés: Nemigen mutat arra semmi, hogy tartós tanulás lehetséges tudattalan dolgokból kiindulva. Az implicit tanulás is tudatos odafigyelést igényel olyan ingerekre, amelyekből az implicit szabályszerűségek (tudattalanul) kiszűrhetők.

Tartalomállandóság: A tudatos tartalmak meglehetősen stabilak, habár az őket életre keltő bemenet sokféle lehet. Még az olyan absztrakt tartalmak, mint például a meggyőződések, fogalmak és az „én” motivációi is éveken át figyelemre méltóan stabilak.

Allocentrikusság: A külső tárgyak idegi reprezentációjához különféle viszonyítási keretekre van szükség. A tudatos képeknek allocentrikus karaktere van, bár ezeket én-központú és más tudattalan keretek formálják.

Tudatos döntések: A tudatosság nyilvánvalóan hasznos ahhoz, hogy tudjunk a körülöttünk lévő világról, csakúgy, mint tudni bizonyos belső folyamatainkról. A tudatos intencionalitás különösen jól megfelel az akaratlagos döntéshozatal számára.

A szerzők szerint az 1., 2., 3., 5., 6. és 9. kritérium viszonylag egyszerűen tesztelhető. Elvileg megoldott az olyan kritériumok tesztelése is, amelyek a külsőleg megfigyelhető viselkedésre vonatkoznak: a 11., 14. és 17. tartozik ide. A fennmaradók mérése problematikusabb. A legproblematikusabb a szubjektivitással kapcsolatos (12-es) kritérium, és többi, eddig itt nem felsorolt kritérium is ma még empirikusan elérhetetlen.

Empirikus eredmények a tudatosság vizsgálatában

A tudatosság tudományos kutatásában előtérbe került az idegrendszeri működéshez kötött értelmezés és vizsgálódás. A korlátozott szeriális kapacitással, annak palacknyak-hatásával kapcsolatosan az időbeliség problémája került elő számos vizsgálatban. A Pléh (1998) által is említett Libet-féle kutatásokról van szó (ld. Libet, 2002), amelyek alapján a tudatos döntések 350-400 milliszekundumos (de akár a fél másodpercet is elérő) késést mutatnak az elektródákkal észlelhető potenciál-változáshoz képest. Korábban elemeztem a Libet-vizsgálatokat (Csíkos, 2007), így itt azt a leegyszerűsített következtetést ismétlem meg, mely szerint nagyjából fél másodperces időegységek asszociálhatók a tudatos döntésekkel. Filozófiai szempontból a szabad akarat kérdése került górcső alá a Libet-kutatások nyomán, pedagógiai szempontból pedig a hatékony tanulás során felmerülő döntéssorozatok időbelisége kerül terítékre.

Libet kutatásának kritikusai gyakran azzal érveltek (ld. erről Dennett, 1993), hogy abból a szabad akarat hiánya vagy lehetetlensége következne. Hiszen ha meghozok egy döntést, de csak fél másodperc múlva válik tudatossá, hogy meghoztam azt a döntést, akkor vajon szabad akaratból cselekedtem-e? A látszólagos ellentmondás feloldható, ám azon az áron, hogy a szabad akaratunkból meghozott döntéseinkről is utólag készít a tudatunk egy narratívát. A tudatosság és idő kapcsolatáról nyert Libet-féle eredmények segítenek annak megértésében, hogy az ember mentális folyamatainak igen jelentős része nem lehet tudatos, de ugyanakkor a tudatosság (és annak a metakognícióhoz tartozó része) az emberi kognitív teljesítményben mégis fontos lehet.

A tudatosság időbeliségével kapcsolatos kutatások közül még egyet idézünk. Meier, Morger és Graf (2003) olyan kísérleti feladatot használt, amelynél nyilvánvalóan egy időben elindulnak automatikus és tudatosan ellenőrzött folyamatok is. Kutatásukban egy szókiegészítéssel feladatot alkalmaztak, ahol az inger felvillantásának időtartamát és az azt követő késleltetést variálták. Azt a feltételezést vizsgálták, hogy az automatikus folyamatok szegényesebb ingerrel és gyorsabb idő alatt elboldogulnak. A kísérletben megerősítést nyert ez – az egyébként kézenfekvő – hipotézis, ám a kutatás erejét az adja, hogy a feladatban nyilvánvalóan egyszerre indultak el tudatos és tudattalan folyamatok, amelyek versenyét itt az időkénszer döntötte el.

Továbbhaladva az emberi gondolkodás stratégiai összetevőinek egy pedagógiai szempontból releváns leírásához, következő láncszemként a tudatosság és metakogníció fogalmak kapcsolatát összegezzük. A metakogníció fogalma ugyanis az, amelyet felhasználva különböző párbeszédközösségek a gondolkodás stratégiai összetevőikhez kötődő pedagógiai kísérletek elvi alapjait kidolgozták. Az 1.1.3 részben a metakogníció fogalmát helyezzük középpontba, és ehhez tartozóan volt szükséges a filozófiában régóta elemzett tudatosság modern kutatási eredményeibe is belenézni.

Metakogníció és tudatosság fogalmi kapcsolatát vizsgálva Kentridge és Heywood (2000), Reder és Schunn (1996) explicite fölírják azt a tartalmazási viszonyt, amely a pszichológiai definíciókban benne foglalják: a metakogníció nem feltétlenül tudatos folyamatok egy lehetséges formája. Kutatásaik arról szólnak, hogy beszámoló-képességi értelemben vett tudatosság nélkül is megvalósulhat metakogníció. Ez a fajta metakogníció, ahogyan Fleming, Dolan és Frith (2012) modelljében látni fogjuk, valóban definiálható, ám

pedagógiai relevanciájú kutatásokban megmaradunk a tudatosságon keresztül értelmezett metakognitív jelenségeknél (Csíkos, 2006a).

Megengedjük azt a feltételezést, hogy a tudatosság több szintje releváns lehet a pedagógiai szempontból fontos metakognitív folyamatokban, és erre példaként Schooler, Reichle és Halpern (2004) kutatását hozzuk, akik az olvasás közbeni elkalandozást (zoning out) vizsgálták. Egyfelől a tudatosság bizonyos szintjéhez tartozik szerintük az elkalandozás élménye, másfelől viszont az elkalandozás tudatossá válása (amikor hirtelen rájövünk, hogy nem tudjuk, mit olvasunk éppen) a meta-tudatosság fogalmával illelhető. (Ha nem ragadtatjuk el magunkat a meta-meta-...lehetőségtől, akkor itt könnyen Armstrong többszintű tudatosság-konceptiója juthat eszünkbe, ahogyan azt a szerzők lábjegyzetben korrektül jelzik is.) De a lényeg ott van, hogy a meglehetősen puha, és korábban ismertetett flavelli metakognitív tapasztalat kategóriába tökéletesen beleillik az elkalandozás élménye. Ebben az esetben viszont az elkalandozás tudatossá válása (amit meta-tudatosságnak hívnak) a metakognícióra vonatkozó metakogníció jelenségeként állna elő. Lábjegyzetük mértéktartó következtetésével mindenesetre egyetérthetünk: A nelsoni kihíváshoz, a metakogníció és tudatosság kapcsolatrendszerének vizsgálatához, adalékot nyújt az olvasás közbeni elkalandozás érdekes jelensége.

A metakogníció kutatása Schneider és Lockl (2002) szerint több elkülönült területen folyik még a pszichológia berkeiben is, a különböző komponensekben megragadható közös jellemző, ami a definíciókban közös, továbbra sem tudott elmozdulni a meglehetősen általános „kognícióra vonatkozó kogníció” leírástól. A metakogníció-kutatások egyik fontos gyakorlati alkalmazási területének a pedagógia bizonyult, és többek között a pedagógiai szaknyelv fejlesztése sürgeti annak tisztázását, hogy milyen viszony van a didaktikában gyakran említett tudatosság és tudatos tanulás, valamint a rendkívül gyorsan ismertté vált metakogníció fogalom között.

1.1.2. Az emberi gondolkodás stratégiai összetevői globális perspektívából

Az értekezésben elemzett kutatási eredmények egyéni pszichikus jellemzőkről és azok fejlesztéséről szólnak, érintve a tanítás-tanulás különböző rendszerszintjeinek törvényszerűségeit. Azonban a téma fontosságának indoklása során szükséges a társadalom más alrendszerait és még tágabban a teljes emberiség múltját és jövőbeni kilátásait is figyelembe venni. Az előző pontban vizsgált tudatosság és metakogníció fogalmaknál még tágasabb körben célszerű ehhez mozogni: az önreflexivitás és önértelmezés jelenségeinek társadalmi léptékű jelentőségét szeretnénk megragadni.

Flavell (1979) szükségesnek tartotta annak megmutatását, hogy társadalmi léptékben előnyös, ha a tudatosság jelentős szerepet kap az emberi gondolkodásban. Szerinte aligha mondható el, hogy a tudatosság túlzott mértékben van jelen a világban, tehát lát arra bőven lehetőséget, hogy metakognitív jelenségek bőségesebben forduljanak elő. Szavai összecsengenek Szerb Antal (1941/1973, 924. o.) véleményével, aki Proust művészetét

elemezve megállapítja: „egy dologban mégis van fejlődés, minél öregebb egy civilizáció, annál erősebb benne egy valami: a tudatosság.”

Nagy (2000) az emberi személyiség típusok fejlődésében (MacLean „triune brain” elméletére építve és azt továbbgondolva) négy szintet különböztet meg. Témánk szempontjából a legmagasabb hierarchiai szintet jelentő negyedik, önértelmező szint érdekes most, melyet a teljes személyiségre vonatkoztatva az önértelmező személyiség fogalmát alkotja meg Nagy József, az éntelődés területén pedig az értelmző önreflexió képviseli a legmagasabb szintet. Nagy az egyéni fejlődést a társadalmak és a teljes emberiség fejlődésével párhuzamosan értelmezi, és a technikai és társadalmi változásokból szerinte szükségszerűen következik, hogy az önreflexiónak meg kell haladnia azt a tapasztalati szintet, amelyet szándéktalanság jellemez, és amely szint évezredekig elegendőnek bizonyult a kornak megfelelő technikai és társadalmi fejlettség mellett. Mindebből az következik, hogy a tapasztalati szintet meghaladó önreflexiót, amely az önértelmező személyiséggé válás egyik összetevője, fejleszteni szükséges mind az egyéni boldogulás, mind pedig a társadalmi szintű folyamatok előbbre vitele érdekében.

Korábbi munkájában Nagy (1996) a nevelés talán legfontosabb feladatának nevezte az éntudat fejlődésének segítését. Az éntudat pedagógiai értelmezéséről szóló tanulmányában pedig (Nagy, 1994) az önreflektív képességek fejlesztését jelölte meg az éntudat fejlődése segítésének kulcsaként. Mindezeket a fogalmakat összevetve az előző gondolatmenetünkben már említett társadalmi szintű folyamatokkal, az önreflexió fejlesztésének szükségessége melletti érveléshez jutunk: „a világról sokat tudó, fejlett intellektusú egyének ma még az embert és önmagukat felszínesen, tapasztalati szinten ismerik, önmagukat alig képesek értelmezni, megérteni” (Nagy, 2000, 319. o). Ebből a megállapításból két további következtetés adódik, melyek kifejtését reményeink szerint a következő fejezetekben megtaláljuk. Az első implicit korollárium, hogy a fejlett intellektus nincs feltétlenül szoros kapcsolatban az önreflexió, az önértelmezés szintjével. A másik implicit következtetés, hogy szükséges az önreflektív képességek fejlesztésének lehetséges kezdő életkori szakaszait megismerni. Ennek oka az, hogy mivel a személyiség igen lényeges komponensrendszeréről van szó, a fejlődése feltételezhetően hosszú évek hatásainak eredőjeként valósul meg, így a felelős döntéshozó állampolgárrá válás szempontjából a mielőbbi lehetséges fejlesztő folyamatok megjelenése fontosnak minősül.

Heyting, Kruithof és Mulder (2002) Habermas gondolatainak elemzés során jutnak arra a következtetésre, hogy amit az iskoláztatás és a nevelés leginkább tehet a társadalom jó értelemben vett integrációjáért, az a szükséges kommunikációs és önreflektív készségek fejlesztésében érhető tetten. Ezeknek a készségeknek a fejlesztésére ígéretes kutatási eredményeket találunk a szakirodalomban: például az írás mint a tanulás eszköze és segítője képes egyesíteni a kommunikációs és önreflektív készségek fejlesztését (Lengelle, Meijers, Poell és Post, 2013). Molnár (2003) elemzi Bereiternek a fogalmazási képességre adott modelljét, és megállapítása szerint a Bereiter által legmagasabb szintűnek tekintett kommunikatív írás önszabályozó, reflektív gondolkodási folyamatok meglétét igényli. Horváth (1998) kutatásából ugyanakkor tudjuk, hogy a középiskolát elvégző tanulóink a szövegértéshez képest kevésbé tekintik az írásbeli szövegalkotást az önreflexió terepének, és a mintakövető tanulást tartják lehetségesnek.

Mely évfolyamok és mely tantárgyaknak juthatnak főszerephez a társadalmi kohézió szempontjából kívánatos önreflektív készségek fejlesztésében? Dolgozatunk egyik célja megmutatni, hogy a lehetséges válaszok mezsgyéje kellően széles mindkét dimenzió szerint. Végül soron a kérdésfeltevésünk megismétli Csapó (1992) gondolatmenetét arról, hogy az életre szóló tudás kialakításának logikus útja a tanulókat ellátni a tanulás sajátosságaira vonatkozó információval, ám ennek mikéntjében a tudományos kutatási eredményekre szükséges támaszkodni a mindent egy lapra feltevő megoldásokkal szemben. Ráadásul nyilvánvaló, hogy a tanítás-tanulás több, különböző rendszerszintjének vizsgálata szükséges, hiszen az egyéni boldogulás szempontjából, az osztálytermi tanulás hatékonysága szempontjából és a társadalmi integráció szempontjából más-más alapsokaságokat, más-más módszertannal szükséges vizsgálni. Előrebocsátjuk, hogy a rendelkezésre álló kutatási eredmények egyelőre az egyéni és intézményi (szervezeti) szintre vonatkoznak, és a társadalmi léptékű rendszerszint kutatása még túl nagy kihívásnak tűnik. Nagy József (2007) a különféle munkaköröknek történelmi távlatban látható megváltozásából vezeti le, hogy „a tapasztalati szinten megrekedt személyiségek egyre kevésbé foglalkoztathatók” (57. o). Ha elfogadjuk megállapítását arra vonatkozóan, hogy a 17. századig nagyon kevesen jutottak el az értelmező személyiség szintjére, még továbbra is nyitva marad a kérdés: Egy fenntartható társadalmi rendben vajon milyen arányban legyenek jelen genetikus, tapasztalati és értelmező (sőt, önértelmező) személyiségek?¹ Arra már láttunk történelmi példát, hogy előnyös a magasabb személyiség szintek megjelenése és kritikus tömeggé formálódása. De vajon milyen lenne egy olyan társadalom, amelyben mindenkinek önértelmező szintű személyisége van? Megfogalmazható-e oktatási célként, – és ha igen, mely szereplői, azaz mely rendszerszint számára – hogy minden egyes tanuló lehetőség szerint önértelmező személyiséggé fejlődjék?

Abból adódóan, hogy az önreflexivitás tudományos vizsgálata még az egyén szintjén is kihívásokat tartogat, a társadalmi és globális szint vizsgálata pedig részben az egyéni adatok alapján, részben a magasabb rendszerszinthez kifejlesztendő módszerekre alapozható, az előző bekezdésben megfogalmazott kérdés relevanciája, fontossága ma nehezen dönthető el tudományos módszerekkel. Azonban elfogadva Csermely, Gergely, Koltay és Tóth (1999) megállapítását arról, hogy a világ jelenségeinek megismerésében a tudományos mellett például a köznapi, a vallásos és a művészi megismerési formák is jelentősek, inspiráló lehet a közeljövő kutatásai számára néhány további megfontolás. A rendszerelmélet egyik legelismertebb művelője, László Ervin (2009) is hitvallásként, semmint tudományos eredményként fogalmazza meg azt, hogy az emberi tudat mint a világmindenség visszatükrözője azt a felelősséget rója ránk, hogy felfedezzük önmagunkat a kozmikus rendben.

Független gondolkodóként Steven McIntosh (2007) megengedheti magának, hogy néhány tudományos tekintélyre hivatkozva elindítsa következtetési láncolatát, melynek során a köznapi gondolkodás mezején foglalja össze megállapításait. Így például megállapítja, hogy különböző szintű személyiségek milyen arányban vannak jelen a

¹ A korábbi munkáiban szereplő három szintet: genetikus, tapasztalati és értelmező, Nagy József egy negyedik szinttel is kiegészítette 2007-ben, amikor felveti az önértelmező személyiség fejlesztésén ígéretét.

társadalomban, az egyes szinteken lévők jellemzően mit tartanak igaznak, jónak és szépnek. A fejlődési spirál nyolc szintjéből hatról kapunk részletes leírást: törzsi, harcos, hagyományos, modernista, posztmodern és integrált tudatossági szintekről és ezeknek megfelelő személyiségszintekről ír részletesen. Ennél talán még lényegesebb az a megállapítása, hogy szerinte az egyes személyiségszintekhez tartozók milyen létszamarányt képviselnek és ugyanakkor az emberiség szétsztható javait milyen arányban birtokolják. Az 1. táblázatban összefoglaljuk McIntosh idevágó adatait.

1. táblázat. Személyiségszintek létszamarányai és a birtokolt javak aránya

Személyiségszint	Globális létszamarány (%)	A hatalom és az anyagi javak birtoklása (%)
törzsi	5	<1
harcos	20	5
hagyományos	55	25
modernista	15	60
posztmodern	<5	10
integrált	<1	<1

Forrás: McIntosh, 2007, 36-84. o.

Megjegyzés: McIntosh két további szintet definiál, de azokhoz nem rendel számadatokat. Az archaikus szint szerinte ma már csak csecsemőkre jellemző, míg a posztintegrált szintről mint jövőbeni formáról beszél.

A McIntosh által leírt személyiségszintek a tudatosság különböző szintjei által definiáltak, ezek pedig a különböző problémahelyzetekben nyújtott válaszok rendszere alapján kikövetkeztethető világnézetet tükrözik. Nyilvánvaló, hogy egy személyen belül többféle válaszmintázat és ezekből következtethető tudatossági szint van jelen. Amikor létszamarányról beszél, akkor mégis az uralkodó tudatossági szinthez rendeli a konkrét személyiséget. Eszmefuttatásának tanulsága, hogy a magasabb szintű tudatosság létszámbeli kisebbségként van jelen már akkor is, amikor a hatalom és az anyagi javak nagyobb részét még nem birtokolja.

Azért szántunk hosszabb terjedelmet McIntosh nézetei tömör bemutatásának, mert azok a kérdések, amelyek neveléstudományi szempontból az emberi gondolkodás magasabb szintű összetevőinek fejlesztését érintik, végső soron kivezetnek nemcsak a neveléstudomány, hanem általában a tudományos megismerés hatóköréből. Filozófiai nézetek, értékrendek és a politikai érdekérvényesítés világába érkezünk, ha arra a kérdésre keresünk választ, hogy *amennyiben lehetséges*, tegyük-e meg minden tőlünk telhetőt azért, hogy egyre többen jussanak el oda, hogy az életben felmerülő problémákat önreflektív szinten oldják meg. Az önreflexivitás mindenképpen tudatosságot feltételez, a tudatosság problémáját pedig – mint láttuk az 1.1.1. részben, a metakogníció kifejezés segítségével tudja hatékonyan megközelíteni a tudomány.

Az előző részben Szerb Antal révén már megidézt Proust idézetével nyitottuk értekezésünket. Proust művészetében a tudatosság által nehezen megragadható tudáselemeknek főszerep jut. Alighanem egyetértünk azzal, hogy világunk szegényebb lenne akkor, ha – *amennyiben lehetséges volna* – minden velünk megtörtént és történő

eseményt önreflektív elemzésnek vetnénk alá. Ennek nyűgét a Proustot ellenpontoszó Eco (2007) tárja elénk a Loana királynő titokzatos tüze című regényében, melynek hőse a tudatában meglévő objektív ismeretek segítségével keresi igazi önmagát: „Bizonytalankodtam, vajon melyik a tea íze, és melyik a cukoré; az egyik keserű, a másik édes kellett hogy legyen, de mi az, hogy keserű, és mi az, hogy édes?” (19. o.)

A képzőművészet a tudatosság problémáját olyan alkotásokban jeleníti meg, amelyek önreflexióra készítetik, sőt kényszerítik az alkotás szemlélőjét. 2016-os sajtóhírből értesültünk arról, hogy egy kiállítás egy látogatója elkezdte golyóstollal kitölteni a falon függő, keresztretjvényt megjelenítő alkotást, annak hatására, hogy az alkotás tetején szerepelt az „írd be a szavakat!” felszólítás. A filmművészetben egy olasz vígjáték címével játszva kényszerülhet az ember önreflexióra: „Tudom, hogy tudod, hogy tudom”. Vajon hány további tagmonddal bonyolítható tovább ez a kijelentés úgy, hogy azt még az ember *mentálisan megfelelően reprezentálni* tudja? Azaz ne csupán nyelvi legyen helytálló, hanem értelmes emberek közötti párbeszédben felfogható legyen.

McIntosh integrált tudatossági szintjének lényege, hogy az alacsonyabb tudatossági szintekről optimálisan, a konkrét helyzetekhez, témákhoz igazítva alkalmazhatunk alapelveket, világnézetet. Van, amikor alacsonyabb szintű tudatosság alapján érdemes döntést hozni és viselkedni, de a tudatosság magasabb szintje annak a lehetőségét adja, hogy szükség esetén váltani tudjunk tudatossági szintek között. Nem lehetséges, hogy éppen erre a képességre, a tudatossági szintek közötti váltásra és annak rugalmasságára van szükség az eredményes pedagógiai munkához?

1.1.3. A metakogníció pszichológiai modelljei

2006-ban, amikor a Metacognition and Learning folyóirat útjára indult, szerkesztőségi „vezércikkben” Veenman, Van Hout-Wolters és Afflerbach (2006) áttekintették a terület definíciós problémáit. Általánosságban elismert azóta is, hogy a metakogníció kifejezés atyja Flavell, és 1979 a fogalom születési dátuma. A Nemzetközi Gyermekevő Tiszteletére az American Psychological Association meghívásos tanulmányokban a pszichológia fontos kérdéseit tekintette át, és ezek között a cikkek között később kiemelkedő idézettségűnek bizonyult Flavell tanulmánya. Többek között az októberi különszám nevezetes szerzője volt Bronfenbrenner, aki a gyermeknevelés szociális tényezőiről írt átfogó tanulmányt.

A metakogníció kutatóinak tájékozódását megnehezíti a terminológiai sokszínűség. Ezt a problémát eufemisztikusan a „Nevezéktani sokszínűség az alkalmazás-központú modellalkotás szolgálatában” fejezetcímmel érzékeltettem (Csíkos, 2007), de kevésbé eufemisztikusan a helyzet úgy írható ma le, hogy bárhogyan definiálható a metakogníció, ha Flavell valamelyik cikkére hivatkozik a szerző. Az említett, 1979-ben írt tanulmánya 7500 hivatkozásnál jár a Google Tudós nyilvántartása szerint, ami – nagyságrendi összehasonlítás végett – már fele annyi, mint Bloom nevezetes taxonómiakötetének hivatkozásai, és negyede a Cronbach-alfát bevezető klasszikus tanulmány citációinak.

A Metacognition and Learning folyóirat a metakogníció-kutatások zászlóshajója, amely a sok ezer tudományos lap közül egyedülként viseli címében magát a kulcskifejezést: metakogníció. A lap vezető szerepe tehát igen látványos, ezért különösen fontos, hogy a célkitűzésekben (aims and scope) helyet ad elvileg alapvető elméleti kérdéseknek is a méréses és más empirikus témák mellett. A gyakorlatban azonban az utolsó néhány lapszám cikkei között csak empirikus tanulmányok szerepeltek, kivéve a jellemzően évi egy különszám bevezető tanulmányát, amely az adott különszám jogcímén egy áttekintés (review) szokott lenni, jellemzően magasabb citációs számot hozva, mint a különszám empirikus tanulmányai. Úgy működik tehát a lap, mint ahogyan normál tudományt szokás működtetni (Kuhn, 1984), és emiatt a területen éppen egy tudományos forradalom esélyét látjuk elszalajtani.

Nevezetes különszámot szentelt a metakogníció témának 1998-ban az Instructional Science, gyakran felbukkannak metakogníció témában cikkek a vezető oktatásméleti lapokban, és gomba módra szaporodtak a témát valamilyen aspektusból feldolgozó, sokszerzős, szerkesztett könyvek. Ezek sora Nelson válogatáskötetével indult 1992-ben, és azóta is évente több kötet jelenik meg a témában.

E tudománytörténeti fejtegetések után a metakogníció fogalom fejlődésének néhány mérföldkövére építjük föl a fogalom bemutatását. Ebben a szakaszban is támaszkodunk a Metakogníció-könyvben (Csíkos, 2007) már kifejtett gondolatokra.

1971-ben született a 'metamemória' kifejezés *Flavell* azóta is sokat idézett tanulmányában, amely egy konferencia-szimpozium írott változatú tanulmányaihoz fűzött opponensi vélemény formájában jelent meg. A memóriafejlődés leírását, mint általában a fejlődés leírását, részben meghatározza, hogy milyenek képzeljük az adott dolgot kifejtett állapotában. Milyen a felnőtt memóriája, mennyiben más (fejlettebb), mint a gyermeké? Flavell szerint a memória fejlődésével kapcsolatos jelenségek közé tartozik, hogy valaki képessé válik megítélni, mennyire nehéz vagy könnyű lesz különféle információegységeket megjegyezni. A gyerekek életkoruk előrehaladtával egyre inkább tudatában lesznek mások mentális folyamatainak és a saját mentális folyamataiknak is (introspekció). A memóriára vonatkozó ilyen típusú tudásgyarapodás az introspekció fejlődésének egy speciális eseteként kezelhető.

Az a jelenség, hogy az életkor előrehaladtával hosszabb szó- és egyéb jelsorozatok vagyunk képesek memorizálni, több tényező hatásának tulajdonítható. Ezek között a tényezők között a memorizálás stratégiái (a mnemotechnikai eljárások) fontos helyet foglalnak el. Schneider és Pressley (1989) szerint azok a személyek, akik jó emlékezetstratégia-használók (good strategy user) többféle stratégiát ismernek, és ezeket rugalmasan képesek fölhasználni adott szituációkban. A tudatos, kontrollálható stratégiák – megfelelő szituációban – automatizálódhatnak, bár ebben az esetben is potenciálisan ellenőrizhetők és tudatosak maradnak.

A memorizálási stratégiákról számos magyar nyelvű forrás elérhető (pl. Atkinson, Atkinson, Smith és Bem, 1999; Oroszlány, 1998). Az egyik érdekes és gyakran alkalmazott emlékezeti stratégia a páros asszociáció, amikor két, szorosan össze nem tartozó szót úgy memorizálunk, hogy jelentésüket elaborálva összefűzzük azokat. Például a könyv és Tihany szavakat akár úgy is megjegyezhetjük együtt, hogy kedvenc könyvünket Eco írta, és Tihany nevezetes az echo-ról, vagyis a visszhangról. Az ilyen elaborációs stratégia még kisebb

jelentőségű 10-11 éves korban, mint a szubvokális ismételtetés, ám a serdülőkor végére ez megváltozik. Az elaborációs stratégiára vonatkozó deklaratív metakognitív tudás, vagyis annak ismerete, hogy ez a stratégia növeli az emlékezeti teljesítményt, szintén magasabb szintűnek bizonyult 17 éves korban, mint 11 éveseknél (Schneider és Pressley, 1989).

Az emlékezeti teljesítmény és a metamemória között szakirodalmi elemzések szerint (ld. Schneider és Pressley, 1989; Schneider, 1998) mérsékelt szoros összefüggés van: 0,41 értékű korrelációval. Ebből az következik, hogy az emlékezeti teljesítmény varianciájának mintegy 17%-át megmagyarázza a metamemória fejlettsége. A félig tele pohár metaforával ez olyan méretű hatás, ami arra érdemesíti a metamemória jelenségét, hogy kissé közelebbről megvizsgáljuk összetevőit.

Schneider és Pressley (1989) a metamemória mibenlétének és fejlődésének leírása során két fő komponenszt vizsgál: a gyermekeknek a memóriára vonatkozó tárgyi tudását és a memória folyamatai nyomon követésének (monitoring) képességét. A metamemória tárgytudás-komponenseinek vizsgálatához a következő tényezőket veszik figyelembe: (1) Hány éves kortól ismertek a mentális folyamatok leírásához szükséges szavak (elsősorban igék)? A konkrét vizsgálattól függően akár 4 éves kortól megfigyelhető olyan szavak korrekt használata, mint például tud, emlékszik, elfelejt, találgat. (2) Az emberi emlékezetben szerepet játszó személyes tényezőkről 4-5 éves korban még eléggé furcsa meggyőződések vannak a gyerekeknek. Például a hajszin és az emlékezeti teljesítmény közötti összefüggést nem utasítják el egyértelműen, de az életkor és az emlékezeti teljesítmény viszonyáról nincs megfelelő képük. (3) A konkrét emlékezeti feladathoz kapcsolódó, az emlékezetet befolyásoló tényezők ismeretéről meglévő tudás jelentős változáson megy keresztül 4-6 éves korban. Míg a 4 éveseknek kevesebb, mint fele ítéli meg úgy, hogy a megjegyzendő dolgok száma hatással van a feladat nehézségére, addig a 6 évesek csaknem 4/5-e tisztában van ezzel. (Hozzátehetjük ehhez, hogy a fejlődés minden bizonnyal a tanulói meggyőződések explicit óvodai fejlesztése nélkül történik.)

A metamemória másik nagy összetevője az egyes emlékezeti folyamatokat nyomon követő (Schneider, 1998, által később procedurálisnak nevezett) tudás. Máig élénken kutatott terület ezeknek a komponenseknek a vizsgálata: a teljesítmény előrejelzésének pontossága (performance prediction accuracy, mai terminológiával: judgment of learning, JOL), a felidézési készenlét (recall readiness), azaz annak megítélése, hogy valaki felkészült a konkrét megtanult anyag felidezésére. A pedagógiai értékelés gyakorlata ismeri az önértékelés módszerét (Csíkos, 2002b), amelynek empirikus kutatására osztálytermi keretek között is alkalmas lehet a metamemória-kutatások módszerrepertoárja. Ezeken kívül egy harmadik terület a procedurális metamemória kutatásában annak vizsgálata, hogy adott életkorban mennyire pontosan tudja valaki, hogy milyen emlékezeti feladat igényel nagyobb időráfordítást (a ma használatos terminológia: allocation of study time). Az „érzem, hogy tudom” (feeling of knowing, FOK) jelenség már a hetvenes években az érdeklődés középpontjába került, a „nyelvem hegyén van” (tip of the tongue, az angol nyelvű szakirodalomban gyakran használt rövidítés: TOT) jelenséggel együtt. Péntek (2000) tanulmánya a nem tudatos metakognitív jelenségek között első helyen említi a FOK-ot, hozzátéve, hogy az élmény tudatossá válása éppen a felidezés sikertelenségéhez kötött.

Wellman (1977) eredményei szerint az életkor növekedésével - vizsgálatában óvodások, 1. és 3. évfolyamosok szerepeltek – egyre szorosabb korreláció található az „érzem, hogy

tudom” megítélése és a tényleges felidézési teljesítmény között. Az okokat keresve Wellman a memória stratégiai, a nyomon követéshez tartozó komponenseiben talál jelentős különbséget az óvodás és az idősebb gyerek között. Szerinte ez összefüggésben van azzal, hogy a 3. osztályosok között gyakran tapasztalták a „nyelvem hegyén van” jelenséget. Bár a FOK és TOT jelenségek egymáshoz hasonlóak, és nehéznek tűnik a megkülönböztethetőségük, Schwartz (2008) agykutatósi eredményei alapján tudjuk, hogy a kétféle pszichikus folyamathoz különböző agyi területek asszociálhatók. A metamemóriakutatások kisebb intenzitással tovább folynak a 2010-es években a nemzetközi szakirodalmi adatbázisok szerint.

A metamemória-jelenségek közül ma gyakran találkozunk a magabiztosság megítélése (confidence judgment) mérésével. A kísérleti személyeknek memorizálási feladatot követően arra a kérdésre kell válaszolniuk, hogy mennyire biztosak a válaszuk helyességében; jellemző az ötfokú skála használata. Ilyen típusú vizsgálatban jelent meg a szemmozgás-vizsgálat, mellyel Roderer és Roebers (2010) új utat nyitottak jövőbeni kutatások számára a szemmozgás fixációs ideje, a magabiztosság megítélése (függőlegesen elhelyezett öt smile-kép szerepelt a képernyő jobb oldalán) és a feladat nehézsége között talált összefüggéssel. A 7 és 9 év közötti gyerekeknél azt tapasztalták, hogy a feladat nehézségétől függetlenül a legalacsonyabb magabiztossági értékhez tartozott a legrövidebb fixációs idő. A metamemória fejlődését illetően a kutatás újabb megerősítést adta annak a régtől ismert és már kutatásokkal megerősített tapasztalatnak, miszerint a fiatalabb gyermekekre a túlzott magabiztosság vagy optimizmus jellemző a memorizálás feladatok megoldása során.

A metakogníció-elmélet fejlődésében Nelson (1996) tanulmánya, mely a metakogníció és a tudatosság fogalmak összekapcsolására vállalkozott, valójában nem a tanulmány címében ígért fogalmi tisztázás miatt vált mérföldkövé, hanem a Nelson és Narens (1990/1992) által pár évvel korábban kifejtett kétszintű metakogníció-modell révén. A kétszintű modell, köszönhetően vizualitásának és egyszerűségének, számtalan későbbi kutatásban vált meghatározó forrássá. Nelson (1996) a tanulmány első részében a meta-előtag magyarázatára összpontosít, és ehhez Tarski gondolatait hívja segítségül. Egy 19. századi filozófiai paradoxont említ először, amit Comte-paradoxonnak nevez. A Comte-paradoxon szerint a gondolkodó ember nem oszthatja magát két részre, amelyek közül az egyik gondolkodik, a másik pedig megfigyeli a gondolkodást. (A gondolat felbukkan később a pszichológia nagy teoretikusának, William Jamesnek alapművében is. Mindenesetre több ezer éves kérdéstről van szó, ami már Arisztotelész Metafizikájában (2002) is súlyos dilemmaként jelent meg.) Wundt a paradoxont Münchhausen bárónak ahhoz a kalandjához hasonlította, amikor saját farkocsnál fogva húzta ki magát a mocsárból. A Comte-paradoxon részletesebb fogalmi elemzése vezethet olyan megfogalmazásokhoz, amelyek közül az egyik legegyszerűbb: nem lehet valami egyszerre a megfigyelt dolog és a megfigyelő is.

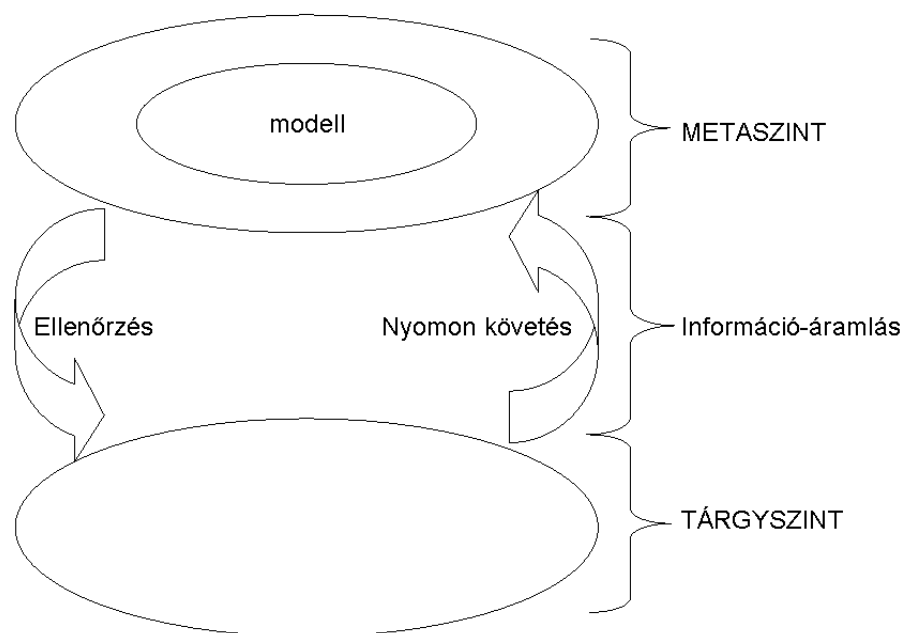
Tarski a híres hazug-paradoxon megoldására a logikai igazságok több szintjének elvét vezette be. Úgy vélte, hogy a hazug-paradoxon úgy oldható föl, ha megkülönböztetjük a logikai igazságoknak több szintjét. A paradoxon oka ugyanis szerinte a természetes nyelv inkohereciája, ezért az igazság-hierarchiák különböző szintjein az igazság kifejezésére más-más nyelvi kifejezésekre van szükség. (Tarski radikalizmusával szemben egy lágyabb

megoldás lehetne az, hogy az „igaz” szó mint természetes nyelvi kifejezés önmagában igazság-fogalmak Tarski-féle hierarchiáját tükrözi.)

A hazug-paradoxon eredeti változata Epimenidész egyik mondata: *Minden krétai hazudik*. (Nevezik ezért Epimenidész-paradoxonnak is.) Attól ellentmondásos az állítás, hogy Epimenidész is krétai, így abból, hogy ha feltételezzük, hogy ő igazat mond, az következik, hogy hazudik, hiszen minden krétai hazudik. De ha azt feltételeznénk, hogy ő hazudik, akkor ennek ellentmondana az, hogy krétaiként igazat mond. A hazug-paradoxon másik, még egyszerűbb egyszerű alakja Sainsbury (2002) könyvében: Amit most mondok, az hazugság. Nelson nagy ötlete tehát abban állt, hogy egy emberi gondolkodással kapcsolatos, rejtélyes kijelentést, a Comte-paradoxont, analógiák alkalmazásával a filozófiai logika egyik 20. századi problémájára vezeti vissza. Tarski javaslata általánosságban az önreferenciális állítások feloldását célozta meg, azonban Sainsbury (2002) megmutatja, hogy hazug-szerű paradoxonok önreferencia nélkül is megfogalmazhatók. Önreferencia helyett ugyanis körkörös referencia is elegendő a paradoxonhoz, az ellentmondás feloldásának megközelítésére pedig a Tarski-féle hierarchikus igazságfogalom helyett az ún. indexikusság bevezetése is alkalmas.

Alapjában a Tarski-féle megoldása a hazug-paradoxonnak abban áll, hogy különböztessünk meg két szintet: egy tárgyszintet, amely a világ valamilyen dolgairól szól, és egy meta-szintet, amely a tárgyszintről szól. Elméletileg a végtelenségig lehetne folytatni a sort, de megfigyelhető, hogy a meta-szint tárgyszintté válik a meta-meta-szint számára, így egyelőre elemzéseinkhez elegendő lesz két szintet feltételezni.

A hazug-paradoxon feloldásának analógiájára az emberi gondolkodásban is lehetséges egy tárgyszint, és lehetséges egy tárgyszintet kontrolláló meta-szint. 1. ábránk bemutatja a Nelson-Narens-modellként emlegetett konstrukciót, amely az emberi gondolkodásban folyamatosan jelenlévő két szintet és a közöttük lévő információ-áramlást mutatja be. A több szintű kognitív rendszerek gondolatát érzékletesen fejt ki Hofstadter (1979/2002) a palacsintaválasztásos példán keresztül. Amikor az ember azon dilemmázik, hogy diós vagy túrós palacsintát rendeljen, ez nem a neuronjaink tüzelésében megmutatkozó bizonytalanság miatt történik, hiszen ott ugyanazok a törvényszerűségek működnek, mint más, kívülről nézve egyszerű döntésnek tűnő esetekben. Egy magasabb rendszerszinten érthető meg a döntés bizonytalansága, és azon a magasabb rendszerszinten más logikai igazságok létezhetnek. Hofstadter erőteljesen fogalmaz, amikor azt állítja, hogy a tudattal kapcsolatos téveszmék mélyén ilyen szinttévesztések állhatnak.



1. ábra. A metakogníció Nelson-Narens-modellje Nelson (1996) alapján

A metakogníció legtöbb pszichológiai definíciójában explicit vagy implicit módon benne van a tudatosság, a Nelson-féle kétszintű modell azonban elvezet a metakogníció olyan értelmezéséhez, amelyben sem explicit, sem implicit módon nem szükséges a tudatosság feltételezése. Maga Nelson (2000, 222. o.) a következőképpen teszi föl ezt a kérdést: „A metakogníció irodalmában azt az információt, amellyel egy adott állapot (mondjuk a meta-szint) rendelkezik egy másik állapotról (mondjuk a tárgyszintről) úgy írjuk le, hogy az első *nyomon követi* (*monitoring*) a másodikat. ...De van-e különbség a között, hogy egy adott állapot tudatában van egy másik állapotnak avagy nyomon követi az egyik állapot a másik állapotot?” Vagyis Nelson nem foglalt állást tudatosság és metakogníció kapcsolatát illetően. Ehhez hasonlóan Diana és Reder (2004) leszögezik, hogy metakogníció alatt ők egy adott kognitív állapotra vonatkozó információt értenek, éppen ezért az lehet tudattalan is.

Az újabb metamemória-kutatások a Nelson-Narens-modell alkalmazásától datálhatók. A metakogníció általános – mint láttuk, kétszintű: tárgyszintet és meta-szintet feltételező – modelljének a metamemória területére történő alkalmazása megtermékenyítette a metamemória-kutatókat. A korábbi kutatások alapján elterjedten használt „érzem, hogy tudom” és „nyelvem hegyén van” jelenségeket sikerült egységes modellben kezelni a többi, hasonló összetevővel, mint amilyenek a felidézési készenlét (*recall readiness*), JOL, JROL, stb. Először röviden az „érzem, hogy tudom” és a „nyelvem hegyén van” jelenségekről szólnunk.

A metamemória megközelítésének lehetősége az „érzem, hogy tudom” jelenség kutatásával válhat nyilvánvalóvá. Nelson (1996) szerint ez volt az egyik első metakognitív

komponens, amit értékelték. Az, hogy az „érzem, hogy tudom” jelenség mennyire pontos előrejelzést ad a teljesítményről, több tényezőtől is függ, így például az item nehézségétől, a feladat jellegétől (Nelson, 1996), vagy például a felidézés és az „érzem, hogy tudom” megítélése között eltelt időtartamtól (Koriat, 1993). Az „érzem, hogy tudom” két rivális modellje közül Koriat (1993) eredményei a komputációs metaforát támogatják, szemben a „belső figyelőszolgálat” (internal monitor) metaforával. Míg a „belső figyelőszolgálat” metafora szerint van egy elkülönült folyamat, amely kideríti, hogy megvan-e egy dolog a memóriában, és van maga a felidézés folyamata, addig a komputációs metafora szerint a „tudom, hogy érzem” jelenség a felidézhetőség megítélését jelenti.

A metamemória modern kutatásainak egyik jellegzetessége, hogy olyan, általánosságban használt fogalmakat használ speciális, laboratóriumi vizsgálatokban, mint például a tanulás, az időfelhasználás vagy a stratégia. Nyilvánvaló, hogy mindannyian rendelkezünk intuitív elméletekkel a tanulásra szánt idő tervezésével, beosztásával kapcsolatban, azonban ha a hétköznapi tanulási helyzetek időfelhasználását kezdenénk vizsgálni, számos kontrollálhatatlan tényező nehezítené a kutatást. Ily módon a memória-kutatások laboratóriumaiban kifejlesztett módszerek látszanak legalkalmasabbnak a kérdés vizsgálatára, azzal együtt is, hogy a gyakorlat számára kissé idegenszerű a laboratóriumi szóösszetételek megtanulása.

A tanulásra szánt idő (allocation of study time) laboratóriumi vizsgálatából Dunlosky és Thiede (1998) eredményeit közöljük. Szerencsére a vizsgálat szerint egy adott dolog megtanulására szánt időt növelik azok a tényezők, amelyekről intuitíve ezt elvárhatjuk: a jutalom reménye, ami a felidézéért jár; vagy amikor nagy a valószínűsége annak, hogy az adott item benne lesz a tesztben. Pedagógiai szempontból legnagyobb jelentősége azonban annak van, hogy növeli a tanulásra szánt időt, ha instrukciót adunk arra vonatkozóan, hogy az adott dolog elsajátítása (mastery) fontosabb, mint a gyors tanulás (learning). Kimutatható ugyanakkor, hogy a vizsgálatban szereplő egyetemi hallgatók többször is gazdaságtalanul tervezték az időfelhasználást, amennyiben ezt objektív, költség-haszon elemzés tárgyává tennénk. Dunlosky és Thiede felvetette azt a gondolatot, hogy objektív szempontból jó döntést hozni több időbe telhetett volna, mint gazdaságtalan módon beosztani az időt.

A teljesítmény előrejelzésének pontossága (judgment of learning, JOL) területén Schneider, Visé, Lockl és Nelson (2000) azt vizsgálták, vajon kis gyermekek esetében megfigyelhető-e a késleltetett JOL nagyobb pontossága. Felnőttek esetében ugyanis az a helyzet, hogy közvetlenül a tanulási szakasz végén a felidézés pontosságának megítélése rosszabb, mint késleltetett JOL esetén. A vizsgálat tapasztalatai szerint már óvodás gyermekeknél is és 2. és 4. osztályos tanulóknál is létezik a késleltetett JOL jelensége. Ez azt jelenti, hogy egy adott tanulási feladat befejezése után 2 perccel sokkal pontosabban meg tudják ítélni már a kisgyerekek is, hogy hány dolgot sikerült memorizálniuk, mint közvetlenül a tanulási szakasz után. Az okok elemzése nélkül is nyilvánvaló a dolog elméleti és gyakorlati jelentősége. Elméleti szempontból a metamemória egy fontos komponensének gyermekkorától meglévő fejlettségéről tanúskodnak az adatok. A vizsgálat gyakorlati jelentőségét illetően pedig a szerzők pedagógiai példája szerint képzeljünk el egy olyan osztálytermi helyzetet, amelyben a tanulóktól annak megítélését kérik, hogy sikerült-e már megtanulnia például néhány idegen szót. Amennyiben a kérdés a közvetlen memorizálási szakaszhoz képest késleltetve hangzik el, növeljük annak valószínűségét, hogy a tanuló

pontos választ ad, és ezzel ugyanakkor fejlesztjük az ön-szabályozó tanulásban szerepet játszó többi folyamatot is, mint például a tanulásra szánt idő meghatározását.

A modern metamemória-kutatásokról szóló elemzésünk végén DeMarie és Ferron (2003) kutatását említjük, akik számos, a memória különböző területét mérő tesztet egyetlen vizsgálat keretében használtak föl. A különböző mérőeszközökön elért eredmények alapján sikerült a memória-teljesítmény három faktorát elkülöníteni, amelyeket a következő nevekkel illettek: metamemória, stratégiák és kapacitás.

A metakogníció sokszínű nevezéktanára visszatérve: úgy tűnik, számos izgalmas kérdés maradt megválaszolatlanul a 21. század későbbi évtizedeire. Schneider és Lockl (2002, 230. o.) megkísérelték egy ábrában összefoglalni a metamemória összetevőit. Egy hierarchikusan rendezett fagráf született, amelyen egymástól elválasztva szerepel három nagyobb terület: (1) a tudatelmélethez kötődő, leginkább a „megértés” szóhoz asszociálható terület, (2) a deklaratív metamemória és a (3) procedurális metamemória. Ez a felosztás azonban elsősorban kutatási területek szerinti tagolódást mutat, és kevésbé használható a pedagógiai alkalmazhatóság szempontjából. Röviden azt szeretnénk megmutatni, hogy a Hamis Meggyőződés tesztekhez hasonló vizsgálatokkal felismert kognitív komponensek és a deklaratív metamemória összetevői között fogalmi szinten is nehéz különbséget tenni, a funkcionális szempontú nyilvánvaló rokonság pedig szembetűnő. Schneider és Lockl (2002) szerint a tudatelmélet-kutatások azt tárták fel, hogy a gyermek hogyan képes megérteni a mentális állapotokra vonatkozó kifejezéseket. A kulcs ehhez a megfelelő elmereprezentáció. A deklaratív metamemóriának ezzel szemben olyan elemei lennének, amelyek a személyi, feladat- és stratégiaváltozókra vonatkozó tudást hordozzák, úgy, ahogyan azt Flavell már a 70-es években kifejtette.

Meggyőződésünk, hogy a tudatelmélet komponensei és a deklaratív metatudás területei - funkcionális szempontból – sokrétűen összefüggnek egymással. *Pedagógiai szempontból mérlegelve a fogalomhasználatot, a tudatelméleti megállapításokra és a deklaratív metatudásra együttesen a meggyőződés kifejezést használjuk a továbbiakban, míg a procedurális metatudást a metakognitív stratégia kifejezéssel váltjuk föl.*

A tudatelmélet-kutatások néhány eredménye

A pszichológia berkeiben zajló metakogníció-kutatás néhány markánsan elkülönülő területen folyik. Az egyik fő irányzat az emberi gondolkodásra vonatkozó gyermeki nézetek kutatását tekinti kiemelten fontosnak. Ezek az úgynevezett tudatelmélet-elméletek azt a kérdést vizsgálják, hogy hogyan alakul és fejlődik ki a gyermekben a saját maguk és mások mentális állapotára vonatkozó tudás. A tudatelmélet-elméletek középpontjában a gyermeknek az alapvető mentális folyamatokról alkotott képének vizsgálata áll. A kísérleti személyek leggyakrabban a 3-5 éves korosztályból kerülnek ki, mivel számos kutatás szerint (Estes, 1998; Flavell, 2000; Lillard és Flavell, 1990) a gyermeknek mások kognitív folyamatairól alkotott képében jelentős változások következnek be ebben az időszakban. Kiss (1996) szerint a változás oka, hogy az elme reprezentációs elmélete négy-ötéves korban jelenik meg. Előtte a gyermek még közvetlen oki kapcsolatot tételez fel a tárgyak és mások vélekedései között.

A tudatelméletre épülő kutatások sajátos módszereket használnak fel. A tudatelmélet-kutatásokban szóbeli interjúk, megfigyelések szerepelnek, az előforduló kognitív feladatok manipulatív vagy képi szintűek. Flavell (2000) szerint a metakogníció kutatására ugyanakkor feladat- és cél-orientáltság jellemző, vagyis kognitív feladatok megoldása során nyújtott teljesítmény metakognitív összetevőit vizsgálják. Flavell szerint a metakogníció és a tudatelmélet elméletei jól megférnek egymás mellett a tudásról való tudás ernyője alatt; a metakogníció elmélete alkalmazott tudatelmélet elméletnek tekinthető.

Bartsch és Estes (1996) több okot lát arra, hogy a tudatelmélet-kutatás más hangsúlyokat fogalmaz meg, mint a tradicionálisnak nevezett metakogníció-kutatás. (1) A gyermekeknek saját és mások mentális állapotára vonatkozó megértéseit vizsgálja. (2) Hangsúlyt helyez arra a kérdésre, hogy a gyermekek miképpen látnak egyes tevékenységeket mint mentális állapotok következményeit (3) Figyelembe veszik a nem-kognitív mentális jellemzőket, mint például az érzelmeket és a vágyakat. A gyermeki tudatelméletek kutatói szerint a mentális folyamatok hétköznapi megértésének fejlődésében kulcsfontosságú az elmével kapcsolatos alapvető meggyőződések vizsgálata.

Perner és Dienes (2003) szerint az egyik első megnyilvánulása a gyermeki tudatelmélet fejlődésének, amikor valaki tudja azt, hogy tud valamit. Ennek az állapotnak a megfigyelésére számtalan lehetőség van, de mivel a nyelvi kifejezések vizsgálata nyilván a nyelv fejlődéséhez kötött, ezért nem várható, hogy 15 hónapos kornál hamarabb valaki értelmes módon olyan kijelentést tegyen, hogy „nem tudom.” Ha kritériumként a szubjektív perspektívából értelmezett fenomenológiai tudatosság jeleit tekintjük, akkor a szerepjáték megjelenése a saját mentális állapotra vonatkozó tudás fontos formájának és indikátorának bizonyulhat. Ily módon a gyermeki tudatelmélet kialakulásának kezdetét 15-24 hónapos korra tehetjük. Perner és Dienes (77. o.) remek összefoglaló táblázatából az is kiderül, hogy valamennyi szokásos kritériumnak a 3-5 éves korosztály tud megfelelni.

A tudatelmélet-kutatások egyik 21. századi irányzata a metamémória jelenségét köti össze a tudatelmélet fejlődésével. A kutatások alaphipotézise szerint a memória fejlődésében a metamémória szerepe jelentős (említettük a korreláció jellemző szintjét: 0,4), és a tudatelmélet a metakognitív jelenségek leírására használható szókincs fejlődésével együtt a metamémória alapját képezi. Lockl és Schneider (2006) négy és fél éves kortól hat éves korig követték egy gyermekcsoport fejlődését, és azt találták, hogy a tudatelmélet kezdeti fejlettségi szintje jól előrejelzi a metamémória későbbi fejlettségét. Ugyanakkor a metamémória és a metakognitív szókincs között kölcsönös és szoros kapcsolat van, vagyis a direkt oksági kapcsolat a fejlődésben és fejlesztésben nem valószínű. (A tudatelmélet és a metakognitív szókincs közötti kapcsolatok szorossága már korábbi kutatásokból ismert volt.) Schneider (2009) mindemellett az egyéni különbségek szerepét hangsúlyozza, melyet az jelez, hogy vizsgálataikban két különböző időpontban felvett ugyanazon teszt eredményei között a korreláció 0,5 körüli.

A gyermeki tudatelmélet feltérképezéséhez Flavell, Green és Flavell (1998) egy nagyon fontos lépést tett: népi pszichológiai alapokon megpróbálták leírni, hogy az amerikai kultúrában egy átlagos felnőtt vajon milyen tudatelmélettel rendelkezik. A gyermeki fejlődés ezzel egy új viszonyítási pontot talál, sőt, a kérdés pedagógiai relevanciája is kézenfekvő: Tanáraink és tanárjelöltjeink milyen tudatelmélettel rendelkeznek, milyen meggyőződések vannak saját és mások mentális folyamatairól? Mit tekintenek a tanárok legfontosabbnak az

értelem kiműveléséhez kötődő feladatok közül? Hercz Mária (2002) vizsgálata szerint a tanári vélemények inkonzisztensek a „gondolkodási képesség” és a „tanulási képesség” szerepének megítélésével kapcsolatban. Flavell, Green és Flavell szerint a felnőttek a – mint láttuk, kartéziánus alapvetésű – „szellem a gépben” vagy homunkulusz metafora alapján értelmezik az elmét. Különösen érdekesek azok az alkotóelemei a felnőttek elméről alkotott képének, amelyek a nem kontrollálható folyamatokról szólnak (Flavellék itt Wellman és Hickling gondolatait tolmácsolják):

- Sokszor nem tudjuk megtenni azt, hogy kikapcsoljuk a tudatot. Sokszor gondolkodunk olyan dolgokon, amelyeken nem szeretnénk.
- Gyakran elkalandoznak gondolataink.
- Nem tudunk korlátlan mennyiségű dolgot megjegyezni. Nem tudunk minden gondolkodtató feladatot megoldani.
- Elmének gyakran becsap minket hamis következtetéssel, helytelen meggyőződéssel.
- Gondolataink egy része tudattalan, és ezért szükségszerűen kontrollálhatatlan.

A kutatási eredmények szerint a nem kontrollálható mentális jellemzőkre vonatkozó tudás 5 éves korban még meglehetősen kialakulatlan, 9 éves korban már fejlettebb, 13 éves korban pedig lényegében a felnőttek mintázatát követi. Érdeemes megjegyezni, hogy a gyermeki tudatelméletek fejlődése irányított, explicit iskolai fejlesztés nélkül megy végbe, ugyanakkor viszont az iskolai fejlesztés építhet arra, hogy adott életkorban milyen általános meggyőződések irányítják a gyermekeknek mások és önmaguk mentális állapotára vonatkozó megállapításait.

Schneider és Lockl (2002) szerint a metakogníció kutatói is Piaget-ben találhatják meg egyik első képviselőjüket. A következőkben egy fontos megállapítást idézünk, amely a tudatelméletekhez köthető (Inhelder és Piaget, 1955/1984, 326. o.): „A gyermek ... egyáltalán nem tett kísérletet arra, hogy gondolatait rendszerezze, a szó igazi értelmében vett reflexió hiányában, azaz a második hatványon levő vagy a saját gondolkodásán való gondolkodás hiányában.” Piaget elméletében gyermeknek azt nevezi, aki még nem érte el az ifjúkort, ami a 20. századi Európában 11-12 éves korral kezdődik. Azaz Piaget szerint a formális műveleti szinthez kapcsolódik a tudatelméletnek egy bizonyos szintje. Piaget gondolatai összhangban vannak Perner és Dienes álláspontjával, amikor a tudatelmélet konkrét területe és az ahhoz tartozó kritérium függvényeként válaszolják meg a „Hány éves korban...?” kezdetű nagy kérdéseket. Megadható olyan területe a gyermeki vagy ifjúkori tudatelméleteknek, amelyekhez 11-12 éves korban teljesülő kritérium szabható.

Flavell és Green (1999) egyik vizsgálatában a 10 éves életkor került a figyelem középpontjába. A vizsgálat témája az volt, hogy mennyire képesek a kísérleti személyek jól megítélni azt, hogy adott mentális folyamat a nehezen kontrollálható vagy a könnyen kontrollálható folyamatok közé tartozik. Itt is a felnőttek álláspontja tekinthető viszonyítási alapnak, hiszen csupán egyetlen kérdésben maradtak el jelentősen a 100%-os egyetértés szintjétől, amely arról szólt, hogy a figyelem mint mentális folyamat könnyen vagy nehezen kontrollálható. Az eredmények szerint a 10 évesek közel azonos %-os arányban döntöttek úgy egy folyamatról, hogy az könnyen vagy nehezen kontrollálható, mint a felnőttek. Ezzel szemben a 7 évesek több területnél az 50%-os találgatási küszöb környékén maradtak.

A tudatelmélet-kutatások közvetlen pedagógiai relevanciája nyilvánvaló. A mikor a tanulás tanulása tantervi követelménnyé lép elő, szükséges ismernünk, hogy adott életkorban a tanulók tudásra vonatkozó tudása hogyan jellemezhető. Az előbbiekben vázolt kutatási eredmények sokkal inkább támogatják a tudásra vonatkozó meggyőződések lépcsőzetes, bizonyos életkorokban ugrásszerűen bekövetkező változásainak elméleteit, mint a hosszú évek során akkumulálódó ismeretbővülésre alapozó elképzeléseket. Ezen túlmenően újabb kérdés, hogy a tudásra vonatkozó meggyőződések explicit tanítása milyen szerepet kaphat a fejlődés elősegítésében, és mennyiben elegendő hagyatkozni a spontán módon bekövetkező változásokra.

A neuropszichológia szerepe a metamemória-kutatásokban

A metakogníció elmerepresentáció szerinti típusainak leírásához a neuropszichológia nyújthat segítséget. Egy elképzelt ideális eredményhez az vezethetne, ha be lehetne azonosítani azokat az agyi területeket, amelyek a metakogníció általános szerepét (a gondolkodás tárgyszintjének kontrollálása és nyomon követése) betöltik. Amennyiben az agy különböző területei vagy működései tartoznának a metakognícióhoz, ezeket az elkülönülő területeket vagy működési módokat lehetne azután a metakogníció elmerepresentáció szerinti formáinak tekinteni. Ehhez már csupán a materialista filozófiai hozzáállásra van szükség, vagyis (Graham, 1993) az elme működése és az agyi működés közötti lényegi, formai és tartalmi megfeleltetés kimondása.

A tudatos mentális funkciók agyi szerveződésének kutatásában Lurija (1975) számít az egyik úttörőnek. Egy 1969-ben elhangzott előadásában a homloklebeny kiemelkedő jelentőségét mutatta be a tudatos tevékenységválasztást igénylő feladatokban. „Az adatok azt mutatják, hogy a homloklebeny súlyos sérüléseinél a cselekvés tájékozódási szakasza rendszerint elmarad, s ennek következtében viselkedésük egész szerkezete radikálisan megváltozik.” (195-196. o.) Lurija természetes kiindulópontnak tartja a neuropszichológiai kutatások számára, hogy a lokális agysérülések következtében fellépő tünetek, működési zavarok alapján lehet következtetni arra, hogy mi az egyes területek speciális szerepe. Lényegében ezt a látásmódot követi a *Metakogníció és kognitív neuropszichológia* (Mazzoni és Nelson, 1998) című tanulmánykötet több fejezete is.

A metakogníció neuropszichológiai kutatásainak egyik lehetséges típusa a következő. Meghatározzuk, hogy a metakogníció adott, általunk vizsgálni kívánt komponenseinek milyen megfigyelhető viselkedésformák felelnek meg. Különböző agysérülések esetén ezek a megfigyelhető viselkedésformák elmaradnak, és ebből arra következtetünk, hogy a metakogníció adott komponense számára az a sérült agyterület alapvető fontosságú. Az agyi sérülések hatásainak illusztrálásához először a szakirodalomban több helyen idézett Phineas Gage esetét említjük meg.

A vasúti munkásként dolgozó Phineas Gage – érdeklődő emberként – túl közel tartózkodott egy robbanási helyszínhez, és egy 3 centiméter átmérőjű, 1 méter hosszú vasrúd átfúródott a koponyáján. Mire orvoshoz vitték, már öntudatánál volt, és az alapvető képességeiben, úgymint a memorizálásban, a következtetési gondolkodásban és a nyelvi képességekben, nem következett be észrevehető változás a balesetet követően. Ami viszont

kicserélődött vagy eltűnt, az a személyiségének néhány alapvető jellemzője: a korábban udvarias, szakmájához értő és jó döntéseket hozó ember alaposan megváltozott. Nem kapott munkát, és cirkuszi látványossággá tette magát. Ez az esettanulmány két kutatási irányt erősített meg a 19. században. Egyrészt az egyes agyi funkciók helyhez kötöttségének tana erősödött, hiszen ha P. G. nem veszítette el fontos képességeit, akkor az azoknak megfelelő agyi területek nem sérültek. Másrészt a megsérült homloklebeny funkciójának vizsgálata került előtérbe.

Darling, Della Sala, Gray és Trivelli (1998) a központi végrehajtó funkció fogalmán keresztül közelítenek a homloklebenynek a metakognitív folyamatokban érvényesülő kitüntetett jelentőségéhez. Egyrészt az agyi sérülés miatt megfigyelhető viselkedésbeli változások szolgáltatnak bizonyítékot, másrészt olyan feladatok, amelyek megoldása során a magasabb rendű, végrehajtó funkciók működése feltételezhető. Ez utóbbi esetben az agyműködést vizsgáló valamelyik módszert alkalmazzák (leginkább PET vagy fMRI), és olyan feladatot kapnak a kísérleti személyek, amelyek közül az egyik nem kíván odafigyelést, a másik viszont igénybe veszi a magasabb szintű, központi végrehajtó funkciókat (duál-feladat paradigma). Fontos tisztázni, hogy a központi végrehajtó funkciók kifejezés nem agykutatási, hanem kognitív tudományi modellre alapozott fogalom. Használja a terminust a memóriakutatás (ld. Baddeley, 2001), de szélesebb értelemben a kognitív funkciók vezérlését, ezen belül az alacsonyabb szintű folyamatok sorrendiségének meghatározását értjük alatta.

A homloklebeny különféle sérülései vagy az ott végzett műtéti beavatkozások olyan viselkedésbeli változásokat okoznak a páciensek életében, amelyek külső szemlélő számára is észrevehetők. Darling, Della Sala, Gray és Trivelli szerint az elérhető adatok gyakran ellentmondásosak. Mindenesetre a központi végrehajtó funkcióknak, vagy – más néven – magasabb szintű mentális folyamatoknak nincs egyetlen központja, hanem ezeknek a funkcióknak több, egymástól elkülönült aspektusa létezik. Egyetértés mutatkozik abban, hogy a homloklebeny különböző területei az agy más területeiről érkező, előzetes feldolgozáson átesett információ feldolgozásának helyszínei.

Metateoretikus szempontból figyelmet érdemel, hogy a központi végrehajtó funkciók agyi lokalizációjának feltételezése a homunkulusz-csapdába esés veszélyét hordozza. Évszázadok óta visszatérő gondolat, hogy az elmében egy kis emberke (a homunkulusz) markában futnak össze a szálak. Akár kartéziánus színpad metaforában a szerzőre gondolunk, akár a PDP-elmélet döntési démonjára, fel-feltűnik a kis emberke metaforája. A csapda jelleg ott mutatkozik meg, hogy vajon a homunkulusz agyában is van-e egy még kisebb homunkulusz...

Egy újabb metateoretikus észrevételünk lehet, hogy a Nagy József (2000) által preferált komponensrendszer-modell szellemében megfogalmazhatjuk, melyik hiányzó láncszem tűnik kritikusnak a pedagógikum osztálytermi jelenségvilága és az agykutatás között. Ez a hiányzó láncszem az agykutatásban vizsgált végrehajtó funkciók és a Nelson-Narens-modell alapján továbbfejlődött metamémória-modellek közötti kapcsolat. Nyilvánvaló, hogy az agyi központi végrehajtó funkciók jelentős része tudattalan, míg a metamémória komponensei a tudatosságnak legalábbis az utólagosan verbálisan elmondható kategóriájába esnek.

1.1.4. Gondolkodásunk két rendszerszintje: 1. és 2. rendszer

Kahneman (2011) nem használja a metakogníció szót. Ez érthető; eléggé speciálissá vált a kifejezés, és egyébként is gyakori, hogy ugyanazt a jelenséget különböző párbeszédközösségek más kifejezéssel illetnek. Azonban Kahneman nem használja a tudatosság kifejezést sem, legalábbis nem tekinti szakkifejezésnek. Mégis olvasmányosan, rendszerezetten szól olyan gondolkodási folyamatokról, amelyek feltétlenül illenek dolgozatunk tárgykörébe, azaz stratégiai jellegűek. Azért fontos beillesztenünk Kahneman fogalomhasználatát értekezésünk fogalomrendszerébe, mert könyvére rendkívül sokan hivatkoztak a kiadása óta eltelt pár év alatt, és bár közgazdaságinak nevezik Nobel-díját, amelyet Tverskyvel közösen nyert el, Kahneman a pszichológiai párbeszédközösség meghatározó tagja, aki ugyanakkor más tudományterületek művelőire is nagy hatással van.

Kahneman két rendszert ír le gondolkodásunkban, a gyors, kontrollálatlan 1. rendszert (System 1), és a lassú, figyelmi erőfeszítés mellett működő 2. rendszert (System 2). Könyvében fő gondolati forrásként Stanovich és West (2000) cikkét jelöli meg, melyben a szerzők (659. o.) táblázatszerűen összefoglalták, mely kutatók milyen fogalmak használatával különböztették meg gondolkodásunk két rendszerét. A paradigma, amely a hetvenes években született, leggyakoribb kulcsszóként az automatikus és kontrollált szavakat rendelte a gondolkodás két rendszeréhez. A 2. ábra bemutatja az 1. és 2. rendszerek értelmezését két szempont szerint.

	ÉSZLELÉS	INTUÍCIÓ 1. RENDSZER	KÖVETKEZTETÉSES GONDOLKODÁS 2. RENDSZER
FOLYAMAT	Gyors Párhuzamosan futó Automatikus Erőfeszítés nélküli Asszociatív Lassan tanulható Érzelmi töltetű		Lassú Szeriális Kontrollált Erőfeszítést igénylő Szabályalapú Rugalmas Semleges
TARTALOM	Észleletek Egyidejű ingerek Ingerhez kötöttség		Fogalmi reprezentáció Múlt, jelen és jövő Nyelv által előhívható

2. ábra Az emberi gondolkodás rendszerei (Forrás: Kahneman, 2003, 1451. o.)

A 2. ábra az 1. és 2. rendszer közös jegyeiként sorolja föl, hogy milyen tartalmi területeken működőképesek: a más fogalmi rendszerekben propozicionálisnak nevezett tudáselemek jelentik mindkettő nyersanyagát. Ezzel szemben az 1. rendszerhez hasonlóan szintén gyors, automatikus, erőfeszítés nélkül működő, párhuzamos folyamatokkal operáló, érzelmi töltetű és lassú tanulással fejlődő észlelés a szavakkal csak közelítőleg leírható analóg reprezentációkkal, ingerhez kötött érzéletekkel működik.

A paradigma egyik úttörője Evans (1982), aki a deduktív következtetések tanulmányozása során talált bizonyítékot két típusú gondolkodási folyamatra, melyeket akkor 1. és 2. típusnak nevezett (Type 1 és Type 2). Az 1. típusú folyamatok párhuzamosan futóként, a 2. típusba tartozók szekvenciálisnak képzelhetők el, és ráadásként modalitásbeli különbségként a nem verbális és verbális formák társíthatók hozzájuk. Későbbi áttekintésében Evans (2003) maga is átveszi a Stanovich és West által javasolt, semlegesnek aposztrofálható 1. és 2. rendszer kifejezéseket.

Minden jel arra mutat, hogy a Stanovich és West (2000) által bevezetett distinkció a gondolkodás két szintje között, amelyet az 1. és 2. rendszer kifejezések jeleznek, hatásosnak bizonyult az elmúlt bő másfél évtized kutatásaira. Hatása egyszerűségében, pragmatizmusában rejlik, és részben ebből adódóan kezdettől várható volt a kritikai hozzáállás megjelenése. Moshman (2000) frissiben reagált cikkükre, és kritikájának lényegét az alábbiakban foglalhatjuk össze. Szerinte Stanovich és West leírásában az 1. rendszer lényege, hogy automatikus, heurisztikus folyamatok tartoznak bele, míg a 2. rendszer lényege, hogy explicit, szabályalapú folyamatok zajlanak. Moshman szerint két szempont összemosása történt a megkülönböztetésnél. Az egyik szempont szerinti két érték: automatikus és explicit, míg a másik szempont szerint heurisztikus és szabályalapú folyamatok különböztethetők meg. Emiatt kombinatorikailag négy eset adódik, amelyek közül kettőnek nincs helye Stanovich és West rendszerében, ám egyszerre automatikus és szabályalapú, valamint egyszerre explicit és heurisztikus folyamatok egyaránt léteznek. Moshman szerint ezek azért nem szerepelnek az 1. és 2. rendszer modelljében, mert az felnőttekkel végzett kísérletek adataira építkeznek. Javasolja ezért a fejlődési perspektíva bevezetését, mellyel világossá válhat (legalábbis az által példaként hozott deduktív gondolkodás területén), hogy a kisgyermekkorban már meglévő automatikus, de ugyanakkor szabálykövető folyamatok, és ugyanakkor a metakogníció-kutatásokra hivatkozva a tudatos, ámde heurisztikus folyamatok létezése is bizonyítottnak vehető. A fejlődési perspektíva figyelembe vétele azt jelentené, hogy a kisgyermekkortól életünk végéig folyamatosan jelenlévő automatikus gondolkodási folyamatok mellett egyre gyakoribbá válik az explicit, szabálykövető gondolkodás (Moshman, 1990). Ugyanakkor a metakognitív racionalításra épülő döntésünk egy bizonyos következtetési forma mellett akkor is magában hordozza a hibás következtetés lehetőségét, ha a gondolkodási folyamat fölötti kontroll kétségkívül, tudatosan megvalósult.

Figyelemre méltó, hogy Stanovich és West pozitívan reflektált Moshman kritikájára (Kokis, Macpherson, Toplak, West és Stanovich, 2002). Egyrészt megállapítják, hogy aktuális kutatásuk adatai inkább az egyéni különbségek pszichológiája, semmint a fejlődéslélektan számára szolgálnak adatokkal. Másrészt pedig elismerik, hogy a heurisztikus folyamatok gyakran helytállóak, ráadásul pedig a szabálykövető gondolkodási folyamatok szándékos tanulás révén automatizálhatók.

Kézenfekvő kapcsolódási lehetőségek vannak az 1. és 2. rendszer modellje és a metakogníció-elmélet között. A kapcsolatot ténylegesen megteremtette már a szakirodalom, így Thomson (2009) írásának főbb megállapításai következnek. A kétféle gondolkodási rendszer különbségét úgy írja le, hogy az egyik gyors és automatikus, a másik lassú és tudatos. Ebben az esetben a dupla jelzők használata nem jelenti azt, hogy a moshmani kritikában megjelent szempont-összemosás történt volna, ugyanis a sebesség az automatizmusból és a tudatosságból adódik. Thomson azt a kérdést helyezi középpontba, hogy az általa már S2-nek rövidített 2. rendszer mikor és miért lép föl a gondolkodás színpadára. Szerinte a helyesség érzése (feeling of rightness, FOR) mint metakognitív folyamat a kulcsa annak, hogy a 2. rendszer közbelépjen a gondolkodási folyamatainkban. Amikor abszolút biztosak vagyunk abban, hogy jól csináljuk, amit csinálunk, vagy helyes megoldásmentet alkalmazunk, addig a 2. rendszernek nem szükséges közbeavatkoznia. Amikor azonban a helyesség érzése gyöngye, nagy eséllyel fog föllépni a 2. rendszerünk. Az általában vett kognitív kapacitásunk és a 2. rendszer működése közötti összefüggést pedig Thomson szerint az magyarázhatja, hogy mindkét jelenség kapcsolatban van a metakognitív hatékonyságunkkal.

Thomsontól függetlenül próbált fogalmi kapcsolatot teremteni a duális gondolkodásmodell és a metakognitív jelenségek között Amsel, Klaczynski, Johnston, Bench, Close, Sadler és Walker (2008). A kutatásukban bevezetett *metacognitive intercession* kifejezés nem honosodott meg a szakirodalomban: lényege, hogy az ember tudatába kerül annak, amikor tapasztalatilag és az analitikusan nyert következtetés ellentmondhat egymásnak, és ezt a konfliktust valahogyan kezelni kell. A szabályozás minőségének mérése is kihívás, és részben ebből adódóan a fejlődésének leírása gyermekkortól felnőttkorig szintén rejtélyes.

Egy harmadik megközelítésmódot is említünk, amely az 1. és 2. rendszer modelljére olyan módon reflektált, hogy azt más területek kulcsfogalmaihoz igyekezett kapcsolni. Overton és Ricco (2011) a procedurális tudás és a kompetenciák fogalmaihoz igyekszik kapcsolódni. Érdekesség, hogy ők a 2. rendszert írják le először más fogalmak segítségével: kompetenciarendszernek nevezik azt, és legfontosabb jellemzőjének az univerzalitást tartják, amely a tartalmi szempontból széleskörű működőképességből adódik. Ezzel szemben az 1. rendszert procedurálisnak nevezik és erősen kontextushoz kötöttnak tartják. Nehezen követhető gondolatokat fogalmaznak meg arról, hogy a procedurális rendszer folyamatai egyéni különbségeket mutatnak a gondolkodtató feladatok megoldása során. Bár igyekeznek számot adni a két rendszer együttműködéséről és fejlődéséről, azonban zűrzavart érezhetünk a 2. rendszer egyre-másra szaporodó jelzőit követve: algoritmikus, reflektív, majd procedurális. Elméleti eszmefuttatásuk gyöngeségét jelzi annak reflektálatlansága az azóta megszülető publikációkban.

A két gondolkodási rendszeres modellek talán legkeményebb kritikáját Keren és Schul (2009) fogalmazták meg. Az eddigi, változatos modellek elemzésének több szempontját végiggondolják. Az agyi megfelelőség és agyi lokalizáció szempontjából például azt állapíthatták meg, hogy – bár az agyi párhuzamok kutatásának és létezésének fontosságát több modellalkotó, köztük Kahneman, hangsúlyozták, általában véve hiányoznak a bizonyítékok. Keren és Schul megalapozottan és joggal bírálják a dichotómiák sorozatát, amellyel a különböző modellek a két gondolkodási rendszer különbségeit próbálják

megadni. Olyan tulajdonságok szerepelnek dichotómiaként, amelyek természetüknél fogva inkább folytonosan változók (pl. gyors vagy lassú, kontextushoz kötött vagy univerzális, automatikus vagy kontrollált). Ez utóbbi dichotómia különösen kényes ügy, hiszen számos készségünk fejlődésére éppenséggel a fokozatos automatizálódás jellemző.

Egy kis időre azonban maradjunk még az 1. és 2. rendszer éles megkülönböztetésének lehetőségénél, mert ez segítségünkre lehet értekezésünk témája relevanciájának megerősítésében. Számos anekdotikus példa és laboratóriumi kutatási eredmény szól a gondolkodásunkban meglévő két rendszer létezése mellett. Az emberi gondolkodás stratégiai elemeinek leírása során Kahneman modelljét úgy használjuk föl, hogy megkeressük egyrészt a 2. rendszer használatának előnyeit és korlátait, másrészt pedig megkíséreljük az 1. és 2. rendszer közötti kapcsolatot pedagógiai példákon, néhány alapkészség működésével megvilágítani.

Figyelemre méltó és erős gondolat Kahnemantól, hogy a 2. rendszer folyamatos működésének tulajdonképpen fiziológiai gátjai vannak, amelyek a pszichikus rendszerekre vonatkozóan az ego kimerülés fogalmával szokás leírni. A 2. rendszer legszembetűnőbb jellemzője, hogy figyelem, összpontosítás jellemzi a működését, ami megszűnik, félbeszakad, ha valamilyen zavaró tényező vagy kimerültség lép fel. A Kahneman által adott sokszínű példatárban iskolai vonatkozásúnak találhatjuk azt, amikor egyoldalnyi szövegben az *a* betűk előfordulását kell megszámolni, vagy amikor egy összetett logikai állítás érvényességét kell eldöntenünk. Mindkét példa esetén megadható, hogy ugyanazon a készségterületen milyen tevékenység lenne az, ami nem igényli a 2. rendszer működését, hanem elegendő volna az 1. rendszer működése. Az első esetben ilyen lenne például néhány *a* betűre rámutatni egy papírlapon; a második esetben pedig egyszerű logikai állítás érvényességének eldöntése nem igényelné a 2. rendszer által biztosított kontrollt. Ilyen egyszerű állításnak számít, amikor tagadószó nélkül használjuk a modus ponens sémát: Ha esik az eső, autóval megyek a színházba. Úgy látom, esik az eső, tehát autóval megyek. Fontoljuk meg ugyanakkor ezt a kijelentést:

„Nem mondja, hogy nem lenne súlyos a törvény nélküli elosztatás és nem mondja, hogy a provisorium súlyos nem lenne.” (Deák Ferenc) Mi következik Deák állításából, vagyis *mit mond*, aki sem ezt, sem am azt nem állítja? Ennek megfejtéséhez a 2. rendszer bekapcsolása szükséges.

Kahneman nyitott kérdésnek nevezi, hogy a 2. rendszer működéséhez társítható fiziológiai jellemzők, az egymástól független kísérletekben megvizsgált megemelt glükózfogyasztás, a pupillatágulat és a pulzusváltozás egymással milyen rendszert alkotnak. A fiziológiai jellemzők és a 2. rendszer működésének megfejtése azért alapvető, mert az 1. rendszerünk gyakori hibáit, elhajlásait korrigáló, kontrolláló 2. rendszer alapvetően „lusta”, azaz takarékosan bánik a szervezet erőforrásaival. Ennek oka az, hogy miközben a 2. rendszer működésbe lép, erőforrásokat von el a hétköznapijainkban egyébként hasznosan, gyorsan működő 1. rendszertől. Ha telefonálunk autóvezetés közben (szabályosan, kihangosítóval), akkor is azt vesszük észre egy idő után, hogy csökken az autó sebessége. Ha a kezdő sakkozó új sakk-készlettel találkozik, amelynél a király bábu csupán magasságában különbözik a vezértől, és nincs kereszt motívum a koronáján, lassabban, megfontoltabban fogja megtenni a máskor automatikus lépéseit. Ha a zenész halvány, rosszul fénymásolt kottából játszik, ösztönösen lejjebb veszi a tempót.

Gondolkodásunk 1. és 2. rendszerének elemzése visszavezet minket a pedagógiai készségfejlődésben és –fejlesztésben oly jelentős szerepet játszó tempó-hibátlanosság dimenziókhöz. Hogyan és milyen mértékben vonható be az alapkészségek működésébe a 2. rendszer, ha azzal a tempó lecsökken, és cserébe a hibázás lehetősége is? Ha megfogalmazzuk célként egyes alapkészségek gyors és hibátlan működését, a fejlesztés során mely jellemzőből szabad és kívánatos átmenetileg engedni, hogy végül a hibátlanosság és a gyorsaság is megvalósulhasson?

1.2. A stratégiai összetevők mérésének problémái

Mint általában a különféle pszichikus komponensek mérése során, a gondolkodás stratégiai elemeinek mérése során is érvényre kell juttatnunk az objektivitás, reliabilitás és validitás eszméjét (Csíkos és B. Németh, 1998). Az emberi gondolkodás stratégiai összetevőinek mérése során a reliabilitás követelménye relatíve könnyen biztosítható, bár általában nem várható el a tudásmérő teszteknel megszokott 1-hez közeli reliabilitás-érték. Az objektivitás biztosítása a propozicionális tudáselemek esetében nem jelent nehézséget, a készség jellegű tudáselemek esetén ugyanakkor a megfigyelés mint pedagógiai kutatási módszer általánosságban megfogalmazott kritériumainak szellemében szükséges az objektivitás megítélése. A legtöbb fejtörést a validitás problémaköre okozza, ugyanis akár a propozicionális, akár a készség jellegű stratégiai tudáselemek esetében egyelőre híján vagyunk a tudásrendszer feltárásának (vagyis a konstrukt validitás biztosítása aktuális kutatási kérdésnek tekintendő). Amennyiben rendelkezésre áll a stratégiai tudáselemek nevezéktana, tehát a konstrukt validitás kérdéskörét megoldottnak vagy megoldhatónak tekintjük, akkor is nehézséget jelent a stratégiai elemek önmagukban vett (a nem stratégiai elemektől függetlenül történő) mérése.

Ebben az alfejezetben két részre bontjuk a gondolkodás stratégiai összetevőinek mérésével kapcsolatos eddigi megállapításokat. Előbb a deklaratív metakogníció méréséről lesz szó. Ezt követően a metakognitív stratégiáknak is nevezett folyamatok, jelesül és elsősorban a tervezés, nyomon követés és ellenőrzés stratégiáinak mérése kerül terítékre. A mérési problémák elemzését a metakogníció szakirodalmának segítségével tesszük meg, ugyanis ez alatt a fogalmi esernyő alatt születtek olyan publikációk és mérőeszközök, amelyek pszichikai konstruktumként a stratégiai gondolkodás számszerűsített méréséről szóltak. Ez azt jelenti, hogy a korábban általunk elemzett többi fogalomkör: tudatosság, 2. rendszer, tudatelmélet, inkább egyfajta minőségként, nominális kategóriaként jelenik meg a gondolkodás kutatásában, semmint számszerűsíthető konstruktumként. Lehetséges, hogy például a 2. rendszer kapcsán említett fiziológiai jellemzők, mint a pupilla viselkedése vagy az agy glükózfogyasztása, később akár pedagógiai kutatásokban is szerepeljenek mért változóként.

A metakogníció mérésének szakirodalma éles különbséget tesz az általunk eddig deklaratívnak és procedurálisnak nevezett metakognitív folyamatok mérésének eszközei között. A deklaratív metakogníció, ahogyan nevében benne rejlik, a szavakkal leírható,

propozicionális *tudásra vonatkozó tudást* jelent, amelynek mérésére lényegében a tárgyi tudás megszokott tesztjei felhasználhatók. A metakognitív stratégiák mérésére ugyanakkor összetett eszközök alakultak ki, és bár ezek megbízhatóan mérnek, az érvényességük továbbra is kutatás tárgyát képezi.

Annak magyarázatához, miért nincs a metakogníciónak egységes, érvényes mérőeszköze, Fleming, Dolan és Frith (2012) modelljének elemzésével jutunk. A *Philosophical Transactions of the Royal Society*, a világ legrégebbi, és 1665 óta folyamatosan megjelenő tudományos folyóiratának biológiai szekciója különszámot szentelt a metakogníció jelenségének. Ennek a különszámnak a bevezetőjében jelent meg a metakogníció mint pszichikus konstruktum háromdimenziós modellje. Három egymásra merőleges tengely által definiált térben többféle jelenség elhelyezhető, amelyet a metakogníció fogalmába sorolhatunk. Az egyik dimenzió (az empíria dimenziója) a megfigyelhető viselkedésről szól. Vannak olyan viselkedésformák, amelyek más viselkedések kimenetelétől függő döntéseként írhatók le. Ezeket másodrendű viselkedésnek nevezhetjük, és a metakognitív jelenségek egyik dimenzióját valósítják meg. Példaként a vizuális észlelést hozzák, amikor egy inger detektálása elsőrendű viselkedés, ám a detektálás bizonyosságával kapcsolatos döntés már másodrendű viselkedés.

Második dimenzióként a reprezentációs szintek szerepelnek, melyeket a Nelson-Narens-modellből már ismerünk. A tárgyszint és a metasztint kettősségét leíró modell megragadó egyszerűségű, és mindaz a kritika és nyitott kérdés, amelyet vele kapcsolatban megfogalmaztunk, eliminálható ebben a háromdimenziós modellben. Hiszen az a jelenség, hogy különböző személyek számára egy reprezentáció lehet tárgyszintű avagy metasztintű is, feloldódik abban, hogy két másik dimenziót is tekintetbe veszünk. A harmadik dimenzió Flemingék modelljében a tudatosságról, a tudatos hozzáférésről szól. Itt pedig a tudatosság és a metakogníció fogalmi viszonyával kapcsolatos kétségekre érdemes visszautalnunk, amelyek szintén eltűnnek a másik két dimenziót felhasználva.

A Fleming, Dolan és Frith (2012) által felvázolt modellben az origó környékén azok a pszichikus jelenségek vannak, amelyek semmiképpen nem tartoznak a metakogníció fogalomkörébe. Ha tehát egy reprezentáció tárgyszintű, nem tudatos és ráadásul a megfigyelhető viselkedés elsőrendű, nem beszélünk metakognitív folyamatról. Viszont ha bármely dimenzió mentén jelentősen eltávolodunk az origótól, akár egyszerre több irányban, több dimenzió mentén metakognitív jelenségeket találunk. Ha mindegyik dimenziót dichotomizálnánk, azaz csupán két lehetőséget engednénk meg, akkor egy kocka egyik sarka képviselné a metakogníció hiányát, míg a többi hét sarka egymástól jelentősen különböző, de metakognitívnek nevezhető jelenségekhez volna kapcsolható. Flemingék megengedik azt a lehetőséget, hogy valóban ennyiféle metakogníció létezik, de a három dimenzió egymástól függésére vagy függetlenségére még nincs bizonyíték.

Összegezve a Fleming, Dolan és Frith (2012) által vázolt modellt a metakognícióról, a mérés szempontjából azt a következtetést érdemes megtennünk, hogy a három dimenzió szerinti mérés egymástól eltérő módszereket igényel. A viselkedés mérésére a megfigyelés és az introspekcióval nyert verbális adatok egyaránt számításba jöhetnek. A reprezentációs szintekről a vizsgált személyek tudnak többé-kevésbé objektíven és érvényesen beszámolni. Legelőrehaladottabb stádiumban a tudatosság dimenziója szerinti mérés van, bár ahogyan

Seth, Baars és Edelman (2005) tanulmányban láttuk, a tudatosság mérhető jelenségei sokfélék.

A közeljövő pedagógiai kutatásai számára a metakogníció mérhetőségének legnagyobb kihívását abban látom, hogy a tárgyszintű és metaszintű reprezentációkat elkülönítsük egymástól. Lényegében ugyanaz a kihívás (azaz például külső számára azonosnak látszó feladat) az egyik személy számára metaszintű reprezentációk nélkül teljesíthető: például a legtöbb felnőtt már nem tudja megmondani, honnan tudja, mennyi $4+3$. Ugyanez a feladat egy óvoda számára a metakogníció mindhárom dimenziója mentén az origótól jelentősen távol lévő pszichikus folyamatokat indukál, azaz a tudatosság segítségével, metareprezentációkkal és másodrendű, kívülről is jól megfigyelhető cselekvéssel jár együtt a feladat megoldása. Egy jól mérő metakogníció-teszt az óvoda esetében igen jelentős tesztpontszámmal kísérné az előző, egyszerű feladatot, míg az óvodást nevelő pedagógus esetén a metakognitív jelenségek elvileg nem megfigyelhetők. Vajon szükségünk van-e olyan metakogníció-tesztre, amelyen számos feladatban az óvoda „megelőzi” a pedagógust? És vajon hogyan alakulna a metakogníció-teszt pontszáma, ha a feladat a $4+3$ összeadás megoldásának elmagyarázása lenne?

Van der Stel és Veenman (2008) kutatása éppen azzal küzdött, hogy a metakognitív készségek szintjét 12-13 éves gyerekek között hogyan tudják megbízhatóan és objektíven értékelni úgy, hogy az kifejezze stratégiai gondolkodásuk szintjét, miközben matematikai és történelmi feladatokat oldottak meg. Mérőeszközükkel a mennyiségen túli minőségi szempontot ötfokú skálán (0-tól 4-ig pontozva) próbálták érvényesíteni, és ehhez két független szakértő nagyfokú egyetértését kellett igazolniuk.

A metakogníció mérésének áttekintésében négy forrásunk lesz. A Buros-Nebraska Series on Measurement and Testing sorozatban jelent meg Schraw és Impara (1995) szerkesztésében az Issues in the measurement of metacognition kötet, mely a kérdéskör első rendszerezett áttekintését adta, majd az episztemológiai nézetek méréséről szól a Hofer és Pintrich (2002) szerkesztette könyv több fejezete. 2006-ban indult a Metacognition and Learning folyóirat, amelynek cikkei a kutatási módszerekben sokszor implicit, de igen gyakran explicit módon megvilágították különböző metakognitív tudáselemek különféle mérési módszereit.

1.2.1. A propozicionális elemek mérésének módszerei

A metakogníció propozicionális vagy deklaratív tudáselemei közé soroljuk az emberi tudásra (önmagunkéra és másokéra) vonatkozó ismereteinket, és azokat a meggyőződéseinket (belief), amelyek már részben az affektív személyiségszférához tartoznak. A hazai szakirodalomban a meggyőződés mellett a nézet szó is gyakran használatos, és szerencsére eltűnőben van a hit, hiedelem fordítás. Mi egyenértékűen alkalmasnak találjuk a meggyőződés és nézet fordításokat, a különbség köztük elhanyagolható, inkább retorikai jellegű.

McLeod (1992) definícióját követjük abban, hogy a meggyőződések, az attitűdök és az érzelmek a kognitív és az affektív szférák közötti kontinuum elemei, a tudás és az érzelmek változó arányában sorba rendezve. A kognitív szféra szerepét úgy jellemezhetjük, hogy a tárgyi tudásnak (knowledge) implicit, szubjektív formájáról van szó Pehkonen és Pietilä (2003) szerint. Op't Eynde, De Corte és Verschaffel (2002) szerint míg a tárgyi tudás társas konstrukció, addig a meggyőződés inkább individuális. Megjelentek ugyanakkor olyan értelmezések is, amelyek a meggyőzésekben kifejezett valamilyen igazságtartalmat vagy igaznak vélt proposíciót tekintik fő ismérvnek (Op't Eynde, De Corte és Verschaffel, 2003, speciálisan a matematikai meggyőzésekéről), akár olyan módon, ahogyan Goldin (2002) többszörösen kódolt reprezentációkról beszél, amelyekben megjelenik a proposicionális kódolás. Egyesítve ezeket a megközelítésmódokat az mondható el, hogy a meggyőzések olyan állítások, amelyek valamilyen igazságtartalmat fejeznek ki, de ugyanakkor érzelmi-affektív töltetük van, és ebből adódóan gyakran implicitek.

Az emberi tudásról, annak jellegéről, keletkezéséről és változásáról alkotott meggyőzéseket a szakirodalom az episztemológiai meggyőzések gyűjtőfogalom alá sorolja. Adott személy episztemológiai meggyőzéseit a személyes episztemológia kifejezés jelöli, melynek kézikönyvét Hofer és Pintrich (2002) szerkesztette. Ebből a kötetből két fejezet megállapításait foglaljuk össze: Schraw, Bendixen és Dunkle (2002) egy 28 tételből álló kérdőívet fejlesztettek és validáltak, Wood, Kitchener és Jensen (2002) pedig általánosságban is áttekintették az episztemológiai megismerés papír-ceruza mérőeszközeinek jellegzetességeit.

Schraw, Bendixen és Dunkle egy kérdőívet alkottak a tudás természetére és elsajátítására vonatkozó nézetek mérésére. Ennek az EBI (Epistemological Beliefs Inventory) nevet adták. A papír-ceruza mérőeszköz 28 kijelentő mondatot tartalmaz, és mindegyiknél a válaszadó 1-től 5-ig egy szám megjelölésével jelzi, hogy mennyire ért azzal egyet. Így a klasszikus Likert-skála felhasználására látunk egy példát. A minta, amelyen ezt a kérdőívet kipróbálták és eredményeit összevetették Schommer egy korábbi mérőeszközével és egy olvasástesztel, egyetemistákból, egy neveléslélektani kurzus hallgatóiból állt. Appendixben közlik az összes kérdőív-tételt, melyek közül kettő esetében az egyetértés a mért konstruktum alacsonyabb szintjét jelentette. Ezek az úgynevezett negatív itemek általában rontják a kérdőívek érvényességét (Józsa és Morgan, 2012). A két negatív állítás így szólt:

„Nem léteznek abszolút erkölcsi igazságok.”

„Meg kellene engedni, hogy a gyerekek megkérdőjelezzék a szülői tekintélyt.”

A kérdőív adatainak feldolgozása során a bevált faktoranalitikus módszereket használták, és így 5 faktorba sorolták a kérdőív-tételeket: Mindentudó tekintély; Biztos tudás; Gyors tanulás; Egyszerű tudás és Velünk született képességek.

A kérdőív faktorai összességében – ahogyan várható a faktoranalízis jellegénél fogva – korrelálatlanok voltak egymással és a korábbi, Schommer-féle kérdőív faktoraival is. Ugyanakkor az olvasástesztel jobban korreláltak, mint a korábbi kérdőív. Összességében azonban az egyes faktorok reliabilitása meglehetősen alacsonynak bizonyult: a Cronbach- α értékek 0,58 és 0,68 közöttiek voltak. Általában véve a reliabilitás-értékek megítélésénél a

megfelelőség az adott mérőeszköz felhasználási területén ítélni meg. Mégis objektív adatként elmondható, hogy a 0,58-os reliabilitás-érték azt jelenti, hogy abban a faktorban (Gyors tanulás) a valódi és a mért érték közötti korreláció 0,76. A szakirodalom a képességtesztek és a lágyan definiált pszichikus konstruktumok esetében megengedőbb, és a 0,50 mint a reliabilitásérték a létező legalacsonyabb elfogadhatósági küszöbnek számít. Jellemzően azonban legalább 0,60-os értéket szoktunk megkövetelni. Előbbi esetben a valódi és a mérték érték közötti korreláció 0,71, az utóbbi esetben pedig 0,77. Viszonyításképpen felidézzük, hogy a korrelációs együtttható nagyságának szignifikancia-vizsgálata 8, illetve 7 elemű mintán tapasztalt ilyen korrelációkat jelezne 0-tól szignifikánsan különbözőnek.

Míg Scraw, Bendixen és Dunkle (2002) kérdőíve a megállapodottnak tekinthető episztemológiai meggyőződések szintjéről nyújt egy pillanatfelvételt konkrét tudástípus vagy tudáselsajátítási forma említése nélkül, Wood, Kitschener és Jensen (2002) azt a módszert választották, hogy konkrét problémamegoldási folyamathoz kapcsolják a tudásra és tudásváltozásra vonatkozó nézetek vizsgálatát. Mérőeszközük előzménye egy interjúprotokoll, amely a Reflective Judgment Interview (RJI) nevet kapta. Ez az interjú négy konkrét nyíltvégű, azaz rosszul strukturált (ill-defined) problémához kapcsolódott. Az ilyen típusú problémákra a hazai szakirodalomban Molnár (2004, 14. o.) „rosszul definiált, szemantikailag szegény, kevésbé átlátható” jelzőcsokrot használ. Négy ilyen probléma megoldásához csatlakozóan számos kérdést feltettek a kísérletben résztvevőknek. Például:

„Mit tudhatunk, és ebben mennyire lehetünk bizonytalanok?”

Ez a mérőeszköz az egyetemista korosztálynak készült, mert a szerzők feltételezése szerint az a fajta, szöveggel elaborálható tudás, amelyet az interjúkérdések várhatóan előhívna, ennél a korosztálynál alakult ki mérhető szinten. Az interjúprotokoll továbbfejlesztésével esszét, majd számítógépre alapozott kérdéssort, végül pedig ez utóbbinak gyalázatos reliabilitása miatt (a Cronbach- α értékek 0,3 és 0,4 között mozogtak) egy papír-ceruza mérőeszközt fejlesztettek ki, melynek reliabilitása már 0,7 fölötti lett.

Vajon a kérdőíves és interjú módszer mely életkortól használható megbízhatóan? Ha elfogadjuk, hogy akár másfél éves kortól van mit mérni a deklaratív metatudás terén, akkor egy olyan korcsoport kerül látókörünkbe, amelynél az írott szöveg értését feltételező kérdőívek még nem, de esetleg a hallott szöveg értését kívánó interjúk már fölhasználhatók a tudás természetére és a tudás változására vonatkozó nézeteik feltárására. Idén jelent meg Marulis, Palincsar, Berhenke és Whitebread (2016) tanulmánya egy 3-5 éveseknek szóló interjú fejlesztéséről, amely az ő *metakognitív tudásukat* méri. Extenzíven foglalkoznak a tanulmányban a mért terület fogalmi tisztázásával, megkülönböztetve egymástól a tudatelméletet és a metakognitív tudást, és ugyanakkor Flavell hetvenes években adott meghatározását használva. A mérőeszköz abban különbözik az episztemológiai kérdőívektől, hogy míg azok konkrét feladathelyzettől függetlenül, általánosságban vizsgálják a tudásra vonatkozó nézeteket, a flavelli alapon kifejlesztett interjúprotokoll egy építőjáték segítségével megfogalmazott probléma megoldásához kapcsolódott. A Metacognitive Knowledge Interview (McKI) mérőeszköz megfelelő, közel 0,8-es reliabilitású volt. A korábbi, dichotomizálásra építő skálákhoz képest (amelyeknél egy dolog

vagy megfigyelhető vagy sem), itt háromértékű skálát használnak, amelyben a 0 és a 2 közötti érték a „részben metakognitív válasz” kódja és pontszáma lesz.

Kifejezetten érdekes és meglátásom szerint előremutató a pontozás során, ahogyan a gyermeknek a saját teljesítményéről nyújtott meglátását értékelték. Ugyanis magának a feladatnak a megoldását is értékelték: jó, rendben lévő, és nem igazán jó szinteken kódolták. Az interjú első kérdése az volt, hogy a gyerek milyennek ítéli saját teljesítményét. Ha a saját teljesítmény megítélése egybeesett a külső szakértő által megítélt teljesítményszinttel, akkor az interjúkérdésre adott válasz 2 pontos volt, azaz metakognitív válasznak minősítették. Ha egy szintnyi különbség volt a megítélésben, akkor részben metakognitívnek, míg két szintnyi különbség esetén 0 pontosnak értékelték a gyermek választ. Ennek a pontozási módszernek egy mellékterméke, hogy ha valaki igen gyöngye teljesítményt nyújt és ezzel tisztában van, akkor a metakogníció terén jó pontszámmal fog rendelkezni. A pontozási módszer előrevívő üzenetét abban látom, hogy a metakogníciót kiemeli a „magasabb pontszám, jobb teljesítmény” értékelési filozófiából.

Az általánosságban a tudás természetére és változására vonatkozó nézetek mérése mellett megjelentek egy-egy tartalmi terület tudáselemeire vonatkozó meggyőződéseket mérő eszközök. A matematika és az olvasás az a két terület, amelyen a legtöbb ilyen kérdőív megszületett.

1.2.2. Metakognitív készségek mérésének módszerei

A metakognitív készségek kifejezést az összes olyan metakognitív folyamatra használja a szakirodalom, amelyek Kluwe (1987) fogalomhasználata szerint a procedurális metatudás körébe tartoznak. Hasonlóan ahhoz, ahogyan a nem metatudás esetén a procedurális tudást értelmezni szokás (erre vonatkozóan ld. pl. Lewicki, Czyzewska és Hoffman, 1987), azaz automatizálódott, készség szintű folyamatként. A kognitív készségek jellemzője, hogy az egyén sokszor képtelen szavakban beszámolni azok működéséről. Néha magának a tanulás megtörténtének sem vagyunk beszámoló-képességi értelemben vett tudatában (awareness). Hogy ezt a leírást a nem metakognitív procedurális tudásról átvihessük a metakognitív procedurális tudásra, a beszámoló-képességi értelemben vett tudatosságnak arra az értelmezésére utalunk, amelyet korábban már használtunk (Hacker, 1998; Pléh, 1998). Ez azt jelenti, hogy a procedurális metakognitív folyamatok sebessége megakadályozhatja, hogy a folyamattal egy időben szóban beszámoljon azokról az egyén, de lehetőség van utólagos tudatos hozzáférésre és szóbeli beszámolóra. A metakognitív és nem metakognitív procedurális tudás közötti különbség tehát egyrészt abban van, hogy az előbbi nem lehet teljességgel tudattalan, vagyis legalább az awareness kategóriába kell tartoznia. Másrészt pedig a metakognitív procedurális tudás a saját tudásunkra vonatkozik, a saját gondolkodási folyamatok fölötti kontrollt valósítja meg.

Szemben a deklaratív metatudás statikus, adott problémamegoldó helyzethez és kontextushoz kevésbé kötött jellegével, a procedurális metatudás – részben sebességéből, részben pedig a talán még erősebb tartalomhoz kötöttsége miatt – az úgynevezett on-line

mérési módszerek használatát igényli. Az on-line mérési módszerek alatt a metakogníciós szakirodalom nem a számítógépre alapozott mérést ért, hanem valamilyen inger (feladat) által kiváltott metakognitív folyamatoknak a valós idejű mérését. Az elnevezést a szakmai párbeszédközösség a 2000-es évek eleje óta használja (Csíkos, 2004a). A metakogníció on-line mérési módszerei közé tartozik a hangosan gondolkodtatás, a megfigyelés, a szemmozgás-vizsgálat és a számítógép-használat során nyert logfájlok elemzése. E négy módszer felhasználásának tapasztalatait tekintjük át most röviden.

A hangosan gondolkodtatás módszere régtől ismert a problémamegoldás szakirodalmában. Hazai alkalmazásának klasszikus forrása Lénárd Ferenc (1978) könyve. Sántha (2009) körképe mindössze egyetlen további hazai forrást nevez meg a módszer alkalmazójaként, Kelemen, Csíkos és Steklács (2005) vizsgálatát, amelynek eredményeit az értekezés későbbi fejezetében ismertetjük. A hangosan gondolkodtatás módszerének alkalmazása során a kísérletvezető arra kéri a vizsgálatban részt vevő személyt, hogy miközben valamilyen feladatot megold, folyamatosan és hangosan beszéljen arról, ami éppen a fejében jár. Ettől a módszertől azt reméljük, hogy külső szemlélő számára megfigyelhetetlen gondolkodási folyamatokról első kézből, magától a gondolkodó személytől kapunk információt. A módszer objektivitása és reliabilitása biztosítható (Veenman, Prins és Elshout, 2002), ám az érvényessége több oldalról is kétségbe vonható.

Az érvényességgel kapcsolatos első alapvető kérdés, hogy vajon a gondolkodás során zajló folyamatok sebességéhez hogyan viszonyul a hangosan gondolkodás sebessége, melynél az artikuláció sebessége komoly korlátot jelent. A másik gond, hogy ha a stratégiai szempontból érdekes folyamatokról kellő egyidejűség mellett és őszintén be akarna számolni a vizsgált személy, akkor is felvethető, hogy képes-e erre, azaz valóban le tudja-e írni megfelelő szókinccsel saját gondolkodásának éppen működő, stratégiai elemeit. Harmadsorban pedig az érvényesség korlátját jelenti, ha a hangosan gondolkodtatás közben megváltozik a feladat megoldásának menete, hiszen így – az eredeti szándéktól eltérően – nem az adott feladat megoldása közben működő stratégiai folyamatokról kapnánk beszámolót, hanem arról, milyen folyamatok működnek a hangosan gondolkodva megoldott feladat megoldása során. Elsőként ez utóbbi tényező egyik tudományos megközelítésével foglalkozunk, vagyis azzal, okoz-e különbséget a feladatmegoldásban a hangosan gondolkodtatás.

Amennyiben a hangosan gondolkodtatást a gondolkodás stratégiai folyamatai egyik lehetséges vizsgálati módszerének tartjuk, akkor szerencsés volna azt igazolva látni, hogy miközben a vizsgált személy hangosan beszámol saját gondolkodási folyamatairól eközben a feladat megoldása lényegében úgy zajlik, mintha nem hangosan gondolkodna. Bár mindannyian könnyedén találunk egyedi, anekdotikus példát arra, hogy valamely hétköznapi tevékenységünket jelentősen lelassítja, ha közben hangosan beszámolunk arról, amit éppen teszünk (autóvezetés, hangszeres játék, öltözködés stb.), ám ezeknél az automatizálódott folyamatoknál valóban nincsenek jelen stratégiai folyamatok a begyakorlottság magas szintjén. Vajon oktatási szempontból releváns területen, amelyeknél a gondolkodás stratégiai összetevői aktív szerepet kapnak, megváltozik-e a kivitelezés, ha közben hangosan gondolkodunk. Beszámoltam (Csíkos, 2004a) egy jelentős 2003-as konferencia-előadásról a témában (Bannert, 2003), amelynek elég érdekes utóélete lett egy élvonalbeli lapnál, ezzel számomra azt jelezve, hogy valóban nagyon nehezen kutatható a kérdés. A kutatás

eredményeit végül Mengelkampal közölték (Bannert és Mengelkamp, 2008) a Metacognition and Learning lapban, több mint két évnyi átdolgozási folyamat eredményeképpen. Eredményeik egyik tanulsága, hogy a vizsgált korosztályban – 24 éves átlag életkorú egyetemisták körében – a hangosan gondolkodtatás nincs befolyással a felhasznált metakognitív készségekre. Másik tanulság, hogy a feladatmegoldást követően kitöltött kérdőívek, melyek különféle metakognitív készségek használati gyakoriságára kérdeztek rá, gyöngén korreláltak a hangosan gondolkodtatás során megfigyelt készségekkel.

Mivel a hangosan gondolkodtatás módszere a tudományos közösség számára kézenfekvően jobb módszer a gondolkodás procedurális stratégiai összetevőinek mérésére, mint a kérdőívek, megjelent egy olyan kutatási irány, amely a hangosan gondolkodtatással való „szorosabb” (Schellings, 2011, kutatásában konkrétan 0,51) korrelációt egy kérdőív működése melletti igazolásnak vesz. Revákné, Máth, Huszti és Pollner (2013) hazai, kémiai problémák területén végzett vizsgálatában is először laboratóriumi feladatok megoldása közben, másodszor pedig a feladat-megoldási fázis után töltötték ki az egyetemisták a metakognitív stratégiáikra vonatkozó kérdőívet, és kettő közötti korreláció ugyancsak 0,51 lett.

A hangosan gondolkodtatás érvényességi problémáinak másik két dimenziója közül a saját gondolkodási folyamatainkról beszámolás képességének színvonalát már ötödik-hatodik osztályos tanulókkal folytatott vizsgálatban jónak minősítette Morell és Tan (2009). Kutatásukban olyan gyerekek vettek részt, akiknél az írott és beszélt angol nem jelentett problémát, azaz az átlag amerikai diáktól különböztek vizsgálati személyeik. Természettudományi feladatokon keresztül sikerült megmutatniuk, hogy a hangosan gondolkodtatással nyert adatok és a teszteredmények valószínűségi tesztelméleti elemzésével nyert eredmények egymást erősítették.

A hangosan gondolkodtatással kapcsolatban felvetett harmadik validitási kérdés, amely a gondolkodási folyamatokhoz képesti artikulációs sebesség megállapítását igényli, elvezethet bennünket a belső beszéddel kapcsolatos vizsgálatokig. Erről a területről számos kísérlet a normálistól eltérő agyműködésű páciensektől származik (pl. Lurija, 1975), így az eredmények az egyének közötti különbségeket több rendszerszinten keresztül értelmezni kívánó többségi pedagógia számára korlátozottan hasznosíthatók. Vannak olyan gondolkodtató feladatok, amelyek megoldása során 10-12 éves korban kimutathatóan a belső beszéd jelenléte és színvonala fontos (Lidstone, Meins és Fernyhough, 2011). Ha ezt összevetjük azzal, hogy az ilyen típusú feladatoknál a hangos beszéd elnyomása a teljesítmény romlásával jár együtt (Morin, 2009), mindezek együtt azt mutatják, hogy a feladatmegoldást kísérő külső és belső beszéd a gondolkodás fejlődő összetevői.

A metakognitív készségek, avagy a gondolkodás procedurális stratégiai összetevőinek mérésében egy másik elterjedt módszer a megfigyelés, amelynek során a külső szemlélő számára objektíven érzékelhető tevékenységből következtet a kutató a lezajlott gondolkodási folyamatokra. Whitebread és mtsai (2009) 3-5 éves gyerekek viselkedésének megfigyelésével objektív és megbízható adatokhoz jutottak. Vizsgálatukban a 96 órányi videofelvétel elemzése során 22 szempontot tartalmazó mérőeszközt fejlesztettek ki, és a két független értékelő között magas szintű egyetértést sikerült igazolni. Ennek a kutatásnak egy

előzetes beszámolóját (Whitebread, Pasternak, Sangster és Coltman (2007) az EARLI 2007-es, budapesti konferenciáján bemutatták és engedélyt kaptam a magyarra fordításra.

Whitebreadék kutatásában a résztvevő gyerekek játékos feladatokat kaptak (az angol nyelvű cikk Függelékében kettő ilyen mutatnak be), a magyar Iskolakultúra-cikkben egy mese eljátszásának (Aranyhajú és a három medve) feladata kapcsán mutatták be a szerzők, hogy egyes metakognitív folyamatokhoz milyen megfigyelt viselkedésformák társíthatók. Kutatásuk ereje abban mutatkozik be, hogy egy olyan korosztály metakognitív folyamatait vizsgálták nagy apparátussal és nagy mintán, amely korosztály a nagymintás vizsgálatokban megszokott kérdőíves és más tesztes módszerekkel korlátozottan elérhető. Tanulságos, hogy a metakogníció deklaratív és procedurális összetevőinek mérésében a kutatások már lebontották az esetleg feltételezett életkori korlátokat, és a megfigyelés módszerével már 3 éves kortól, az intézményes nevelés kezdetétől van lehetőség mért adatok gyűjtésére.

Következő on-line mérési módszerünk a szemmozgás-vizsgálat, amelynek felhasználhatóságát a számítógép-használat logfájljaival együtt kezelhetjük. Közös a kétféle módszerben, hogy olyan nagysebességű folyamatok utólagos, objektív elemzését teszik lehetővé, amely folyamatok részben tudattalanok, részben tudatosak, és ez utóbbi kategóriába tartozók között vannak, amelyek a metakognitív procedurális tudás kategóriába tartoznak. Pedagógiai relevanciájú szemmozgás-vizsgálat elsőként az olvasáskutatásban jelent meg, és a módszer többek között az olvasási stratégiák között kitüntetett jelentőséggel bíró újraolvasás detektálására kiválóan alkalmas. Az olvasás közbeni lassítás mint tudatos stratégia (például hosszú, idegen vagy ritka szó olvasásakor) szintén objektíven és megbízhatóan mérhető ezzel a módszerrel.

Hyönä és Nurminen (2006) felnőtteket kérdeztek meg arról egy olvasási feladatot követően kérdőívvel, hogy *általában* (azaz nem az éppen olvasott szövegnél) mennyire jellemző rájuk az újraolvasás és a szöveg korábbi részeihez visszatérés, és mennyire gyors olvasónak tartják magukat. Ennek a kérdőívnek az adatait összevetve az olvasott szöveg közben felvett szemmozgás-adatokkal, egyrészt az olvasás sebességének megítélése 0,53 szinten korrelált a szemmozgás-vizsgálattal nyert adatokkal. Másrészt a kérdőívben, hatfokú Likert-skálán nyert adatok és a szemmozgással igazolt újraolvasási jellemzőik között ennél alacsonyabb, de szignifikáns korrelációs összefüggések adódtak. Az érvényesség kérdése ennél a módszernél az ökológiai validitás kérdésével egyenértékű. Azaz a laboratóriumban, szemmozgás-vizsgálat közben olvasott szöveghez hasonlóan olvasunk-e a hétköznapi valóságban (erre a válasz akár igen is lehet), és vajon a megfigyeltség tudatából következő odafigyelés, esetleg szorongás milyen hatással van az olvasási folyamatra. Megfontolásra ajánlom ebből a szempontból azt a gondolatot, hogy az olvasás közbeni „elzónázás” (ld. a jelenség leírását az 1.3.2. részben) vajon várható-e (és miért nem) laboratóriumi környezetben.

A logfájlok elemzése a számítógépes környezetben végzett problémamegoldás folyamatának elemzése adatokat szolgáltat olyan tudatos döntésekről, amelyek a megoldási folyamat tervezéséhez, nyomon követéséhez vagy ellenőrzéséhez sorolhatók a külső szemlélő szempontjából. Egyes menüpontokra kattintás, előre- és visszalapozás a böngészőben mind-mind indikátorai lehetnek tudatos döntéseinknek. Veenman, Bavelaar, De Wolf és Van Haaren (2014) kutatásában éppen ezt a lehetőséget merítették ki felfedeztetéses tanulásra épülő, 13 éves tanulók körében vizsgálódva. A tanulók a

számítógépes feladatmegoldás során öt környezeti változót manipulálhattak, és megfigyelhették a változtatások hatását egy elképzelt vidrapopulációra. A próbálgatás során az eredményes feladatmegoldók, akik nagy vidraállományt tudtak „létrehozni”, más döntéseket hoztak, mint társaik, és a különbségeket a logfájlok elemzéséből lehetett számszerűsíteni. Például az elvégzett kísérleti beállítások száma és két kísérleti beállítás között eltelt szünet hossza (amit gondolkodási időként tüntetnek föl) egyaránt a metakognitív készségek magasabb szintjét jelezte a szerzők szerint. Jelen esetben az érvényesség problémája abban jelentkezik, hogy az univerzálisnak tekintett logfájl-indikátorok egy speciális feladathoz kötődően egy adott korosztályban lehetnek ugyan érvényesek, de az általánosíthatóságot problémásnak látjuk, ahogyan erre a metakogníció fejlődésének modelljei kapcsán már utaltunk.

1.3. Az olvasás stratégiai komponensei

Az előző, 1.2. rész abban a szellemben készült, ahogyan Galilei vallott a tudományos kutatás során követett mérési módszerekről: „Misurare ciò che è misurabile e rendere misurabile ciò che non lo è”. Mérd meg azt, ami mérhető, és tedd mérhetővé, ami nem az. Ebben a fölfogásban az olvasás, majd pedig a következő részben a matematikai gondolkodás stratégiai elemeinek mérhetősége és ezeknek a katalógusszerű leírása közös kutatói vállalkozás keretében vizsgálandó. Az előző részben különös kérdést tettünk föl egy egyszerű összeadási feladat kapcsán: Vajon szükségünk van-e olyan metakogníció-tesztre, amelyen számos feladatban az óvoda „megelőzi” a pedagógust? A válaszuk attól függ, mire használnánk egy ilyen teszt eredményeit. Az egyik előremutató felhasználási lehetőség az volna, hogy olyan gondolkodási folyamatokat is stratégiaiként kezeljünk, amelyek elég korán automatizálódnak, azaz készséggé válnak. Az olvasás és matematika területén leírt stratégiai folyamatok ugyanis jelenleg jellemzően a már több-kevésbé automatizálódott készségekkel rendelkező egyénekre vonatkoztathatók, holott pedagógiai szempontból legalább olyan izgalmas lenne a készségfejlődés kezdeti szakaszában jelen lévő stratégiák megismerése és tudatos beemelése a fejlesztésbe.

A modern olvasásmodellekben közös vonásként fedezhető fel, hogy az olvasásban szerepet játszó tudáskomponensek két szintjét különböztetik meg. A két szint elnevezése különböző paradigmák mentén változik, de a lényeges jellemzők megragadhatók: az alacsonyabb szintű komponensek felelősek a dekódolásért, a magasabb szintű komponensek pedig a szöveg szintjén a megértés, a tervezés, a nyomon követés és az értékelés feladatait valósítják meg. A két szint szoros együttműködése eredményeképpen alakul ki a tesztekkel mért olvasási teljesítmény, azon belül pedig legfontosabbként a szövegmegértés.

Stanovich (1980) interaktív-kompenzáló modellje szerint az alacsonyabb szintű komponensek hiányosságait a magasabb szintű komponensekre hagyatkozás kompenzálja a gyengén olvasóknál. Ez a modell azt a korábbi álláspontot tagadja, mely szerint a magasabb szintű folyamatok akkor lépnek működésbe, amikor az alacsonyabb szintűek befejeződtek. Stanovich megengedi azt a lehetőséget, hogy gyenge olvasási teljesítményt nyújtok az

alapszintű dekódoló folyamatok hiányosságait magasabb szintű folyamatok segítségével igyekeznek kompenzálni. Arról ugyan lehet meddő vitát folytatni, hogy az olvasás alacsony és magas szintű összetevőinek mi a relatív jelentősége, de az kétségtelen, hogy mindkét szintre szükség van. Perfetti (1985) felfogásában az alacsonyabb szintű folyamatok fontossága kap hangsúlyt. Az olvasáshoz alapvető, hogy ezek gyorsan és automatikusan működjenek. Annak a kérdésnek a vizsgálatára a kilencvenes években nyílt lehetőség, hogy a két szinthez sorolható összetevők milyen abszolút és relatív szerepet játszanak a szövegértésben.

Walczyk (1995) kompenzációs-kódolási modelljében is főszerepet kap az alkomponensek és a magasabb szintű folyamatok együttműködése és viszonyának leírása. Modellje az érett olvasó folyamatainak leírására szolgál. Összhangban az akkoriban elterjedő kognitív tudományi PDP-modellekkel, az alkomponensek működésében egyidejűleg végrehajtott folyamatokról beszél, amelyek hierarchikusan rendeződnek. Kimondja, hogy még a tapasztalt olvasók között is jelentős egyéni különbségek vannak az alkomponensek hatékonyságát illetően. Amikor valamilyen probléma merül fel az olvasás során, Walczyk szerint két dolog történhet. Előfordulhat, hogy az alkomponensek gyöngye hatékonyságú működése miatt erőforrásokat kell átcsoportosítani a magasabb szintű (megértési – *comprehension*) komponensektől. Az is előfordulhat, hogy egy gyöngébb hatékonyságú alkomponens miatt a magasabb szintű folyamatok csökkent minőségű információhoz jutnak.

Az egyik legújabb olvasásmodellre (Cromley-Azevedo) a későbbiekben térünk ki. A nyolcvanas-kilencvenes évek örökségeként fogadjuk el azt a felosztást, hogy a szövegértés alacsonyabb és magasabb szintű mentális folyamatok együttműködése révén valósul meg. A két szinthez tartozó komponensek abszolút és relatív jelentőségének elemzéséhez egy olyan külső viszonyítási pontot érdemes keresnünk, amely az olvasási teljesítményben megjelenő összes komponens szerepének megjelenítésére alkalmas. Így tett Meneghetti, Carretti és De Beni (2006), akik összetett strukturális modelljükben azt találták, hogy az olvasáshoz képest külsőnek tekintett eredményváltozókat az olvasás magasabb szintű, komplexebb összetevői, nevezetesen a metakognitív összetevők magyarázták jobban.

Az olvasás jelenségvilágán belül maradvá eredményváltozóként, az olvasási teljesítmény szintjét és minőségét egyaránt jelző változóként a szövegértést fogadjuk el. Az olvasás definíciója, az olvasási teljesítmény mérhetőségéről és mibenlétéről alkotott nézetek alaposan megváltoztak az elmúlt négy évtizedben (erre vonatkozóan lásd Cs. Czachesz, 2001; Csíkos, 2006b), és ezek alapján a továbbiakban a szövegértés területén nyújtott teljesítményt tekintjük az olvasás legfontosabb mérhető indikátorának.

1.3.1. Az olvasásra vonatkozó meggyőződések

Az olvasás stratégiai összetevői között a deklaratív metatudásnak is nevezhető meggyőződések fontos szerepet játszanak. Szerepük fontosságát empirikus kutatások igazolták; közülük néhány a 3. részben előkerül majd. Lényeges kérdés, hogy pontosan mely

tudáselemek tartoznak ebbe a körbe, és hogyan írhatók le és fejleszthetők e tudáselemek a hazai oktatási rendszerben.

A hetvenes évektől datálhatók, és napjainkban is főszerepet játszanak a metakogníció olvasásban betöltött szerepét hangsúlyozó elméletek. A deklaratív metatudás tárgykörébe tartozó tudáselemek vizsgálata a hetvenes évektől datálódik. Az egyik legtöbbet hivatkozott vizsgálatban Myers és Paris (1978) második és hatodik osztályos tanulókkal készített interjúk során jutottak érdekes eredményekhez. Igazolták, hogy bizonyos tudáselemekben nincs különbség a két tanulócsoport között, míg másokban a hatodikosok fölénye mutatkozik meg. Jelentős előnyben vannak a hatodikosok olyan tudáselem meglétében, mint például a bekezdések első mondata szerepének ismerete (tételmondat). Nem volt jelentős különbség ugyanakkor például a szöveg hossza és a szövegfelidézés nehézsége közötti összefüggés megítélésében, az előzetes tudás olvasást megkönnyítő szerepének megállapításában, valamint az olvasott szöveg témája kedveltségének és az olvasásra fordított idő és a felidézés sikeressége közötti összefüggés kimondásában.

Már második osztályos korban kimutathatók olyan meggyőződések, metakognitív tudáselemek, amelyek kialakulása nyilvánvalóan az olvasástanulás legkezdetibb szakaszában történik. Fontos feladat ezeknek a tudáselemeknek feltárása, mérhetővé tétele. Ezzel együtt fontos a szakmai közvéleményben és a gyakorló pedagógusokban is tudatosítani, hogy az olvasástanulásnak abban a szakaszában, amelyben a dekódolás tempója és hibátlansága a legfontosabb mérce, már jelen vannak a dekódolási folyamatok működését tervező, nyomon követő és ellenőrző tudatos gondolkodási folyamatok, amelyeket definíció szerint metakognitívnek nevezhetünk.

Stanovich (1980) tanulmánya számos kutatási eredményről számol be, amelyek az olvasás deklaratív metakognitív elemeivel kapcsolatosan a hetvenes években születtek. Idézi Weber eredményeit, aki szerint nincs különbség a jól és rosszul olvasók között abban a tekintetben, hogy ha hangos olvasás közben hibásan olvasnak egy szót, akkor az nyelvtanilag korrektül illeszkedik-e a mondatba vagy sem. Ez az eredmény ellentmond annak a korábbi hipotézisnek, mely szerint a gyenge olvasás egyik oka a szóról-szóra haladó olvasásmód. Vagyis az olvasás magasabb szintű komponenseinek működését és ennek a működésnek a tudatosságát a gyenge olvasók között is szükséges felmérni.

Cross és Paris (1988) vizsgálata is gazdagította az olvasásra vonatkozó tanulói meggyőződésekről szerzett tudásunkat a harmadik-ötödik osztályos korosztályban. Eredményeik szerint az olvasás metakognitív komponenseinek magas szintje mellett előfordulhat gyenge olvasási teljesítmény. Ebben a helyzetben a hibaérzékelésben, vagyis egy adott szövegben a nem értelmes szavak vagy mondatok aláhúzását kérő teszten az ilyen tanulók rendkívül gyenge teljesítményt nyújtottak, azonos szintű azokkal, akiknél a gyenge olvasási teljesítményhez gyenge olvasási tudatosság társult. Ez az eredmény megerősíti azt a feltételezést, hogy a szövegértés létrejöttéhez az olvasás különböző szintű összetevőinek együttműködése szükséges. Ebben a kutatásban az olvasási tudatosság mérésére az IRA (Index of Reading Awareness) közvetlen elődjének tekinthető RAI (Reading Awareness Inventory) került alkalmazásra (Paris és Jacobs, 1984), a későbbi trichotóm pontozással, de csak 15 itemmel.

Jacobs és Paris (1987) az IRA-kérdőívvel az olvasási folyamatokra vonatkozó tudatos (*awareness*) és másokkal verbálisan megszerezhető tudáselemek (*public knowledge*) mérését

tűzték ki célul. Ez azt jelenti, hogy a verbális beszámoló-képességi értelemben vett tudás mérése a cél. A kérdőív harmadik, negyedik és ötödik osztályos gyerekek számára alkalmazható, vagy ezen évfolyamoknak megfelelő szintű olvasási teljesítmény esetén.

Jacobs és Paris célja az volt, hogy elméletileg megalapozott struktúrájú legyen a mérőeszköz, ezért a 20 tételen belül 4 alskálát definiáltak, amelyekhez tartozó itemeket véletlenszerűen osztották szét a végleges kérdőívben. A négy alskála meghatározása tükrözte a mérni kívánt pszichikus komponensek feltételezett struktúráját. Az értékelés elnevezésű alskálához tartozó itemek azt mérik, hogy a tanuló képes-e értékelni feladatokat, célokat és egyéni képességeket. A tervezéshez tartozó itemek a konkrét célokhoz igazított előretervezésre vonatkoznak. A szabályozás kategóriába tartozó itemek az olvasási folyamat nyomon követéséről és az esetlegesen szükséges javító stratégiákról² adnak információt. A feltételtudás kategóriájába tartozó kérdések arra vonatkoznak, hogy mikor és miért érdemes egyes olvasási stratégiákat alkalmazni.

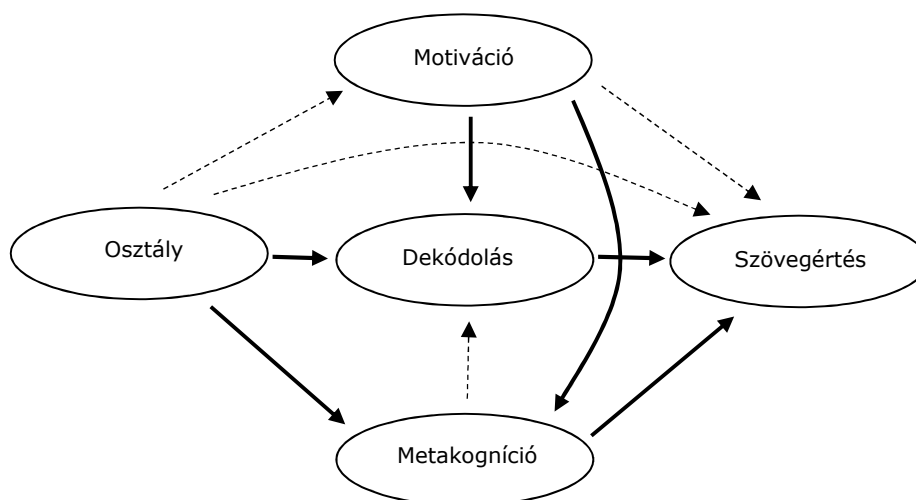
Az IRA kérdőív szerepelt a kilencvenes évek néhány kutatásában. Az eredeti Jacobs-Paris publikáció meglehetősen hiányosnak bizonyult olyan mutatók tekintetében, amelyek a mérőeszköz méréselméleti szempontból értelmezett jóságát fejeznék ki, így McLain, Gridley és McIntosh (1991) egy validáló vizsgálatot folytatott a mérőeszközzel. A mérőeszköz reliabilitása „éppen csak elfogadható”-nak (*marginally acceptable*) bizonyult (0,61). Kutatásukból ugyanakkor nem derült ki, hogy milyen életkori összetételű volt a mintájuk. Mivel a populáció heterogenitása növeli a reliabilitást, így – feltételezve, hogy McLain, Gridley és McIntosh tanulmányában vegyesen fordultak elő a 3-5. osztályos korosztályba tartozó tanulók, a 0,61-os érték egy felső becslésnek tekinthető ahhoz képest, amit egy kiválasztott évfolyam tesztelésével kapnánk. A nemzetközi szakirodalomban gyakran a 0,6 fölötti, esetenként pedig a 0,5 fölötti reliabilitás-értéket tekintik a felhasználhatóság alsó határának

Későbbi vizsgálatokban felbukkan az IRA összpontszáma mint pedagógiai kísérlet, vagy mint pedagógiai összefüggés-vizsgálat változója. Gaultney (1995) kutatásában 4-5. osztályos fiúk vettek részt, akik gyenge olvasók voltak, és a fejlesztő programban az önmaguk számára feltett „miért?” kérdések alkalmazását gyakorolták. A kísérlet eredménye szerint, akik az IRA kérdőívben magasabb pontszámot értek el, azok számára eredményesebb volt a tréning. Az IRA kérdőívben alacsonyabb pontszámot elérők körében az IRA pontszám és a szövegfelidézési feladat megoldása között szoros korreláció adódott. Ez a kísérlet azt igazolja, hogy az IRA kérdőívvel mért deklaratív metatudás-elemeknek jelentős szerepe lehet egyes oktatási módszerek hatékonyságában és az olvasáshoz köthető teljesítményben is.

Van Kraayenoord és Schneider (1999) kutatásában az IRA mint az olvasás metakognitív komponenseinek egyik mérőeszköze szerepelt. A szerzők a kérdőívvel kapcsolatban megfogalmazták: „Úgy tekintettük, hogy a 0,5-nél nagyobb értékek elegendők ahhoz, hogy garantálják ennek [az IRA kérdőívnek] és a vizsgálat többi mérőeszközének használhatóságát” (309. o.). Az IRA és a Würzburg Metamemory Test pontszámai együtt

2 Javító (*fix-up*) stratégiák: Almasi (2003) szerint ebbe a kategóriába két alapvető folyamat tartozik. A lassítás, az olvasás tempójának a szöveg nehézségéhez igazítása, és a tudatos újraolvasás, vagyis amikor az olvasás dekódoló folyamataiban ismétlés következik be, és az például a szemmozgásban is tetten érhető.

alakították ki vizsgálatukban a metakogníciónak mint látens változónak a manifesztálódott pontszámát. A kétszintű olvasásmodelleknek megfelelő változókat definiáltak, és számszerűsítették ezek olvasásmegértési teljesítményre gyakorolt hatását. A többváltozós összefüggés-vizsgálat során hierarchikus regresszióanalízisek sorozatával tárták fel az olvasásmegértésre ható változók kapcsolatrendszerét, a LISREL program segítségével. Az olvasásmegértés mint függő változó magyarázatául négy elméleti változót vettek fel a rendszerbe: a tanuló osztálya (harmadik vagy negyedik osztályos), a motiváció szintje, a dekódolás minősége és a metakogníció szintje. Ezek közül a motiváció és a metakogníció két-két látens változó eredmények tekinthető, míg a dekódolás esetén egyetlen standardizált teszt, a Würzburg Silent Reading Test (Würzburgi Néma Olvasás Teszt) szolgáltatott adatokat. A motiváció az IRS (Interest in Reading Scale, Olvasási Érdeklődés Skála) és a Reading Self-Concept Scale (Olvasási Énkép Skála) alapján állt elő, a metakogníció pedig az IRA-kérdőív és a Würzburg Metamemory Test (Würzburg Metamemória Teszt) alapján jött létre. A hierarchikus regressziós modell látens változóit a 3. ábrán mutatjuk be.



3. ábra

Van Kraayenoord és Schneider (1999) modelljében szereplő látens változók és kapcsolatrendszerük (Az ábrán a kapcsolatok irányát a nyílheggyel, a szignifikáns kapcsolatokat folytonos, a nem szignifikánsakat szaggatott vonallal jelöltük.)

A modell szerint a szövegértés szintjét jelentős mértékben határozza meg a metakogníció szintje, az pedig szorosan összefügg az IRA kérdőívvel nyert értékkel. A dekódolás szintje is meghatározó, míg a motiváció szintje nem közvetlenül, hanem – a modellben bizonyított összefüggés-rendszerek eredményeként – a dekódoláson és a metakogníción keresztül érvényesül. Hasonlóan, az osztály-különbség közvetlen hatása is önmagában alacsony szintű, viszont közvetve mind a dekódolás, mind a metakogníció szintjét nagymértékben meghatározza.

Az IRA kérdőívvel kapcsolatos problémák alapvetően két forrásból erednek. Egyrészt a mérni kívánt tudáselemek, vagyis a metakogníciónak az a területe, amely verbális

információk szintjén kívánja megismerni a tanulók olvasási stratégiáit és olvasásra vonatkozó meggyőződéseit, nehezen mérhető pszichikus struktúra a 9-11 éves korosztályban. A nehezen mérhetőség maga két dolgot jelenthet: a mérni kívánt pszichikus struktúra kialakulatlanságát, illetve a mérni kívánt terület szerkezetének feltáratlanságát, vagyis a rossz konstrukt validitást. A trichotóm értékelési rendszer önmagában nem hat a reliabilitás ellen, sőt bevált módszernek számít nyílt végű kérdésekre adott válaszok három kategóriába sűritésénél, éppen a jó reliabilitás érdekében, a validitás megtartása mellett (lásd Little és Steinberg, 2006). Elmaradt azonban a válaszlehetőségek rangsorolásának szakértők közötti egyetértésen alapuló statisztikai igazolása. A mérőeszközzel kapcsolatos problémák egy másik aspektusa, hogy az elméleti konstrukció szimmetriája (mind a négy alskálához pontosan 5 item tartozik) fölülírt az empirikus jóságmutatókkal és faktoranalízissel nyerhető item-struktúrát.

Egy jobb mérőeszköz készítésére való törekvés a két, imént említett problémaforrás eliminálását jelentheti. A MARS (Metacognitive Awareness of Reading Strategy Inventory) kérdőívet publikáló Mohktari és Reichard (2002) a serdülő korosztály számára fejlesztették ki mérőeszközüket: hatodiktól tizenkettedik évfolyamig próbálták ki, de felnőttkorban is használható. Emellett a kérdőíves vizsgálatokban talán legelterjedtebben használt ötfokú, Likert-típusú skálát használták, ami megkönnyíti az adatok feldolgozását, hiszen intervallum-skálásnak tekinthető minden egyes item pontszáma (l. erre vonatkozóan Sellitz, Jahoda, Deutsch és Cook, 1966/1979), és 1-től 5-ig terjedő skálán összehasonlíthatóságot tett lehetővé más hasonló mérőeszközökkel, például az Oxford által kidolgozott, nyelvtanulási stratégiák használatát mérő kérdőív eredményeivel.

A SORS (Survey of Reading Strategies) kérdőívet Sheory és Mokhtari (2001) fejlesztették ki, és már hazai kipróbálásáról is értesültünk (Mónos, 2005). Létezik a kérdőívnek on-line változata is. A SORS kérdőív hat fokozatú Likert-típusú skálát alkalmaz, és a MARS-hoz hasonlóan, de az IRA-tól különböző módon, a kérdőívben belüli alskálákhoz különböző számú itemek tartoznak, de összességében a MARS és a SORS is 30 állítást sorol fel. Az olvasásra vonatkozó meggyőzések általános (vagy ilyen igénnyel készült) kérdőívei terén nem tudunk jelentős új fejleményről a 21. században. Speciális, például tanítóknak, szülőknak készült kérdőívek az olvasás megítélésének valamely szegmenséről készültek, és ezek mérés-módszertani tapasztalatai gyűlnek jelenleg.

1.3.2. Olvasási stratégiák

A gondolkodás stratégiai összetevőinek általános leírása során már használtuk azt az – olvasáskutatás területéről érkezett – meghatározást (Afflerbach, Pearson és Paris, 2008), amely több évtizedes fogalmi tisztázatlanság időszakát zárta le. Az olvasás területén és más területeken is: e definíció segítségével a készségek és a stratégiák megkülönböztetéséhez a tudatosság az egyik kulcskifejezés. Emellett a stratégiák tervszerűsége és általuk az olvasási teljesítmény növelése a definíció további fontos elemei. Természetesen korábbi évekből már ismertünk definíciós kísérleteket, melyek közül már utaltunk Janice Almasi (2003)

metaforikus megközelítésére. Ez konkrétan az autóvezetés készségeire és stratégiáira utalást jelentett, és a későbbi szabatos definíciónak az az eleme jelent meg, mely a készség-stratégia kettőséget a tudatossághoz kapcsolta. Pressley (2000; Pressley és Gaskins, 2006) szintén a készségek és a “magasabb szintű” olvasási stratégiák megkülönböztetésére építette az olvasási stratégiák leírását.

A lehetséges konkrét olvasási stratégiák felsorolása, listázása azért vált fontossá, mert a tanárképzésben és –továbbképzésben a fejlesztés módszereit az általánosságból indítva néhány kézzelfogható példával szükséges megvilágítani (Csíkos és Steklács, 2006). A didaktikai hagyományok ebből a szempontból kevésbé mérvadóak, és inkább a pszichikus jelenségek leírása alapján vált szükségessé és lehetségessé a didaktikai szaknyelv fejlesztése. Almasi (2003) a konkrét olvasási stratégiákat három csoportba sorolta: szöveganticipációs stratégiák, szöveg(értés)-fenntartó stratégiák és javító stratégiák. Ehhez hasonló Pressley és Gaskins (2006) javaslata, akik “olvasás előtti”, “olvasás közbeni” és “olvasás utáni” stratégiákról beszélnek. Beszédmódjuk problémás, hiszen az olvasási stratégiák az olvasás jelenségvilágának részei, ezért amikor például “olvasás előtti” stratégiákról van szó, akkor az olvasás szó jelentése a dekódolásra, a készségrendszer működtetésére szűkül. Mindenesetre a három időbeli fázis gondolata szervesen eredeztethető a klasszikus pszichológiai, elsősorban metamemóriával foglalkozó kutatások modelljeiből.

Az olvasási stratégiák beazonosításához az időbeliség gondolatát feltétlenül érdemes felhasználnunk, és ha a Pressley-Gaskins-féle olvasás szót a dekódolással helyettesítjük, akkor az Almasi-féle stratégiák a következőképpen illeszthető a hazai didaktikai hagyományokhoz: (1) Az írott szöveg dekódolását megelőzőn már elindul az olvasás stratégiai tervezési folyamata, és ebben a fázisban jellemzően az egyéni elvárások, várakozások, az olvasás iránti motiváció szabja meg a használt stratégiákat. Szükséges megjegyeznünk, hogy az írott szöveg hosszától függetlenül az olvasás folyamatában többször is odaérkezhetünk egy-egy újabb dekódolásra váró szakasz elejére, vagyis az időrendben jellemzően elől lévő szöveganticipációs stratégiák a szöveg végéhez közeledve is megjelenhetnek; például milyen mesezárásra számítunk. (2) A szövegfenntartó vagy szövegértés-fenntartó stratégiák a dekódolás folyamatában végig jelen vannak, és legjellemzőbb jele hiányuknak az olvasás közben elkalandozás (zoning out, Schooler, Reichle és Halpern, 2004). (3) A szöveg dekódolását követően, és gyakran a dekódolás folyamatában is szükségünk lehet a szöveg megértésének ellenőrzésére. Dönthetünk úgy, hogy újraolvasunk egy részt, egy mondatot vagy egy szót, és ez a döntés akár az olvasási folyamat sűrűjében, közepén meghozható, de az időbeliség szempontjából mégis inkább hátravetett helyzetben történik a másik két stratégiatípushoz képest.

A szöveganticipációs stratégiák a szöveg olvasásának (dekódolásának) megkezdése előtt a vonatkozó sémáink kiválasztását, a szöveg elrendezésére vonatkozó metakognitív tudásunk aktivizálást valósítják meg. Ide tartozik a szöveg címéhez, témájához kapcsolódó előzetes tudásunk mozgósítása is. Almasi (2003) szerint az olvasás céljának kitűzése is egyfajta anticipációs stratégia.

A szövegfenntartó stratégiák leírása és listázása talán azért nehezebb, mint az “olvasás előtti” és “olvasás utáni” stratégiáké, mert – definíció szerint – éppen a dekódolás folyamatába időben beleágyazott stratégiák ezek. Almasi (2003) a mentális képek alkotását és önmagunk kérdezését nevezi meg két lényeges szövegfenntartó stratégiaként. A nehézség

ott van, hogy a mentális képek alkotása legtöbbször tudattalanul segíti a szövegértést. Erre utal az is, hogy Paivio nevezetes kérdőívében (ld. Révész, Bernáth és Séra, 1995) szereplő egyik item: „Amikor regényeket olvasok, rendszerint keletkezik bennem valamilyen kép a leírt jelenetről, színhelyről” nem tartozik sem a vizuális, sem a verbális stílus kérdőív-tételei közé, olyannyira általános emberi jellemzőt takar. A pedagógia szempontjából azonban lényeges, hogy a fejlesztés lehetőségét nyújtja kezdő olvasók számára, ha mintegy „rászoktatjuk” őket arra, hogy tetszés szerinti képet maguk elé képzelve (vagy akár papírra lerajzolva) segítsék önmagukat a szöveg megértésében. A szövegfenntartó stratégiák másik nagy klaszterébe önmagunk megkérdezésének különféle módszerei kerülnek.

A szövegfenntartó stratégiák létezésének egyféle látványos bizonyítékát adják az olvasás közbeni elkalandozásról gyűjtött hétköznapi és tudományos bizonyítékok. A jelenség empirikus vizsgálata során Schooler, Reichle és Halpern (2004) két korábbi vizsgálati paradigma egyesítésével dolgoztak ki egy újat. Az egyik korábbi paradigma az írott szöveg feldolgozásához kapcsolódó hibakutatásról szólt, míg a másik a feladathoz nem kötött mentális képes és gondolatok vizsgálatát jelentette. Az új vizsgálati megközelítésben a kísérleti személyek a Háború és béke nyitófejezetét olvasták el képernyőről, és arra kérték őket a kísérletvezetők, nyomjanak meg egy billentyűt, amikor úgy érzik, fogalmuk sincs, hogy éppen mit olvasnak. A tapasztalatok összhangban vannak a népi megfigyelésekkel: gyöngébb szövegértés, utólag tudatosulás és az olvasott témától távoli, mégis jól fölidézhető gondolatok jelentek meg az elkalandozás közben.

A javító stratégiák két pillére az újraolvasás és az olvasás sebességének csökkentése. Míg az első stratégia teljesen érthetően, világosan képvisel egy időbeliségben későbbi fázis a dekódoláshoz képest, az olvasás sebességének csökkentése sokkal inkább tűnik az időbeliség szempontjából egy megelőző intézkedésnek. A felismerés és a fejlesztés nehézsége abban áll Almasi (2003) szerint, hogy a küszködve olvasók nem szívesen olvassák el újra azt, amin nagy nehezen áthámozták magukat, és a tempó visszavételével sem szívesen veszítenek időt. A javító stratégiákhoz sorolható még az olvasott (dekódolt) szöveg megértésének ellenőrzése egy társ bevonásával.

Az olvasási stratégiák rendszerének teljesebbé tételéhez a 1.3.1 részben említett deklaratív tudáselemek segítenek hozzá, hiszen akár az IRA, akár a MARSI kérdőív tételei között számos olyan szerepel, amely az olvasás stratégiai folyamataira vonatkozó tudásként gondolható el. Az elektronikus olvasási környezetek és felületek, valamint – ehhez részben kapcsolódva – a MARSI kérdőívben külső támogatóként megnevezett tényezők újabb olvasási stratégiákat definiálnak. A közeljövő kihívása, hogy az olvasástanításban kanonizáltan jelen legyen például az írott szöveg ismeretlen szavainak megkeresése szótárból vagy az internetről – olyan módon, hogy ezt az olvasási folyamat részének tartjuk.

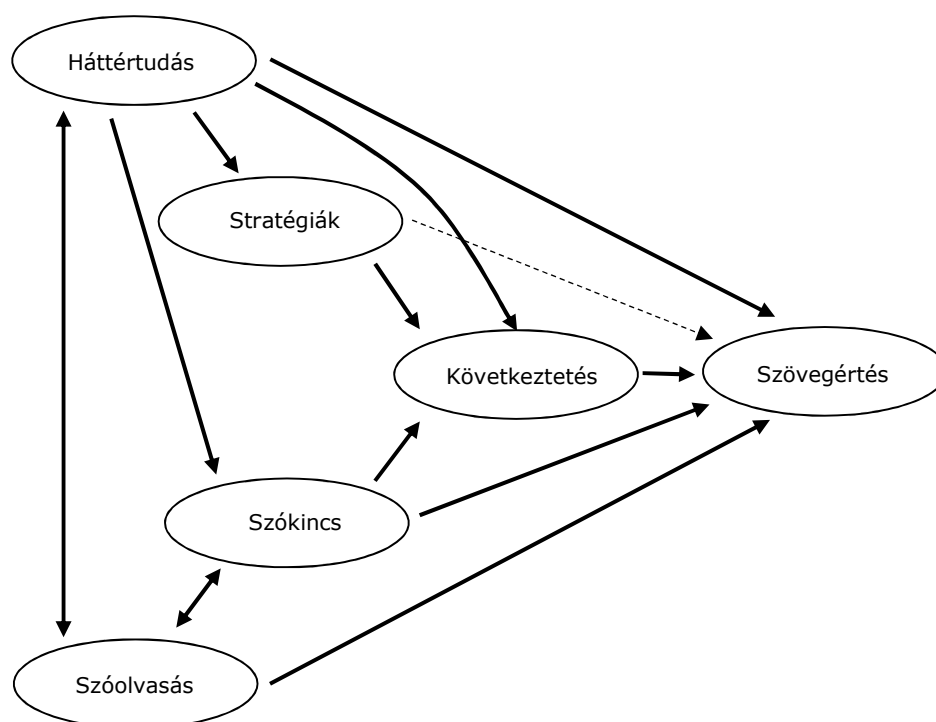
A fejlesztés számára legalább három kérdés következik. Valóban, igazolhatóan lényeges-e az olvasási stratégiák repertoárjának építése, és ha igen, akkor mely iskolai évfolyamokon vagy milyen készségfejlettségi szinttől? A fejlesztés során az időbeliség három fázisa hogyan kapjon szerepet: kezdjük-e a szöveganticipációs stratégiákkal vagy inkább a másik végéről, a javító stratégiáktól induljunk (és további lehetőségek is elképzelhetők)? Végül vissza-visszatérő kérdése a fejlesztő programoknak, hogy mennyire explicitáljuk a stratégiák fejlesztését, azaz kell-e megneveznünk az éppen használt és fejlesztett stratégiákat. A két utóbbi kérdésre a fejlesztés kapcsán fogunk visszatérni. Az első

kérdésre ugyanakkor többféle válasz született, és mi a talán a legszigorúbb, legkevésbé támogató modellt mutatjuk meg, melynek summája: az olvasási stratégiáknak közvetett szerepe van a szövegértési teljesítményben. Az IRA-kérdőívet bemutató tanulmányunkban (Csíkos, 2008b, 2008c) már szerepelt a modell ismertetése.

Cromley és Azevedo (2006) egy olyan összetett, empirikus alapú olvasásmodellt alkottak, amely 9. évfolyamos amerikai tanulóktól származó adatokra épül. A modellnek a DIME (Direct and Inferential Mediation) nevet adták, és a többváltozós összefüggésvizsgálatokban megszokott gondolatmenetre épül. Kitüntetett szerepet szánnak az olvasásmegértési teljesítménynek mint az olvasás legfontosabb, külső szakértők által ma legelfogadottabb és különböző mérőeszközökkel érvényesen és megbízhatóan mérhető változójának, és elméleti alapon megkeresik azokat a további változókat, amelyek hatással vannak az olvasásmegértésre. Ismert jelenség a kvantitatív pedagógiai kutatások módszertanából, hogy a változók közötti kapcsolatokat számszerűsítő statisztikai mutatók nem jelzik sem a kapcsolatok irányát, sem pedig azt, hogy az mennyiben közvetlen vagy közvetett kapcsolat. Léteznek azonban összetett eljárások (lásd Tacq, 1997), amelyek segítségével falszifikálhatók egyes modellek, vagyis a változórendszer egymás közötti feltételezett összefüggéseiről adott valószínűséggel kimondható, hogy valamely okságinak feltételezett kapcsolat a rendszerben nem létezik.

A következő öt tényező szerepét tekintik bizonyítottnak a korábbi szakirodalom és saját empirikus vizsgálatuk alapján: (előzetes) háttértudás (*background knowledge*), olvasási stratégiák (*strategies*), szóolvasás (*word reading*), szókincs (*vocabulary*), következtetés (*inference*). Az öt tényező között három olyan van, amelyik kifejezetten az olvasás készségrendszeréhez kapcsolható. Ezek közül a szókincs és a szóolvasás területén Nagy József (2004a) végzett feltáró kutatást Magyarországon. Az olvasás területéhez tágabban kapcsolódó, a Cromley-Azevedo modell következtetés változójához kötődő nyelvi-logikai képesség területén Vidákovich (2002) végzett nagymintás feltáró vizsgálatokat.

Cromley és Azevedo több lehetséges kauzális modellt is fölvezetett az imént felsorolt változók bevonásával, és ezek közül a hierarchikus regresszió-analízisek segítségével tesztelt modelljeik közül a legpontosabb illeszkedést a 4. ábrán mutatjuk be. Kutatásukban egy általuk kifejlesztett 10 itemes Strategy Use mérőeszközt használtak a stratégiák mérésére, amely adatfelvételi procedúráját tekintve az on-line mérőeszközökhöz közelít. Konkrét elolvasott szövegrészt követően hangzik el egy kérdés, mint pl. „Az alábbiak közül melyik tekinthető a bekezdés legjobb összegzésének?”, és négy válaszlehetőség közül kell egyet megjelölni. Az IRA kérdőívhez képest jelentős különbség, hogy nem a stratégiahasználat ismeretét mérték, hanem közvetett módon azt, hogy ténylegesen milyen stratégiát használt a tanuló. A 4. ábráról leolvasható, hogy a magas szintű stratégia-használat közvetve, a következtetés nevű változón keresztül hat a szövegértésre. A következtetési képesség mérésére a kutatók által kifejlesztett egyszeres választásos, 10 itemes teszt szolgált, amely a mondatok és bekezdések szintjén mérte a következtetések levonásának képességét.



4. ábra

*A Cromley és Azevedo (2006) modelljében szereplő változók és kapcsolatrendszerük
(Az ábrán a kapcsolatok irányát a nyílhegygel, a szignifikáns kapcsolatokat folytonos, a
nem szignifikánsat szaggatott vonallal jelöltük.)*

A Cromley-Azevedo-modell üzenetét kevésbé pozitívan úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a középiskolás korosztály szövegértési teljesítményére az olvasási stratégiák magas szintű használatának csak akkor van érdemi hatása, ha egyébként a következtetési gondolkodásuk (is) magas szintű. Ez összecseng Csapó (2005) álláspontjával, aki a középfokú oktatás egyik legfontosabb feladatának az általános gondolkodási képességek fejlesztését tartja.

A Cromley-Azevedo-modell egy másik oktatási rendszer középiskolásainak adatai alapján állt elő. Szükség van olyan hazai vizsgálatokra, amelyek magyar tanulókkal, más iskolai évfolyamokon is megvizsgálják az olvasási stratégiák és a szövegértési teljesítmény összefüggését. Ahogyan láttuk, egy ilyen vizsgálat legnagyobb kihívását a készségrendszerrel párhuzamosan fejlődő metakognitív elemek mérése okozza. A Cromley-Azevedo-modellben használt 10 ítemes mérőeszköz például középiskolás és felnőttkorosztályban tűnik használhatónak, hiszen – ahogyan szintén láttuk – az eredetileg 9-11 éveseknek szánt IRA-kérdőív sem mér megbízhatóan a hazai gyermekpopulációban.

1.3.3. Adaptív olvasási stratégiák

Az olvasás esetén is egymással versengő stratégiák biztosítják, hogy az életút során egyre könnyebben, és mégis pontosan tudjuk megszerezni a számunkra fontos információt az írott szövegekből. A kezdetleges stratégiáink később is elérhetőek maradnak, és agy zajban félhangosan, betűzve olvasunk, ha a szöveg fontossága ezt indokolja, mert ez a stratégia bizonyulhat optimálisnak olyan körülmények között. Amit az adaptív stratégiahasználatról általában megállapítottunk, azt az olvasás területére is könnyen tudjuk konkretizálni. Az adaptív stratégiahasználat függ az írott, elolvasandó szövegtől, függ az olvasó személytől és függ attól a kontextusból, amelyben a szövegértés igénye felmerült (Csíkos és Steklács, 2011a).

Az olvasás esetén igazán könnyen belátható, hogy a leghatékonyabb olvasási stratégia döntően függ a megérteni kívánt szövegtől, és emellett még mindig tág terepe van az egyéni preferenciáknak. Amikor Kamarás (1998) krimiolvasási stratégiáról ír, tömören megfogalmazza azt a jelenséget, hogy egy adott szöveg feldolgozásának stratégiája nagyban függ egyéni jellemzőktől. (Van, aki egyszer vagy többször a könyv végére lapoz krimiolvasás közben; van, aki tíz oldal után újrakezdeni, mert már túl sok volt a név, és nem sikerült a szereplőket jól elképzelnie.)

A hazai és nemzetközi rendszerszintű olvasásvizsgálatokban a szövegértés mérésére használt szövegek több típusát különböztetik meg, így az adaptív stratégiahasználat és a szövegtípus közötti kapcsolat értelmezéséhez először ezeket a szövegkategóriákat célszerű áttekinteni. A nemzetközi rendszerszintű mérések tanulságai az olvasástanítás számára írásomban (Csíkos, 2006b) már megtettem ezt az áttekintést, így az adaptív stratégiák szempontja által igényelt tömörségre tudunk szorítkozni.

A második IEA-vizsgálatban elbeszélő, leíró és dokumentum típusú szövegek szerepeltek (Elley, 1994). A PISA-felmérésekben kezdetektől fogja kétféle, folytonos és nem folytonos szövegek vannak. Az IEA-mérések dokumentum típusú szövegei egy gyűjtőkategóriát képviseltek, melybe mindenféle olyan írott „szöveg” tartozott (az idézőjel azt jelzi, hogy néha ezeket az olvasástanítás helyett inkább matematikai vagy természettudományi területhez sorolnánk), amelyekre a PISA találóan, egyszerűen a nem folytonos jelzöt aggatta. Táblázatok, grafikonok, térképek, listák, használati útmutatók tartoznak ebbe a körbe. Gyakran autentikus szövegek ezek, melyekkel a tanulók iskolán kívül, hétköznapi is találkozhatnak. A hazai olvasástanítás az alsó tagozatos olvasókönyvekben található szövegek jellege alapján az elbeszélő és leíró szövegek olvasására sokkal inkább főkészíti a tanulókat, mint a dokumentum típusú, avagy újabb terminológiával, nem folytonos szövegek olvasására. Ez egyrészt jelenti azt, hogy az olvasási stratégiák iskolai fejlesztésének lehetőségét bővíti, ha nem folytonos szövegek is nagyobb arányban bekerülnek az olvasókönyvekbe, másrészt pedig az olvasási stratégiák spontán, formális oktatási környezettől független fejlődéséről tanúskodik, hogy az érett olvasók kialakítják maguk számára a szövegtípushoz illeszkedő stratégiahasználatot.

Az egyéni jellemzők stratégiahasználatot meghatározó szerepénél két tényezőt szükséges kiemelni. Ahogyan az olvasásra vonatkozó meggyőződések kérdőívének eredményeiből látni fogjuk, az alsó tagozatos évfolyamokon nagyon erős, meghatározó

gondolatok formálódnak arról például, hogy szabad-e átugrani szövegrészeket az olvasás folyamatában, avagy ilyen az olvasás nehézségeiről alkotott vélemény. Másrészt a metakogníció visszavonulásáról szóló, később kifejtendő paradigma értelmében a stratégiahasználat (különösen a stratégiahasználatról valló egyéni beszámoló) önmagában nem tekinthető sem pozitív, sem negatív tulajdonságnak a szövegértés számára.

Az olvasásra vonatkozó meggyőződések meghatározó szerepét ismerve azt a kevésbé optimista feltételezést tudjuk megfogalmazni, hogy sok ember számára az olvasás egy vagy két stratégia használatára szorítkozóan valósul meg. Van, aki egész életében a betűző, bal felső saroktól a jobb alsóig a szövegen végighaladva mindent hangosan dekódoló olvasás stratégiáját követi, és ehhez hozzávehetjük, hogy minderről képes is beszámolni, azaz tudatában van a stratégiahasználatának. Szűk értelemben az ilyen olvasó kielégíti az „alkotó, responzív” (constructively responsive) olvasó fogalmát (Pressley és Gaskins, 2006), hiszen a dekódolást megelőzőn, közben és utólag is masszívan, tudatosan használ egy stratégiát. Annak igazolása, hogy a stratégiahasználat változatossága hozzájárul a szövegértés eredményességéhez, továbbra is nyitott, nagy kihívást jelentő kutatási feladat. Egyfajta megközelítésről Huang, Chern és Lin (2009) számoltak be, akik tajvani elsőéves egyetemisták angol szövegértését vizsgálták.

Huang, Chern és Lin (2009) a MARSÍ-kérdőívben leírt olvasási stratégiák és a szövegértési teljesítmény kapcsolatát kutatták. A MARSÍ-kérdőív statikus, válaszmegjelölős kitöltésétől eltérően a kísérletben résztvevők a képernyőről olvasás során választhattak „stratégia funkció billentyűk” közül, melyekkel azt jelezték az olvasási folyamat közben, ha a globális, problémamegoldó, támogató, avagy (a MARSÍ-rendszerben nem szereplő) társas-affektív stratégiát használták. Ez utóbbi on-line chatelést vagy emailezést jelentett. Megjegyzendő, hogy a MARSÍ-kérdőívben is szerepeltek külső szereplők felé irányuló tevékenységek, pl. segítségkérés, megbeszélés, kérdezés, a támogató stratégiák között felsorolva. Huang, Chern és Lin tehát a MARSÍ támogató stratégiáit bontotta két részre, és így született meg a negyedik fajta stratégiaklaszter. Eredményeik között számunkra az a fontos, hogy a jó szövegértési teljesítményt nyújtók az egyébként mindenki által gyakran használt támogató stratégiák mellett a globális stratégiák gyakoribb használatával tűntek ki. Másképpen fogalmazva, a gyengébb teljesítmény jellemzője volt a szövegtípustól függetlenül ugyanolyan stratégia-használat.

Az olvasási stratégiák adaptivitása kapcsán tehát a stratégiarepertoár létezése, nagysága és fejlesztése válik döntő kérdéssé. Azt, hogy erre vonatkozóan minden bizonnyal egy saját, a magyar nyelvhez igazodó kutató választ kell adnunk, a repertoár kulturális különbségére vonatkozó adatok támasztják alá (Pritchard, 1990). A német és angol gyerekek olvasási folyamatainak összehasonlításából adódó következtetés volt például (Wimmer és Goswami, 1994), hogy amikor 7, 8 és 9 éves német és angol gyerekek álszavakat olvastak, akkor a német 7 évesek jobb teljesítményt nyújtottak, mint az angol 9 évesek, és ráadásul a hibázások száma pozitív irányban korrelált a felhasznált idővel, és a korreláció sokkal szorosabb volt az angol gyerekeknél. Ez két különböző olvasási stratégiára utal az olvasás kezdő szakaszában, melyek a két nyelv ortográfiájában meglévő különbségekkel magyarázhatók.

Végül az adaptivitás harmadik tényezőjeként a szövegértési feladat kontextusa is befolyásolja az alkalmazott olvasási stratégiákat. A PISA-felmérésekben a feladatkontextus értelmezése ugyan az egyén mikrovilágát idézi föl, de lényegében külső, objektív

feladatjellemzőkről van szó, amelyek a tudás különféle felhasználási színtereihez kapcsolódnak: egyéni, foglalkozási, társadalmi és tudományos kontextusokhoz sorolják az egyes feladatokat. Mi a kontextusnak azt a klasszikus értelmezését használjuk az olvasási stratégiák adaptivitásának kontextusfüggőségének értelmezésekor (Mercer, 1993), amely hangsúlyozza az egyéni nézőpontot: attól függően, hogy például egy kezünkbe nyomott újságcikk olvasását kötelezőnek, fásasztónak vagy szórakoztatónak tartjuk, más-más olvasási stratégiával állhatunk neki. Ilyen módon az adaptív stratégiahasználat szakirodalmában emlegetett kontextus tényezőt gyakorlatilag a feladatjellemzők és egyéni sajátosságok két dimenziójában feloldhatjuk.

1.4. A matematikai gondolkodás stratégiai elemei

A matematikai gondolkodás terén is számos olyan modell született, amelyek a gondolkodási folyamatok két (vagy akár még több) szintjét különböztetik meg. Világszerte idézik a források Pólya (1957) könyvét, amelyben megjelennek a matematikai problémamegoldásnak más tartalmi területekre is általánosítható fázisai: (1) a feladat megértése, (2) tervekészítés, (3) a terv végrehajtása, (4) a megoldás vizsgálata. Világos számunkra, hogy ezek a fázisok megfeleltethetők korábban már említett metakognitív stratégiáknak.

Nagy hatású munka a matematikatanulás pszichológiája területén Skemp (1975) könyve, amelyben kifejti azt a gondolatot, hogy a matematikában az általa intuitívnek és reflektívnek nevezett tudáselemek egymás természetes kiegészítői. Könnyű felismerni a reflektív tudás kategóriában a metakogníciót; Szendrei (2005, 197. o.) megfogalmazásában a reflektivitás „nagyon tudatos részét” nevezzük metakogníciónak. A matematikai bizonyításokkal kapcsolatban (Csíkos, 2001a) ez azt jelenti, hogy egy kijelentés igazságában bizonyosnak lenni más dolog, mint tudni azt, miért vagyunk bizonyosak abban a kijelentésben. A matematika számára jelentős volt az a skempi hozzáállás, hogy az oktatásban mindkét fajta matematikai tudásnak jelentősége van és fejlesztendő.

Amennyiben Skemp művét nagy hatásúnak nevezzük, úgy Schoenfeld (1987) tanulmánya a matematika és metakogníció kapcsolatáról szóló irodalom fundamentumának tekinthető. Schoenfeld professzionális matematikus és kezdő egyetemi hallgató problémamegoldó tevékenységének elemzésével kimutatta, hogy a matematikus sokkal több időt töltött a probléma elemzésével, a megoldási terv elkészítésével és az ellenőrzéssel, mint az egyetemi hallgató, aki rögtön szeretne volna megtalálni a megoldást, és azonnal nekilátott a feladat „kidolgozásához”. A Schoenfeld által alkalmazott videorögzítési és adatfeldolgozási technikát a hangosan gondolkodtatás módszerével kombinálva alkalmaztuk a 2.4.2. részben bemutatott kutatásunkban.

1.4.1. Matematikai meggyőződések

A matematikára vonatkozó meggyőződéseknek létezik több általános mérőeszköze, kérdőívek formájában. A matematikai tudásra és a matematika tanulására vonatkozó tanulói meggyőződések meghatározásában Pehkonen és Pietilä (2003), Op't Eynde és De Corte (2003) munkáit követjük. Szerintük a tanulói matematikai meggyőződések szubjektív tudáselemek, amelyek lehetnek explicitek és implicitek. Az explicit meggyőződéseket az episztemológiai meggyőződésekkel kapcsolatban tárgyalt módon és eszközökkel lehet mérni; jellemzően zárt, kérdőíves formában, kijelentő mondatok sorozata segítségével. Létezik azonban összetettebb, kvalitatív módszer is, melyet Reusser és Stebler (1997) munkájából ismerünk: a matematikáról, a matematikai feladatmegoldásról folytatott beszélgetés során elhangzó mondatok gyakran pontosan feltárják a tanulói elmében lévő, verbalizálható meggyőződéseket.

A magyar származású Lampert (1990) a tanulók matematikai meggyőződéseinek leírására vállalkozott. Eredményei szerint az, ahogyan a tanulók a matematikáról gondolkodnak, és ahogyan a matematikát művelik, távol áll attól, amit többek között Pólya (1957) és Lakatos (1976/1981) munkáiban ideálként találunk. Egyik jellemző különbség, hogy a sejtések megfogalmazásában benne rejlő hibázási lehetőségről a matematikusok másképpen vélekednek, mint a matematikát tanulók. A tanulók számára a matematika művelése elsősorban azt jelenti, hogy követik, megjegyzik és alkalmazzák a tanár által lefektetett szabályokat. Így jönnek létre azok a meggyőződések, amelyek közül Schoenfeld kiemeli példaként, hogy a tanulók meggyőződése szerint létezik pontosan egy helyes válasz. A matematikai szöveges feladatok terén ennek a meggyőződésnek a megjelenését többen kimutatták már az iskolás korosztályok körében, így Wyndhamn és Säljö (1997), valamint Reusser és Stebler (1997).

A leuveni kutatók (Op't Eynde és De Corte, 2003) által kifejlesztett egységes kérdőívnek megtörtént már kultúraközi validálása is (Andrews és mtsai, 2008). A kérdőívben a matematikával kapcsolatos meggyőződések (mathematics related beliefs) több tartalmi dimenzió mentén tárhatók föl. Megjelennek a tanári szereppel kapcsolatos tanulói nézetek, a tanulóknak a saját matematikai tudásukra vonatkozó meggyőződései, valamint a matematika iskolán belüli és iskolán kívüli szerepéről alkotott vélemények. Néhány példa a zárt formátumban a kitöltők elé kerülő kijelentések közül:

„Megtalálni a helyes megoldást sokkal fontosabb, mint megtalálni, miért is működik az.”
„Átlagos tanulók nem érthetik meg a matematikát, csak a szabályokat tudják megtanulni.”
„Csak egy megoldási út lehetséges egy matematikai probléma megoldására.”

A példaként említett három állítás a matematika mint a kiválóság terepe elnevezésű kérdőív-faktorból való. Sok tanuló egyetért ezekkel az állításokkal, és könnyű igazolni, hogy ezek a nézetek a matematikai gondolkodás fejlődésének gátját jelentik. Számos hasonló kijelentés felsorakoztatásával a matematika tanulására vonatkozó meggyőződések kvantitatív empirikus kutatási módszerekkel feltérképezhetők. Ehhez a vállalkozáshoz

csatlakoztunk a matematikát a többi tárgy tükrében szemlélő, hetedik osztályosok körében felvett kérdőívünk eredményeinek nemzetközi bemutatásával (Csíkos, 2011).

Nyilvánvaló ugyanakkor, hogy arra a kérdésre, melyre a kutatók elsősorban kíváncsiak a matematikai meggyőződésekkel kapcsolatban, ti. hogy azok miként befolyásolják a matematikai teljesítményt, a megszokott kérdőívek korlátozott érvényességgel tudnak választ adni. Ennek egyik oka, hogy a matematika tantárgyról alkotott nézeteknek megfelelően a válaszadók megpróbálhatják kitalálni, mi a helyes válasz az egyes kérdőív-tételekre. Egy másik ok, hogy a kérdőívek zárt tételei nem kapcsolódnak konkrét feladathelyzethez, így akár kijelentésről-kijelentésre más-más feladathelyzetet vagy osztálytermi szituációt képzelhet el a válaszadó. Ezért jutottunk el az implicit matematikai meggyőződések feltárásának fontosságához (Csíkos, Kelemen és Verschaffel, 2009, 2011), azaz minden válaszadó számára egységes feladathelyzet felvázolása mellett a viselkedésből (feladatválasztásból) következtettünk a birtokolt meggyőződésekre.

Az implicit matematikai meggyőződések egy lehetséges definíciója a matematikai meggyőződések területén belül két differentia specificával rendelkezik: (1) az implicit jelleg arra utal, hogy nem várjuk el a meggyőződések verbális kifejezését, artikulációját, azonban feltételezzük, hogy az potenciálisan elérhető a tudatosság számára (awareness). A potenciális verbális beszámolástól eltekintés tehát kutatás-módszertani megközelítésmódot jelent, és nem mentális kategóriát. (2) White és Bruning (2005) véleményéhez csatlakozva úgy tekintünk az implicit matematikai meggyőződésekre, ahogyan ő az „implicit, írással kapcsolatos meggyőződésekre” tekintett (167. o.): olyan tényezőknek tekinti ezeket, amelyek befolyásolják egy személy viselkedését, beleértve azt, „hogyan fejezi ki, és egyáltalán kifejezi-e az adott személy a saját tudását.”

Annak illusztrálásaként, hogy a fenti két jellemzőt hogyan foglalják magukba a matematikai meggyőződések, egy olyan példát mutatunk be, amely Csíkos, Szitányi és Kelemen (2010, 2012) kutatásában szerepelt (5. ábra).

A 10 literes kerti locsolóban 6 liter víz van. Mennyi víz lesz benne, ha még 6 litert öntünk bele? $10 + 6 + 6 = 22$ liter víz van benne.

5. ábra Feladat, amely azt illusztrálja, hogy befolyásolják a tanulói viselkedést az implicit matematikai meggyőződések

Nem szükséges ahhoz szakértőket toboroznunk és egyetértésüket számszerűsíteni, hogy az 5. ábra alapján mindenki egyetértson benne, milyen matematikai meggyőződéssel rendelkezik az a tanuló, aki ilyen választ ír. Ha sikerülne interjú módszerrel megkérdezni őt, talán el tudná mesélni, hogy a feladat szövegében megkereste a számadatokat: 10, 6 és 6.

Kijelölte ezután az elvégzendő műveletet, és az összeadás vagy a mindig kéznél lévőssége miatt került elő, vagy pedig a feladat kulcsszava (beleöntünk) alapján választotta azt a tanuló. A műveletet elvégezte (mégpedig hibátlanul), és a kapott eredményt szöveges formában a kérdésre adott válasznak tekintette. Ezt a feladat-megoldási algoritmust ismerjük, ám kicsi az esély arra, hogy nagymintás vizsgálat zárt kérdésformátumú kérdőívében hozzájussunk ehhez az információhoz. A 2.4.1. részben mutatjuk be azt a kutatásunkat, amelyben megkíséreltük a zárt kérdőívformátummal kinyomozni bizonyos szövegesfeladat-típus megoldásmenetének tanulói meggyőződéseit.

1.4.2. Matematikai problémamegoldó stratégiák

A matematikai problémamegoldás kutatásának hosszú történeti előzményei vannak. Máig ható klasszikus mű Pólya György 1945-ben megjelent munkája, amely angolul a "Hogyan oldjuk meg?" címet kapta, míg a magyar fordítások 1957-től következetesen "A gondolkodás iskolája" címmel jelentek meg. Pólya művének tekintélyéhez jelentősen hozzájárult, hogy szerzője maga alkotó matematikusként hitelesen ültette át tapasztalatait a pedagógikum világába. Az International Group for the Psychology of Mathematics Education szervezet jubileumi, 40. konferenciájának témája Pólya könyvének címét idézte föl: „Mathematics education – How to solve it?”. A mai napig velünk élő pólyai örökség egyik eleme azoknak a gondolkodási stratégiának a vizsgálata, amelyeket Pólya heurisztikusnak nevezett (Schoenfeld, 2016). De Corte (2001) interpretációjában ezek a heurisztikus stratégiák nem garantálják a helyes megoldás megtalálását, de növelik a megtalálás esélyét azáltal, hogy a szisztematikus gondolkodást tesznek lehetővé. Schoenfeld (2016) saját hozzájárulását a pólyai örökséghez – többek között – abban látja, hogy a helyes megoldáshoz vezető heurisztikus stratégiák mellett a kudarcra végződő feladat-megoldási kísérletek gondolkodási folyamatainak feltárását, megismerését, sőt akár tanítását is fontosnak tartja.

Schoenfeld a munkássága során tudatosan törekedett arra, hogy a matematikai gondolkodás kutatása során megismert törvényszerűségeket általános pedagógiai törvényszerűségekként generalizálja. Ez a megközelítésmód megjelenik a disszertáció kutatásaiban is, és létjogosultságát több tényező magyarázza és indokolja. (1) A matematikai gondolkodás kritikus tényezői (feladatok, pszichikus jellemzők) más tantárgyakhoz képest objektívebben és talán könnyebben kvantifikálhatók, ezáltal a tudományos kutatás alapelveinek teljesítése könnyebb, mint akár az olvasás vagy például a történelemtanítás kutatása esetén. (2) Kiterjedt nemzetközi párbeszédközösség egyesített erőfeszítései vannak jelen évtizedek óta; megelőzve történetileg más, szintén nagy presztízsű párbeszédközösségeket. (3) A pszichológia és a pedagógiai kutatás területének problémái (nem függetlenül az 1-es számmal jelölt tényezőtől) gyakran találnak alkalmazási terepet a matematika különböző évfolyamainak különböző problémái terepén.

A harmadik tényező ugyanakkor egy izgalmas feszültséget okoz a párbeszédközösségek közötti párbeszédben, és ennek egyik tünete például a fogalomhasználat egyenletlensége.

Több évtizedes történeti előzményrendszere van annak a kérdésnek, hogy a matematika (avagy általában az iskolai tantárgyak) területén hogyan különböztethető meg egymástól a feladat és a probléma. A pszichológia a probléma szót sajátos jelentéskörben igyekezett használni, noha ez a jelentéskör is változott történetileg, ahogyan Kontra (1996) átfogó elemzésében látjuk. A matematikadidaktikában ugyanakkor a probléma szót átfogóan, a hazai szakirodalomban feladatnak vagy példának, gyakorlatnak nevezett kihívások esetén is használják. Az iskolai matematikaoktatásban főszerepet kapó szöveges feladatok angol megnevezése ugyanakkor *word problems*, amely szó szerint szavakkal leírt problémaként lenne lefordítható.

A probléma szó és a problémamegoldás értelmezési kérdéseit azért kellett elővennünk, mert (látszólag eltérve az olvasás metakognitív jelenségeit bemutató fejezeteinkkel fenntartott párhuzamtól) az alfejezetünk címében megjelent „matematikai problémamegoldó stratégiák” valójában csaknem átfogja a matematikai gondolkodás valamennyi területét. Abból azok maradnak ki csupán, amelyek kutatásában még nincsenek eredményeink, így pl. a matematikai kreativitás vagy a matematikai esztétikum keresése. A cím ugyanakkor jelzi, hogyan kapcsolódunk az általunk hivatkozott párbeszédközösségek terminológiájához.

A matematikai problémamegoldás stratégiai folyamatairól érdemes előljáróban leszögeznünk, hogy – például az olvasási stratégiákkal összehasonlítva – ezek explicit módon, a tananyag részeként jelen vannak az oktatásunkban évtizedek óta. Ha tehát értéknek tartjuk a gondolkodás stratégiai összetevőinek célzott, iskolai fejlesztését, akár örömtelinek is tarthatnánk ezt a jelenséget. Mi azonban, ahogyan korábban már leszögeztük, nem önmagában a gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztését, hanem azok rugalmas, adaptív fejlesztését szeretnénk. Emiatt a merev, a feladatsajátosságokhoz és egyéni jellemzőkhöz nem alkalmazkodó stratégiahasználatot és annak iskolai fejlesztését nem előrevivőnek, hanem sok esetben a fejlődésre károsnak tartjuk.

A stratégiai gondolkodási folyamatok fejlesztésének problémái a pedagógusképzésen keresztül tűnnek orvosolhatónak, ezért a következőkben megnézzük, milyen jó és kevésbé jó példák vannak a leendő és gyakorló tanítóknak szóló jegyzetekben, útmutatókban. A Csíkos és Verschaffel (2011) által részletezett okokból a matematikai szöveges feladatok megoldásának stratégiáira összeponosítunk. C. Neményi és Szendrei (2007) tanítóképző főiskolai jegyzetében a szöveges feladatok megoldásának két fő fázisa szerepel: (1) a probléma megértése és (2) a probléma „megfejtése” [idézőjel a szerzőktől]. Ezt a két fő lépést azután négyre bontják, és eljutnak a következő sémához (211. o.):

1. A probléma megértése, értelmezése
2. Matematikai modell keresése
3. A matematikai probléma megoldása (az 1. és 2. lépés szükség szerinti iterációival)
4. A megoldás értelmezése az eredeti problémára.

A C. Neményi és Szendrei (2007) által leírt fázisok összhangban vannak a szöveges feladatok kognitív pszichológiai és matematikadidaktikai szakirodalmában főlhalmozott tudományos eredményekkel, melyekről részletesen, tudománytörténeti mérföldkövekként beszélve beszámoltunk (Csíkos, 2003a). A gyakorló pedagógusok számára készített útmutatókban, és magában a szájhagyomány útján terjedő praxisban szintén megfigyelhető

négy lépés leírása és elvárt követése. Mivel erősen egyet nem értően írok erről a jelenségről, a forrást kissé átalakítottam, és köznapi ismeretként hivatkozom rá. Hogy egyet nem értesemet tudományos érveléssel alátámaszszam, elegendő a nemzetközi rendszerszintű mérések matematikai területen mostanában elért eredményeinkre tekinteni (Csíkos és Vidákovich, 2012), különösen a gondolkodás magasabb, reflektív szintjét igénylő feladatokra fókuszálva.

1. A feladatok szövegének elolvasása, az adatok kigyűjtése
2. Művelet kijelölése vagy egyenlet felírása
3. Számítások elvégzése
4. Szöveges válasz adása.

A lépések száma a két leírásban megegyezik, sőt, párhuzamba is állíthatók, de éppen azt szeretnénk hangsúlyozni, hogy a párhuzam erőltetett, és a második négylépéses lista csak bizonyos feladattípus esetén működik. Először is, a lépések számának egyezése lehet koincidentális, hiszen ismertek olyan taneszközök, amelyekben nem négy, hanem hat lépésre bontva tanítják a matematikai szöveges feladatok megoldásának folyamatát. (Előfordul például becslés kérése az eredményről, vagy pedig a kapott eredmény ellenőrzése az inverz művelet elvégzésével.) A nagyobbik probléma ott van, hogy (1) nem mindegyik szöveges feladatban vannak számszerűsített adatok; (2) ha vannak is számszerűsített adatok, azokkal nem számtani vagy más műveletet kell végezni a megoldáshoz; és (3) előfordulhat, hogy nincs megoldása a feladatnak. C. Neményi és Szendrei (2007) főiskolai jegyzetében a szöveges feladatok számos típusa előkerül, köztük a matematikai szempontból nem megoldható vagy nem egyféle megoldással rendelkező feladatok. Kérdés, hogy mennyire fontosak és hangsúlyosak az olyan szöveges feladatok, amelyek a köznapi négy feladatmegoldó fázissal nem oldhatók meg, azaz amelyek miatt a jelenlegi taneszközök feladatmegoldó stratégiáit felül kellene vizsgálni.

Jelenleg sem Magyarországon, sem pedig más fejlett országok oktatási rendszereiben nem számítanak meghatározónak azok a matematikai szöveges feladatok, amelyekben megbicsaklik a köznapi négylépéses séma. A tehetséggondozásban, versenyeken már nagyobb arányban fordulnak elő olyan feladatok, ahol a mechanikus adatgyűjtés és műveletvégzés hamis eredményre vezet. Az ellentmondás az oktatáspolitikai szlogenek és a valóságos viszonyok között szembeötlő. A „Mindenkinek szóló matematika” jelszó (Mathematics for all, UNESCO, 1984) élesen szemben áll a matematikának hatalmi tényezőként betöltött szerepével (Kollosche, 2014). A mélyebb elemzés nem tárgya dolgozatunknak, de az ellentmondás felidézésével kívántunk rávilágítani arra a nehézségre, amely a matematikaoktatás bármilyen megváltoztatását kíséri.

A C. Neményi és Szendrei által leírt négy problémamegoldó fázis gyakorlati pedagógiai munkába átültetése rugalmas hozzáállást kíván, mégpedig a lehetséges sokféle elágazás miatt. A kutatónak a tudományos eredmények következményeit kell a gyakorlati igényekkel összeegyeztetni, és erre jó példát láttunk Montague, Warger és Morgan (2000) fejlesztő programjában, amelynek ők a Solve It! (Oldjuk meg!) címet adták. Ebben a fejlesztő programban a következő stratégiák szerepeltek:

1. A feladat szövegének elolvasása a megértés céljával
2. A feladat szövegének átfogalmazása saját szavakkal
3. Vizualizáció, valamilyen rajz vagy ábra készítése
4. Megoldási terv készítése
5. Becslés a szereplő szám adatok kerekítésével
6. Kiszámítás
7. Ellenőrzés

Összevetve ezt a listát C. Neményi és Szendrei négy lépésével, megállapítható, hogy a szöveg elolvasása mint megkerülhetetlen stratégia jól kiegészíthető a szöveg átfogalmazásának valóban tudatos döntéseket igénylő lépésével. A matematikai modell készítésének pedig egy hatékony eszköze a vizualizáció (ld. erre vonatkozó fejlesztő kísérletünk eredményeit a 3.3.3. részben). A tervkészítés és a becslés mint stratégiák a konkrét feladattól és a megoldó személy fölkészültségétől függően lehetnek fölöslegesek vagy akár gátló lépések, az ellenőrzés stratégiájánál pedig világossá szükséges tenni, hogy nem egy újabb számolási menetről van szó egy másik számtani műveletet használva, hanem a számítás eredményeként kapott válasz megfelelőségét kell megítélni, például azt, lehet-e nem egész szám a feladat megoldása.

A matematikai problémamegoldás stratégiai elemeiről szólva egy olyan általánosítást mutatunk meg, amelyet a kilencvenes években Izraelben dolgoztak ki. Az IMPROVE (Mevarech és Kramarski, 1997; Kramarski, Mevarech és Lieberman, 2001) egy innovatív oktatási módszer jellemzőiből képzett mozaikszó: Introducing new concepts (új fogalmak bevezetése), Metacognitive questioning (metakognitív kérdések), Practicing (gyakorlás), Reviewing and reducing difficulties (áttekintés, a nehézségek kiküszöbölése), Obtaining mastery (elsajátítás), Verification (igazolás), Enrichment (megerősítés). A rendszer leírása során a szerzők kiemelten kezelik a metakognitív kérdések témakört, és számos kérdéstípust ismertetnek, amelyek előkerülhetnek a matematikaórákon. Figyelemre méltó, hogy az úgynevezett stratégiai kérdések Pólya rendszerére épülnek, és maguk a tanulók is tisztában voltak a fejlesztő kísérletben azzal, hogy kitől származik a feladatmegoldás folyamatát segítő kérdések rendszere (Kramarski, 1999 augusztus, személyes közlés).

Saját kutatásainkban a matematikai gondolkodás stratégiai elemeinek vizsgálatát a deduktív és metadeduktív gondolkodás területén végeztük el. A deduktív gondolkodás stratégiai összetevőit hívja Moshman (1990) metadeduktívnak, és a Wason-féle kártyafeladatra épített kutatásomban (Csíkos, 1999) egy papír-ceruza tesztben összesen 36 item szerepelt. Az összpontszámok vizsgálata a 9 többszöröseinél helyi maximumokat jelzett, ezzel megmutatva, hogy a 13 és 17 éves teszt kitöltők valamilyen stratégia szerint oldották meg a feladatot. A stratégiát nem kellett explikálniuk, és az is lehetséges, hogy többféle stratégia vezetett hasonló összpontszámokhoz, mindenesetre a jelenségre akkor figyeltem föl. A matematikai bizonyítások, amelyek a deduktív gondolkodás kutatásának egyik ágában kapnak főszerepet, Harel és Sowder modelljét fölhasználva három szinthez sorolhatók. A három szint különböző matematikai területeken következetesen megjelenik, sőt, matematikától különböző tartalmakon is érvényes marad a bizonyítási stratégiák hierarchikus rendszere (Csíkos, 2001a, 2002a).

1.4.3. Adaptív matematikai problémamegoldó stratégiák

A matematika területe tartalmilag és a felhasznált gondolkodási folyamatokat illetően is sokszínű. Nehéz lenne tehát általában véve matematikai problémamegoldó stratégiák leírását adni. Amire vállalkozhatunk, az egy szűkebb területen az adaptív problémamegoldó stratégiák értelmezése és feltárása, majd empirikus vizsgálat végzése, amely remélhetőleg széles körben általánosítható eredményeket hoz. Az általánosíthatóság inverz irányként elsőként tehát a vizsgálandó terület jelentős szűkítése szükséges, és a szűkítésnek az lesz az elvi alapja, hogy a hétköznapi gyakorlatban is fontosnak elismert készséget válasszunk (társadalmi vagy praktikus érv) és emellett a választott készségterület a matematikai gondolkodás egyik központi elemének legyen tekinthető kognitív-információelméleti szempontból (ld. Sternberg és Ben Zeev, 1998). A tudományos kutatás rendszerszintű sajátosságaként tekintek arra a jelenségre, hogy míg a stratégiai komponensek közül a meggyőződések a matematika teljes területét, sőt tágabb személyi és szervezési jellemzőit is átfogják, a problémamegoldó stratégiák kutatása leginkább a matematikai nevelés egy-egy szűkebb területén zajlik; az adaptív problémamegoldó stratégiákat pedig a problémamegoldás egyik részfolyamataként jelzett számítások terén vizsgálták eddig.

A matematikán belül az aritmetika, az utóbbi időszak kutatási tendenciáit és tantervi reformjait illetően példa lehet más matematikai területek és iskolai tantárgyak számára. Ugyanis Verschaffel, Luwel, Torbeyns és Van Dooren (2009) bemutatnak néhány kezdeményezést, amelyekkel illusztrálják, hogyan jelent meg az adaptív vagy flexibilis stratégiahasználat ötlete néhány ország tantervében. Megjelent az adaptív stratégiák elve a 90-es években több ország tantervében, oktatási standardjaiban, így pl. az Amerikai Egyesült Államokban, az Egyesült Királyságban, Hollandiában, Belgium Flandria tartományában és Németországban is. Közös ezekben a tantervi vagy tananyag-standard leírásokban, hogy „a kevésbé a rutinszerű folyamatokra építő oktatási megközelítések inkább tűnnek megfelelőnek, még a fiatalabb és matematikából gyengébben tanuló gyerekek számára is.” (346-347. o).

Magyarországon, a hazai köznevelési rendszer oktatáspolitikai dokumentumaiban egyelőre nem találjuk az adaptív stratégiahasználat nyomait, sőt, az adaptivitás nélkül használt stratégiai kifejezés használatában is inkább az olvasás tantervi megközelítései vannak lépéselőnyben. A tantervezés szintjén ugyan jelen van az adaptivitás eszménye, és az oktatás gyakorlatában ott van az adaptív stratégiahasználat eszméje. Mégis fontos és előremutató lenne, ha a szakmai párbeszédközösségek befogadnák a gondolatot, és amennyiben a közeljövő tanterveiben az teret nyer, azt ne valamiféle divattermékként fogadják.

Az aritmetika területén belül a fejben számolás (amellett, hogy Hope és Sherill 1987, a gyakorlati hasznosságát is dicséri) különösen alkalmas arra, hogy a tanulók automatizálódott és stratégiai gondolkodását tanulmányozzuk (Threlfall, 2002). A papírra leírt, „írásbeli” műveletvégzéshez képest a fejben számolás még inkább alkalmas arra, hogy számolási stratégiák gazdag repertoárja épüljön ki, és ez a repertoár az adott feladathoz és a tanulói sajátosságokhoz igazodva legyen fölhasználva – egy adott feladatkontextusban.

Ahogy az adaptivitásról általánosságban elmondhatjuk, s így speciálisan a fejben számolási stratégiákra is igaz: egy stratégia akkor működik jól, azaz akkor érdemes választanunk (és a stratégiaválasztás akkor nevezhető adaptívnek), ha a megfelel a feladat objektív jellemzőinek, a tanuló egyéni sajátosságainak és a feladatkontextusnak. „...mindig az a minőségileg jobb megoldás, melyet egyszerűbb eszközökkel értek el. Itt az 'egyszerű' a kognitív ráfordításra vonatkozik.” (Klix, 1985, 297. o.)

Egy konkrét fejben számolási stratégia lehet hatékony egy adott kontextusban egy adott személy és feladat szempontjából, de ugyanaz a stratégia másutt már időt rablónak bizonyulhat és növelheti a hibázás esélyét. Az adaptív stratégiahasználatot meghatározó három jelenség körül a legtöbb magyarázatot talán a feladatkontextus szerepe igényli. Erre a legegyszerűbb példa, ha összehasonlítjuk a fejben számolási stratégiák jelentőségét és szerepét vásárlás közben, a bevásárlókocsival a pénztárhoz közeledve azzal a helyzettel, amikor ugyanazokat a számadatokat egy adóbevalláshoz összekészítve végzünk összeadást. (Meglehet, ez utóbbi esetben már nem elégszünk meg semelyik fejben számolási stratégiával, és gépi segítséghez vagy írásbeli összeadáshoz folyamodunk; sőt, sokan már a bevásárlókocsival haladva számológépet használnak.)

Az osztályteremben a tanulók gyakran végeznek fejben számolást egy- és többjegyű számokkal. Mint látni fogjuk, a fejben számolás stratégiáinak kialakításához kevés tankönyvi segítség érkezik. (Miért is kellene a tankönyvnek ezzel foglalkoznia? – kérdezheti joggal szakember és laikus egyaránt.) Úgy tűnik, a fejben számolás fejlesztése, segítése egyfajta rejtett tanterv szerint, a tanárról tanárra szálló hagyományok szellemében történik. A tantervekben az tükröződik, és szakemberek, laikusok egyaránt tényként kezelik, hogy nagyjából tíz éves korra a gyerekek képesek többé-kevésbé jól összeadni és kivonni az ezres számkörben. Ha szeretnénk empirikusan ellenőrizni, hogy valójában milyen szinten sikeresek ebben a tanulók, ahhoz sajátos mérőeszközre van szükség. A készségmérés örök dilemmáját, ti. hogy a tempó és a hibátlanság milyen szerepe kapjon a mérésben (Nagy, 1968) valamilyen időkorlát bevezetésével lehet kezelni, és ezen időkorláton belül lehet a hibátlanságot számon kérni, esetleg a tempót hozzávéve. Egy másik kihívás a mérés számára az lesz, hogy a fejben számolási készség teljesítményét összefüggésbe hozzuk a számolás során használt fejben számolási stratégiával.

Amennyiben a matematikai gondolkodás egyik jól körülhatárolt készségében (például a fejben számolás adott számkörben) meggyőző és elegendő kutatási eredmény gyűlik össze, lehetőséget látunk arra, hogy a matematikai problémamegoldás tágabb esernyője alatt is végiggondoljuk, miben érhető tetten az adaptivitás. Az 1.4.2 részben vázolt stratégiák rendszerében találunk olyan elemeket (például a feladatmegoldás egy adott pontján adott becslés vagy ellenőrzés), amelyek a konkrét feladat jellemzőitől függően elhagyhatók. Fejben is könnyen elvégezhető számítások esetén becslést kérni valamennyi képességszint számára gyakori problémát jelent. A gyors feladatmegoldók már régen kiszámolták a feladat eredményét, de esetleg a békesség kedvéért, a konformitásnak köszönhetően képesek eljátszani, hogy becslést adnak a végeredményre a leírt megoldásukban. A gyengébb feladatmegoldók számára pedig éppen további nehézséget, formális rituálé követésének szükségét jelentheti a becslés kérése. Javaslatunk tehát az, hogy az adaptivitás érdekében még a tudományos eredményekre támaszkodva leírt problémamegoldó stratégiák órai

használatát is a konkrét feladathoz és az adott tanulócsoporthoz, de mindenekelőtt a feladatmegoldó személyhez igazítva (adaptálva) segítsük elő.

1.5. A gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlődése

A metakogníció fejlődéslélektani vonatkozású kutatása két fontos területen hozott pedagógiai szempontból releváns eredményeket. Elsőként az IQ és a metakogníció kapcsolata, valamint a metakogníciónak a szakértővé válásban betöltött szerepét érdemes áttekinteni. Ezután rátérünk arra az elméleti modellre, amely a kognitív fejlődést elsősorban abban látja, hogy egyre több gondolkodási folyamat kerül a meta-szintről a tárgyszintre.

Veenman és Elshout (1999) az intelligencia és a metakogníció kapcsolatát vizsgálva kissé meglepő következtetésre jutottak. Kutatásukban az IQ szerepét egy intelligencia-faktorokra épülő tesztbatteria súlyozatlan összpontszáma töltötte be, míg a metakogníció mérését hangosan gondolkodás (think-aloud) videóra rögzítésével és szakértői értékelésével oldották meg. Eredményeik alátámasztják azt a feltételezést, mely szerint az alacsonyabb intelligenciájú személyek is egy terület szakértőjévé válhatnak, és ehhez a metakogníció adhat kulcsot. Ezzel összefüggésben a szakértővé válás folyamatában csökkenni látszik az intelligencia szerepe.

Schraw (1998) ugyancsak azt hangsúlyozza írásában, hogy az addigi kutatások eredményei szerint a metakogníció és az IQ egymástól kevésbé függő jelenségek. Olyan kutatási eredményeket idéz, amelyekben a metakognícióhoz sorolható gondolkodási képességek és az IQ korrelálatlanságára derült fény. Összhangban ezzel idézi Ackermann eredményét, aki szerint a készségfejlődés korai szakaszában van jelentősége az IQ-nak, azonban a későbbi fejlődési szakaszban nem mutatkozik kapcsolat. Zsigmond (2008) az intelligencia és a metakogníció kapcsolatának értelmezése során arra hívja föl figyelmünket, hogy a metakogníció tanulható, és ez okozhatja, hogy a tanulásban más a szerepe, mint az intelligenciának.

A metakogníció és a kognitív fejlődés kapcsolatrendszerének leírása során két további forrásra hivatkozom. Először azt a gondolatot vizsgálom, hogy kogníció és metakogníció fejlődése egymással együttműködve (in tandem) megy végbe. (Karmiloff-Smith találó kifejezését idézi: Estes, 1998) Egy másik fontos állítás, hogy az értelmi fejlődés jellemezhető úgy, hogy egyre több gondolat kerül a meta-szintről tárgyszintre.

A kogníció és metakogníció értelmi fejlődésben betöltött párhuzamos szerepéről mindannyian rendelkezünk tapasztalatokkal. Kétségbe vonjuk azt a feltételezést, hogy készség- és képességfejlődés bizonyos szintjét elérve kezdhető el a készségek, képességek működését megtervező, nyomon követő és ellenőrző metakognitív stratégiák fejlesztése. A legegyszerűbb alapműveleti számolási feladatot (például: mennyi $5+2$?) az óvodás gyermek egész sor metakognitív stratégia működtetésével oldja meg. Először eldönti, értelmes és megoldható-e számára a feladat, majd valamilyen számolási stratégiát keres, és annak működését felügyeli, amikor az ujjain kiszámolja a végeredményt. Ez a gondolat vezethet oda, hogy bizonyos problémák, feladatok a gyermek számára metakognitív stratégiák

felhasználását igénylik, a felnőtt számára pedig a gondolkodás tudatos kontrollja nélkül, algoritmikusan megoldhatók.

Leahy és Harris (1993) felhívják a figyelmet William James gondolataira, aki szerint egy készség elsajátítása során először tudatosan oda kell figyelni, hogy mit csinálunk. Amikor egyre gyakorlottabbakká válunk, akkor tudatos odafigyelés nélkül, automatikusan tudjuk kivitelezni a feladatot. (Gondolhatunk itt a számolási vagy olvasási készség fejlődésére, de akár a mozgásos készségek kialakulására.) A hazai szakirodalomban Baksa József (1967) fejtett ki hasonló gondolatot, mely alapján arra gondolhatunk, hogy amikor készségeink fejlődnek, a készség működésében egyre kisebb szerep jut a metakogníciónak. Ez az önmagában természetes fejlődési útnak tartható jelenség azonban visszaüthet, amikor egy készség fejlődése az automatizáltság magas szintjére jut. Ha alapl műveletekkel jól bántó gyermek egy szöveges feladatban találkozik két számadattal, és meglátja a „nagyobb” szót, akkor a metakogníció kikapcsolása mellett szinte bizonyosan összeadja a két számadatot, és a kapott újabb számot tekinti végeredménynek.

Álláspontom szerint a tankönyvekben, munkafüzetekben megszokott feladatok ma kevésbé veszik igénybe a metakognitív stratégiákat, mint az szerintünk optimális lenne. A készségek magas szintű kifejlesztésének igénye mellett megjelenhet a metakogníció „felszabadításának” igénye is. Ez azt jelenti, hogy a metakognitív stratégiákat sok esetben nem a semmiből indulva kell megtanulni a készségek bizonyos fejlettségi szintjét elérve, hanem azokat megfelelő feladatok osztálytermi felhasználásával életre kelthetjük Csipkerózsika-álmukból. Ez a filozófia Piattelli-Palmarini (1989) heterodox nézeteivel analóg, aki a tanulást (konkrétan és elsősorban a nyelvtanulást) meglévő tudásparamétereink beállításával írja le, lemondva ezzel a hagyományos oktatás és tanulás fogalmáról.

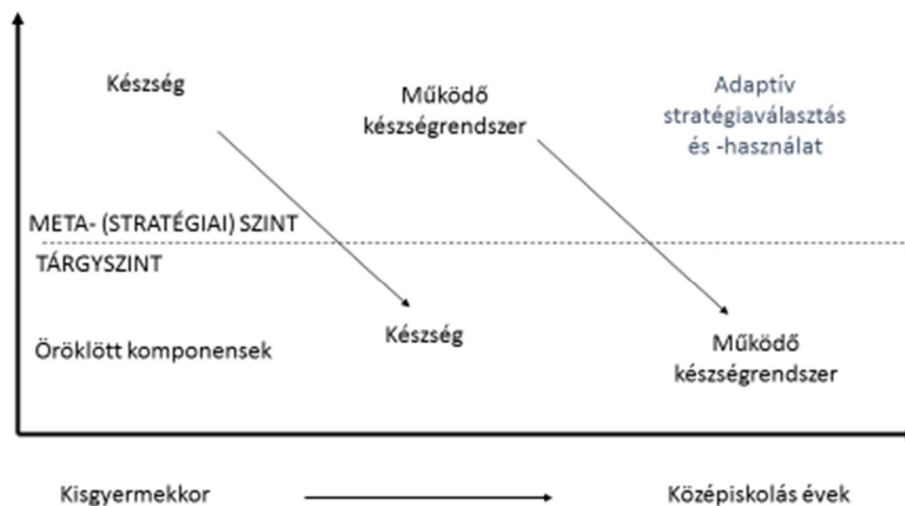
1.5.1. Stratégiai elemek fejlődési jellemzői: a metakognitív visszaesés hipotézise

A metakogníció mérésének problémái kapcsán már érintettük azt a hipotézist, amely a szoros értelemben vett mérésmetodológiai nehézségeken túl a metakognitív elemek fejlődésének természetéről szól. Metakogníció-könyvemben (Csíkos, 2007) a metakogníció fejlődésével kapcsolatos elképzelések között rámutattam a lehetőségre, hogy magasabb szintű intelligencia vagy valamilyen kognitív teljesítmény nem feltétlenül jár együtt magasabb szintű metakognitív tevékenységgel. A kérdés egyik első kutatói, Alexander, Carr és Schwanenpflugel (1995) tehetséges gyerekek vizsgálatra során találták azt, hogy bár a deklaratív metatudás a tehetséges gyerekek között egyenletes fejlődést mutat, ez koránt sincs így a procedurális metakognitív összetevőkkel.

A metakogníció fejlődésében esetenként visszaesés is megfigyelhető, és ez egyrészt érvényes vizsgálati eredmény lehet, másrészt pedig értelmezése során a negatív konnotációjú következtetésekkel szemben legalább semleges, de akár pozitívnak tekinthető értelmezés is megengedhető. Leahy és Harris (1993) fogalmaztak úgy, hogy a készségfejlődés természetes velejárójaként tudáselemek kerülhetnek át a metaszintről tárgyszintre. A hazai

szakirodalomban Tarkó (1999) vetette föl elsőként ezt a gondolatot, az akkor elérhető olvasástréning-eredmények szintéziseként. Megállapítja egyrészt, hogy kogníció és metakogníció kapcsolata interaktív, azaz a kognitív készségek automatizálódásával nincs szükség továbbá már tudatos kontrollra. Másrészt korábban tudatosan megválasztott olvasási stratégiák automatizálódhatnak, és nem tudatos információ-feldolgozási folyamatként működhetnek. A Tarkó által hivatkozott források ráadásul 1980-ig datálódnak, azaz a metakogníció-elmélet felbukkanásának hajnalától jelen van a metakogníció fejlődésével kapcsolatos egyik fontos nézet, vagyis a fejlődés hiányának kimondása bizonyos körülmények között. Érdeemes megvizsgálni egyrészt, hogy melyek azok a bizonyos körülmények, amikor a metakogníció magasabb szintje nem jelez érettebb, jobb teljesítményt, és emellett célszerű a fejlődés e modelljét összevetni a metakogníció kétszintű modelljeinek üzenetével. A problémafelvetésünk első része a közeljövő kutatásainak lehet fontos indítómotorja, hiszen különböző tudásterületeken, különféle készségrendszerekre épülő teljesítményekben kell a metakogníció jelenlétét megvizsgálni. Ráadásul feltételezhető, hogy a metakogníció Fleming, Dolan és Frith (2012) szerinti három dimenziós modelljének egy vagy két dimenzióját érinti a metakognitív visszaesés jelensége. Ennek tudományos vizsgálata meglátásom szerint a következő évtized egyik kihívása.

A következőkben azt a gondolati fonalat gömbölyítjük tovább, hogy a gondolkodásunk két szintjét leírni igyekvő különféle modellek és fogalomrendszerek hogyan teszik lehetővé a metakogníció fejlődésének megragadását. Bárhogyan nevezzük azt a bizonyos két szintet, a fejlődés lehetséges modelljének számot kell tudniuk arról, hogy együttesen és külön-külön a két szint fejlődése miként írható le. Az egyszerűség kedvéért a nelsoni két szintet, azaz a tárgyszintet és a metasztintet vesszük most elő, és a fejlődés egy általános modelljét vázoljuk. Ez a fejlődési modell a hipotetikus meta-metasztint problémáját is rendezzi, hiszen minden fejlődési szinten elegendő két szintet értelmezni, pusztán a két szint tartalma változik meg. A fejlődés gondolatát a tárgyszint és a metasztint változó szerepéhez kapcsolva a 6. ábrán látható általános modellhez jutunk.



6. ábra. A metakognitív visszaesés modellje

A 6. ábrán bemutatott modell – jelentős egyszerűsítések árán – megpróbálja tömören összefoglalni a metakognitív visszaesésnek egy háromfázisú modelljét. Amennyiben a modell helytálló, az minden olyan tartalmi területen működőképes lehet, amelyen készségrendszer fejlődik iskoláskorban, így az iskolában kitüntetett készségrendszerek mellett a hétköznapi élet számos területén is értelmezhető: autóvezetés, sporttevékenység, hangszeres játék. Az ábra vízszintes tengelyét nem neveztük el külön, azt a fejlődés életkori dimenziójának tartjuk, és nagy általánosságban két időszávot neveztünk meg: a metasztint megjelenésének korai időszaka a kisgyermekkorra tehető, legalábbis az általunk vizsgált awareness típusú tudatossággal átszőtt metakogníció megjelenése a nyelv fejlődéséhez kötött. Az időtengely másik végének a felirata azért a középiskolás évekről szól, mert értekezésünk témája az iskoláskori fejlődés és fejlesztés. Azonban három oldalról is pontosítani kell az időtengelyt. Egyrészt a középiskolás kor jellemző lehet az adaptivitás elérésére az iskolában fejlesztendő készségrendszerekben, bár természetesen nem mindenki jut el az adaptív stratégiahasználat gyakorlatáig. Másrészt a fejlődés lehetősége nyitva áll, és az ábrán vázolt háromfázisú fejlődési modell a felnőttkorig, esetleg az időskorig elnyúló lehet. A harmadik pontosítás pedig arra vonatkozik, hogy a háromfázisú fejlődési modellünk (akár középiskolás korig, akár felnőttkorig értelmezzük az időtengelyt) vajon négy- vagy még több fázisúvá tehető-e.

Másképpen fogalmazva: értelmezhető-e olyan fejlettségi szint valamely kognitív területen, amelynél az adaptív stratégia-használat a tudatosság erőforrásait már nem igénybevevő, tárgyszintű jelenség? El tudjuk képzelni, hogy egy adott szakma, mesterség legkiválóbb művelői olyan magabiztossággal használják tudásukat, hogy eljutnak erre a szintre. Az bizonyos, hogy kezdetben egyetlen zongorabillentyű leütése és tudatos

folyamatokat igényel. egy zongoradarab lejátszása során viszont ha a zongorista megpróbál tudatába kerülni annak, hogy az ujjai éppen milyen mozdulatokat végeznek, biztosan hibázni fog (Polanyi, 1958). De akkor is feltehetőleg hibázni fog, ha a darab közben felidézi, hogy a művészi kifejezőerő érdekében már oly megszokott stratégiaváltások hogyan és miért következnek egymás után. Ez lehet a hipotetikus negyedik fázis. BIRCH

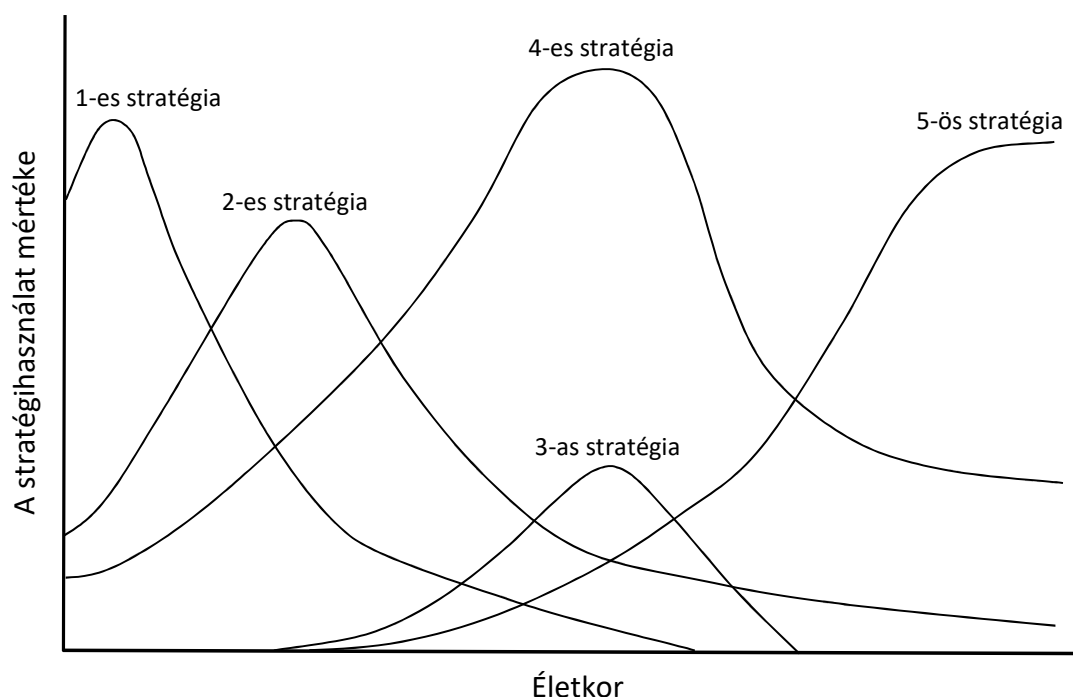
A 6. ábra fejlődési modellje készségekre, készségrendszerekre vonatkozik, mint például jellegzetesen az olvasás és a matematikai gondolkodás. Érvényes lehet azonban deklaratív tudáselemekre is, noha a metamemória deklaratív és procedurális elemeinek fejlődési különbségei ismertek (ld. pl. Csépe, 2005). A deklaratív tudáselemeknél az első fázist azok a metakognitív tapasztalatok képviselhetik, amikor például párbeszéd közben azt érezzük, nem értjük beszélgetőtársunkat (Flavell, 1979). További fázisokban a tudásra vonatkozó tárgyi tudás magasabb szerveződése jelenhetnek meg.

Az alfejezet címében említett „metakognitív visszaesés” hipotézist a vázolt fejlődési modell alapján tisztázhatjuk. Az iskoláskor jellemző fejlődési fázisában, amikor a gondolkodás tárgyszintjét az automatizálódó készségek képviselik valamely területen, metaszintjét pedig az automatizálódó készségek működését rendszerre szervező stratégiai elemek (tervezés, nyomon követés, ellenőrzés), a fejlődés természetes jelensége, hogy maguk a stratégiai elemek is automatizálódnak, ezáltal a metakogníció megszokott mérőeszközeivel mérve visszafejlődést vagy stagnálást észlelhetünk. Mint láttuk, a szakirodalom és a hétköznapi tapasztalat is egyetért azzal, hogy létezhet ez a jelenség.

1.5.2. Az "egymást átfedő hullámok" modellje

A metakognitív visszaesés hipotézisével jól összeegyeztethető egy másik modell, amely a szakirodalomban széles körben ismertté vált és a 7. ábrán látható. Robert Siegler nevéhez kötődik az egymást átfedő hullámok (*overlapping waves*) fejlődési modellje (Siegler, Adolph és Lemaire, 1996; Siegler és Lin, 2010). Magyar nyelven bemutattuk már ezt a modellt (Csíkos, 2013), és abban a fejlődést – a metakognitív visszaesés modelljéhez hasonlóan – életkori tengellyel szerepeltettük.

A modell érvényes minden olyan területre (a kognitív szférán túl az affektív és pszichomotoros szférára is), ahol a megszokott értelemben stratégiák azonosíthatók. A modell üzenetét a következőképpen explicálhatjuk: (1) A gondolkodás fejlődése során újabb és újabb stratégiák jelennek meg. (2) Egy újabb stratégia "életútja" három szakaszból áll: először alárendelt szerepet játszik, vagyis háttérbe szorul a korábban leginkább használt stratégiával szemben, majd főszerephez jut, végül átadja helyét egy újabb stratégiának. (3) Egy stratégia azután is elérhető marad, miután már nem azt alkalmazzuk leggyakrabban. (4) Az életút vízszintes tengelyét az egyre javuló teljesítmény vízszinteseként is értelmezhetjük.



7. ábra

Az „egymás átfedő hullámok” fejlődési modell (Siegler és Lin, 2010. 87. o. ábrája alapján)

További üzenetei is vannak a modellnek. Az ábrán ugyan öt stratégia szerepel illusztrációként, ám a stratégiák száma nyilván függ attól, hogy milyen konkrét tudásterületen vagyunk. Azt is érdemes kiemelni, hogy egy ilyen modell alapvetően az egyén stratégiahasználati fejlődését mutatja meg, tehát a konkrét tudásterület mellett az egyéni jellemzőktől is függ, hogy milyen stratégiák fejlődését írja le az ábra.

Lelkes, úszni tanuló kisgyermek az uszoda falánál nagy levegőt vesz, majd orrát befogva, víz alatti lábtempókkal elúszik a minden kísérletnél egy picit hátrébb araszó szülőhöz, majd "visszaúszik". Amennyiben az úszási teljesítményt úgy definiáljuk, hogy a vízben képesek vagyunk valamekkora távolságra eljutni, akkor ez az orrbefogós lábtempózás egy kezdetleges úszási stratégiának nevezhető. Az egyén tökéletesítheti benne magát, egyre javuló teljesítményt nyújtva, ám egy idő után eléri azt a határt, amit ilyen módon "le lehet úszni". Ez a távolság a vízben akár elég is lehet számára, ez esetben nincs erős motiváció arra, hogy valakitől megtanulja valamelyik szabályos úszásnem kar- és lábtempóit. Ha ugyanis a víz alatti lábtempós stratégiával már akár több tíz méteres távolságokat meg tud tenni, akkor az új úszásnemből ehhez képest eleinte csalódást keltően visszaeshet a teljesítménye. Ugyanakkor az uszodai távolságokon túllépni csak valamely új stratégiával lehet.

Lássuk, az úszás esetében hogyan manifesztálódnak az "egymást átfedő hullámok" fejlődésmélet megállapításai és pedagógiai következményei! A fejlődés újabb és újabb stratégiák megjelenésével jár együtt. Lehetne-e rögtön a leghatékonyabb stratégiát tanítani - kikerülve ezzel a stratégiaváltás során megújuló motivációs és kognitív erőforrásbeli nehézségeket? Mi lenne, ha a csecsemőúszáson az olimpiai döntőben látott kar- és lábtempókkal kezdenék az oktatást? Milyen veszteséget jelentene, ha a fejlődés során

szokásosan előforduló lépcsőfokok átugrásával azonnal a "legjobb" stratégia tanítása jellemezné az oktatást? Két szempontból értelmezhető a veszteség. Egyrészt, a (3)-as állítással összhangban, egy-egy stratégia azután is elérhető marad, miután általában véve már nem azt használjuk leggyakrabban. Akár egyszerűen élményszerzőként gondolunk a víz alatti siklásra, akár mint a filmekben sokszor megjelenített menekülési módra, egy-egy régi stratégia bármikor jól jöhet akkor, amikor már egyébként annál hatékonyabbakat is ismerünk. A veszteség másik oldala az lehet, hogy egyéni különbségek vannak abban, kinek melyik stratégia (és melyik fejlődési szinten) a leghatékonyabb. Gondoljunk arra, hogy a hátúszás szabályát meg kellett változtatni amiatt, hogy egyes úszók számára a kartempó nélküli háton siklás (amely a többség számára egy átmeneti tanulási fázis) hatékonyabbnak bizonyult nemcsak önmaguk többi lehetséges stratégiájánál, hanem abszolút értelemben véve is a legjobb eredmények születtek egy időben a háton siklás technikájával.

A (4)-es állítás rendkívül átfogó, és arra az axiómára épül, hogy az egyéni fejlődés során szelekció megy végbe a különböző stratégiák repertoárjában. Amennyiben feltételezzük, hogy az életút során – bizonyos határok között – az emberi teljesítmény általában véve javul az élet különböző területein, adódik a következtetés, hogy az életkori változó valójában teljesítményváltozóként is tekinthető.

A matematika területéről a számok szorzásának stratégiáit hozhatjuk példaként. Az óvodáskor végére elérhető stratégiák (pl. versszerűen megtanulni néhány számítási tény, mint pl. kétszer kettő négy, kétszer nyolc az tizenhat; manipulatív szinten, apró tárgyakkal modellezni a szorzásban szereplő mennyiségeket) a számok szűk körében működőképes, az utóbbi stratégia ráadásul lassú is. Iskolás korban a fejben szorzás (a disztributivitás szabályával, a munkamemória kapacitáit végletekig kimerítve) általában két darab kétjegyű szám összeszorozását teszi lehetővé. Az írásbeli szorzás stratégiája a számkörök nagyságát és a műveletvégzés sebességét illetően is a leghatékonyabb lesz egy idő után, amit már csak a számoló- és számítógépek használatával lehet fokozni.

A szorzási stratégiák esetén is ugyanúgy megfigyelhetők az "egymást átfedő hullámok" modell megállapításai. Itt is létezik egy stratégiarepertoár, és adott időben (vagy adott teljesítményszinten) egyszerre általában több stratégia közül választhatunk. A konkrét feladat mellett egyéni preferenciáktól is függ, hogy melyik stratégiával boldogulunk legjobban. Amennyiben valakinek a munkája gyakran megköveteli, hogy gyorsan és pontosan összeszorozzon többjegyű számokat, nagy valószínűséggel a gépek segítségével fogja ezt elvégezni. Ugyanakkor azonban (például a kisbolt áramszünete esetére) az eladó repertoárjában elérhető továbbra is a fejben számolás vagy papíron, írásban szorzás stratégiája is.

Az olvasás területén is hasonlóan bőséges stratégiarepertoár figyelhető meg. Ha az olvasási teljesítményt (gyorsaság és pontosság) például egy cirkuszi plakát segítségével szeretnénk megítélni, akkor jó eséllyel szintén többféle stratégia megjelenésére számíthatunk. Még iskolába sem járó gyermekünk hívhatja fel a figyelmünket a plakátra, pusztán az alapján, hogy a színes, rajzolt oroszlánfigura és a c betűvel kezdődő szó alapján magabiztosan kijelenti, hogy cirkusz jött a városba. Ez egyfajta olvasási stratégia (tudat alatt a felnőtt is feldolgozta ilyen módon a plakátot), viszont meglehetősen pontatlan az információszerzés ezzel a módszerrel. A legpontosabb, ám kétségkívül legidőigényesebb stratégia az, amikor a bal felső sarokból indulva minden írott szöveget dekódolunk, és esetleg

a szöveghez tartozó rajzot is verbális kóddá alakítjuk magunk számára, azonban erre az olvasási stratégiára nemigen futja az időnkből a "mai rohanó világban".

Az úszástanítás kapcsán már érintettük, ám most újra és még élesebben feltesszük a kérdést, amely a gondolkodási stratégiák témakörében pedagógiai relevanciája szempontjából a legjelentősebb: Mely stratégiát, mikor és hogyan tanítsuk? (A "miért" kérdést az eddigiek alapján már alaposan kielemezettnek érezzük.)

- Melyik stratégiát?

Mivel számtalan tudásterület számtalan stratégiájára gondolhatunk, általános szempontot keresve azt állítjuk, hogy a készségfejlődés adott szintjének megfelelő stratégia tanítása része a didaktikai hagyománynak. Ez a hagyomány – nagyon helyesen – nem fog az első tanulmányi foglalkozásokon versenyúszásban megszokott úszásmódot tanítani, sem krimi- vagy versolvasási stratégiát, és a számológépet sem kapcsoljuk be ötödik osztályos korig. A jelenlegi oktatási gyakorlat gazdagításának lehetőségét ebből a szempontból abban látjuk, hogy minél többféle stratégia kerüljön elő. A fejlődés során háttérbe szoruló, a legtöbb feladat esetén kevésbé hatékony stratégiáknak is jó hasznát vehetjük bizonyos feladat megoldása során, az egyéni preferenciák függvényében.

- Mikor?

Ennél a kérdésnél kevésbé tartjuk pozitívnak az úgynevezett didaktikai hagyomány követését. Ez a hagyomány ugyanis – meglátásunk szerint – egyfajta követő stratégiát alkalmaz, tehát mintha óvna a kisiskolásokat attól, hogy különféle stratégiákat a készségfejlesztés folyamatába integráljon. A készség automatizálódásához képest lehet a stratégiákról ismeretet tanítani akár előzetesen, lehet az automatizálódás mankójaként gondolni a stratégiatanításra (mi ezt tartjuk optimálisnak), és lehet utólagosan, már automatizálódott készségek stratégiáit tanítani. A jelenlegi fölfogás inkább az utólagos, követő, semmint a folyamatban történő stratégiatanítást hangsúlyozza. (Az előzetes stratégiatanításnak a jellemző iskoláskori tudásfejlesztésben kevésbé van létjogosultsága, de felnőttkorban sok tanulási helyzetben lehet hasznos, például intenzív, vizsgára felkészítő tanfolyamon a nyelvtanulás vagy járművezetés területein.) Az utólagos stratégiatanításnak egyik velejárója, hogy maga a készségfejlesztés elsősorban sulykolásra, egyre gyorsabb és hibátlanságra törekvő ismétlésekben jelenik meg.

Úgy látjuk, hogy az olvasási és számolási (de akár az írásos szövegalkotási vagy informatikai) alapkészségek fejlesztésében a drillező herbarti hagyományoktól két lépésben lehetne elszakadni. Ráadásul ezt a két lépést egyszerre kellene meglépni. Önmagában ugyanis valamely stratégia néven nevezése és tudatosítása meghaladná ugyan a stratégiatanítás nélküli drillezés hagyományát, ám hiányozna a stratégiarepertoár építésének fontos alapelve: a stratégiák rugalmasságának, adaptivitásának fenntartása. A "mikor?" kérdésre felelve tehát az egyidejűséget, a készségfejlesztésbe integrálást hangsúlyozzuk. Hibásnak éreznénk azt a felfogást, amely bizonyos begyakorlottsági szinthez kötné a stratégiák fejlesztését. Legfőbb érvünk, amelyet bőségesen illusztrálnak empirikus adatok a szakirodalomban, hogy a gyerekek mindenképpen, törvényszerűen, a készségtanulás kezdeti fázisaitól használnak stratégiákat.

- Hogyan?

A stratégiatanítás mikéntjére vonatkozó álláspontunk kialakításában deduktív érvek és empirikus bizonyítékok egyaránt szerepet kapnak. Álláspontunkat a 3. részben

részletesebben kifejtjük, itt a deduktív érvrendszer végeredményét foglaljuk össze: Mivel adott feladat megoldásának optimális stratégiája egyénenként más és más lehet, fontos fenntartanunk a stratégiaválasztás szabadságát, rugalmasságát. Ehhez el kell kerülni az olyan implicit vagy explicit üzeneteket, hogy "az ilyen feladatokat így kell megoldani". Eredményesebbnek tűnik a stratégiatanítás, ha az iménti mondatot így alakítjuk át: "az ilyen feladatok esetén sokaknál beválk". A szemantikai különbség mögött álló és kialakuló tanári nézetrendszer igen jelentős változást jelent, és mélyreható átalakulást von maga után (1) az alkalmazott feladatokban, (2) az alkalmazott oktatási/tanulásszervezési módszerekben és (3) a tanórai légkörben. A változások rendszerének szokásosan negyedikként emlegetett eleme (ld. Verschaffel, De Corte, Lasure, Van Vaerenbergh, Bogaerts és Ratinckx, 1999), a tanulási célok megváltozása, ti. a tanulás metakognitív elemeinek explicit megjelenése tanulási célként, adottnak vehető évtizede óta a tanterveinkben. Más-más terminológiával, de az 1963-as tantervtől napjaink tanterveiig mindegyik teret nyújt az olyan tudáselemek kifejlesztése szára, amelyek a tanuló személyiség önkontrolljának és az egész életen át tartó tanulás képességek fejlesztésére szolgálnak.

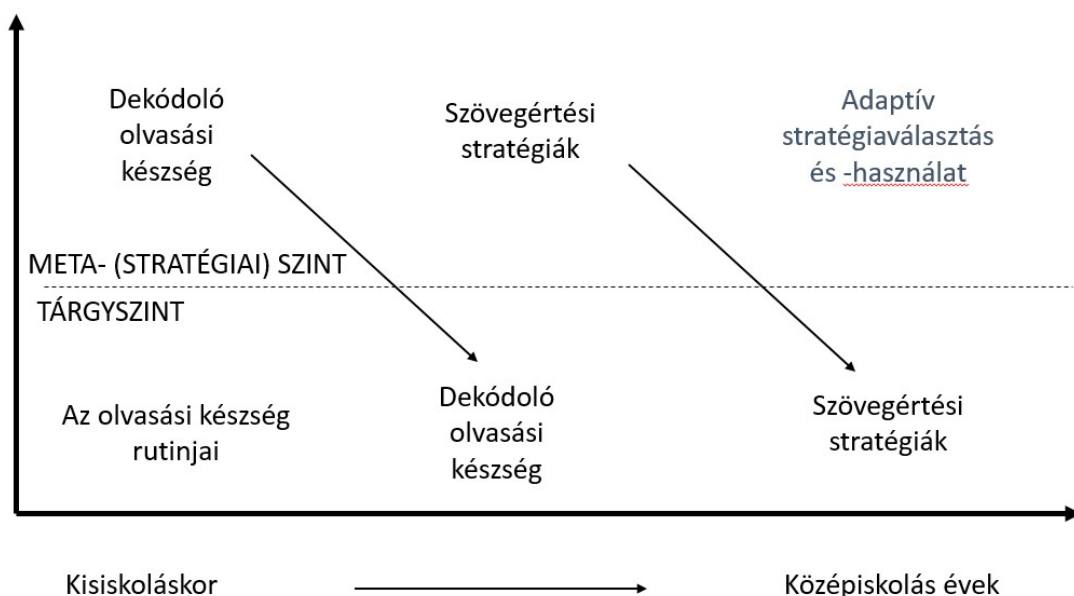
Az egymást átfedő hullámok fejlődési modell pedagógiai következményei között még egyet érdemes kiemelni, ez pedig a pedagógusok fölkészültsége, a különböző stratégiákra vonatkozó tárgyi tudásuk, valamint az ő saját tényleges stratégiahasználatuk. Threlfall (1998) egyenesen azt fessegeti, hogy tanári szempontból nézve például a fejben számolási stratégiákra, vajon feltételezhető-e, hogy a tanár ezeket tudatosan választja ki és alkalmazza. Mivel ez valóban kétségbe vonható, rögtön egy következtetést adódik a tanárképzés és tanártovábbképzés számára, amely az egymást átfedő hullámok modelljének tantárgy-specifikus megismertetését jelenti.

1.5.3. Empirikus eredmények a metakognitív visszaesés és az egymást átfedő hullámok modelljéhez kapcsolódóan

Ebben a részben nemcsak összekapcsoljuk az előző két rész üzenetét, azaz metakognitív visszaesés elvét és az egymást váltó és átfedő stratégiák modelljét, hanem e két gondolatkört a konkrét olvasáskutató és matematikai gondolkodásra vonatkozó eredményekkel fogjuk szembesíteni. A felsorakoztatott empirikus eredmények – meggyőződésünk szerint – nem falszifikálják a modellt, így azokra megerősítő üzenetként, támogató forrásként tekintünk.

Metakognitív regresszió az olvasás területén

A 8. ábra bemutatja, hogy a 7. ábrán bemutatott általános fejlődési modell hogyan néz ki az olvasás jelenségeire átfordítva.



8. ábra. A metakognitív visszaesés modellje az olvasás példáján

Az ábrán szereplő jelenségekről már volt szó az előző részekben, így itt a fejlődés gondolatát megerősítő eredményekből mutatunk be néhányat. A két nyíl értelmezése és verifikálása erősíti tehát azt az elképzelést, hogy a fejlődés során a metakognitív (stratégiai) szint automatizálódás eredményeként tárgyszintű jelenséggé válhat a gondolkodás más stratégiai számára.

Az ábrázolt három fejlődési fázis közül a középső már világos, az írott szövegek dekódolását lehetővé tevő készségek és a szövegértéshez szükséges olvasási stratégiáknak a két szintjét a szakirodalom leírta és igazolta. Az ábra két, viszonylag új és izgalmas dolgot szemléltet. Az egyik erős üzenet szerint a szokásosan olvasási stratégiáknak nevezett olvasási összetevők a fejlődés későbbi, érettebb fázisaiban automatizálódnak, teret engedve az elme erőforrásainak ahhoz, hogy az alkalmazott stratégiákat az olvasott szöveghez, az egyéni jellemzőkhöz és a kontextushoz igazodó adaptivitással használják. A másik erős üzenet, hogy azok a folyamatok, amelyeket jellemzően készségnek nevez az olvasás-szövegértés szakirodalma, olyan folyamatok, amelyek korábbi fejlődési szakaszban még tudatos erőforrások alkalmazásával fejlődtek, építve a még alapvetőbb, a tudatosság számára később már nem hozzáférhető folyamatokra.

Úgy véljük, mindkét üzenet kellő alátámasztást nyert az elmúlt évtizedek szakirodalmában. Az érett olvasók jellemzőinek listái általában tartalmaznak olyan tételeket, amelyek már a stratégiák még magasabb szintű menedzselését fejezik ki. Ezt általánosságban Baker és Brown (1984) bő három évtizede megfogalmazta – sőt, eredeti kutatási jelentésük 1980-ban született. Szerintük a jó szövegértők felismerik, hogy milyen típusú szövegnél mely olvasási stratégia értékes. Az olvasás stratégiai összetevőinek ez a szintje már fölülte áll annak, amikor adott szöveg olvasásakor valamilyen szövegértési stratégiát tudatosan alkalmazunk. Ugyancsak a harmadik fázisról szólt az a kutatás, amelyben érett olvasók stratégiahasználatának interferenciáit mutatta ki Magliano, Trabasso

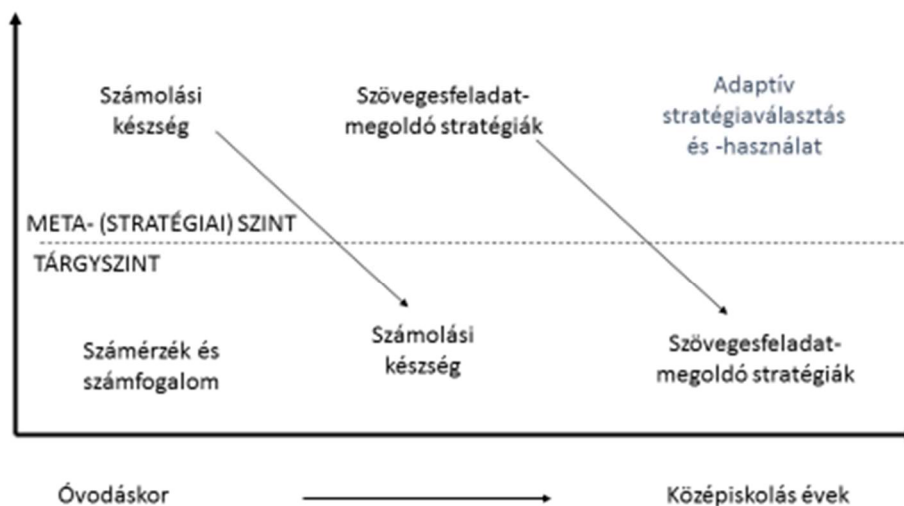
és Graesser (idézi Dewitz és Dewitz, 2003), azaz szövegtípustól függően egyes olvasási stratégiák zavarják, gyengítik egymást. Dewitz és Dewitz éles következtetése ezek után úgy szült, hogy óvatosan, mértékkel fejlesszük az olvasási stratégiákat, a tanulói igényekhez igazodva. Bár következtetésükkel nagy vonalakban egyetértünk, azzal az interpretációval már nem, hogy az egyes olvasási stratégiák fejlesztését valamilyen szövegértési szinttől tegyük függővé.

A kezdő olvasóknál megfigyelt tudatos erőfeszítések, mint például a fonológiai tudatosság fejlesztése során végzett gyakorlatok, a szótagok olvasásának, majd összeolvasásának gyakorlása olyan kihívást jelentenek a kezdő olvasó számára, amelyek kezdetben a tudatos tervezés és kontroll erőforrásait merítik, de később automatizálódott folyamatként az olvasási készségek rendszerévé állnak össze. Az egyik ilyen sokat elemzett tudáselem a fonológiai tudatosság, amely a szavak belső alkotóelemeihez hozzáférést jelenti (ld. Csépe, 2006, Jordanidisz, 2009). Ha az olvasási készség elemi összetevői olyan módon fejlődnek, hogy elmarad az első fázis metasztípiájának, a későbbi (szemantikai feldolgozást is magukban foglaló) készségeknek a fejlődése, a hiperlexia jelensége állhat elő (ld. Csépe, 2005). Az olvasási készség alkotóelemeiként értelmezett rutinok (Nagy, 2000) a nemzetközi szakirodalomban különféle elnevezéssel szerepelnek, a közös tulajdonságuk, hogy automatikusak, gyorsak és tudattalanok. A rutinok kezdeti fejlődéséhez is szükség van tudatos elemekre, például a látott betűk beazonosítására: ilyen átmeneti mankó például az írásfüzetben a „fecske betű”. A jól olvasó felnőtt számára már olyan mértékű az automatizálódás, hogy nem tudjuk megakadályozni egy-egy feliratnak vagy vasútállomás nevének az elolvasását, amennyiben az a látómezőnkben feltűnik.

Metakognitív regresszió a matematika területén

A matematikai gondolkodás területén (a matematika szerteágazó tartalmi rendszere miatt) a számolással megoldható szöveges feladatokkal érzékeltetjük a metakognitív visszaesés modelljét. A számolással megoldható vagy aritmetikainak is nevezett szöveges feladatok lényegében az összes iskolai évfolyamot átfogják, és bőséges kutatási eredmények születtek már ezen a területen. Ezek a feladatok a matematika szokásos tartalmi területeire jól általánosíthatók, kivéve az elemi geometriai feladatokat. A geometriai gondolkodás kutatása egy sajátos vállalkozás a matematikai nevelés kutatásán belül, és sokatmondó, hogy mai napig a van Hiele házaspár 50-es években megalkotott hierarchikus modelljére alapozzák a legtöbb empirikus vizsgálatot. Ezzel a modellel, mely tehát az általunk itt elemzett aritmetikai szöveges feladatok jelentős kiterjesztésével sem lefedhető geometriai gondolkodás modellje, a hazai szerzők közül elsősorban Herendiné Kónya (2003) foglalkozott. A van Hiele-szintek hierarchikusak és a fejlődés során kötött sorrendűek. Jellemzőjük tehát, hogy a magasabb szint elérése (például a tanítójelöltektől elvárható 2. szint, melyen értő módon használják az „ebből következik”, „ha..akkor” nyelvi-logikai elemeket) feltételezi az alacsonyabb szintek meglétét. Mivel a magasabb szinten működő kognitív erőforrások felszabadításához szükség van például a 0. szint automatikusan működő sémáira, például egy négyzet rajzának azonnal felismerésére, a fejlődési modell analógnak tekinthető a következőkben vázolttal.

A 9. ábrán a 7. és 8. ábrák matematika területére vonatkoztatott változatát mutatjuk be.



9. ábra. A metakognitív visszaesés modellje a szöveges feladatok megoldásának példáján

A három fejlődési fázis közül itt is a középsővel kezdjük az ábra elemzését, és az olvasás példájához hasonlóan rövidre fogható a szemrevételezés, hiszen az aritmetikai szöveges feladat megoldásának már részletesen bemutatott elemei vannak jelen. A többé-kevésbé jól működő számolási készség képviseli a tárgyszintet, és a feladatmegoldás stratégiái a metaszintet. Itt is két további fázisról gyűltek már össze kutatási eredmények. Az óvodáskorban (és még iskoláskorban is) a számolási készség fejlődése nagymértékben támaszkodik a számolás folyamatát kísérő metakognitív megfontolásokra. Zur és Gelman (2004) tanulmányos eredményei szerint 3-4 éves korban azok, akiknek egyszerű és kivonásos feladatokban nem sikerült azonnal megmondaniuk az eredményt, többféle viselkedést produkáltak: (1) megpróbálta kilesni az eredményt a kísérletvezető lapjáról, (2) megkérdezte, hogy kiszámolhatja-e pontosan, (3) hangosan elkezdett előre vagy visszafelé számolni, (4) az ujjain próbált számolni. Ezek olyan stratégiák voltak, amelyek között a 3. és a 4. a számolási készség fejlődésének ebben a fázisában a számolási készség fejlődésében szerepet játszó stratégiai elemnek tekinthető. Hétköznapi tapasztalatainkkal teljesen megegyezik, hogy óvodás gyermekek két egyjegyű szám összeadását gyakran tudatos döntések sorozatával oldják meg. Ugyanakkor egy felnőtt számára nemhogy nem igényli tudatos stratégia felhasználását például a $3+4$ összeg kiszámítása, de ha elhangzik szóban, hogy „ $3+4$ ”, nagy eséllyel már akkor megvan fejünkben az eredmény, amikor még el sem hangzott, hogy „az mennyi?” Ráadásul a felnőtt talán már rekonstruálni sem tudja, hogyan tudta gyorsan megmondani az összeadás eredményét.

A fejlődési modellünk harmadik fázisában szereplő gondolkodási összetevők a Pólya (1957) által bevezetett heurisztika fogalomhoz vezetnek el. A heurisztikus mint melléknév azt jelenti: „a felfedezést szolgáló”. A heurisztika az a módszer, amellyel nem szigorú okoskodással, hanem valószínűségi alapon, mintegy előzetes vizsgálódásként igyekszünk közelebb jutni egy probléma megoldásához (Romanycia és Pelletier, 1985). Ahogyan az 1.1.4 részben utaltunk rá, egyesek a heurisztikát a gondolkodás 1. rendszeréhez sorolják, lévén sokszor tudattalan és gyors folyamatokról van szó. Funkcióját tekintve azonban a heurisztika kétségkívül metaszintű gondolkodási összetevő, mivel a megoldáshoz vezető út kezdeti, a megoldás során majd használatos stratégiákat és készségeket meghatározó szakaszában lép színre. Ez jól érzékelhető Schoenfeld (1987) kutatásában, aki a videofelvételre rögzített feladatmegoldó stratégiák időtartamából és egymásutániságából kétféle feladatmegoldói hozzáállást, kétféle heurisztikát azonosított.

Az adaptív stratégiahasználatot a szakirodalom tanúsága szerint eddig főképpen magának a számolásnak a stratégiáin vizsgálták a kutatások. (Azaz számolási feladatok megoldásának stratégiáit önmagukban, az elvégzendő számolás szöveges feladatba öltöztetése nélkül vizsgálták.) Fenti modellünk ebben az esetben csupán azzal módosul, hogy a szövegesfeladat-megoldó stratégiák helyett például fejben számolási stratégiákat szerepeltetünk. Ezekben a feladatokban ugyanis a számolási készség már automatizálódott összetevői tárgyszintű jelenségeként vannak jelen. Az adaptív számolást vizsgáló kutatásokban a szakirodalomban beazonosított fejben számolási stratégiák abban az esetben válnak az érett fejlődési szakaszban tárgyszintű összetevővé, ha már kialakult egy repertoárjuk (a fejben szorzás és osztás műveleténél ezeket például Vigh-Kiss, 2013, ismerteti), és a feladatjellemzőkhöz, az egyéni preferenciákhoz és a feladat kontextusához igazítva lehet azokat felhasználni, egyszóval adaptív módon.

2. Empirikus eredményeink az olvasás és a matematikai tudás stratégiai elemeinek természetéről és fejlődéséről

Ahogyan a bevezető fejezetekben érveltünk, a gondolkodás stratégiai összetevői között fontos szerepet töltenek be a tudás keletkezésére, változására és természetére vonatkozó meggyőződések, nézetek. Ezek sok szempontból az egyszerű tárgyi tudás kategóriájába tartoznak, ám érzelmi, affektív töltetük és a tartalmuk kiemeli őket, és a metakogníció-elméletben használatos terminológiával a deklaratív metatudás kategóriájába tartoznak. Kutatásaim kezdeti időszakától fontos feladatommak tartottam ezek megismerését az ifjú tanulók különböző korosztályaiban, mert ezek a meggyőződések sokszor lakmuspapírként jelzik az oktatáskutató számára, hogy a tantervekben leírt célkitűzésekhez képest a tanulói nézetek más irányban alakulnak.

2.1. Az IRA (Index of Reading Awareness) kérdőívvel nyert eredményeink

Ebben a részben némi tömörítéssel, de mégis kellően részletesen mutatjuk be a Magyar Pedagógiában 2008-ban közölt eredményeinket egy angol nyelvről adaptált kérdőív hazai, longitudinális eredményeiről. A metakogníció-elmélet oktatási relevanciájával számos monográfia és tanulmány foglalkozott a nyolcvanas évektől kezdve (ld. Csíkos és Steklács, 2006). A jelen vizsgálatunk középpontjában álló IRA kérdőívvel mért tudáselemek a deklaratív metatudás területéhez tartoznak.

A metakogníció off-line mérési módszerei között a kérdőívek játszanak kitüntetett szerepet. Előnyük, hogy nagy mennyiségű adat gyűjthető a módszer alkalmazásával, és több évtizedes, kiforrott értékelési technikák állnak rendelkezésre. Az olvasás metakognitív összetevőinek mérésében is legelterjedtebbek a tényleges olvasási metakognitív folyamatoktól időben kiszakított kérdőíves vizsgálatok és laboratóriumi interjúk.

Módszerek

A Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoportja által koordinált longitudinális felmérés-sorozatba (Csapó, 2014) illeszkedően történt a minta kiválasztása. A minta, a területi és településtípus szerinti rétegzés mellett országos reprezentatív mintának tekinthető.

A felmérés 3 egymást követő évben, mindig november hónapban végeztük. A 2005-ben még 3. osztályos tanulókat a következő két évben újratesteltük. A kiinduló mintanagyság 4438 fő volt, amely a longitudinális mérésekben szokásos évi 10%-osnál nagyobb mértékben csökkent 5. osztályra, aminek két fő oka van: egyrészt a 4. és az 5. osztály között a szülők egy része más intézményt, kis arányban akár szerkezetváltó gimnáziumot választ gyermekének, másrészt pedig az intézmény-összevonások és a fenntartókban bekövetkezett változások miatt csökkent a minta.

Mostani elemzéseinkben azok a tanulók szerepelnek, akik mindhárom évben részt vettek a felmérésben, és a kérdőív minden itemére értékelhető választ adtak. Az elemzésre kerülő minta elemszáma 3158 fő. Eltekintve attól a kis arányú részmintától, amely a szerkezetváltó gimnáziumban folytatott tanulmányai miatt maradt ki az 5. osztályos mintából, a minta kopásának hatása egyformán érintette a mintát a 3. osztályban lefektetett reprezentativitási szempontok szerint, mintánk mindhárom évfolyamra nézve országos reprezentatív mintának tekinthető.

A mérőeszköz a Jacobs és Paris (1987) által kifejlesztett IRA (Index of Reading Awareness) kérdőív magyar adaptációja volt. A magyar adaptáció készítése során a szakértői fordítás és visszafordítás stratégiáját követtük, megvitatva a kapott eltéréseket. A kérdőív 20 kérdést tartalmaz, valamennyihez három válaszlehetőség társul. Az egyik válaszlehetőség mindig 2 pontot ér, egy másik 1 pontot, a harmadik pedig 0 pontot. A válaszlehetőségek kialakítása a szerzők előzetes kutatása alapján történt, amikor interjú formájában hangzottak el a kérdőív kérdései, és a leggyakoribb válaszokból születtek meg a kérdőív

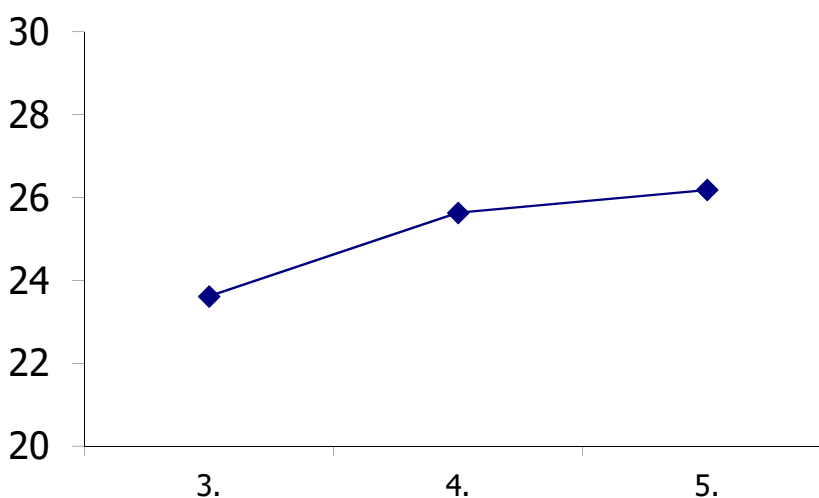
válaszlehetőségei, amelyek pontértéke Jacobs és Paris alakították ki. Az egyes opciók esetén akár olvasáskutatók, akár gyakorló pedagógusok között is vita alakulhat ki a válaszok pontértékét illetően, ezért szükséges lenne megkeresni a választ arra a kérdésre, hogy gyakorló tanítók és tanárok értékítélete milyen mértékben támogatja az opciók pontértékeit.

Eredmények

A kérdőív reliabilitása a korábbi külföldi kutatásokban (ld. McLain, Gridely és McIntosh, 1991) is hagyott kívánnivalót maga után. Mivel a reliabilitás szempontjából a magyar tanulók populációjában az IRA egészen nem tekinthető megfelelő mérőeszköznek, fontossá válik az egyes itemek elemzése alapján kinyerhető információ. A reliabilitás-értékek az évfolyam növekedésével párhuzamosan nőttek: $\text{Cronbach-}\alpha_{3.\text{évf.}} = 0,41$, $\text{Cronbach-}\alpha_{4.\text{évf.}} = 0,47$, $\text{Cronbach-}\alpha_{5.\text{évf.}} = 0,53$. Összességében elmondható, hogy a kérdőív nem mér megbízhatóan a hazai tanuló-populációban.

Az alacsony reliabilitás okainak feltárására item-kihagyásos reliabilitás-elemzést végeztünk, vagyis megvizsgáltuk, melyek azok a kérdések, amelyek elhagyása a kérdőívből javítaná a reliabilitást. Az 5. osztályos adatokat vizsgálva három item bizonyult a legrosszabbul mérőnek, ezeket elhagyva a reliabilitás 0,60 értékű lett, amely jellemzően a marginálisan már elfogadható reliabilitás határértéke. További itemek elhagyásával a reliabilitás már alig növelhető. A három leggyengébben mérő item a 16., a 17. és a 19. kérdések voltak, amelyek oktatás-módszertani szempontból különösen tanulságos tartalmúak. A McLain, Gridley és McIntosh által közölt 0,61-os érték (bár erre explicit módon nem tér ki a tanulmány) életkorilag vegyes minta alapján született. Mivel a populációnak a mérni kívánt tulajdonság szerinti heterogenitása növeli a reliabilitást, feltételezhető, hogy életkorilag vegyes csoportokban magasabb reliabilitás-értékek adódnak.

Bár a kérdőív összpontszáma, miként az a reliabilitás-elemzésből következik, csak korlátozottan alkalmas szummatív mutatóként felhasználásra, a 10. ábrán bemutatjuk a három mérési pontban kapott összpontszám-átlagokat.



10. ábra

Az IRA kérdőívvel nyert összpontszám-átlagok iskolai évfolyamok szerint

A teszten 40 pont érhető el, és teljesen véletlenszerű kitöltés esetén („találgatási esély”) 20 pont születne legnagyobb valószínűséggel. A tapasztalt átlagértékek ennek fényében alacsonynak mondhatók, amiből akár az is következne, hogy a kérdőív olyan pszichikus komponenseket mér – a reliabilitás-értékek elemzése szerint egyre megbízhatóbban – amelyek fejlődésében az ötödik osztály után még jelentős tartalékok vannak. Ugyanakkor viszont a három mérési pontból megrajzolható töröttvonal futása a képességfejlődés nyújtott S alakú, logisztikus görbéinek (Molnár és Csapó, 2003) második, felső ágára emlékeztet, ami viszont a képességek fejlődése esetén az egyre lassuló fejlődés szakasza.

Mivel a kérdőív egészéből nyert összesített mutató az alacsony reliabilitás miatt kevésbé alkalmas valamely pszichikus struktúra fejlettségének jellemzésére, megnő annak jelentősége, hogy az egyes kérdések szintjén milyen információ nyerhető. A 2. táblázat a legalapvetőbb leíró statisztikai mutatókat mutatja be.

2. táblázat. Az IRA kérdőív itemeinek átlaga (zárójelben a szórás) a három évfolyamon

Kérdés	3. osztály	4. osztály	5. osztály
	Átlag (szórás)	Átlag (szórás)	Átlag (szórás)
1. Melyik a legjobb módja annak, hogy megjegyezz egy történetet?	0,96 (0,76)	1,05 (0,80)	1,22 (0,83)
2. Mit teszel, hogy megjegyezd a leckét?	0,94 (0,49)	1,02 (0,54)	1,16 (0,63)
3. Mit teszel, amikor egy szóhoz érsz, amelynek nem tudod a jelentését?	1,04 (0,69)	1,13 (0,66)	1,14 (0,63)
4. Nagyon sietsz, ezért csak néhány mondatát tudod elolvasni egy történetnek. Mit teszel?	1,65 (0,57)	1,74 (0,53)	1,72 (0,57)
5. Miért térsz vissza valamihez a szövegben, miért olvasol el valamit újra?	1,36 (0,77)	1,47 (0,76)	1,50 (0,74)
6. Mi segítene neked abban, hogy jobb olvasóvá válj?	1,57 (0,77)	1,61 (0,74)	1,51 (0,81)
7. Mit teszel, amikor egy egész mondat jelentését nem érted?	1,12 (0,49)	1,11 (0,48)	1,07 (0,56)
8. Mi a különleges egy történet első egy-két mondatában?	1,57 (0,64)	1,72 (0,54)	1,64 (0,59)
9. Mit teszel, ha a tanár azt mondja neked, hogy olvass el egy történetet, és jegyezd meg annak lényegét?	0,92 (0,60)	1,02 (0,53)	1,09 (0,52)

2. táblázat. Az IRA kérdőív itemeinek átlaga (zárójelben a szórás) a három évfolyamon (folytatás)

10. Szerinted melyek a legfontosabb mondatok egy történetben?	0,80 (0,93)	1,01 (0,95)	1,15 (0,93)
11. Mi a különleges egy történet utolsó mondataiban?	1,51 (0,65)	1,60 (0,58)	1,54 (0,61)
12. Amikor beszámolsz másoknak arról, amit olvasol, mit mondasz nekik?	1,61 (0,64)	1,75 (0,52)	1,74 (0,57)
13. Mit teszel, ha gyorsan kell olvasnod, és csak néhány szót tudsz elolvasni?	1,72 (0,58)	1,75 (0,56)	1,64 (0,65)
14. Mi segít neked a legtöbbet, ha egy könyvtári könyvet olvasol, és olvasónaplót készítesz róla?	1,54 (0,75)	1,69 (0,65)	1,68 (0,65)
15. Mi segít neked a legtöbbet, ha szeretnél jól felkészülni olvasásórára?	0,97 (0,56)	1,05 (0,56)	1,13 (0,64)
16. Egy történetnek melyik részeit ugrod át olvasás közben?	0,38 (0,68)	0,44 (0,75)	0,67 (0,86)
17. Mi a legnehezebb dolog számodra az olvasásban?	0,88 (0,81)	0,99 (0,80)	1,09 (0,81)
18. Mit teszel, amikor a magad szórakozására olvasol egy történetet?	1,51 (0,79)	1,59 (0,74)	1,59 (0,73)
19. Mielőtt belekezdesz az olvasásba, milyen tervet készítesz, hogy jobban menjen az olvasás?	0,56 (0,73)	0,56 (0,68)	0,62 (0,66)
20. Miket szoktál gyorsabban olvasni?	1,22 (0,82)	1,31 (0,78)	1,28 (0,78)

Megjegyzés: A kérdőív trichotóm skálát használ, azaz a három választható opció egyike 0, a két másik pedig 1 vagy 2 pontot ér. Dőlttel jelöltük a reliabilitás szempontjából leginkább problémás három itemet.

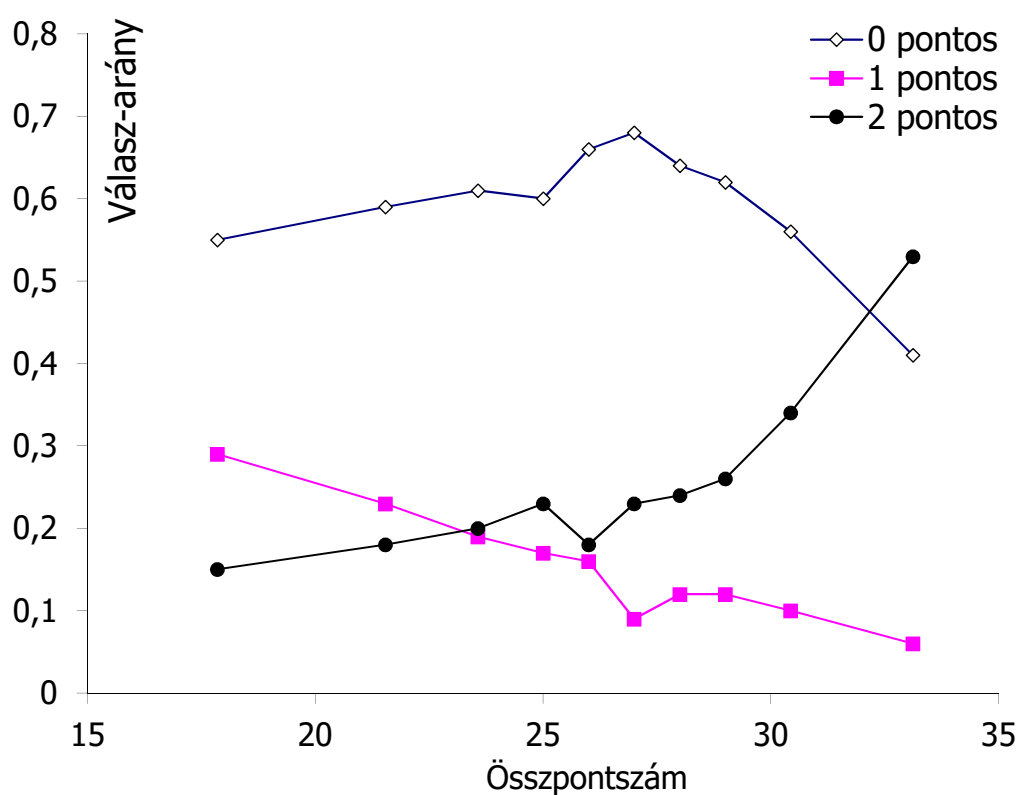
A reliabilitás szempontjából legproblematicusabb három item közül a 16-os számút kiemeljük a 3. táblázatban, és megnézzük a válaszok megoszlását. A 0 pontos opció figyelemre méltó abból a szempontból, hogy két erős határozószó készíthetne elvileg megfontoltságra bárki olvasni tudó kitöltőt.

3. táblázat. Az IRA kérdőív 16. kérdésére adott válaszok megoszlása a három évfolyamon (Egy történetnek melyik részeit ugrod át olvasás közben?)

	3. osztály		4. osztály		5. osztály	
	<i>fő</i>	(%)	<i>fő</i>	(%)	<i>fő</i>	(%)
Soha nem ugrom át semmit olvasás közben.	2314	73,3	2259	71,5	1865	59,1
A nehéz szavakat és azokat a részeket, amelyeket nem értek.	487	15,4	393	12,4	479	15,2
A jelentéktelen részeket, amelyek a történethez semmit nem tesznek hozzá.	357	11,3	506	16,0	814	25,8

Megjegyzés: A három válaszopció értéke sorrendben 0, 1 és 2 pont.

A 0 pontos válaszok magas aránya tapasztalható csökkenő tendencia mellett, különösen 4. és 5. osztály között jelentős a változás. Ugyancsak 4. és 5. osztály között nő meg a 2 pontos válaszok aránya. A 16. kérdés egy adott évfolyamot kiválasztva mindig rosszul mért, ugyanakkor egyértelmű és pozitív fejlődési tendencia rajzolódik ki ebben az esetben. A kérdést alávettük alaposabb disztraktorelemzésnek, amelynek eredményét a 11. ábrán mutatjuk be.



11. ábra

Az IRA kérdőív 16. kérdése opcióinak előfordulási gyakorisága az összpontszám függvényében

A 11. ábra disztraktorelemzésében az összpontszám szerinti tíz, közel egyenlő létszámú kategóriát hoztunk létre a decilisek segítségével, és az egyes kategóriákhoz tartozó opciógyakorisági értékeket ábrázoltuk. Az ábra alapján megállapítható, hogy a kérdőíven elért magasabb összpontszám a 2 pontos válaszlehetőség gyakoribb előfordulásával jár együtt, azonban csak a legfelső teljesítménycategóriában előzi meg a 2 pontos válasz gyakorisága a 0 pontosét. Optimálisan viselkedő opciók esetén a 2 pontos válasz gyakoriságának görbéje egy nyújtott S alakú görbéhez hasonló lefutású lenne (ennek alsó ágát látjuk az ábrán). Az 1 pontos válaszok gyakorisági görbéje haranggörbéhez vagy vízszintes egyeneshez hasonlítana, a 0 pontos válaszok pedig fordított S alakú eloszlást mutatnának.

A kérdőívvel nyert adatoknak néhány háttérváltozóval vett összefüggését megvizsgáltuk. A nemek közötti különbségekre az eredeti Jacobs-Paris-tanulmány is kitér, beszámolva a lányok fölényéről. A mostani kutatás is mindhárom évfolyamon a lányok magasabb átlagát mutatta. 3. osztályban $t(3156) = 5,15$, $p < 0,001$, 4. osztályban $t(3156) = 6,09$, $p < 0,001$, 5. osztályban pedig (Welch-teszttel) $t(3156) = 8,99$, $p < 0,001$ értékek mellett.

A szorgalom osztályzat és az IRA összpontszám közötti rangkorreláció a következőképpen alakul: 3. osztályban 0,25, 4. osztályban 0,29, 5. osztályban 0,33, valamennyi esetben 3005 fő adatai álltak rendelkezésre ($p < 0,001$). A szorgalom osztályzat az iskolai előmenetel egy összegző mutatójának tekinthető. Az IRA kérdőív által mért tudásrendszer tehát szignifikáns kapcsolatban vannak az iskolai tanulmányi előmenetellel.

Az affektív személyiségzféra egyik jellemzője lehet a tantárgyak iránti attitűd. Az olvasástanításhoz talán legszorosabban kötődő olvasás tantárgy iránti attitűd és az IRA pontszámai közötti korrelációs együtthatók – bár a nagy mintaelemszám miatt $p < 0,001$ szinten szignifikáns valamennyi – alacsonynak bizonyultak: 3. osztályban 0,07, 4. osztályban 0,11, 5. osztályban 0,11.

A családi-kulturális háttér egyik mutatójaként szerepel az anya iskolai végzettsége. Adamikné (2007) beszámol arról, hogy a 2006-os budapesti olvasási világkongresszus valamennyi előadója hangsúlyozta az összefüggést a hátrányos társadalmi helyzet és a gyenge olvasási teljesítmény között. A vizsgálatunkban kapott korrelációs együtthatók szignifikánsak. Az 5. osztályban alacsonyabb értéket kaptunk, mint 4. osztályban. A kapcsolat jellegét a részminta-átlagok összevetésével szemléltetjük a 4. táblázatban.

Az átlagok közötti különbségek szignifikanciájának vizsgálata nélkül megfigyelhető az egyértelmű pozitív összefüggés az anya iskolai végzettsége és a kérdőív összpontszáma között. 3. és 5. osztályban is megfigyelhető azonban, hogy a két legmagasabb kategóriába tartozók esetén megfordul az átlagok viszonya, bár a különbség nem szignifikáns egyik esetben sem.

4. táblázat. Az IRA összpontszámának leíró statisztikai mutatói az anya iskolai végzettsége szerinti részmintákon (zárójelben a szórás)

Anya iskolai végzettsége rangskálán mérve	IRA összpontszám		
	3. osztály	4. osztály	5. osztály
0 (N = 65)	20,95 (5,01)	23,37 (5,01)	22,62 (4,97)
1 (N = 380)	22,59 (4,03)	24,16 (4,02)	24,55 (4,85)
2 (N = 817)	23,57 (3,83)	25,27 (3,87)	26,12 (4,12)
3 (N = 767)	24,23 (4,03)	25,94 (4,08)	26,59 (4,26)
4 (N = 558)	24,69 (3,76)	26,74 (3,69)	27,27 (4,24)
5 (N = 334)	24,64 (3,76)	26,88 (3,57)	27,06 (4,04)

2.2. Az MSI és MARSÍ kérdőívekkel nyert eredményeink

Az IRA-kérdőívvel végzett vizsgálatunkat követően kipróbáltunk egy másik kérdőívet, mely több szempontból különbözött a korábbtól. Közös vonás, hogy ez is szavakkal megfogalmazható, deklaratív tudáselemeket mér, amelyek olvasási stratégiák használatára vonatkoznak. Az MSI-kérdőívvel nyert adatainkat az Országos Neveléstudományi Konferencián mutattuk be (Csíkos és Steklács, 2011b).

Módszerek

Schmitt (1990) kérdőíve, amely a Metacognitive Strategy Index (MSI) nevet kapta, annyiban hasonlít az IRA-kérdőívhez, hogy itt is feleletválasztó kérdésformátumban szerepelnek egy kérdőív tételei. Az MSI-kérdőív 25 ítemet tartalmaz, amelyeket három alszkálához kapcsol, 10+10+5 megoszlásban. A három rész-kérdőív az olvasási stratégiák egyfajta megszokott sorrendjében szerepel: olvasás előtti, olvasás közbeni és olvasás utáni stratégiák. Különbség még, hogy négy válaszlehetőség van, amelyek között egyetlen pontot érő szerepel, a többi opció 0 pontot ér. Így tehát ez inkább az egyszeres választásos feladatok sorozatát tartalmazó tudásmérő tesztekre emlékeztet, és valóban: a legtöbb kérdésnél a felnőtt szakemberek egyetértének abban, hogy a helyes válasz az olvasási stratégiákra vonatkozó magasabb szintű tudást jelenít meg, és a helyes válaszok összesített pontszáma valamiféle stratégiatudásnak az indexét adja eredményül. Ennek némileg ellentmond, hogy a kitöltő

tanulónak szóló bevezető szövegben, a kérdőív elején szó szerint az szerepel: „Nincsenek helyes vagy helytelen válaszok. Csak az a fontos, hogy Neked mi segít jobban a felsorolt válaszok közül!” A kérdőív kérdései ráadásul (szemben azzal, amit az IRA felépítése mutatott) a három olvasásstratégia-csoport szerinti sorrendben, alcímekkel bevezetve követik egymást. Schmitt (1990) szerint az elemi iskola középső és felső osztályai számára (hazai viszonylatban 4-6. osztályban) készült, és amerikai kipróbálása 0,87-os reliabilitást hozott. Mindezek miatt döntöttünk úgy, hogy próbát teszünk a kérdőívvel, és az IRA eredményeiben sejtett tendencia, azaz a magasabb évfolyamokon javuló reliabilitást feltételezve 7. osztályosok körében végeztük el a hazai felmérést.

A kérdőívet egy Csongrád megyei, településtípus szerint rétegzett, reprezentatív mintán töltötték ki 7. osztályos tanulók. A minta elemszáma 492 volt.

Eredmények

A kérdőív reliabilitása legalább olyan problematikusnak bizonyult, mint az IRA-kérdőívé. A 25 ítemes teljes kérdőívre a Cronbach- α értéke 0,57 lett, az alskálák reliabilitása rendre 0,27; 0,43 és 0,50. A reliabilitás-értékekre vonatkozóan kétféle döntést szokás hozni: megfelel a vizsgálat céljaira vagy nem. Az előbbi esetben minimum feltétel a 0,50 fölötti érték, de a 0,60 még gyakrabban szerepel alsó elfogadhatósági határként. Ezek alapján a kérdőív a hazai 7. osztályos mintán nem mér megbízhatóan. Azonban ahhoz hasonlóan, ahogyan az IRA kérdőív esetén tendencia volt megfigyelhető a három iskolai évfolyam szerint növekvő reliabilitás-értékekben, itt is feltűnő, hogy az egyébként nem megfelelő alskála-reliabilitások között az olvasás előtti stratégiákra vonatkozó érték különösen problematikus. Ez annyit jelent, hogy az a pszichikus konstruktum, aminek a mérésére a kérdőív szolgál, a hazai 7. osztályos tanulók körében nem mérhető megbízható. Ennek egyik lehetséges oka az lehet, hogy maga a konstruktum nem létezik, azaz nem tudunk általában véve olvasás előtti stratégiákra vonatkozó tudáselemeket mérni. A szakmódszertan számára adódik a kérdés: vajon az iskoláztatás első hét éve alatt mennyit hallhattak a tanulóink olvasás előtti stratégiákról. Egy példa a kérdőívből:

2. Mielőtt elkezdek olvasni, jó ötletnek tűnik, hogy...

- a) megnézem a képeket, hogy többet tudjak a szövegről
- b) megbecsülöm, mennyi ideig tart nekem elolvasni
- c) kimondom hangosan a szavakat, amit nem ismerek
- d) ellenőrzöm, hogy a szövegnek van-e értelme

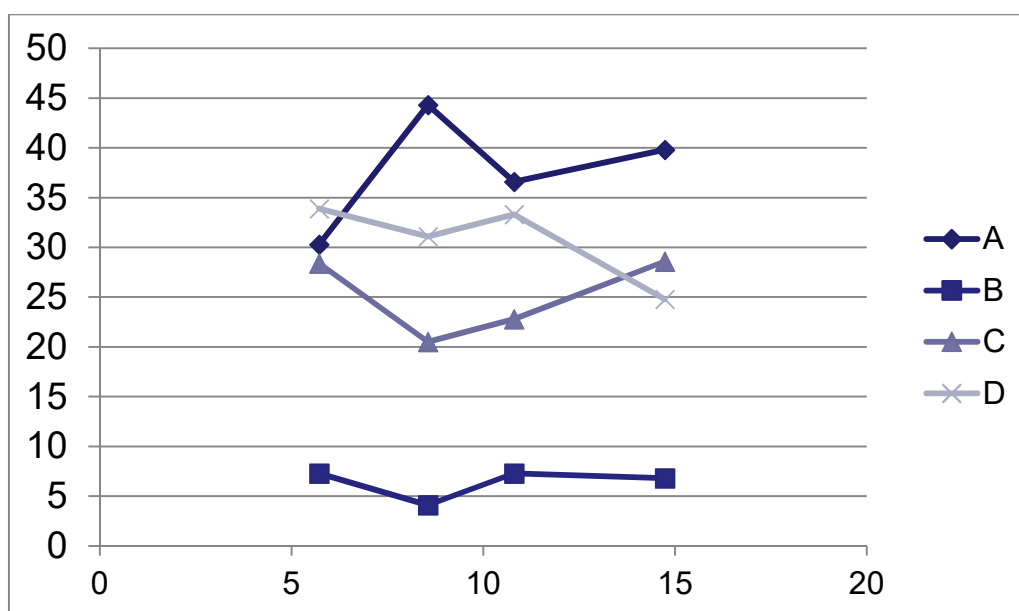
A négy opció mindegyikében van némi ráció, bár a d) szemantikailag kizárható, hiszen olvasás előtt aligha lehetséges eldönteni, hogy a szövegnek van-e értelme. A c) is ilyen módon kizárható, hiszen az olvasás folyamatában válik lehetségessé a nem ismert szavak hangos fölolvasása. Az a) és b) ugyanakkor észszerűek, és a b) ellen csupán az szól, hogy ritkán van jelentősége. Az a) választása hoz egy pontot, de mivel nem minden szöveghez tartozik kép, akár kifogásolható is ez a kérdőív-tétel.

A kérdőívvel nyert eredményeink az alacsony megbízhatósági szint mellett abból a szempontból érdemelnek megfontolást, hogy az IRA-kérdőívnel alkalmazott technikát használva itt is felfigyeljünk néhány különösen rosszul viselkedő itemre. A kérdőív 5. tétele (amely tehát az olvasás előtti stratégiákra vonatkozó tudás alszálaához tartozik) így szölt:

5. Mielőtt elkezdek olvasni, jó ötletnek tűnik, hogy...

- a) eldöntsem, miért olvasom majd el a szöveget
- b) a nehéz szavakat felhasználva kitaláljam, miről szól a történet
- c) újra olvassak néhány részt, hogy lássam, ki tudom-e találni az idegen szavak jelentését
- d) segítséget kérjek a nehéz szavak megértéséhez

Ennél a kérdésnél igen kézenfekvő, hogy az a) opció a legértékesebb. A 12. ábra disztraktorelemzése megmutatja, hogy az összpontszám függvényében a 7. osztályos tanulók milyen arányban választották az egyes opciókat.

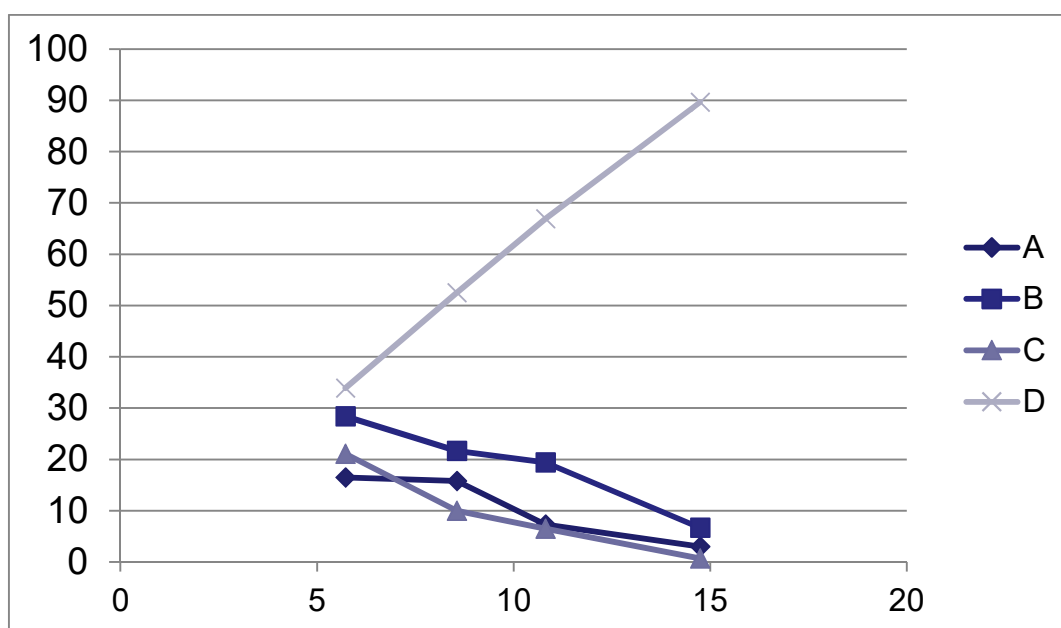


12. ábra. Az MSI-kérdőív 5. itemének disztraktorelemzése. (Vízszintes tengely: összpontszám, függőleges tengely: választás relatív gyakorisága %-ban.)

A disztraktorelemzés választ ad egyrészt arra, hogy miért viselkedett rosszul méréselméleti szempontból ez a kérdés. Másrészt megtudhatjuk belőle, hogy 7. osztályos tanulóink számára (még mindig) gyengén birtokolt tudáselem az, hogy az olvasás megkezdése előtt érdemes önmagunktól megkérdezni az olvasás célját. A mérésmetodológiai szempontú elemzés azt mutatja, hogy bár az a) opció relatíve népszerű volt, de a d)-t meglepően sokan választották. A segítségkérés mint olvasási stratégia racionális, és a hamarosan bemutatandó MARSÍ-kérdőívben saját jogon szerepel, de szemantikailag gyöngye választás, hiszen az olvasás megkezdése előtt aligha tudhatja azt bárki, hogy szüksége lesz-e segítségre nehéz szavak megértésében. A c) opció pedig azt a meglepetést hozza, hogy a négy teljesítménycategória közül a felső háromban

tendenciaszerűen egyre többen választották. Itt is szemantikai probléma diszkvalifikálja az opciót, hiszen az olvasás megkezdése előtt képtelenség az újraolvasás. A halmozódó esetek, melyek a szemantikai összeférhetetlenség ellenére történő választást jelzik, a kérdőívnek a gyengeségét mutatják, vagyis a gépiesen a mondatok elején elhelyezett bevezető félmondat hiábavalóságát: Mielőtt elkezdek olvasni, jó ötletnek tűnik...

Különösen kontrasztos képet ad a disztraktorelemzés, ha a legjobban viselkedő 24. item ábráját megszemléljük (13. ábra)



13. ábra. Az MSI-kérdőív 24. itemének disztraktorelemzése. (Vízszintes tengely: összpontszám, függőleges tengely: választás relatív gyakorisága %-ban.)

A 13. ábra a helyes válaszként elkönyvelt d) opció csaknem egyenes fölfutását mutatja: minél magasabb teljesítményszintet ért el valaki a teljes kérdőíven, annál inkább ezt az opciót választotta. A legjobbak közül már csak nagyjából 10% választotta a többi három opció valamelyikét. Ez az opció egyébként tartalmilag így nézett ki: *Miután elolvastam a szöveget, jó ötletnek tűnik, hogy...* visszagondoljak, milyennek tartottam a szöveget olvasás előtt, mit tudtam a témájáról.” Az olvasás utáni stratégiákra vonatkozó tudáselemekről összességében azt tudtuk meg az MSI-kérdőívből, hogy csaknem elfogadható reliabilitással mér az öt item egy olyan pszichikus konstruktumot, ami a magyarországi 7. osztályos tanulók körében ezek szerint mérhető. Tapasztalataink is arra mutatnak, hogy iskolarendszerünk az olvasás utáni stratégiák fejlesztése terén erősebb, mint az olvasás előtti és közbeni stratégiák mezején.

Az MSI-kérdőívet néhány háttérváltozóval összevetettük, de nem adódtak olyan erősségű összefüggések, ami releváns pedagógiai döntésekhez alapot nyújthat. Az egyik eredményt idézzük föl: a vizsgálatban összesen 10 iskola 21 osztálya vett részt. Az osztályhoz tartozás szerinti különbségek mértékét számszerűsítő éta-négyzet érték 9,2% volt, ami önmagában jelentős hatást indikál, de összehasonlítva ezt ugyanebben a vizsgálatban nyert más hatásméretekkal, már relatíve alacsonynak számít. A tantárgyi

osztályzatok varianciáját az osztályokhoz tartozás 15%-os vagy nagyobb mértékben magyarázza. A relatíve alacsony éta-négyzet úgy interpretálható, hogy az olvasási stratégiákra vonatkozó tudáselemek egyenletesen alacsony szinten, de az MSI-vel nem megbízhatóan mérhetően oszlanak meg a vizsgált alapsokaságban.

Az MSI-kérdőív kipróbálása mellett az szólt, hogy az IRA háromválasztásos és rosszul skálázott itemeihez képest egy tudásalapú, az olvasás-szövegértéshez és más tudás-össztevőkhöz remélhetőleg jobban társítható mérőeszközt nyerünk. Tervezett pedagógiai kísérleteinkhez egy megbízható, akár előtesztként, akár utótesztként használható mérőeszközt próbáltunk a szakirodalomból adaptálni. A részbeni sikertelenséget az adaptálás problémái mellett (fordítás, tipográfia) a mérendő struktúra nagyon kezdeti fejlődési állapotában találtuk. Az IRA- és MSI-kérdőívek alacsony reliabilitás-mutatói mellett feltűnő lett egy harmadik kérdőív megbízhatósága. Molitorisz Anikóval több publikációban számoltunk be a MARSÍ-kérdőívvel nyert eredményekről (Kelemen-Molitorisz és Csíkos, 2009; Csíkos és Molitorisz, 2011). A Mokhtari és Reichard (2002) által közölt MARSÍ (Metacognitive Awareness of Reading Strategies Inventory) kérdőív 6. osztályos kortól 12. évfolyamig alkalmazható.

Módszerek

Az első kipróbálást budapesti, 9. és 11. évfolyamos szakközépiskolai tanulók körében végeztük. A kérdőív 30 állítást tartalmaz, melyek három alskálához tartoznak. A globális olvasási stratégiákat 13 item képviselte, és ezek közel állnak a más mérőeszközökben olvasás előttinek nevezett stratégiákhoz, de a tervezés mellett a lefölezés, a szöveg átfutása és az előrejelzés stratégiái is idetartoznak. Nyolc állítás képviselte a problémamegoldó stratégiákat, amelyek az olvasás-szövegértés nehézségeinek felbukkanása esetén aktivizálódnak. Végül kilenc item egy úgynevezett támogató stratégiák alskálát formált, mely stratégiák a jegyzetelést, önkérdezést, átfogalmazást foglalják magukba.

Jelentős eltérés az IRA- és MSI-kérdőívekhez képest, hogy itemenként nem egyetlen „helyes” választ kell megjelölni, hanem valamennyi item esetében egy ötfokú, Likert-jellegű skála egyik számadatát kell megjelölni. A számértékek az adott stratégia előfordulási gyakoriságára vonatkoznak (1 = soha vagy szinte soha nem teszem; 5 = mindig vagy csaknem mindig ezt teszem).

Eredmények

A kérdőív reliabilitása a hazai mintán is megfelelőnek bizonyult. A Cronbach- α becslés a teljes kérdőívre a 9. évfolyamosok között 0,88, a 11. évfolyamosok között 0,89 értéket vett föl. Mindhárom alskála reliabilitása megfelelő volt (0,69 és 0,78 között). A viszonylag magas reliabilitás-értékek mögött a Likert-skála használatának egyik általános előnye is ott van: a könnyebb kitölthetőség.

A 9. és 11. osztályosok két részmintáján az átlagértékeket az 5. táblázatban mutatjuk be.

5. táblázat. A MARSÍ-kérdőívvel nyert átlagértékek

	Osztály	N	Átlag
MARSÍ összpontszám	9	186	89,61
	11	174	89,43
Globális stratégiák	9	186	39,69
	11	174	39,52
Problémamegoldó stratégiák	9	186	26,66
	11	174	26,92
Támogató stratégiák	9	186	23,26
	11	174	22,99

Az átlagok leíró statisztikai értelmezéséhez az alskálákon belül előforduló kérdések számát is figyelembe vesszük. Ezek alapján a globális stratégiák egy itemére alig 3 fölötti átlag esik, ami az ötfokú skála középső fokozatához tartozóan azt mutatja, „néha használom” azt a stratégiát. A problémamegoldó stratégiák esetén 3,3 fölötti a jellemző átlag egy itemre, a támogató stratégiáknál viszont jelentősen alacsonyabb, 2,5 körüli az egy stratégiára jellemző átlag. Ez a támogató stratégiákra vonatkozó tudás relatíve alacsony szintjét mutatja, egyúttal pedig a középiskolás korosztály számára fejlődési lehetőségeket látunk. A két évfolyam egymáshoz közeli átlagait t-próbával megvizsgálva nem találtunk szignifikáns különbséget, azaz a középiskolás évek alatt két évnyi különbség mellett lényegében ugyanazok a kérdőív-átlagok születtek.

2.3. Explicit matematikai tanulói meggyőződések mérési lehetőségei

A matematikai gondolkodás területére áttérve a 2.3. részben a matematika tanulására, jellegére és hasznosságára vonatkozó nézetekkel kapcsolatos kutatásaink eredményeit mutatjuk be. E kutatások jelentősége analóg azzal, amit az olvasás kapcsán írtunk: feltáró vizsgálataink arról szolgáltatnak információt, hogy a tanulók és a szülők gondolkodásában gyakran a tantervi célkitűzésekhez és a matematikatudomány elvárásaihoz képest milyen meggyőződések, nézetek tárhatók föl.

2.3.1. Matematikára vonatkozó nézetek mérésére alkalmas kérdőív fejlesztése

Kutatásunkban egy új, magyar nyelvű kérdőív kifejlesztése volt a célunk. A szakirodalomi előzmények közül a legnagyobb hatása a Leuveni Egyetemen kifejlesztett kérdőívnek volt munkánkra (Op't Eynde, De Corte és Verschaffel, 2002), melynek kultúráközi összehasonlító vizsgálata is megtörtént (Andrews és mtsai, 2008). A matematikával kapcsolatos meggyőződések (mathematics related beliefs) több tartalmi dimenzió mentén tárhatók föl. Megjelennek a tanári szereppel kapcsolatos tanulói nézetek, a tanulónak a saját matematikai tudására vonatkozó meggyőződései, valamint a matematika iskolán belüli és iskolán kívüli szerepéről alkotott vélemények. Kutatásunk alapkérdése, hogy hetedik osztályos tanulók körében megalkotható-e egy megfelelő reliabilitású, Likert-skálás kérdőív-tételeket tartalmazó mérőeszköz. A kutatás eredményeit a Pedagógiai Értékelési Konferencián publikáltuk (Kelecsényi és Csíkos, 2013).

Módszerek

Csongrád megyei hetedik osztályos tanulók reprezentatív mintáján végeztük a vizsgálatunkat 2012 tavaszán. 476 tanuló töltötte ki „Kérdőív a matematikatanulásról” című mérőeszközünket.

A kérdőív összesen 34 kijelentést tartalmaz, melyek mindegyike ötfokú Likert-skálás. Ezen a téren az olvasásra vonatkozó nézetek kérdőívein nyert tapasztalatokat próbáltuk hasznosítani. A Likert-skála számértékei az egyetértés mértékét mutatják: 1-es értéket jelölt a válaszadó, ha egyáltalán nem értett egyet az adott állítással, és 5-ös értéke mutatta, ha teljes mértékben egyetértett vele. A 34 állítást négy tematikus csoportba rendezve szerkesztettük, a kérdőív formai elrendezése a négy rész-kérdőív szerint így alakult: Matematikafeladat megoldása (6 item), A matematikatanár, a matematikaóra (13 item), Matematikai szöveges feladatok megoldása (4 item), Matematika, más tantárgyak és a szülői elvárások (11 item).

Eredmények

A teljes mérőeszköz reliabilitása 0,74, ami egy feltáró vizsgálat esetén, a tanulással kapcsolatos meggyőződések kutatásának témájában elfogadhatónak számít. A 6. táblázat a 34 ítemet és a kapott átlagpontoszámokat mutatja be.

6. táblázat. A matematikára vonatkozó tanulói meggyőződések kérdőívének állításai és ötfokú Likert-skálán elért átlagpontoszámaik

<i>Matematikára vonatkozó meggyőződések kérdőív állítása</i>	<i>Átlag</i>
Minden matematika feladat megoldható.*	2,90
Minden matematika feladatnak egyetlen helyes megoldása van.*	3,82
Ha a padtársam más eredményt kapott, akkor elgondolkozom azon, hogy az enyém jó-e.*	2,41
Ha megkaptam egy megoldást, számomra vége a feladatnak.*	2,82

6. táblázat. A matematikára vonatkozó tanulói meggyőződések kérdőívének állításai és ötfokú Likert-skálán elért átlagpontszámaik (folytatás)

Ha nagyon könnyűnek tűnik egy matematika feladat, akkor erős a gyanú, hogy elrontottam valamit.*	3,08
Ha hosszú egy matekfeladat, akkor bizonyára nehezebb.*	3,10
A matematika-tanárnők általában kevésbé szigorúak, mint a férfi tanárok.*	3,28
A matematikatanárnak szigorúnak kell lennie.	2,51
Félek a matematikatanárunktól.*	4,05
A matematikatanár kíváncsi ötleteinkre, egyéni elképzeléseinkre a feladatok megoldásánál.	3,65
A matematikatanárom a táblánál elmondja, hogy hogyan kell megoldani a feladatot, mi pedig lemásoljuk a füzetünkbe.*	2,25
Matematikaórán gyakran szorongok.*	3,90
A tanáromnak az a fontos, hogy memorizáljuk, hogyan kell megoldani az egyes feladattípusokat.*	2,03
Az egyetlen dolog, ami a matematikával kapcsolatban érdekel, hogy jó jegyet kapjak.*	2,49
A tanárom úgy gondolja, hogy mindent ő tud a legjobban.*	3,11
A matematikában a legfontosabb megtanulni, hogy hogyan kell a típuspéldákat megoldani.*	2,40
Elsősorban azért tanulok matematikát, hogy a szüleimnek megfeleljek.*	3,53
Ha nem tudok gyorsan megoldani egy matematikai problémát, hamar elmegy a kedvem.*	2,80
Az átlagos tanulók nem érthetik meg a matematikát, csak a szabályokat tudják megtanulni.*	3,44
Szöveges feladat megoldásához elsőként a számokat kell megtalálni a feladat szövegében.*	2,56
A megoldáshoz a feladatban szereplő összes számot fel kell használni.*	3,05
A szöveg nem igazán lényeges, a számok a fontosak.*	3,56
Ha a szöveg hosszú, akkor nehezebb a feladat.*	3,43
A matematikára más tantárgyaknál is szükség van.	4,06
A matematika mindig nehezebb más tantárgyaknál.*	2,80
Jó lenne, ha több matematikaóránk lenne.	1,95
A matematikát az életben nem fogom használni.*	3,91
A matematika tananyag nagy része számomra felesleges.*	3,50
A matematikát a központi felvételi miatt kell tanulnunk. *	2,93
A fiúknak könnyebben megy a matematika.*	3,72
Ha valaki jó matekból, az okos.	3,25
Az okos tanuló jó matekból.	3,25
A szüleim elvárják, hogy jó jegyeim legyenek matematikából. *	2,24
A szüleim számára az a legfontosabb az iskolai eredményben, hogy matematikából milyen jegyeim vannak.*	3,29

Megjegyzés: A *-gal jelölt állítások negatív itemek, azaz az alacsonyabb átlag jelent magasabb szintű egyetértést az állítással.

A 6. táblázat átlagpontoszámainak elemzése önmagában, további, finomabb elemzések nélkül is kettős célt szolgál. Egyrészt az ötfokú Likert-skála önmagában viszonyítási pontokat ad az átlagok értelmezéséhez. Emellett egyes kijelentések önmagukban olyan tartalmat hordoznak, amelynél az átlagpontoszámnak komoly üzenete van. Ez utóbbi szempont emeli ki a fiúknak jobban megy a matematika kijelentést. A kapott átlag jóval a neutrális 3-as érték fölött van, és mivel negatív megfogalmazású item, azaz a magasabb átlag mögött az egyet nem értés van, azt látjuk, 7. osztályos tanulóink jellemzően nem előítéletesek a matematikatanulás nemek közötti különbségét illetően. A közelmúlt EU-s oktatási projektjeiben (ld. Csíkos, 2010a) az egyik célkitűzés a lányok részvételének növelése volt a matematika és a természettudományok tanulásában és a pályaválasztásban. Így újabb hazai empirikus adat áll itt rendelkezésre arról, hogy Magyarországon nem állnak jelentős, elfogult nézetek a nemek közötti pályaválasztási aránytalanságok mögött. Másik hasonló itemünk így szól: A szüleim elvárják, hogy jó jegyeim legyenek matematikából. Az egyet nem értést kifejező 2,24-os átlag azt mutatja, a tanulók ezt alapvetően igaz állításnak érzik. Különösen jó lenne tudni, hogy más tantárgyakhoz képest a matematikára mennyire jellemzők a magasabb szülői elvárások.

A kérdőív eredményeinek a háttérváltozókkal vett összefüggéseit is megvizsgáltuk, és varianciaanalízis segítségével a háttérváltozó hatását számszerűsítettük a 7. táblázatban.

7. táblázat. A matematikára vonatkozó meggyőződések kérdőívén elért eredmények függése háttérváltozóktól

Háttérváltozó	ANOVA F	p	éta-négyzet (%)
nem	2,89	0,09	0,6
anya iskolai végzettsége	2,08	0,10	1,3
félévi átlag	8,55	<0,001	6,9
hétköznapi tanulásra fordított idő	3,18	0,01	2,7
hétvégén tanulásra fordított idő	4,09	<0,01	3,4

Mivel a matematika és a matematikára vonatkozó nézetek a nemek közötti különbségek vizsgálatának egyik régóta bevett területe, fontos eredménynek tartjuk, hogy nincs szignifikáns nemek közötti különbség a kérdőív összpontszámát illetően. Más változóknak viszont kicsinytől közepesig terjedő hatását lehet kimutatni. A nemek közötti különbségeket az egyes itemeken is megvizsgálva összesen hat állításnál találtunk szignifikáns nemek közötti különbséget. Ezek között kettő olyan szerepel, amely jellegzetes sztereotípiát fogalmaz meg. A szülőknek megfelelés mint a matematikatanulás motívuma a lányoknál erősebb. Az ominózus „a fiúknak könnyebben megy a matematika” kijelentéssel a lányok kevésbé értettek egyet, mint a fiúk.

Eredményeink hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a matematikatanuláshoz kapcsolódó felmérésekben és fejlesztő kísérletekben a tanulás affektív dimenziójának egy újabb érvényes és megbízhatóan mérő mérőeszközét használhassuk.

2.3.2. Matematika és zene kapcsolatára és tanulására vonatkozó szülői nézetek

Egy másik vizsgálatunkban középiskolás tanulók szüleit kérdeztük a matematikáról, egy olyan kérdőívvel, amely a matematika és a zene jelenségeit külön-külön és egymással is összevetve nyomozta. Az eredményeket a Psychology of Mathematics Education szervezet konferenciáján mutattuk be (Csíkos és Dohány, 2013). A kutatásból készült angol nyelvű tanulmány bírálati eljárás alatt áll, az értekezésben most tömören kiemeljük azokat a részleteit, amelyek a matematika területén végzett kutatásaink sorozatába tartalmilag illeszthetők.

A 2.3.1. részben látott kérdőív utolsó állításai azt a – számomra igen jelentősnek tűnő – problémát járják körül, hogy vajon minek köszönhető az a speciális szerepkör, amit a matematika a tantárgyak rendszerében betölt. Ennek a kutatási kérdésnek egy lehetséges megközelítését adja, ha a matematika mellett más tantárgyra is kidolgozunk olyan kérdőívet, amellyel a tantárgyak összehasonlítható. A zenére azért esett a választásunk, mert bár attitűdvizsgálatunk szerint (Csíkos, 2012a) már elvesztette örömtantárgy szerepét, a matematikához képest sok alapvető jellemzőben komplementernek tekinthető. Alacsony óraszám a magassal szemben, szülői elvárások vélt különbségei, a tétellel bíró értékelésekben játszott illetve nem játszott szerepkör stb. További érv a zene szerepeltetése mellett, hogy a kilencvenes években szárnyra kapott egy tudományos legenda, a Mozart-hatás, amely a két terület közötti összefüggések laikus és tudományos fejtegetéseit hozta magával. A Mozart-hatás (ld. Nantais és Schellenberg, 1999) arra az elképzelésre utal, hogy Mozart zenéjét hallgatva (legtöbbször a D-dúr szonáta szerepelt) jelentősen nő a teljesítmény néhány teszten, különösen a térbeli képesség tesztjén. Bangerter és Heath (2004) szerint teljesül a Mozart-hatásra mindaz, ami a tudományos legendákat jellemzi.

Módszerek

Egy vidéki város egyik középiskolájának négy osztályából vitték haza a tanulók a kérdőívet, amelyet végül 117 szülő küldött vissza kitöltve. A szülői nézetek vizsgálatával valójában a közvélemény vagy a laikusok nézeteit kívántuk megismerni. Az eredmények ez irányú általánosíthatóságát csökkenti, hogy a kitöltő szülők iskolai végzettsége magasabb volt általánosságban, mint az országos megoszlás.

A kérdőív három részből állt. Az első rész a zenének a matematikatanulásban betöltött lehetséges szerepéről szólt. Pl. „Könnyebb megtanulni a matematikai szabályokat zenehallgatás közben.” Speciálisan 14 különféle zenei stílusról kérdeztük meg, hogy azok milyen mértékben segíthetik elő a matematika tanulását. (Hipotézisünk az volt, hogy a klasszikus zene kiemelkedik a zenei stílusok közül.) A kérdőívnek ebben az első részében szerepeltek még kérdések a matematikának a zenetanulásban, a zenélésben betölthető szerepéről. Felsoroltunk hangszercsaládokat, és a szülők feladata annak megítélése volt, hogy azokhoz milyen mértékben szükséges matematikai tudás. (Hipotézisünk a zenészek

körében elterjedt nézet volt a zongorázáshoz szükséges absztrakt tudásról és feltételeztük még, hogy a szülők az ütőhangszerhez tartják még szükségesnek a matematikai tudást.)

A kérdőív további részeiben a zenei és matematikai tehetséggondozás és tehetségfelismerés idejére kérdeztünk, valamint azt tudakoltuk, hogy a szülők szerint milyen szerepet játszik a két terület az életben boldogulásban.

Eredmények

A 8. táblázatban bemutatjuk a kérdőív első részének állításaira kapott válaszok leíró statisztikai mutatóit. Az ötfokú Likert-skálán az átlagok az enyhe egyet nem értéstől az egyetértésig terjednek.

8. táblázat. A zene matematikatanulásban betöltött szerepéről alkotott szülői nézetek

Állítás	Átlag	Szórás
Zenehallgatás közben könnyebb geometriát tanulni.	2,72	1,16
A matematikából jó jeggyel rendelkező tanulóknak énekből is jó jegyük van.	2,66	1,19
Zenehallgatás közben könnyebb matematikai szabályokat tanulni.	2,43	1,22
A könnyűzene hallgatása nem segíti elő a matematika tanulását.	2,88	1,40
Zenehallgatás közben jobban megy a matematikai szöveges feladatok megoldása.	2,39	1,16
A nagy matematikusok szeretik a komolyzenét.	3,81	1,00
A komolyzene hallgatása nem segíti elő a matematika tanulását.	3,16	1,29

Az adatok szerint a szülők általában véve nincsenek a matematikatanulás közbeni zenehallgatásról jó véleménnyel; sem a könnyűzene, sem a komolyzene vonatkozásában. A nagy matematikusokra vonatkozó állítással lényegében egyetértenek, de ez közhelyszerű, tudományosan nem igazolható és nem is cáfolható.

A zene és a matematika a tehetséggondozásnak két markáns területe (Gardner és Hatch, 2004). A szülők véleménye ellentmondásos azon a téren, hogy hány éves korban lehet fölismerni a tehetséget ezen a két területen és hány éves korban szükséges elkezdni a tehetséggondozást. Azt kaptuk ugyanis, hogy átlagosan 7,39 éves korban ismerhető föl a matematikai tehetség, de a tehetséggondozást már 6,97 éves korban szükséges elkezdni. A zene területére a vonatkozó adatok 5,85 és 5,94. Az üzenete ezeknek az átlagéveknek az, hogy a szülők szerint a tehetség mindkét területen korán megnyilvánul, a zenében még hamarabb, és lényegében azonnal, a tehetség felismerésekor szükségesnek látják a tehetséggondozás megkezdését.

Közeljövőben tervezett és folyamatban lévő kutatásaim a matematika tantárgyról alkotott nézetek sokféle módszerrel történő vizsgálatát tűzik ki célul (pl. szülői értekezletek feljegyzéseinek elemzését végezzük Berze Gizellával). Ebben a kérdőívben a zene és a matematika kontrasztív egymás mellé helyezésével az életben játszott szerepükre,

fontosságukra kérdeztünk rá. A fontosság megítélésének átlagpontszámait és összehasonlítását a 9. táblázatban mutatjuk be.

9. táblázat. A matematika és zene életben való boldogulásban betöltött szerepéről alkotott szülői nézetek

Szempont	Matematika		Zene		Páros t-próba	N	p
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás			
Munkához jutás	3,79	1,07	2,67	1,06	10,24	117	<0,01
Részvétel a társadalmi életben	3,03	1,12	3,53	1,06	4,25	116	<0,01
Magas fizetés	3,76	1,17	2,60	1,09	9,95	115	<0,01
Kiegyensúlyozott magánélet	2,61	1,07	3,82	1,08	9,60	114	<0,01
Nyitottság a társas érintkezésben	2,49	1,05	3,97	0,96	13,42	116	<0,01
Kreatív ötletek a munkavégzésben	3,55	1,03	3,97	0,95	3,98	116	<0,01
A problémák sikeres kezelése	3,57	1,03	3,35	1,11	1,84	114	0,07
Fogékonyság a szépségre	2,41	1,17	4,28	1,08	14,78	116	<0,01

A táblázat leíró statisztikai értékei elmondják, melyik tényezőnek mekkora relatív jelentőséget tulajdonítanak a válaszadók. Várakozásainknak olyan válaszmintázat felelt volna meg, amelyben a matematika a munkához jutásban, a magas fizetésben és a problémák sikeres kezelésében kap magasabb átlagot. A zenét ugyanakkor az előzetes szakirodalom tájékoztató a társas érintkezés nyitottságához, a szépérzékhez és a kiegyensúlyozott magánülethez kapcsolta. A kreativitásra és a társadalmi életben részvételre közel azonos átlagot vártunk.

Megállapításainkat a matematika szemszögéből megfogalmazva: csalódást keltően alacsony átlagot kaptunk a fogékonyság a szépségre szempontnál. A matematikai nevelés kutatásában viszonylag új területnek számít a matematikai gondolkodás esztétikumának tanulmányozása a tanítás-tanulás szempontjából, és úgy látszik, igen jelentős változtatásokra nyílik terep. A problémák sikeres kezelésében ugyan jóval a semleges 3-as érték fölötti átlag született, ám ez az érték nem volt szignifikánsan magasabb, mint a zene megítélésénél kapott érték, ami mégis azt mutatja, hogy relatíve alulértékelt a matematika a problémamegoldásra való hasznossága szempontjából. Harmadik észrevételünk pedig az lehet, hogy bár a matematikának a kreatív munkavégzésben játszott szerepével inkább egyetértének a szülők, de a zene szignifikánsan magasabb átlagot kapott ennél a szempontnál, ami egy harmadik fejlesztési tartalékot jelez.

2.4. Matematikai szöveges feladatok megoldását irányító implicit tanulói meggyőződések

Az előző pontban az explicit, verbalizált matematikai meggyőződések egy kérdőívének eredményeit mutattuk be. Ebben a fejezetben először Csíkos, Kelemen és Verschaffel (2011) tanulmánya alapján az implicit matematikai meggyőződések vizsgálati lehetőségeiről lesz szó.

2.4.1. Implicit tanuló meggyőződések vizsgálata realisztikus feladatok zárt feladatformátumával

A matematikai tudásra és a matematika tanulására vonatkozó (a továbbiakban: matematikai) meggyőződések vizsgálatának lehetőségét adják az olyan matematikai feladatok és kihívások, amelyek során implicit módon, ugyanakkor a külső szakértők számára egyértelműen azonosíthatóan vizsgáljuk ezeket. A matematikai meggyőződések kutatásának egyik alkalmas terepét jelentik a matematikai szöveges feladatok. Ennek hátterében több tényező is megbújik, melyek közül az alábbiakban kiemelünk néhányat. Pollak (1969, 393. o.) így felel az önmaga által feltett kérdésre: „Hogyan vesz részt a tanuló a matematika alkalmazásának megismerésében? Az iskoláztatás során mindvégig ... elsősorban szöveges feladatokon keresztül.” Ahogyan részletes elemzésünkben kifejtettük (Csíkos és Verschaffel, 2011), a matematikai szöveges feladatok típusainak feltárásával eljuthatunk a matematikai tudás alkalmazási lehetőségeinek tanulmányozásához. A szöveges feladatok jelentősége tehát a teljes matematikai nevelés szempontjából megkérdőjelezhetetlen, ahogyan azt kiemeltük Dobi Jánossal írt munkánkban is (Csíkos és Dobi, 2001).

A matematikai szöveges feladatok szerepe, megvizsgálva funkciójuk történeti alakulását, eredetileg az volt, hogy segítsék a tanulókat olyan készségek fejlődésében, amelyekkel a matematikai tudásukat hatékonyan használhatják valódi problémahelyzetekben (Verschaffel, Greer és De Corte, 2000). Az utóbbi 15-20 évben azonban világossá vált számos kutatási eredményből, hogy a szöveges feladatoknak ez a funkciója félrecsúszott, és valójában nem valósul meg a szöveges feladatoknak az a szerepe, hogy a matematikai modellalkotás és problémamegoldás felé irányítsák a tanulókat. (Verschaffel, Van Dooren, Greer és Mukhopadhyay, 2010). Számos kutatás dokumentálta az aritmetikai (ezen belül különösen az összeadásra és kivonásra épülő, valamint a szorzásra és osztásra épülő) szöveges feladatok esetén működő tanulói gondolkodási folyamatokat (Verschaffel és De Corte, 1993, 1997; Greer, 1992). Közös volt ezekben a kutatásokban, hogy valamelyik matematikai alapküvethez kötődő matematikai modellre épülő feladatokat alkalmaztak (ld. még Greer, 1987). A kilencvenes évek során Greer (1993) és Verschaffel és De Corte (1993, 1997) egymástól függetlenül, ám egybehangzóan úgy összegezték az empirikus eredményeket, hogy a tanulók az osztályteremben gyakran úgy „oldanak meg” szöveges feladatokat, hogy elmarad azok megértése, és csupán a feladat által sugallt számtani alapküvetet kivitelezik. Ennek hátterében nem csupán és nem elsősorban

a tanulók számolási készségeinek lemaradása vagy gyengesége keresendő, hanem matematikai meggyőződéseik, amelyek irányítják a feladatmegoldó stratégiáikat.

Az iskolai matematikai nevelésben alkalmazott szöveges feladatok legalább két nagyobb csoportba sorolhatók. Számos szöveges feladat esetén elegendő a feladat szövegében megtalált adatokkal műveletet végezni, míg más feladatoknál elengedhetetlen a problémahelyzet megértése. Amikor ezzel a második típussal találkozunk a tanulók az empirikus pedagógiai kutatások során, nyilvánvalóvá vált, hogy közvetve vagy közvetlenül a tanulók matematikai meggyőződéseik irányították a feladatmegoldás folyamatát. E második feladattípus megoldása során a problémahelyzet megfelelő megértése szükséges, és gyakran extra erőfeszítést kíván a feladatban szereplő adatok és jelenségek közötti kapcsolat megteremtése. Az ilyen feladatokat gyakran úgynevezett valóságos vagy realisztikus feladatoknak nevezik, ám a „realitás” vagy valóság értelmezése a matematikai feladatok esetén kihívást jelent a szakirodalomban (Greer, 1997).

A realitás kérdésköre a matematikai szöveges feladatokban

A matematikai szöveges feladatok alkalmazása során értelmezett realitás fogalom történeti elemzéséhez a holland realisztikus matematikai mozgalom szerepét szükséges kiemelni. A mozgalom felfogása szerint (van den Heuvel-Panhuizen, 2005) egy feladatot akkor nevezünk realisztikusnak, ha a problémahelyzet „elképzelhető” a tanuló számára. A realisztikus szó etimológiájához szükséges felidéznünk, hogy a holland *sich realiseren* ige szoros jelentésben azt jelenti: elképzelni. A problémahelyzet elképzelése általában egy problémahelyzethez illesztett matematikai modell megalkotását jelenti. A feladatmegoldó folyamat értékelése szempontjából egy további árnyalatot jelent Cooper és Harries (2002, 5. o.) kategóriája, akik szerint egy feladat akkor realisztikus, ha a „feladat szöveges formájában hétköznapi helyzetekből vett személyeket vagy más, nem matematikai objektumokat tartalmaz”. A Holland Királyi Tudományos Akadémia (Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, 2009) állásfoglalása szerint a realisztikusság azt jelenti, hogy a feladat szövege kiváltja a tanulók saját stratégiahasználatát, amellyel lehetővé válik, hogy építsenek matematikai tudásukra és készségeikre. Ez a megközelítés az úgynevezett – ám pontosan soha nem definiált – „tradicionális” matematikai nevelés ellenpontjaként jött létre. Metateoretikusan nézve a jelenséget: amikor egy új pedagógiai megközelítés megjelenik, jellemzően valamiféle korábbi, hagyományos megközelítésmódhoz képest adjuk meg főbb jellemzői (ld. pl. Nahalka, 1998, a konstruktivizmus kapcsán; Csíkos, 2010b, a problémaalapú tanulásról).

Számos példa van a szakirodalomban olyan feladatokra, amelyek azt igénylik a tanulóktól, hogy aktívan használják a fejükben meglévő mentális képeket. Az ilyen feladatok sokkal inkább teljesítik a realisztikus feladatok kívánalmát, mint az olyanok, melyekben elegendő egy felszínes stratégia (ld. Verschaffel és De Corte, 1997) alkalmazása a megoldáshoz. A felszínes stratégia is nyilvánvalóan stratégiai folyamatot jelöl, melyben azonban csak a feladat számadatainak megkeresése, és esetleg egy kulcsszó alapján az elvégzendő művelet meghatározása a program (ld. Mayer és Hegarty, 1996). Ha realisztikus matematikai feladatokra keresünk példát, olyanok között érdemes válogatnunk, amelyek az adott korosztály számára a felszínes, a számadatok megkeresésén és a művelet kijelölésén

túl mást nem igénylő stratégiánál többet igényelnek a tanulóktól. Számos ilyen feladat létezik a gyakorlatban és az empirikus kutatásokban egyaránt. Két típust emelünk ki a realiztikus, tehát a mentális képeket aktívan megmozgató feladattípusok közül. Gyakran realiztikusnak tekinthető az olyan feladat, amelyben adathiány vagy éppen adatfőlösleg van. Ugyancsak tipikus realiztikus feladat az olyan, amelyben a belső mentális képekre épülő matematikai modellalkotás eredményeként azt kell megoldásként megállapítani, hogy matematikai értelemben nincs megoldása a feladatnak.

A matematikai szöveges feladatok realiztikusságának megítélésében a szakirodalom sem egységes, de ezen túlmenően izgalmas kutatási kérdés, hogy a tanulók milyen mértékben tekintenek egy-egy feladatot realiztikusnak. Yackel és Cobb (1996) tanulmánya szerint az osztálytermi normáktól függ, hogy a feladatokban meglévő valóságos vagy elképzelhető elemek milyen mértékben válnak azzá a tanulók számára. Ezeket az osztálytermi normákat szocio-matematikai normáknak nevezik (szemben az egyszerűen társas normáknak nevezhető együttműködési vagy viselkedési szabályokkal), mert ezekben ott van a matematika tanterv által is meghatározott osztálytermi egyéni és csoportos tevékenységek rendszere. Cooper és Dunne (1998) szerint a realiztikus feladatokban „éppen elegendő” realitás van, és túlságosan sok valóságos részlet befoglalása gyakran vezethet ahhoz, hogy számos elfogadható válasz születik, azaz nem lesz közösen elfogadott helyes megoldás a feladatokra.

Mindezekből következően olyan szöveges feladatok rendszere segítségével terveztük az implicit matematikai meggyőződések kutatását, amely lehetővé teszi külső szakértők számára a meggyőződések beazonosítását. Erre a célra olyan realiztikus feladatokból álló feladatsor látszik alkalmasnak, amely alkalmat ad az implicit meggyőződések rendszerezett tanulmányozására. Mint láttuk, az implicit meggyőződések között eklatáns példát jelentenek a feladatok megoldhatóságára vonatkozó nézetek. A matematikai szempontból nem megoldhatónak számító feladatoknak számos típusa definiálható: egy adott típus például ellentmondáshoz vezet a feladat szövegének matematikai modellezése során. Ilyen például az, amikor a nagymama által elkészített palacsintából sorra esznek néhány darabot a gyerekek, majd nagy süti még néhányat, és ezután meg kell állapítani, hány palacsinta maradt; csak hogy mielőtt nagy újabb palacsintákat sütné, az eredeti darabszámból kivonásokkal már negatív számhoz jutunk a megoldás folyamatában. Ugyancsak a matematikai szempontból nem megoldható feladatok egy típusát jelenti, amikor hiányzó adatok miatt legfőlőbb becslés adható a feladat megoldásaként.

Pedagógiai szempontból ugyanakkor viszont három olyan feladattípust különböztetünk meg, amelyek a matematikai szempontból nem megoldható feladatok közé tartoznak, ám osztálytermi használatuk háromféle funkciót jelenít meg a gondolkodásfejlesztésben.

(1) Vannak olyan szöveges feladatok, amelyeknek rekreációs, szórakoztató funkciójuk mellett nincs matematikai relevanciájuk. Már i.e. 1650 körül a Rhind-papirusz tanúbizonysága szerint voltak ilyen feladatok, és ezeknek évszázadokon át nyúló históriája olyan archetípust hozott létre, mint a „hány éves a kapitány?” végződésű feladványok (Verschaffel, Greer és De Corte, 2000; Csíkos, 2002c)

(2) Vannak olyan feladatok, amelyekben szándékoltan adathiány van, vagy pedig a feladat szövegében rejtetten van megadva néhány adat, ami végül szükséges a megoldáshoz. Gyakori, hogy matematikai szempontból azt a megoldást tekintjük helyénvalóak, amely

további adatok megadásának szükségességéről szól. A Verschaffel, De Corte és Lasure (1994) által kidolgozott feladatsor több feladata is ebbe a körbe tartozik, némelyike pedig az adott korosztálytól elvárható becslést, egy intervallum megadását várja a tanulóktól.

(3) Kelemen (2004) kutatásában szerepelt olyan feladat, amelynek sem matematikai, sem köznapi értelemben nincs megoldása, viszont a megoldás keresése során a tanuló végigjárja a matematikai modellezés és számolás több lépését, ezáltal a feladat – mire megszületik a megoldás, ti. hogy nincs megoldás – gondolkodásfejlesztő hatással bír. Ebbe a típusba sorolhatók az olyan fals „bizonyítások”, amelyeket elsősorban a geometria és algebra terén találtak ki, és amelyek egy szándékosan rosszul megrajzolt ábra vagy egy szándékosan figyelmen kívül hagyott feltétel révén vezetnek hamis konklúzióhoz.

A nem megoldható szöveges feladatokkal kapcsolatban több empirikus vizsgálat zajlott már. A rekreációs típushoz tartozókról a Grenoble-i vizsgálat (Baruk, 1985) kimutatta, hogy a 7-9 évesek többsége nem volt képes kimondani, hogy nincs megoldása a „hány éves a kapitány” típusú feladatnak. A vizsgálat szerint a nem megoldhatóság kimondásában a 9-11 évesek jobbak voltak, mint a 7-9 évesek. Egy másik vizsgálat, amelyben matematikai szöveges feladat nem megoldhatóságának kimondását várták el a kísérleti személyektől, azt mutatta, hogy a felnőtteknek általában nem okoznak nehézséget az ilyen feladatok. (Allain és mtsai, 2005). A kutatók aberrálnak nevezték például ezt a feladatot: 12 kacs és 24 béka van a kis tóban. Hány éves a fűszeres? Ennél a feladatnál a Huntington-kórban szenvedő vizsgálati személyek ugyanolyan arányban mondták ki a feladat megoldhatatlanságát, mint az egészséges felnőttek. Ugyanakkor általában véve a megoldható feladatok körében szignifikáns volt a lemaradásuk, mégpedig annál jelentősebben, minél több lépésben volt a feladat megoldható.

A második típusba tartozó feladatokról nagy mennyiségű adat gyűlt össze. Verschaffel, De Corte és Lasure (1994) inspiráló kutatását a benne szereplő 2x10 feladattal számos országban megismételték: beszámoltunk a hazai empirikus eredményekről (Csíkos, 2003a, 2003b, 2003c). A tanulások a világ számos országában azonosak: A tanulók több évnvi iskoláztatás után a matematikai szöveges feladatok megoldását rutinszerű algoritmusokra korlátozzák, azaz a számadatok kigyűjtését és egy vagy néhány művelet elvégzését követően készülnek el a megoldással. Mindeközben a feladat szövegében vázolt kontextus, vagy tágabb értelemben: a realitás, figyelmen kívül marad.

Eklatáns példa a feladatsorból: Jancsi legjobb eredménye a 100 méteres futásban 17 mp. Mennyi idő alatt fog ő lefutni 1 kilométert? A legtöbb tanulóknak nem a mértékváltás jelentett problémát, azaz a többségük tudta, hogy 1 kilométerben 10-szer van meg a 100 méter. A feladat szövegének tartalmából ugyanakkor csak igen kevesen következtettek arra, hogy a 10-zel való mechanikus szorzás életszerűtlen.

Ennek a feladatsornak a feladatai között hatot sorolhatunk a nem megoldható feladatok 2. típusába. A többi feladat matematikai szempontból egyértelműen megoldható, amennyiben a feladat szövegéből a tanuló kikövetkezteti a szükséges adatot vagy összefüggést. A hat nem megoldható feladat közül az egyiknek része egy ábra, mégpedig „alapvetően fontos része”, ahogyan Berends és van Lieshout (2009) kategorizálja a matematikai szöveges feladatokhoz tartozó ábrák típusait, így a fennmaradó öt feladtból készítettünk egy olyan feladatsort, amelyben zárt típusúvá alakítjuk a matematikai problémát.

Ami a harmadik típusú, matematikai szempontból nem megoldható szöveges feladatokat illeti, Kelemen (2004) kutatása szerint a 7. osztályos tanulók 29%-a volt képes megállapítani a megoldhatatlanságot. Kelemen szerint a tanulók explicit matematikai meggyőződései nehezítik a megoldhatatlanság kimondását, mint pl. a Reusser és Stebler (1997, 317. o.) által 4. és 5. osztályosok körében megfigyelt nézet: „Minden [matematikai] problémának van megoldása.”

A nem megoldható szöveges feladatok három típusának közös jellemzője, hogy a problémamegoldási folyamat valamely pontján stratégiai döntést kell hozni, mely feltétlenül különbözik a „keresd a számokat a feladat szövegében, majd végezz el velük egy vagy két műveletet” rutinszerű algoritmustól. Hogy ez miért jelent nehézséget számukra, az Verschaffel, Greer és De Corte (2000) szerint nem a valóságos dolgok és viszonyok iránti fogékonyság hiányából, hanem Schoenfeld (1991) nyomán a nyugati matematikaoktatás tradíciójából adódik. Az iskoláztatás során olyan viselkedésmintákat építünk ugyanis ki, amelynek lényege a jó teljesítmény és az érte járó dicséret, melyet minimális konfliktussal és a társakhoz jól illeszkedve érünk el.

Így figyelmünk az iskoláztatás gyakorlata, ezen belül a matematikai szöveges feladatok iskolai kezelése felé fordul. Számos kutató elemezte a tradicionális matematikaoktatást ebből a szempontból, míg mások igyekeztek innovatív projektek hatását megvizsgálni. De Corte (2001) összefoglalta ezeket az innovatív törekvéseket, köztük a saját fejlesztő programjukat a kilencvenes évekből. A matematikai szöveges feladatok újraértelmezése, mint láttuk, együtt járt az oktatási célok újradefiniálásával és az oktatási módszerek átalakításával is. Ehhez olyan típusú szöveges feladatokra van szükség, amelyek között helyet kapnak az itt általunk „nem megoldhatónak” aposztrofált típusba tartozók is.

Kutatási kérdések és hipotézisek

Ennek a kutatásnak az volt az elsődleges célja, hogy kiterjesszük azokat az eredményeket, amelyeket az úgynevezett „flamand feladatsor” alkalmazásával már megszülettek a tanulók matematikai problémamegoldásáról. mivel lehetőségünk nyílt nagy, reprezentatív mintán kipróbálni mérőeszközünket, a kutatás a magyarországi 5. osztályos tanulókról meglehetősen pontos adatokkal szolgál.

A korábbi kutatásokhoz viszonyítva az első lényeges különbség, hogy zárt formátumú tesztfeladatokat alkalmaztunk. A korábbi kutatásokban a feladatok abban a nyílt formátumban szerepeltek, ahogyan azt bemutattuk (Csíkos, 2003a.) Most három válaszlehetőséget alkottunk az öt feladathoz: (a) egy határozott, pontos, ám nem realisztikus megoldást, amelyet a megadott számokból egy-két alpművelettel, rutinszerűen meg lehetett kapni; (b) egy realisztikus választ, amely utal a szöveges feladatban vázolt összetett helyzetre, és tartalmaz egy számszerű, becsléses választ. A (c) válaszlehetőség a (b)-hez hasonlóan utalt a feladatban vázolt helyzetre, ám végül azt a következtetést vont le, hogy a feladatnak nincs megoldása. A forrástanulmány (Verschaffel, De Corte és Lasure, 1994), amelyben a nyílt feladatformához válaszkódokat rendeltek, a mostani (b) és (c) válaszlehetőségeket egyaránt a realisztikus válasz kategóriába sorolta. A mostani, zárt feladatformátumtól azt vártuk, hogy megnő majd a realisztikus választ adók, azaz a (b) vagy

(c) opciót választók aránya, de ugyanakkor kíváncsiak voltunk arra, a mechanikus választ elutasítók melyiket preferálják jobban a kettő közül.

Második kutatási célunk az volt, hogy a zárt feladatformátumot mint újabb kontextuális tényezőt megvizsgáljuk. Verschaffel, Greer és De Corte (2000) több olyan kontextuális tényezőt végigelemzett, amelyektől a flamand feladatsort használó replikatív kísérletekben a realisztikus válaszok arányának növekedését várták. Pl. a feladatok előzetes kategorizálása, a feladatlap elején elhelyezett figyelmeztető felhívás tartozott ezek közé a kontextuális tényezők közé (ld. még Yoshida, Verschaffel és De Corte, 1997). Lehetőségünk nyílt a zárt feladatformátumból adódóan arra, hogy az (a), (b) és (c) választípusok előfordulásában megmutatkozó következetességet elemezzük. Mivel feltételezésünk szerint a válaszlehetőségek mögött ki nem mondott, implicit tanulói meggyőződések állhatnak, ezeknek a meggyőződéseknek az egymás után következő feladatokban rendre ugyanaz a válaszopció feleltethető meg, várható volt a válasszintázat valamilyen szintű konzisztenciája.

Végül összevetettük a válasszintázatokat az iskolai matematikai osztályzattal. Ennek relevanciája abban áll, hogy az elérhető kutatási eredmények nem egyértelműek azon a téren, hogy az általában vett tanulmányi teljesítmény hogyan függ össze a problematikus matematikai szöveges feladatokra adott válaszokkal. Vannak érvek amellett, hogy a jó teljesítményű tanulók nagyobb eséllyel képesek jól modellezni a realisztikus feladatokat, de arra is van elméleti és empirikus bizonyíték (Verschaffel, Greer és De Corte, 2000), hogy a matematikából eredményes tanulók tapasztaltak és járatosak a rutinszerűen megoldható szöveges feladatok megoldásában, és éppen ennek köszönhetően hajlamosak a rutinszerű feladatmegoldás túláltalánosítani olyan szöveges feladatokra, amelyek valódi megértést és matematikai modellezést kívánnak.

Három hipotézisünk így szólt ezek után:

(1) A tanulói válaszok megerősítik a korábbi kutatási eredményeket, azaz a tanulók szívesen választják az (a) jelű választ, amely rutinszerű számolást mutat be, pontos, számszerű végeredménnyel.

(2) A legtöbb tanuló következetes válasszintázatot fog adni, azaz ugyanazt a választípust jelöli meg a feladatok egymásutánjában.

(3) Alacsony szintű korrelációt sejtünk az iskolai matematika osztályzat és a válasszintázatok között.

Módszerek

Minta

4037 fős, országos reprezentatív mintán végeztük a felmérést 5. osztályos magyarországi tanulók körében. Az átlag életkor 10,9 év volt. Rétegzett mintavétellel vizsgáltuk a teljes tanulópoblációt: az elsődleges mintavételi csoportunk az iskolák voltak, és a rétegzés szempontja a település mérete volt. A mintába került iskolák valamennyi tanulója bekerült a felmérésbe.

5. osztályos korukra a tanulóink már sok-sok órát töltenek el matematikai szöveges feladatok megoldásával. Bár többféle tankönyvből tanultak a vizsgált tanulók és sokféle oktatási megközelítésmód létezik, általában véve jellemző a szöveges feladatok valóságos tartalmának figyelmen kívül hagyása. Ahogyan hazai vizsgálatunk kiderítette (Csíkos, 2013a), a tanulók jellemzően nem realisztikus válaszokat adtak, és gyakran használják túlzottan automatikusan a begyakorlott megoldási sémákat és készségeiket.

Mérőeszköz és eljárások

A mérőeszközünk a Verschaffel, De Corte és Laure (1994) által publikált feladatsor tíz P-íteme közül használt ötöt. Az Edény (Flask) feladatot azért hagytuk ki, mert ábra tartozott hozzá, mely integrált, esszenciális része a feladatkitűzésnek, így problémát jelentett volna a feladat zárt formátumúvá alakítása. A Deszkák (Planks) feladat – amellet, hogy lényegében egyértelmű, matematikai szempontból jól meghatározott számszerű megoldása van, nemek közötti különbséget mutatott korábbi vizsgálatunkban (Csíkos, 2003c). Két további feladat, a Buszok (Buses) és az Életkor (Age) a zárt feladatformátumra alakítás során jelentkező validitási problémák miatt maradt ki a felmérésből.

A következő öt feladat szerepelt végül a tesztben:

Jancsi legjobb eredménye a 100 méteres futásban 17 másodperc. Mennyi idő alatt fog ő lefutni 1 kilométert?

Egy ember kötelet szeretne kifeszíteni két, egymástól 12 méterre lévő rúd között, de csak 1,5 méteres darabok vannak. Hány darabot kellene ezekből összekötnie, hogy átérjen a kötél a két rúd között?

Bálint és Aliz ugyanabba az iskolába járnak. Bálint 17 kilométerre lakik az iskolától, Aliz pedig 8 kilométerre. Hány kilométerre lakik egymástól Bálint és Aliz?

Ha egy tartályba beleöntünk 1 liter 80 °C-os és 1 liter 40 °C-os vizet, milyen hőmérsékletű vizet kapunk?

Peti születésnapjára bulit szervezett a tizedik születésnapja alkalmából. 8 fiú és 4 lány barátját hívta meg. Hány barátját hívta meg Peti a születésnapjára bulijába?

Az idevágó korábbi kutatásoktól eltérően a nyílt feladatforma helyett zárt formátumot választottunk, így végül a tanulóknak nem kellett megoldaniuk a feladatokat; elegendő volt választaniuk a három opció közül. Ez a módszer hasonló ahhoz, amit Bromme, Kienhues és Porsch (2010) alkalmaztak, akik negyedik osztályos tanulókat kérdeztek arról zárt feladatformátummal, hogy miképpen jutnának hozzá egy feladat megoldásához szükséges tudáshoz. Mind az öt feladatnál három opcióból választhattak a mostani felmérésben a tanulók:

- (a) rutinszerű, nem realiztikus, precíz, számszerű megoldás, társítva azzal a kijelentéssel, hogy egyértelműen ez a helyes megoldás;
- (b) számszerű válasz, amely figyelembe veszi a szöveges feladat tartalmát;
- (c) realiztikus válasz, amely utal a feladat szövegéből következő komplexitásra, de végül azzal a kijelentéssel zárul, hogy a feladat nem megoldható.

A (b) opciók számszerű válasza mind az öt feladatnál egy egyenlőtlenség (egy intervallum kijelölése) formájában szerepelt. Ezzel is igyekeztünk a feladatok mélystrukturális hasonlóságát a válasz látható formájának hasonlóságával kifejezni.

Az eredeti flamand tanulmányban a nyílt feladatformátumhoz megszülető tanulói válaszokat egy kódolási útmutató tette kvantifikálhatóvá. A jelenlegi három válaszopció közül az (a) válasz az eredeti kódolás szerint a „nem realiztikus” kategóriát képviseli, míg a (b) és (c) válaszok egyaránt realiztikus válaszként kerülnének kódolásra. A három opció ráadásul mindig ebben a sorrendben követte egymást, ezzel megkönnyítve a tanulók dolgát, de ugyanakkor esetlegesen a második hipotézisben vizsgált válaszkonzisztenciát is elősegítve.

Eredmények

Ahogy a 10. táblázat mutatja, az eredmények megerősítik az első hipotézisünket. A Kötél feladatot leszámítva a tanulók mindenütt a nem realiztikus (a) opciót részesítették előnyben. A (b) opció volt általában a második legnépszerűbb, míg a (c) választ preferálták legkevésbé.

10. táblázat. Tanulói válaszmintázatok a vizsgált öt feladatban

Opció	“Futás”	“Kötél”	“Iskola”	“Víz”	“Barátok”
a	1783	1499	1975	1617	1934
b	1034	1715	1485	1478	1734
c	1178	776	541	899	336
Hiányzó	42	47	36	43	33
Összes	4037	4037	4037	4037	4037

A 10. táblázat adatai azt mutatják, hogy négy esetben volt leggyakrabban választott opció az (a). A kivétel a Kötél feladat volt, amelynél a (b) válasz volt a leggyakoribb. A (c) opciót viszonylag kevesen választották, kivéve a Futás feladatot, amelyen ez az opció a (b)-t megelőzte.

A 11. táblázat lehetővé teszi, hogy összehasonlítsuk a most kapott eredményeket a korábbi vizsgálatunkkal (Csíkos, 2003a, 2003b, 2003c). A korábbi vizsgálatban ugyanez a korosztály szerepelt, akkor a mintanagyság 562 fő volt. A táblázatban RV jelzi a realiztikus választ, és azt az értéket hasonlíthatjuk össze most a (b) és (c) opciókra együtt kapott relatív gyakorisággal. Megjegyzendő, hogy a korábbi vizsgálat a nyílt feladatformátumot használta.

11. táblázat. A (b) és (c) válaszok relatív gyakoriságának összehasonlítása a korábbi kutatásban kapott realisztikus válasz (RV, %) aránnyal

	“Futás”	“Kötél”	“Iskola”	“Víz”	“Barátok”
RV	2	4	7	17	18
b	25,9	42,9	37,1	37,2	43,3
c	29,5	19,5	13,6	22,3	8,4

Megjegyzés: A találgatási küszöb 33,33% a (b) és (c) opciókra egyaránt.

A 11. táblázat alapján az előző kutatásunkban nyert RV arány összehasonlítható és hasonló szintű, mint a mostani kutatás realisztikus válaszainak aránya. Az öt feladatból mint kis mintából kiindulva, amely a matematikai szöveges feladatok egy típusának populációját reprezentálhatja, korreláció számítható a feladatjellemzők között. A korrelációs együttható 0,50 lett a korábbi kutatás RV aránya és a mostani kutatásban a (b) opció választása között, ugyanakkor az RV és a (c) közötti korreláció -0,55 lett. Ezen a kis mintán nem szignifikánsak, de jelzik azt a tendenciát, hogy a mostani kutatásban használt (b) opció választása mutatja leginkább azt, amit a korábbi kutatásban realisztikus válaszként jelöltünk. Lineáris regresszióanalízissel $y = 0,48x + 32,7$ egyenletű regressziós egyenest kaptunk, amelyben a konstans érték csaknem megegyezik a találgatási küszöbvel, így még inkább megmutatkozik a (b) opció és a korábbi vizsgálatban kódolt RV közötti hasonlóság.

A második hipotézis vizsgálatához kiszámoltuk, mekkora a valószínűsége annak, hogy valaki véletlenszerűen 3, 4 vagy 5 egyforma típusú választ jelöl meg. (Annak valószínűsége, hogy lesz két egyforma, a válaszmegtagadás eseteit leszámítva, 100%.) A 12. táblázat bemutatja a következetesnek nevezhető válaszmintázatok előfordulási esélyeit és az empirikusan tapasztalt értékeket. Ebben a táblázatban csak azok a tanulók szerepelnek, akik mind az öt feladatnál választ adtak (N = 3948).

12. táblázat.

Empirikusan nyert gyakorisági értékek és elméleti találgatási esélyek összehasonlítása

	Empirikus gyakoriság (%)	Elméleti valószínűség (%)
5 egyforma válasz	9,95	1,235
Legalább 4 egyforma válasz	28,06	13,580
Legalább 3 egyforma válasz	78,06	62,963

A 12. táblázat alapján az empirikusan megfigyelt gyakorisági értékek fölötté vannak a pusztán a találgatást alapul vevő elméleti valószínűségnek. Ez azt valószínűsíti, hogy a tanulók döntésében a válaszadás során többé-kevésbé tudatosság érvényesül. A két adatsor közötti korreláció extrém magas: 0,998 ($p = 0,044$, $N = 3$). Lineáris regresszióanalízis mutatja meg, hogy az empirikusan tapasztalt gyakorisági értékek mennyivel vannak fölötté a véletlen találgatás alapján elméletileg várt értéknek. A regressziós egyenes $y = 1,077x + 0,108$ egyenletű.

A tanulók 22%-a nem adott három egyforma válaszopciót, de a fennmaradó 78% (N = 3082) kategorizálható aszerint, melyik opció szerepelt választásukban legalább háromszor. A válasszmintázat típusát a leggyakrabban választott opció adhatja meg. Az (a), (b) és (c) típusú válasszmintázatba eső tanulók száma rendre 1609, 1128 és 345. Ezeket az adatokat a relatív gyakorisággal együtt összefoglaltuk a 13., 14. és 15. táblázatokban.

13. táblázat.

A jellemző válasszmintázathoz tartozó tanulók aránya (legalább 3 azonos típusú válasz)

Típus	Gyakoriság	Relatív gyakoriság
(a) típus – nem realisztikus	1609	52.2
(b) típus – realisztikus becslés	1128	36.6
(c) típus – megoldhatatlanság	345	11.2
Összes	3082	100.0

14. táblázat.

A jellemző válasszmintázathoz tartozó tanulók aránya (legalább 4 azonos típusú válasz)

Típus	Gyakoriság	Relatív gyakoriság
(a) típus – nem realisztikus	691	62.4
(b) típus – realisztikus becslés	293	26.4
(c) típus – megoldhatatlanság	124	11.1
Összes	1108	100.0

15. táblázat. A jellemző válasszmintázathoz tartozó tanulók aránya (5 azonos típusú válasz)

Típus	Gyakoriság	Relatív gyakoriság
(a) típus – nem realisztikus	244	62.1
(b) típus – realisztikus becslés	108	27.5
(c) típus – megoldhatatlanság	41	10.4
Összes	393	100.0

A 13., 14. és 15. táblázatok alapján a tanulók túlnyomó többsége következetes válasszmintát adott a feladatsorozatban. Abban az esetben, amikor konzisztens válasszmintázatot tapasztaltunk, az esetek több mint felében az (a) típusú, nem realisztikus választípushoz tartozott a tanuló. A relatív gyakorisági értékek stabilitása azt mutatja, hogy a különböző következetességi szinteken hasonló arányban fordulnak elő a háromféle választípushoz tartozó tanulók.

A harmadik hipotézis vizsgálatához, a tanulók matematika osztályzata és a teszteredmény közötti összefüggés feltárásához elsőként Spearman-korrelációkat

számoltunk. A szöveges feladatok eredményeit dichotomizáltuk ehhez: 0 pontot ért az (a) válasz, és 1 pontot a (b) és a (c) is. A korrelációs értékeket az öt feladatra a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat Korrelációs értékek a tanulók matematika osztályzata a feladatokon elért eredményei között (N = 3635)

	Spearman-korreláció az iskolai matematika osztályzattal	p
Futás	0,01	0,54
Kötél	0,03	0,06
Iskola	0,04	0,01
Víz	0,13	< 0,01
Barátok	0,21	< 0,01

A 16. táblázat alapján alacsony szintű korrelációs értékek találhatók a feladatokon nyújtott teljesítmény és az iskolai matematika osztályzat között. Ez utalhat az oksági kapcsolat hiányára az ilyen típusú feladatokon nyújtott teljesítmény és a matematika osztályzat között. Annak elemzésére, hogy vajon a válaszmintázat következetessége és a matematika osztályzat között van-e összefüggés, azokat a tanulókat választottuk, akik mind az öt feladaton ugyanazt a válaszopciót jelölték meg. A 17. táblázat megmutatja a válaszopció szerinti csoportok matematika osztályzatainak átlagát.

17. táblázat.

A valamennyi feladaton azonos típusú opciót jelölő tanulók csoportjai matematika osztályzatának átlaga

Típus	N	Matematika osztályzat átlaga
(a) típus – nem realiztikus	225	3,84
(b) típus – realiztikus becslés	99	4,43
(c) típus – megoldhatatlanság	39	4,10

A 17. táblázat alapján a legmagasabb osztályzatátlaggal a (b) típusú realiztikus választ követően választó tanulók rendelkeznek. Ugyanakkor az is kiderül az adatokból, hogy önmagában a következetes válaszadási mintázathoz nem társul magas szintű átlagos matematika osztályzat.

Az eredmények megbeszélése

Eredményeink megerősítik a korábbi kutatások eredményeit abban, hogy a tanulók hajlamosak nem realiztikus választ adni matematikai szöveges feladatokra. Ugyanakkor az eddigi eredményeket azzal gazdagítottuk, hogy egyrészt az eddigi eredmények egy nagymintás, reprezentatív felmérésben is megismétlődtek, másrészt pedig a zárt

feladatformátum nem tudta érdemben eltéríteni a tanulókat a nem realiztikus válasz megjelölésétől. Az is kiderült, hogy a tanulók meglehetősen következetesek a válaszadási mintázatban, ami tudatos döntési folyamatra és ezzel együtt erős implicit matematikai meggyőződésekre utal. Kiderült az is, hogy alacsony szintű az összefüggés az iskolai matematikai eredményesség és a mostani feladatsoron nyújtott teljesítmény között.

Kutatásaink korlátait a következőkben látjuk. Természetéből adódóan egy nagymintás kvantitatív vizsgálat elsősorban a tanulók közötti különbségek számszerűsítésre révén ad tudományos ismereteket a vizsgált változókról, és eközben rejtve maradhat a vizsgált változók intraindividuális összefüggés-rendszere. Másodsorban az alkalmazott mérőeszköz korlátait szükséges megemlítenünk: a feladatok opcióit többféleképpen meg lehetett volna határozni, érte ez alatt az opciók számának és konkrét megfogalmazásának számtalan lehetséges logikai elágazását. A mostani változatban igyekeztünk az opciók külső, strukturális hasonlóságát és az általuk reprezentált választípusok mélystrukturális azonosságát összhangba hozni.

A kutatásunkban alkalmazott módszerek kevésbé informatívak a problémamegoldás pszichikus folyamatairól. Elméleti alapon meghatározható, hogy milyen szintű pszichikus folyamatok zajlanak a vizsgát típusú szöveges feladatok megoldása során. Ezek közül a folyamatok közül kutatásunk a magasabb szintű gondolkodási folyamatokba engedhet betekintést. A feladatmegoldás stratégiájáról (egyáltalán, a stratégiai szintű gondolkodás létezéséről) nyújt információt a válaszmintázatok következetessége. A konkrét válaszmintázat ugyanakkor a tanulók matematikai meggyőződéseinek erejét és jelentőségét illusztrálja. Mivel a matematikai meggyőzések rendszerint a tanulás éveit során a tanulóközösségben formálódnak, eredményeinek a tanulás és feladatmegoldás társas folyamataira, társas normáira is utalnak.

Pedagógiai értékelési és mérőmódszertani szempontból eredményeink azt mutatják, hogy – hasonlóan a korábban vizsgát kontextuális hatásokhoz – a feladatformátumnak nincs döntő szerepe. A tanulók többsége (ráadásul következetesen) a mostani formátum esetén is ragaszkodott a nem realiztikus válaszhoz. Ugyanakkor azt gondoltuk, a zárt feladatformátumból adódóan sokan fölismerik majd, hogy a nem realiztikus megoldás hibás. Mindenesetre a zárt feladatformátumnál is erősen megnyilvánuló tendencia a nem realiztikus válaszok előnyben részesítésére újra a matematikai meggyőzések erősségét, ellenállását jelzik a kontextuális hatásokkal szemben.

A válaszok értelmezését még tovább árnyalja, hogy azonos típusú opciók ugyanazzal a betűjellel (a, b, c) és ugyanabban a sorrendben szerepeltek, így előfordulhatott, hogy a válaszopciók helyzetének elemzése helyett kapott a tanulók gondolkodásában, ezáltal gyengítve a feladatsor validitását. Ezt a jelenséget interjúkkal lehet megvizsgálni.

2.4.2. Implicit tanuló meggyőződések vizsgálata hangosan gondolkodtatás módszerével

A tanulók implicit matematikai meggyőződéseinek másik vizsgálatában a hangosan gondolkodtatás technikáját alkalmaztuk. Kelemen, Csikos és Steklács (2005) részletesen beszámolt az eredményekről magyar nyelven, így különösen indokolt itt a tömör ismertetésre törekvés. A hangosan gondolkodtatás a metakogníció mérési módszerei között bevettnek számít, és szemben a kérdőíves „off-line” módszerrel, Veenman és Van Hout-Wolters (2003) az „on-line” mérési technikák közé sorolja, abban az értelemben, ahogyan az 1.2.2. részben használtuk e kifejezést. A hangosan gondolkodtatás lényege, hogy arra kérjük a problémamegoldót, a problémamegoldás közben próbálja tudatosan követni a gondolatait, és a feladattal kapcsolatos gondolatairól – melyek például a tervezésre, a tanácsstalanságra, a feladat elemzésére, konkrét számolások elvégzésére, vagy az eredmény ellenőrzésére vonatkoznak – folyamatosan számoljon be, mondja ki hangosan azokat. Az interjúk videofelvételre rögzítésével lehetőség nyílt a megfigyelhető tanulói viselkedések utólagos leírására, ezáltal pedig az adatok kvantitatív, kvalitatív elemzésére is. Mivel ebben a vizsgálatban is realisztikus szöveges feladatok szerepeltek, a feladatkitűzés kontextusa nyert különös jelentőséget. A kutatás elméleti előzményeit a 3.2.2 és 3.3.2. részben adjuk meg

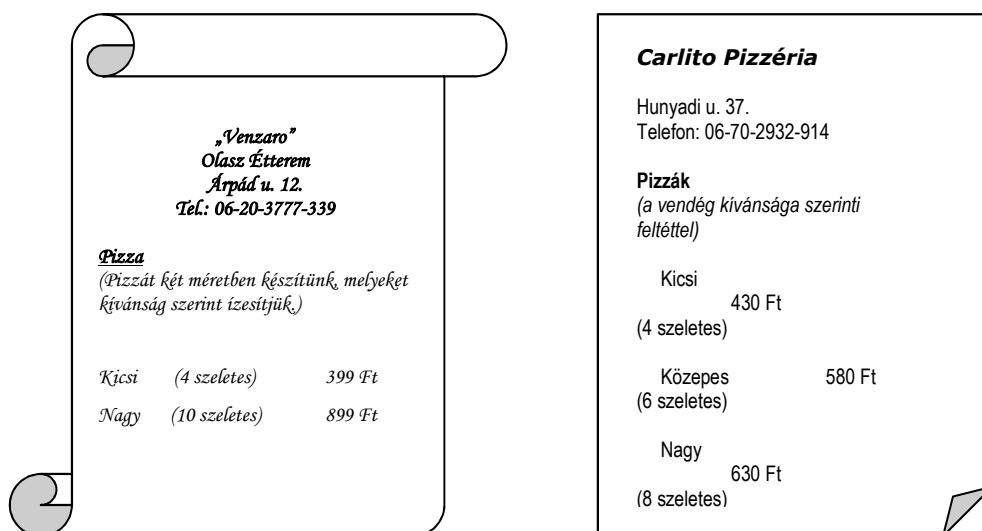
Módszerek

A kísérlet résztvevői 20 Békés megyei 5. osztályos általános iskolai tanuló volt. Közülük tízen az egy évvel korábbi fejlesztő program egyik kísérleti osztályából valók, 10-en egy másik iskola kontroll csoportjából kerültek ki.

Miután a kísérletvezető elmagyarázta, hogyan várjuk el a hangosan gondolkodást, arra kérte a résztvevőt, hogy a feladat megoldása közben folyamatosan számoljon be minden gondolatáról. Az interjú alatt a diákok egy realisztikus matematikai szöveges problémát oldottak meg, mely Kramarski, Mevarech és Lieberman (2001) 7. osztályosok körében használt nevezetes pizza-feladatának egyszerűsített adaptációja volt. A feladat szövegét és a két étlapot a diákok egy A3-as lapra nyomtatva kapták meg. Az A3-as méretet azért használtuk, hogy a videón is lehessen követni, hogy a diák mikor melyik területre néz, mivel foglalkozik. A tekintet vezetése és a gondolkodási folyamatok közötti összefüggést precízebben szemmozgás-vizsgálattal lehet feltárni, és erre a 2.5. részben mutatunk majd példát.

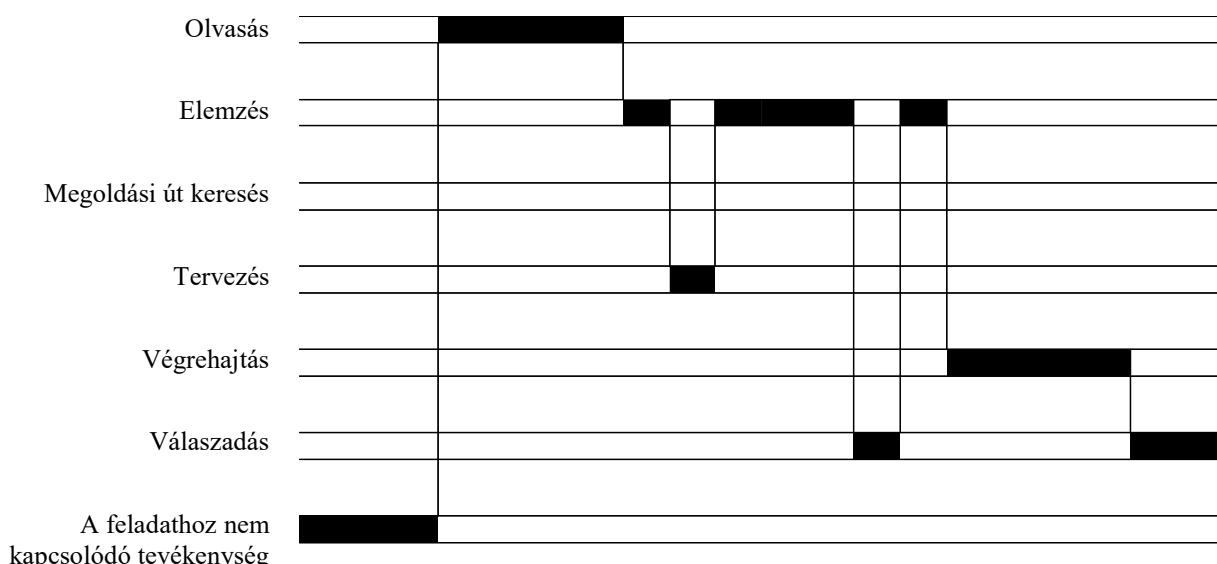
A feladat szövege a következő:

„Az osztály osztálybulit szervez. Az üdítőkről az iskola gondoskodik, az ennivaló megszervezése az osztály feladata. A te feladatod a pizzák megrendelése. Az osztálypénzből erre 5000 Forint fordítható, amin minél több pizzát kellene rendelni. Itt láthatod két helyi pizzériának az étlapját és az árait. Hasonlítsd össze az árakat, válaszd ki a legkedvezőbbet, telefonon hívd fel a választott pizzériát és rendeld meg a pizzákat!”

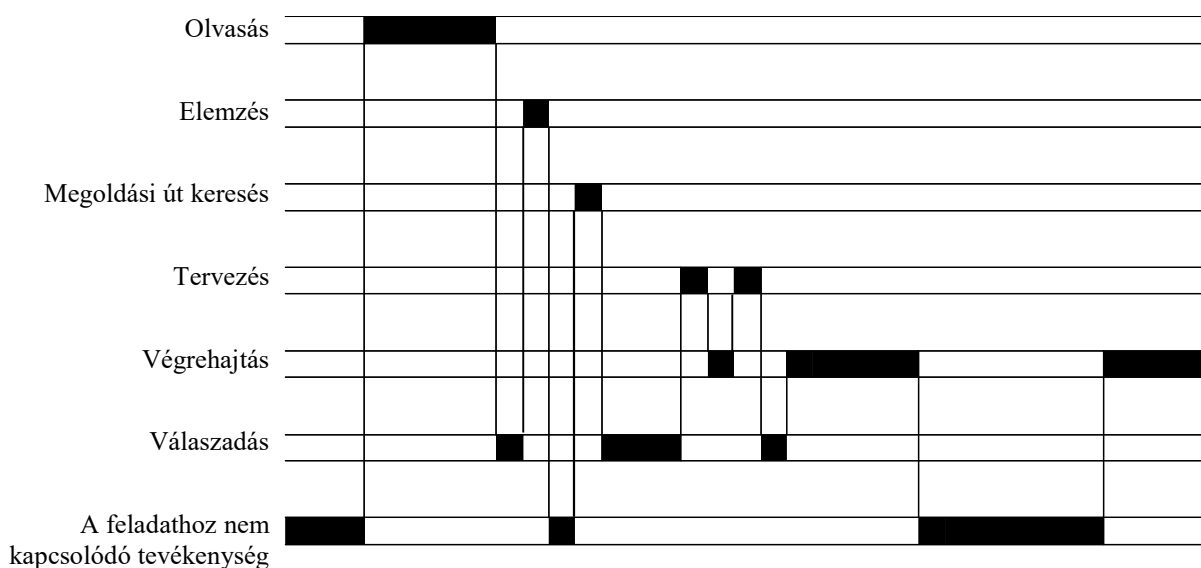


Az interjúk kvantitatív elemzése Schoenfeld 1987-ben publikált kutatásán alapszik, ahol a kutatás vezetője egyetemi hallgatók és matematikusok probléma-megoldási stratégiáit vizsgálta oly módon, hogy a probléma-megoldási folyamatról készített videofelvételek alapján félpercenként meghatározta a problémamegoldó által alkalmazott stratégiák közül a dominánst. A vizsgált stratégia kategóriák a következők voltak: 1. olvasás (read), 2. elemzés (analyze), 3. útkeresés (explore), 4. tervezés (plan), 5. kivitelezés (implement), 6. ellenőrzés (verify).

Kutatásunkban 15 mp-es intervallumonként állapítottuk meg a domináns viselkedéskategóriát. Az eredményeket a Schoenfeld által kidolgozott ábratípussal jelenítettük meg. A 14. és 15. ábrán két tipikus viselkedésmintázatot mutatunk meg.



14. ábra.
Aktív metakognitív tevékenységek jellemző mintázata realisztikus szöveges feladat megoldása során



15. ábra.

Azonnali válaszadásra törekvő, metakognitív tevékenységekben szegényes tevékenységmintázat realisztikus szöveges feladat megoldása során

A hangosan gondolkodtatás módszere tette lehetővé, hogy a feladatmegoldás közbeni tevékenységekről alaposabb elemzés készüljön, és ne a végeredményből vagy egy opció bekarikázásából, hanem a megfigyelt tanuló tevékenységéből következtethessünk a feladatmegoldás folyamatára. A dúsabb metakognitív tevékenységrendszerrel tanúskodó ábra több olyan tanulónál is jellemző volt, akik egy évvel korábban részt vettek fejlesztő kísérletünkben, így kis mintán ugyan, de adataink támogatják a metakognícióra alapozott fejlesztő kísérletünk (ld. 3.2.2 és 3.3.2. rész) hosszú távú fejlesztő hatására vonatkozó sejtésünket.

Az implicit matematikai meggyőződések és a feladatmegoldó stratégiák együttes, innovatív kutatómódszertannal történő vizsgálatát a 2.5. részben folytatjuk, mely a világszerte felfutóban lévő szemmozgás-vizsgálati technika felhasználásáról szól a matematikai szöveges feladatok területén.

2.5. Szemmozgás-vizsgálatok tanulságai a matematikai feladatmegoldás stratégiai folyamatairól

Steklács Jánossal közös kutatásunkban (Csíkos és Steklács, 2013, 2016) a szemmozgás-vizsgálat módszerét alkalmaztuk negyedik osztályos tanulók körében a matematikai gondolkodás stratégiai folyamatainak felderítésére. A szemmozgás-vizsgálatok módszertani jelentőségét elsősorban az olvasáskutatás ismerte föl (Csépe, 2006). Az olvasás

neuropszichológiai folyamatainak feltárásában jelentős eredményeket hozott a szemmozgás fixációs és szakkadikus szakaszainak leírása. A matematikai problémamegoldás pedagógiai szempontú vizsgálatában is egyre elterjedtebb a módszer használata, mivel pontos információ nyerhető arról, hogy mely információegység és hogyan kerül a tanulók látókörébe (attend). Kezdetben a matematikai gondolkodás vizsgálatában a szövegértés kutatási módszereit vették át (Verschaffel, De Corte és Pauwels, 1992). Ennek alapjául nem csupán az szolgált, hogy a matematikai feladatokban általában szövegszerű összetevők is vannak, hanem az a mélyebb felismerés is, miszerint “a számok olvasása ...az architektúra szempontjából hasonló a szavak olvasásához” (Cohen, Dehaene és Verstichel, 1994, 279. o). Emellett újabb kutatásokban a matematikai feladatkitűzés különböző modalitású részeinek vizsgálatában új eljárásokat fejlesztettek ki (ld. Andrá, Lindström, Arzarello, Holmqvist, Robutti és Sabena, 2013).

Két nyilvánvaló előnye van a szemmozgás-vizsgálatoknak a gondolkodás stratégiai elemeinek vizsgálata számára. Az egyik a mérés objektivitása, a másik a feltételezhető érvényessége. Az objektivitás terén lényeges szem előtt tartani, hogy hatalmas adathalmazból kell jól megválasztott, kvantifikált változókat képeznünk. Döntést kell hoznia a kutatónak a vizsgálni kívánt látómező-területről (area of interest, AOI). Matematikai feladatok esetében ezek a vizsgálni kívánt területek lehetnek az információ modalitása miatt érdekes területek (szöveg, ábra), vagy a feladatkitűzés szövegében előforduló, szemantikailag egymástól eltérő elemek.

A szemmozgás-vizsgálatok érvényességének kérdése (azaz: a kutató valóban arról nyer adatokat, amelynek vizsgálatára a módszert alkalmazza) más módszerekkel összevetve értelmezhető. Akár a feladatmegoldás folyamatáról utólag történő beszámolóval (post-hoc interview), akár a feladatmegoldás közbeni hangosan gondolkodtatás módszerével szemben megfogalmazhatók validitási problémák. A hangosan gondolkodtatás érvényességének kérdése a verbális beszámoló tempóján és minőségén túl felveti azt a kérdést, hogy magát a feladatmegoldást hogyan befolyásolja, ha közben a vizsgált személy beszámol az elméjében zajló folyamatokról (ld. 1.2.2. fejezet). A szemmozgás-vizsgálat mindkét módszerrel szemben a gondolkodási folyamatok valós idejű megfigyelésének lehetőségét nyújtja, lehetővé téve olyan gyors folyamatok objektív megfigyelését, amelyekről a vizsgált személy – legjobb szándékát feltételezve – sem tudna beszámolni.

A számnévi modalitás vizsgálatával kapcsolatos kutatásunkban az egyszerű, egy alapl művelettel megoldható matematikai szöveges feladatok megoldásának vizsgálatát összekapcsoltuk egy kevésbé élénken kutatott terület feltárásával. Az egy alapl művelettel megoldható feladatok esetén (mint korábban elemeztük) gyakori a számadatok keresésének stratégiája, és emiatt elmaradhat a megfelelő problémareprezentáció. Alaphipotézisünk az volt, hogy a számnévi modalitás összefügghet azzal, hogy a tanuló követi-e a számadatok kikeresésének stratégiáját, avagy éppen a betűvel írt számnevek használata segítheti elő a megfelelő problémareprezentációt.

Annak oka, hogy a számnévi modalitás jelenségének kutatása kevésbé van jelen a nemzetközi szakirodalomban, elsősorban a didaktikai hagyományok észrevétlen jelenlétén múlhat. A hazánkban jelenleg használt taneszközökben túlnyomóan számjegyekkel írt számneveket használnak. Libor Ildikó tankönyvszerző (személyes közlés, 2013. március 11.) szerint három tényezőnek köszönhető ez a gyakorlat. (1) Bár a magyar helyesírási

szabályzat megengedi, hogy a számneveket akár számjegyekkel, akár betűkkel írhatjuk, a „kialakult gyakorlat” szerint jellemzően akkor használunk betűvel írt számneveket, ha folyamatos, főképpen irodalmi jellegű szövegben rövid szóval kimondható számot írunk le. Amikor statisztikai adat vagy mérték leírása történik, akkor jellemző a számjegyekkel írás. Megfigyelhető, hogy irodalmi szövegekben valóban igen ritkán találkozunk számjegyekkel, emiatt a kivételek feltűnőek, és feldolgozásuk eltérő pszichikus folyamatok igényel. (2) A tanári tapasztalat szerint a betűvel írt számneveket tartalmazó feladatok nehezebbek, ugyanakkor a sorszámneveket és egyszerű, 1 számlálójú törteket betűkkel szokás írni. Az egyik interneten elérhető példatár feladatait elemezve arra jutunk, hogy a 25 mintafeladat közül csupán egy tartalmaz betűvel írt tőszámnevet, és egy továbbiban vegyesen fordultak elő betűvel és számmal írt számnevek. A sorszámnevek betűvel kiírva szerepelnek. (http://www.ntk.hu/c/document_library/get_file?folderId=279536&name=DLFE-21081.pdf) (3) Az előző két ponttal összefüggésben a tankönyveket bíráló szakértőknél jellemző a hagyományok követésének előnyben részesítése.

A Dehaene által kifejlesztett hármaskód-elmélet szerint különböző agyi területek feladata egy halmaz számosságának felismerése (Dehaene, Molko, Cohen and Wilson, 2004). Ebből következően a számolási készséget igénylő feladatok különböző agyi területeket aktiválnak. A számolási készség megfelelő működéséhez mind a betűvel, mind a számmal írt számnevek megfelelő reprezentációjára szükség van. Eseményhez kötött agyi potenciál (EKP) vizsgálat alapján korábban már ismert volt, hogy magyar felnőttek körében a betűkkel megadott számnevekkel felírt összeadási feladatok lassabban mentek, mint a számjegyekkel írtak (Szűcs és Csépe, 2004). Feltehetőleg hozzánk hasonló kultúrkörökben hasonló tendencia igaz, mert például Rayner (1998) összegzéséből tudjuk, hogy a számnevek olvasásakor a fixációs időtartamok a szótagszámtól, a számok nagyságától és előfordulásának gyakoriságától is függenek. Ezek közül a tényezők közül a szótagszám leginkább releváns a számjegyekkel írt számnevekkel való összevetéshez.

Kutatásunk két fő hipotézise mindezek alapján a következő volt:

- a tanulók egyszerű, fordított szövegezésű szöveges feladatokon nyújtott teljesítménye összefügg a feladat egyes részein (szöveges feladat-terület, ezen belül a kulcsszó, számnév-terület) mért fixációs idővel
- a számnév írásmódja és az elvégzendő művelet hatással vannak a megoldás idejére és a különböző fixációs időkre.

Módszerek

Mintaként 24 kecskeméti általános iskolai tanuló szerepelt (13 fiú és 11 lány, átlagos életkoruk 10 év és 5 hónap). Mindegyikük ép vagy korrigált látással rendelkezett, és egyiküknél sem diagnosztizáltak diszkalkuliát.

A felhasznált feladatok rendszerét úgy alakítottuk ki, hogy azok mindegyike egyetlen alapművelettel megoldható, fordított szövegezésű feladat legyen, ahol két-két feladat az összeadás és kivonás műveletéhez tartozik, míg két-két feladat a számmal és betűvel írt számnevekből épült feladatokat képviselte.

A 18. táblázatban bemutatjuk a feladatokat és az említett két szempont szerinti besorolásukat.

18. táblázat A szemmozgás-vizsgálatunkban alkalmazott feladatrendszer

	A feladat szövege	Művelet	Modalitás
	Jancsinak 115 könyve van.		
1	Ez 8-cal kevesebb, mint amennyi könyve Grétinek van. Hány könyve van Grétinek?	összeadás	számjegy
	A falu legöregebb lakója száztizenkét éves.		
2	Nyolc évvel öregebb a feleségénél. Hány éves a felesége?	kivonás	betű
	A legmagasabb egyiptomi piramis 137 méter magas.		
3	Ez 20 méterrel magasabb, mint a nagy világítótorony. Hány méter magas a nagy világítótorony?	kivonás	számjegy
	A futópálya százhuszonöt méter hosszú.		
4	Tizenhét méterrel rövidebb, mint a mi utcánk. Milyen hosszú a mi utcánk?	összeadás	betű

A vizsgálni kívánt tényezők melletti további, a megoldást esetlegesen befolyásoló faktorokat a következő módon igyekeztünk eliminálni. Egyrészt a feladatok hossza, másrészt a feladatokban megjelenő számok nagysága lehet nyilvánvaló befolyással a megoldottság szintjére. A szavak száma az egyes feladatokban rendre 16; 15; 21 és 17. A khí-négyzet-próba szerint ($\chi^2 = 1,20$; $p = 0,75$) fenntartható az egyenletes eloszlás nullhipotézise ilyen adatsor esetén. A feladatokban szereplő számok egyike háromjegyű volt, a másik pedig három esetben kétjegyű, az egyik esetben egyjegyű.

Eredmények

A megoldottsági szinteket összehasonlítva azt nyerjük, hogy a 4. feladat szignifikánsan nehezebbnek bizonyult. A helyes megoldások aránya rendre 46%; 46%; 50% és 21% volt. Mivel Mauchly szfericitás-tesztje alapján a hat páronkénti összehasonlítás különbségeinek varianciája egyenlőnek tekinthető ($W = 0,73$; $p = 0,23$), ezért a következőkben a kísérleti személyeken belüli (repeated measures) elemzésekben nincs szükség statisztikai korrekcióra.

A kutatási hipotézisek vizsgálatához a szemmozgás-vizsgálatban számszerűsíthető változókat definiáltunk és használtunk. Ezeknek a változóknak a köre a matematikai szöveges feladatokkal kapcsolatosan immár két évtizedes hagyományt követ (Verschaffel, De Corte és Pauwels, 1992). A megoldáshoz szükséges idő (RT, response time), az egyes AOI-kra eső fixációk időtartama jelentik a legfontosabb kvantitatív jellemzőket: FDT (a szöveges feladat-elemekre jutó fixációk hossza), FDN (a számnévi területre jutó fixációk hossza), FDK (a kulcsszóra jutó fixációk hossza). Első hipotézisünk arra vonatkozott, hogy

a fixációs időtartamok összefüggnek a feladat nehézségével. Ehhez korrelációs számítást végeztünk, és csupán a harmadik feladat esetén (számjegyekkel írt adatok, kivonás művelettel) nyertünk szignifikáns negatív korrelációs együtthatókat a feladat megoldottsága és az FDT és RT változók között. Ez annyit jelent, hogy a sikeres feladatmegoldással együtt járt a hosszabb megoldási idő és a szöveges feladatelemeken mért hosszabb fixáció.

A számnévi modalitás szerepének vizsgálatához a kétszemponos, kísérleti személyeken belüli, ismételt méréses varianciaanalízist végeztünk. Ennek indoka az, hogy mivel két feladat képviselte az egyik és kettő a másik számnévi modalitást, mindkét esetben egy-egy összeadásos és kivonásos feladattal, a számnévi modalitás önmagában vett hatásának elemzése kevésbé lenne informatív, mint az elvégzendő művelet szerepének egyszerre történő elemzése. A 19. táblázatban bemutatjuk az ismételt méréses kétszemponos varianciaanalízis eredményeit.

19. táblázat

Kétszemponos, ismételt méréses varianciaanalízis eredményei a számnévi modalitás (számjeggyel vagy betűvel írás) és az elvégzendő matematikai művelet (összeadás vagy kivonás) szerepének vizsgálatában

Függő változó	Az ismétléses mérés faktori	F(1,23)	p	η^2 (%)
RT	Számnévi írásmód	10,507	0,004	31,4
	Számtani művelet	1,943	0,177	(7,8)
	Interakció	0,774	0,388	(3,3)
FDT	Számnévi írásmód	0,020	0,888	(0,1)
	Számtani művelet	9,015	0,007	29,1
	Interakció	9,190	0,006	29,5
FDN	Számnévi írásmód	18,391	< 0,001	44,4
	Számtani művelet	2,726	0,112	(10,6)
	Interakció	3,425	0,077	(10,3)
FDK	Számnévi írásmód	3,126	0,091	(12,4)
	Számtani művelet	0,127	0,725	(0,6)
	Interakció	2,463	0,131	(10,1)

Megjegyzés: A nem szignifikáns η^2 -értékek zárójelben szerepelnek.

A 19. táblázat eredményei azt mutatják, hogy jelentős hatást, szignifikáns éta-négyzet értékeket kaptunk a számnévi modalitás szerepére a megoldáshoz szükséges idő (R), a számnévi területen mért fixációs időtartam (FDN) esetén. Ugyanakkor az elvégzendő számtani művelet szignifikáns hatása mutatható ki a feladatok szövegelemeire jutó fixációs időtartamok (FDT) esetén. Ezek az eredmények megfelelnek a várakozásoknak, hiszen – összhangban Szűcs és Csépe (2004) eredményeivel, nagyobb kognitív erőfeszítést igényel a betűvel írt számnevek elolvasása, emiatt a számnévi feladatelemeken hosszabb fixációs idő figyelhető meg, és összességében a feladat megoldásához szükséges idő is megnő.

Az egyes feladatokon mért fixációs időtartamok közötti összefüggések alapján tovább árnyalható a számnévi modalitás szerepéről kapott kép. A 20. táblázat bemutatja a három AOI-típuson nyert fixációs időtartamok közötti korrelációs együtthatókat.

20. táblázat. Feladatonkénti korrelációk a fixációs időtartamok között

		FDN (az adott feladaté)	FDK (az adott feladaté)
1. feladat	FDT	0,742	0,800
	FDN	1	0,690
2. feladat	FDT	0,505	0,575
	FDN	1	(0,068)
3. feladat	FDT	0,901	0,935
	FDN	1	0,830
4. feladat	FDT	0,469	0,739
	FDN	1	(0,218)

Megjegyzés: A nem szignifikáns korrelációs értékek zárójelben szerepelnek.

A 2. és 4. feladatok esetében azt tapasztaljuk, hogy a feladat kulcsszaván és a feladat számnévi elemén mért fixációs időtartamok között nincs szignifikáns összefüggés, szemben a többi változó közötti összefüggéssel, amelyek valamennyi feladat esetén szignifikánsak. A 20. táblázat adatai tehát azt mutatják, hogy a számnévi modalitás megváltoztatása hatással lehet a különböző feladatelemeken mért fixációs időtartamok közötti kapcsolat szorosságára. Jelen esetben az összefüggés hiányát látjuk a betűvel írt számnévi elemre és a feladat kulcsszavára jutó fixációs időtartamok között. Ez úgy értelmezhető, hogy noha a betűvel írt számneveket tartalmazó feladatban a tanulók általánosságban lelassítják az olvasási folyamatot a feladat szöveges elemeinél is, ám a kulcsszó elolvasása nem igényel hosszabb időt. Mindenesetre a számnévi modalitás megváltoztatása a fixációs időtartamok között összefüggések mintázatának megváltozását vonja maga után, ami stratégiai szintű, bár nem feltétlenül tudatos változást jelent a feladat-megoldási folyamatban.

2.6. Fejben számolási stratégiák vizsgálata

A matematikai gondolkodás kisiskoláskori stratégiai elemeinek vizsgálatában ígéretes területnek tekinthető a fejben számolási stratégiák elemzése. A fejben számolás készsége ugyanis egy jól definiált, iskolai és hétköznapi keretek között is tanulmányozható komponensrendszer, melynek működéséről kvantitatív és kvalitatív kutatási eredmények egyaránt rendelkezésre állnak. A fejben számolás esetén is megkülönböztethetők automatikus, tudattalan (legalábbis a beszámoló-képességi értelemben vett tudatosság számára nehezen hozzáférhető) összetevők, és tudatos tervezési, nyomon követő és ellenőrző stratégiák. Az utóbbiak szerepének vizsgálatának megtervezéséhez szükséges áttekintenünk általánosságban véve a mentális számolási készségek folyamatainak kutatási

megközelítésmódjait. A számolási készség automatikus és stratégiai összetevőinek elkülönítésének lehetőségét különféle fogalmi rendszerek és módszerek tanulmányozása nyújtja.

Az idegtudományi vizsgálatoktól (ld. Piazza és Dehaene, 2004) a kognitív pszichológiai vizsgálatokon át (pl. Fürst és Hitch, 2000) az iskolai tankönyvek elemzéséig (ld. Heinze, Marschick és Lipowsky, 2009) számos megközelítésmód jelent meg az elmúlt évtizedekben. Pedagógiai szempontból elsődleges jelentősége a mentális számolás fejlesztési lehetőségeit nyújtó oktatási módszerek tanulmányozásának van. Túl azon, hogy az idegtudományi és kognitív pszichológiai vizsgálatok segíthetnek a számolási nehézségek esetleges szervi vagy pszichikus akadályainak feltárásában, az oktatási rendszer szereplőit a fejlesztés lehetőségeiről a tankönyvekkel és oktatási módszerekkel kapcsolatos kutatások eredményei tájékoztathatják.

Különböző országokban vagy kultúrákban a mentális számolás tanulásának és tanításának eltérő hagyományai és korlátai vannak. A nyelvi faktorok jelentősége jól ismert a szakirodalomból. Miller, Kelly és Zhou (2005) a tízes számrendszer struktúrájának nyelvi transzparenciája szempontjából hasonlították össze az angol és kínai nyelvet. Meglátásuk szerint a nyelvi különbségek hatással lehetnek a számolási készségek fejlődésére, ám ezek a nyelvi különbségek inkább csak legyőzhető akadályoknak tekinthetők. A magyar nyelvben a 10 és 1000 közötti számok névrendszere eléggé hasonló a kínaihoz, és ezt a típusú számnévi rendszert nevezi Cankaya, LeFevre és Sowinski (2012) „szabályosnak” (regular).

A szakirodalomban három nevezéktan született a háromjegyű számokkal fejben végzett összeadás stratégiáinak leírására. A Fuson, Wearne, Hiebert, Murray, Human, Olivier, Carpenter és Fennema (1997), a Heinze, Marschick és Lipowsky (2009), valamint Selter (2001) által publikált nevezéktanok egymáshoz hasonlóan rendszerezik a fejben számolás stratégiáit. Különbség van ugyanakkor a stratégiák megnevezésében, ezért a 21. táblázatban áttekintjük ezeket a taxonómiákat, lehetővé téve összehasonlításukat.

21. táblázat.

A háromjegyű számokkal fejben számolás stratégiáinak nevezéktanai három kutatás eredményei alapján

<i>Példa</i>	<i>Fuson és mtsai (1997)</i>	<i>Selter (2001)</i>	<i>Heinze és mtsai (2009)</i>
$123+456 = 123+400+50+6$	“begin-with-one-number”	stepwise	stepwise
$123+456 =$ $(100+400)+(20+50)+(3+6)$	decompose hundreds- tens-and-ones	htu (hundreds, tens, units)	split
$527+398 = 527+400-2$	change-both- numbers	auxiliary (simplifying)	compensation (simplifying)
$701-698 =$ azzal a számmal, amit 698-hoz adva 701-et kapunk	unknown addend	adding up	indirect addition

A 21. táblázatban bemutatott taxonómiák hasonlóságai és különbségeit elemezve jutunk ahhoz a nevezéktanhoz, amit célszerűnek látunk hazai kutatásainkban használni. Meg kell még jegyezni, hogy a harmadik sorban jelölt stratégia Selter (2001) és Heinze és mtsai (2009) munkáiban két-két stratégiát jelölnek, azonban az ott megkülönböztetett két-két stratégia kutatás-módszertani szempontból egyesíthető.

A továbbiakban Heinze és mtsai nevezéktanát használjuk. Magyar elnevezésként lépésenkénti, helyi érték szerinti és egyszerűsítő stratégiákról beszélünk, valamint az indirekt összeadás kifejezést fogjuk használni. A táblázat alsó sorában szereplő stratégia matematikai szempontból nyilvánvalóan a kivonás műveletéhez tartozik. Azonban a fejben számolásnál gyakran összeadássá alakítjuk át az olyan kivonási feladatot, amelynél a kisebbítendő és a kivonandó speciális nagyságrendű, viszonylag „közel” vannak egymáshoz. Az indirekt összeadás stratégiája az egyik lehetséges fejben számolási stratégia, amit kivonási feladatok esetén használunk (ld. Torbeyns, De Smedt, Stassens, Ghesquière és Verschaffel, 2009).

A 21. táblázatban bemutatott nevezéktanokkal kapcsolatban a koherencia mellett a teljesség kérdése is fölvetendő. Vajon az iskolás korosztályok fejben számolási stratégiáinak összességét látjuk a négy stratégiát megadva? Az idézett szerzők olyan korosztályok vizsgálata alapján alkották meg a nevezéktanukat, amelyekben az írásbeli műveletvégzést még nem ismerő korosztályok szerepeltek. Kutatásunk szerint 4. osztályos korban már megjelenik az a stratégia is, amelyet Hope és Sherrill (1987) munkája alapján az írásbeli műveletvégzés mentális megfelelőjének tartunk. Ebben az esetben a tanuló úgy végez fejben összeadást vagy kivonást, hogy fejben egymás alá leírva elképzei az összeadásban vagy kivonásban szerelő számokat, és oszlopok szerint haladva, az írásbeli műveletvégzés algoritmusát követve végzi el a műveletet. Egyes esetekben ez alig különbözik a helyiérték szerinti fejben számolási stratégiától, azonban amikor az egymás alá írva elképzelt egyjegyű számokkal fejben számolva tízes átlépés történik, akkor lényegesen új fejben számolási gondolatmenet valósul meg, ezért indokolt önálló stratégiaként tekinteni az írásbeli műveletvégzés fejben történő kivitelezésére. Megjegyzendő, hogy Hope és Sherrill eredetileg a mentális szorzás algoritmusaként fedezték föl az írásbeli műveletvégzés mentális analogonját, ugyanakkor a stratégiai terv, miszerint az írásban elvégezni tanult műveletet valaki fejben végzi el, a konkrét számtani művelettől független.

A mentális műveletvégzés stratégiáinak összefüggése a számolási teljesítménnyel

Hope és Sherrill (1987) kutatása nyújtotta az első eredményeket a mentális szorzás stratégiaválasztása és a számolási teljesítmény között. Vizsgálatukban a felső középiskolás (a magyar középiskolai korosztálynak megfelelő) tanulókat két csoportra osztották: a legjobban és leggyöngébben teljesítők csoportjára, és a két csoport stratégiahasználatában markáns különbségeket találtak. A gyöngye számolási teljesítményt nyújtók nagyobb arányban használták az írásbeli műveletvégzés valamilyen mentális megfelelőjét, ám inkább kevesebb, mint több sikerrel. Ezzel ellentétben a jól számoló tanulók a szorzást részfeladatokra, könnyen elvégezhető szorzásokra és a részeredmények összeadására bontották. Lehetséges tehát, hogy az írásbeli műveletvégzés algoritmusát fejben elvégző

tanulók a mentális összeadási feladatokban sikertelenebbek lesznek, mint egyéb, alkalmasabb stratégiát választó társaik?

Torbeys, De Smedt, Stassens, Ghesquière és Verschaffel (2009) kutatása szerint az ifjú felnőttek képesek adaptívan használni az indirekt összeadás stratégiáját, amikor háromjegyű számok közötti kivonást kell elvégezniük. Eredményeik szerint azonban a 4. osztályos tanulóknak csak 15%-a használta az indirekt összeadás stratégiáját, amikor kétjegyű számokkal végzett kivonási feladatot kaptak. A vizsgálatukban szerepelt feladatokban a kisebbítendő és a kivonandó között viszonylag kicsi volt a különbség, tehát egyszerű, fejben végzett összeaddal könnyen adódott a megoldás. A vizsgált korosztályok összehasonlítása azt eredményezte, hogy nem csupán az indirekt összeadás stratégiájának választási gyakorisága változik a gyermekkortól a felnőttkor felé haladva, hanem jelentős szerepe van a szubjektív, egyéni preferenciáknak is.

További kutatások igyekeztek föltárni a fejben számolási stratégiák választása és a számolási teljesítmény közötti kapcsolatokat. Torbeys, Verschaffel és Ghesquière (2006) második osztályos tanulókkal végzett vizsgálatban azt találták, hogy csak a legjobb tanulók voltak képesek a feladat sajátosságaihoz igazítani az általuk használt fejben számolási stratégiát a kétjegyű számokkal végzett összeadási és kivonási feladatokban. A leuveni kutatócsoport egy másik vizsgálatában (Torbeys, Ghesquière és Verschaffel, 2009) ismét ifjú felnőttek szerepeltek, és körükben összefüggés mutatkozott a stratégiaválasztás és a számolási teljesítmény között, amikor kivonási feladatokban a közvetlen fejben kivonási stratégia és az indirekt összeadási stratégia között választottak. Saját kutatásunk közvetlen elméleti előzményeként Heinze, Marschick és Lipowsky (2009) tanulmányát említjük, amelyben harmadik osztályos tanulók nyolc összeadási és kivonási problémát oldottak meg, miközben teljesítményüket és a választott fejben számolási stratégiát is feljegyezték. Összeadási feladatok esetén az egyszerűsítő stratégia esetén adódtak a legmagasabb megoldottsági értékek, tehát ennek a stratégiának a kiválasztása jó indikátora lehet a magas szintű számolási teljesítménynek. A szerzők azért választották a harmadik osztályos korosztályt, mert ez az utolsó olyan évfolyam, ahol intézményesen még nem tanulják a gyerekek az írásbeli összeadás és kivonás algoritmusát.

További kutatási előzményként Foxman és Beishuizen (2002) vizsgálatát emeljük ki, akik egy nagymintás, országos felmérés adatainak újraelemzésével 11 éves tanulók számolási stratégiáit elemezték. Nyilvánvalóan itt nem a mentális stratégiák azonnali, folyamatban megvalósuló működését tanulmányozhatták, hanem az írott tesztekben utólag felderíthető számolásmenetet. A témánkba vágó tesztitem így szólt: $238 + 143 = ?$. A tanulók 81%-a adott helyes választ a kérdésre. A teljes teszten nyújtott matematikai teljesítmény alapján a tanulókat három kategóriába sorolva (élmezőny, középmezőny, alulteljesítők) a választott számolási stratégia elemzése azt mutatta, hogy az élmezőnybe és a középmezőnybe tartozók ezen a konkrét feladaton is sikeresebbek voltak, és ez a két csoport meglehetősen gyakran használta az írásbeli műveletvégzés stratégiáját. A szerzők ezt a fejben számolási stratégiát egyszerűen „algoritmus”-nak nevezték. Az alulteljesítők csoportja ugyanakkor a helyi érték szerinti számolás stratégiáját alkalmazták.

Három dolgot érdemes mindezek után hangsúlyoznunk. Egyrészt – szemben azzal, hogy a szorzás fejben elvégzése során éppen az írásbeli műveletvégzés fejben elvégzéséhez társultak a gyengébb eredmények, jelen esetben, háromjegyű számok fejben összeadása

során az írásbeli összeadás mentális megfelelője hatékony stratégiának bizonyult. Emellett feltűnő, hogy bár a helyiérték szerint haladó fejben számolás tökéletesen illik ehhez a feladathoz ($200 + 100$, $30 + 40$, $8+3$ egymás utáni összeadásával), a jobb teljesítményt nyújtók írásban végezték el az összeadást. Mindemellett ne feledjük, hogy írásbeli matematikai tesztről volt szó, azaz a jobb teljesítményt nyújtó tanulók, miután megtanulják az iskolában az írásbeli összeadás algoritmusát, azt akkor is használják tesztelési körülmények között, ha egyszerűbb módon is kiszámolható az eredmény.

A szakirodalmi előzmények áttekintése után öt kutatási kérdést fogalmaztunk meg, amelyek hátterében az a meggyőződésünk áll, hogy gyorsan változó társadalmi-gazdasági környezetben a tanulók fejben számolási stratégiáinak vizsgálata az a tágabb célkitűzést szolgálhatja, hogy már kisiskoláskorban ismerjék meg saját gondolkodási folyamataikat, és ezáltal a gondolkodás stratégiai összetevőinek, a tervezési, nyomon követő és ellenőrző folyamatoknak fejlettségét és fejlesztési lehetőségeit tanulmányozhassuk. Az öt kutatási kérdés a következő volt:

- (1) Milyen gyorsan és milyen hibátlansággal képesek 10 éves gyerekek fejben háromjegyű számokat összeadni?
- (2) Milyen típusú hibákat követnek el a fejben összeadás során?
- (3) Milyen fejben számolási stratégiák és milyen gyakorisággal jelennek meg?
- (4) Milyen kapcsolat van a számolási teljesítmény és a fejben számolási stratégiák választása között?
- (5) Milyen különbségek figyelhetők meg tanulócsoportok és iskolák között a fejben számolási stratégiák, a számolási teljesítmény és a hibás válaszok típusainak szempontjából? Milyen szerepe lehet a tankönyveknek a különbségek létrejöttében?

Módszerek

Két iskola negyedik osztályos tanulói szerepeltek a vizsgálatban. Az egyik iskola megyeszékhelyen, a másik községben található. Mindkét iskolából valamennyi negyedik osztályos tanuló részt vett a vizsgálatban. A Tanulók igen változatos családi-kulturális háttérrel rendelkeznek, következően a beiskolázási körzetek jellemzőinek. Végül 78 tanuló adatait tudtuk használni a vizsgálatban (40 fiú és 38 lány). Átlagéletkoruk 10 év és négy hónap volt a vizsgálat időpontjában. Az életkor szóródása 9 év 6 hónap és 11 év 9 hónap között volt.

A tanulók fejben számolási stratégiáinak mérése jellemzően egy feladatsor megoldásának elemzésével történik. Egy ilyen feladatsor megalkotása során többféle feladat kerül a megoldók elé, és a feladatrendszer felépítése attól függ, hogy mennyi és milyen matematikai és lélektani szempontot érvényesítünk. Emellett további szempont a vizsgált személyek fáradtsága, figyelem-összpontosító képessége. A tisztán matematikai szempontú feladat-összeállítás a számtani műveletek és a számkör meghatározását jelenti, míg a pszichológiai nézőpont az elméletben már feltárt stratégiatípusok lefedésére törekvést is tartalmaz.

Az általunk kifejlesztett feladatsorban nyolc feladat szerepelt. A kutatási kérdésekkel összhangban a feladatsor lehetőséget adott változatos fejben számolási stratégiák megjelenésére.

$$(1) 342 + 235 =$$

$$(2) 143 + 426 =$$

$$(3) 702 + 105 =$$

$$(4) 284 + 202 =$$

$$(5) 527 + 398 =$$

$$(6) 498 + 256 =$$

$$(7) 701 - 694 =$$

$$(8) 646 - 583 =$$

Az első négy feladat vagy a lépésenkénti vagy a helyiérték szerinti stratégia használatával oldható meg legkönnyebben. Az 5. és 6. feladat az egyszerűsítő stratégia használatát igyekezett előhívni, míg a két befejező feladat matematikai értelemben kivonás volt, ám az indirekt összeadás stratégiájával igen egyszerűen megoldható lett volna. A 21. táblázatban bemutatott stratégiarendszert lefedte feladatsorunk.

A nyolc feladat együttese mint fejben számolási teszt 0,70 Cronbach- α reliabilitást mutatott. A reliabilitást valójában hét itemből számítottuk, hiszen a negyedik feladatot minden tanuló hibátlanul megoldotta. Ez a reliabilitás, figyelembe véve az itemek számát, azt mutatja, hogy a feladatok együttese a háromjegyű számokkal fejben összeadás készségének megbízható mérőeszközének tekinthető.

A tanulókat egyénileg, külön-külön helyiségekben teszteltük abban az iskolaépületben, amelyben tanulnak. Három kutatói asszisztens segített az adatfelvételben, akik előzetes tréningen vettek részt az adatfelvételi procedúra egységességének biztosítása érdekében. A feladatokat egyesével A4-es lapra nyomtattuk, 20-as Times New Roman betűmérettel, középre rendezve, a lap felső részére.

A kutatási asszisztensek átnyújtották a papírlapokat a tanulóknak, mindig a feladat száma szerint soron következőt, és egyúttal elindították a stopperórát. Egy-egy feladatra legfőljebb 60 másodpercet adtunk. Ez az időkorlát egyrészt kutatás-módszertani szempontból, az egységes adatfelvételt szem előtt tartva fontos, másrészt pedig összhangban van Frank és Barner (2012) eredményeivel, akik szerint kétjegyű számok fejben összeadása – gyakorlással – a gyerekek számára 15 másodperc alatt megoldható. A 60 másodperc alatt megszülető esetleges hibás válaszokat a kutatói asszisztensek följegyezték a válaszlapra. Amikor a helyes válasz elhangzott, megállították a stopperórát, feljegyezték a felhasznált időt és átnyújtották a következő feladat lapját.

Amikor a mind a nyolc feladattal végeztek, az asszisztens engedélyt kért a tanulótól a diktafon elindítására, elmondva, hogy a hangfelvételt csak tudományos kutatás céljára használjuk. A tanulókat ezután arra kérték asszisztenseink, hogy mondják el, hogyan oldották meg az egyes feladatokat. A tanulók újra láthatták a feladatokat a korábban nekik adott lapokon. Ha a beszámolóban több másodperces szünet állt be, az asszisztensek egységesen ezt a segítő kérdést tették föl: „Milyen részeredményeket kaptál?”

Eredmények

A tanulói teljesítmény kvantitatív mérésére a sikeres válaszok aránya, a hibás válaszok és a válaszadási idő állt rendelkezésre. Helyes válasz esetén 1 pontos tesztitemként, hibás válasz esetén 0 pontostként kezeltük a feladatmegoldást. A nulla-egy pontozás független volt attól, hogy hangzott-e el és hányszor hibás válasz.

A számolási stratégia megállapítására utólagos elemzési protokollt készítettünk. Két szakértő (gyakorló matematikatanárok, akik emellett tudományos publikációkkal is rendelkeznek) meghallgatták a tanulók hangfájlokban rögzített válaszait, majd egymástól függetlenül megállapították, mely stratégia volt megfigyelhető. Azokból a stratégiákból választhattak, amelyeket a 21. táblázatban bemutatunk, és emellett az írásbeli műveletvégzés mentális megfelelőjét is jelölhették. Utóbbi esetre példa, hogy az $527 + 398$ feladat elvégzése során a tanuló elkezdte 7 és 8 összeadását, majd elmondása szerint képzeletben leírta az 5-öt, „maradt az egy”? és folytatta a tízesekkel az algoritmust.

Technikai gondok miatt 3 tanuló hangfájljait nem tudtuk használni, így a stratégiahasználatról 75 elemű mintából rendelkezünk adatokkal. A független szakértők értéktételei feladatonként 1% és 13% közötti mértékben különböztek, ami egybevág azzal, hogy Foxman és Beishuizen (2002) post-hoc elemzésében is 10%-nyi válasz bizonyult besorolhatatlannak. Figyelemre méltó, hogy az ő elemzésükben a gyengén teljesítők válaszainak 21%-át nem sikerült besorolni, ami arra utal, hogy ezek a tanulók pontatlanul vagy félreérthetően tudták leírni saját mentális számolási folyamataikat. A tanulói önbeszámolók pontossága és hitelessége számos dologtól függ: egyrészt ebben az életkori csoportban (és még felnőttkorban is) a feladatmegoldásban szerepet játszó számolási folyamatok még nem automatikusak, ezért a megoldási folyamat lépései várhatóan valóban igénybe veszik a munkamemóriát (Kirk és Ashcraft, 2001), tehát érvényes módon beszámolhat róluk a vizsgált személy. Másrészt az adatfelvételi protokollal igyekeztünk azt elérni, hogy a tanulók ne érezzék kényszerűt egyik vagy másik, helyesnek vélt stratégia említésére, ha azt valójában nem használták. Mindemellett a korosztály szókincse gyakran nem kellően gördülékeny ahhoz, hogy például a százasok, tízesek, egyesek említése, avagy az írásbeli számolási algoritmus elbeszélése megvalósuljon. Emiatt láttuk célszerűnek két olyan szakértő alkalmazását, akik a gyermeki szókincs alapján képesek beazonosítani a fejben számolási stratégiákat.

Eredményeinket a kutatási kérdések sorrendjében mutatjuk be. A 22. táblázat a tanulói teljesítményeket és a gyakori hibás válaszokat mutatja be. Az első négy feladat esetében a megoldottsági mutató kielégítő (a mérési hibán belül teljes megoldottságot jelez), a következő négy feladat azonban az eredmények jelentős szóródását mutatja. A második oszlop sikeres megoldások arányát, a harmadik oszlop az átlagos megoldási időt, míg a negyedik oszlop a gyakori hibás megoldások mutatja be.

22. táblázat

A helyes megoldások aránya, az átlagos megoldási idő és a gyakori hibás válaszok (ld. még Csikos, 2012c)

<i>Feladat</i>	<i>Megoldottság (%)</i>	<i>Megoldási idő átlaga (szórása)</i>	<i>A leggyakoribb hibás válaszok (zárójelben relatív gyakoriságuk %-ban)</i>
$342 + 235 = 577$	94,9	13,35 (10,36)	5707 (5,1); 5777 (3,8); 587 (3,8)
$143 + 426 = 569$	97,4	10,95 (9,57)	579 (3,8); 590 (3,8)
$702 + 105 = 807$	98,7	5,53 (5,65)	---
$284 + 202 = 486$	100	8,39 (8,90)	---
$527 + 398 = 925$	70,5	24,14 (17,90)	915 (6,4); 625 (5,1)
$498 + 256 = 754$	69,2	22,02 (15,02)	654 (10,3)
$701 - 694 = 7$	52,6	24,37 (16,82)	193 (15,4); 5 (7,7); 16 (5,1); 13 (3,8); 93 (3,8)
$646 - 583 = 63$	50,0	28,28 (14,75)	43 (9,0); 143 (9,0); 163 (6,4); 57 (3,8); 67 (3,8); 137 (3,8)

Megjegyzés: A három esetben ritkábban előforduló hibás válaszokat nem jelenítettük meg.

A 22. táblázat adatai szerint az 5-8. feladatok a megoldottság és a megoldáshoz szükséges idő tekintetében is nehezebbnek bizonyultak. A gyakori hibás válaszok között az úgynevezett „racionális hibák” (Ben-Zeev, 1996) jellegzetes eseteit találjuk, amelyek valamilyen szempontból következetes, ám végül hibás válaszhoz vezető gondolatmenetet jeleznek. Például a 7. feladat esetén a 193 mint gyakori hibás megoldás kijöhet úgy, hogy minden helyiértéknél a nagyobbból elveszi a kisebbet a tanuló: $7 - 6 = 1$; $9 - 0 = 9$; $4 - 1 = 3$, amelyből a tanulók közel hatodánál a 193 adódik végeredményként.

Harmadik kutatási kérdésünk a fejben összeadás stratégiáinak feltérképezésére irányult. Két szakértő újra meghallgatta a rögzített hanganyagokat, és döntést hozott arról, melyik számolásmenet melyik stratégia meglétét jelzi egy-egy adott tanulónál és feladatnál. A 21. táblázatban megjelölt négy szakirodalmi eset mellett ötödikként az írásbeli műveletvégzés fejben elvégzett algoritmusának jeleit vették észre. Ez az ötödik stratégia rokon a helyiérték szerinti stratégiával, matematikai értelemben annak részhalmazát jelenti azzal a specifikummal, hogy a tanuló szavaiból explicite kiderül az írásbeli műveletvégzés szokásos menete. Ez jellemzően az egyesek felől a százask felé haladást, és emellett a “maradt a ...” szófordulat használat jelentette. Olyan esetekben, amikor az egyik szakértő a helyiérték szerinti stratégiát azonosította, míg a másik szerint az írásbeli műveletvégzés mentális megfelelője valósult meg, a szélesebb kategóriát, jelesül a helyiérték szerinti stratégiát rendeltük hozzá az adott tanuló az adott feladatban megfigyelhető stratégiaként.

Néhány esetben más típusú egyet nem értés jelent meg a két szakértő véleményében, és az olyan eseteket „meghatározatlanként” aposztrofáltuk. A 23. táblázat bemutatja az egyes feladatokban megfigyelt fejben számolási stratégiák előfordulási gyakoriságát.

23. táblázat

Az egyes feladatokban megfigyelt fejben számolási stratégiák relatív gyakorisága (%)

<i>Feladat</i>	<i>Lépésenkénti</i>	<i>Helyiérték szerinti</i>	<i>Egyszerűsítő</i>	<i>Indirekt összeadás</i>	<i>Írásbeli algoritmus</i>	<i>Meghatározatlan</i>
342 + 235 = 577	26,7	44,0	-	-	25,3	4,0
143 + 426 = 569	29,3	42,7	-	-	25,3	2,7
702 + 105 = 807	26,7	50,7	-	-	21,3	1,3
284 + 202 = 486	28,0	45,3	-	-	25,3	1,3
527 + 398 = 925	32,0	37,3	-	-	26,7	4,0
498 + 256 = 754	28,0	36,0	2,7	-	28,0	5,3
701 – 694 = 7	36,0	17,3	-	9,3	24,0	13,3
646 – 583 = 63	38,7	21,3	-	6,7	26,7	6,7

Megjegyzés: N = 5

A 23. táblázat adatai szerint a meghatározatlan stratégiák előfordulásának aránya alacsony (1,3% egy tanulót jelent), azaz a két szakértő meglehetősen egyértelműen be tudta sorolni a fejből számolási stratégiákat.

Az első hat feladat esetén három stratégia gyakori előfordulását láthatjuk: lépésenkénti, helyiérték szerinti, írásbeli algoritmus stratégiák. Sőt, ezen a hat feladaton ezeknek a stratégiáknak a megoszlása egyenletes eloszlást mutat (a Kolmogorov-Szmirnov-próba Z értékei rendre 1,03 ($p = 0,24$), 0,60 ($p = 0,86$) és 1,05 ($p = 0,22$) voltak. Az adatokból az következik, hogy a tanulók rendszerint ragaszkodtak egy bizonyos stratégiához a hat feladat során mindvégig. Erre utal, hogy az egyik iskolában a tanulók 78%-a, a másikban 67%-a végig ugyanazt a stratégiát alkalmazta az első hat feladat során.

A tanulók 47%-a mind a nyolc feladaton, végig ugyanazt a stratégiát használta. A ragaszkodás egyetlen stratégiához részben egyéni preferenciákkal magyarázható, ám felvethető a csoportszintű jellemzők szerepének vizsgálata (ld. később, az ötödik kutatási kérdésre kapott eredményeknél). Ismert a szakirodalomból hogy a tanulók tendenciózusan ragaszkodnak egy-egy stratégiához egy feladatsoron keresztül. Schillemans, Luwel, Bulté, Onghena és Verschaffel (2009) szerint ennek oda lehet a stratégiaváltság költsége a mentális erőforrások terén.

A számolási teljesítmény és az alkalmazott stratégiák összefüggései

A stratégiaválasztás hatása a teljesítményre a csoportok teljesítményének elemzésével és összehasonlításával vizsgálható. A számolási teljesítménynek két indikátora van: a megoldottság és a megoldási idő, a stratégiaválasztás pedig szintén legalább két kvantifikálható változóval jellemezhető: az adott feladatnál alkalmazott stratégia és a stratégiahasználat állandósága, uniformitása.

Elsőként a stratégiahasználat és a megoldási idő közötti összefüggést vizsgáljuk meg a feltételezett oksági hatásokat kifejező egyik mutató, az éta-négyzet koefficiens segítségével. Az éta-négyzet mutató a megmagyarázott variancia nagyságát fejezi ki, és oksági kapcsolat esetén a hatásméretnek felel meg. Jelen esetben a feltételezhető oksági irány az, hogy a stratégia választása milyen mértékben befolyásolja a megoldási időt. A megoldási idő mint a számolási teljesítmény kvantifikált jelzőszáma az első négy feladat esetén – melyek megoldása plafon-effektust mutat – kutatásunkban lényegében az egyetlen választható teljesítménymutató az összefüggés-elemzések számára (24. tábla).

24. táblázat

A stratégiahasználat és a megoldási idő között összefüggés éta-négyzet mutatói

<i>Feladat</i>	<i>Éta-négyzet (%)</i>
1	6,5
2	7,4
3	7,2
4	7,1
5	5,1
6	10,1
7	26,7
8	16,3

Cohen (1969) alapján a 24. táblázatban közölt éta-négyzet mutatók a következőképpen értelmezhetők: 1% alacsony, 5% közepes, 16% pedig jelentős hatást indikál. Következésképpen egy adott feladat megoldása során használt számolási stratégiának általában közepes vagy jelentős hatása van a megoldási időre.

A legmagasabb éta-négyzet értékek a két utolsó feladatban az indirekt összeadás stratégiát célzó feladatoknál voltak. A 7. feladatban különösen jelentős volt a választott stratégia hatása a megoldási időre. Emiatt ez a feladat közelebbi elemzést érdemel abból a szempontból, hogy az egyes választott stratégiák konkrétan milyen megoldási idővel jártak együtt. Ez a részletesebb elemzés a 25. táblázatban található.

25. táblázat

Átlagos megoldási idők a 7. feladatnál választott számolási stratégiák függvényében

<i>Stratégia</i>	<i>N</i>	<i>Átlagos megoldási idő</i>
lépésenkénti	15	28.35
helyiérték szerinti	5	28.02
egyszerűsítő	-	-
indirekt összeadás	6	11.77
írásbeli algoritmus	6	38.65
meghatározatlan	7	16.97

Megjegyzés: ANOVA $F = 3,09$, $p = 0,03$

A 25. táblázat meggyőzően illusztrálja, hogy az indirekt összeadás stratégiája bizonyult leghatékonyabbnak ennél a feladatnál, megfelelően a feladatkitűzéskor már rendelkezésre álló információból következő elvárásainknak. A második legjobb időátlagot elérők körében ugyanakkor meghatározatlan maradt a számolási stratégia, vagyis az ide tartozó, viszonylag gyors feladat-megoldási folyamathoz nem társult egyértelműen azonosítható fejben számolási stratégia.

A stratégiahasználat állandósága, uniformitása és a megoldási idő összefüggéseit kutatva a tanulókat két, közel egyenlő létszámú csoportba soroltuk (26. táblázat).

26. táblázat

Átlagos megoldási idő a tanulók két csoportjában: az egyik csoport (uniform) esetén a tanuló mind a nyolc feladat egyazon stratégiával oldotta meg, a másik csoport (stratégiaváltás) legalább két stratégia megfigyelhető.

<i>Feladat</i>	<i>Stratégiahasználat állandósága</i>	<i>Átlagos megoldási idő (zárójelben a szórás)</i>	<i> t </i>	<i>p</i>
1	Uniform (N = 37)	10,24 (8,02)	2,82	0,01
	Stratégiaváltó (N = 34)	17,05 (11,81)		
2	Uniform (N = 38)	10,74 (10,76)	0,11	0,91
	Stratégiaváltó (N = 35)	10,99 (8,12)		
3	Uniform (N = 39)	4,33 (4,69)	1,93	0,06
	Stratégiaváltó (N = 35)	6,87 (6,53)		
4	Uniform (N = 40)	8,72 (11,06)	0,19	0,85
	Stratégiaváltó (N = 35)	8,33 (6,13)		
5	Uniform (N = 31)	24,17 (17,58)	0,03	0,98
	Stratégiaváltó (N = 21)	24,02 (17,78)		
6	Uniform (N = 28)	20,98 (15,07)	0,42	0,68
	Stratégiaváltó (N = 23)	22,76 (15,39)		
7	Uniform (N = 24)	22,29 (16,46)	1,44	0,16
	Stratégiaváltó (N = 15)	30,11 (16,52)		
8	Uniform (N = 24)	27,17 (15,34)	0,50	0,62
	Stratégiaváltó (N = 13)	29,78 (14,98)		

Megjegyzés: Az 1. feladatnál Welch-tesztet használtunk (df = 57,41)

A tanulók 47%-a minden feladatban, végig ugyanazt a fejben számolási stratégiát használta, míg a többieknek legalább egy alkalommal stratégiaváltás történt.

A 26. táblázat azt mutatja, hogy a megoldási idő szempontjából sem a stratégiahasználat uniformitása, sem a stratégiaváltás megvalósulása önmagában nem minősül előnyösnek vagy hátrányosnak, kivéve az 1. feladatot. Ennek oka az lehet, hogy akik „egykönyvűek”, tehát kezdettől fogva egyetlen, számukra ismert fejben számolási stratégiával kezdtek neki a feladatsor megoldásának, az 1. feladatnál nem vesztek időt esetleges döntési helyzetben, amely több lehetséges stratégia megléte esetén fölmerülhetett. Az 1., 3. és 7. feladatokban tendencia látható arra vonatkozóan, hogy az egyetlen fejben számolási stratégiához következetesen ragaszkodók hatékonyabbak lehetne a megoldási idő kihasználásában.

A számolási teljesítmény másik kvantifikált mutatója a feladat megoldottsága volt. A megoldottság és a stratégiahasználat összefüggésének vizsgálatához a kereszttábla-elemzés Cramér-féle V mutatót választottuk (27. táblázat).

27. táblázat

Cramér-féle V értékek a stratégiahasználat és a megoldottságuk közötti összefüggésről (N = 75)

<i>Feladat</i>	<i>Cramér-féle V</i>	<i>p</i>
1	0,28	0,12
2	0,28	0,11
3	0,12	0,80
4	-	-
5	0,18	0,51
6	0,26	0,30
7	0,33	0,09
8	0,25	0,32

Megjegyzés: Mivel a 4. feladatot mindenki megoldotta, ott nem számolhattunk összefüggést.

A 27. táblázat alapján nincs szignifikáns összefüggés egy adott feladat megoldottsága és a használt stratégia között.

Annak érdekében, hogy nem csupán egyes feladatokon, hanem a teljes feladatsoron is vizsgáljunk összefüggés megoldottsági szint és stratégiahasználat között, az uniform és a stratégiaváltó csoportot hasonlítottuk össze. Azok, akik végig ugyanazt a stratégiát használták, átlagosan 3,17 pontot értek el a nyolcból, míg a stratégiaváltók átlaga 2,70 volt. A különbség nem szignifikáns ($t = 1,25$; $p = 0,22$). A két csoport teljesítményét feladatonként összehasonlítva a 8. feladat esetében kaptunk szignifikáns khí-négyzet értéket ($\chi^2 = 3,90$, $p = 0,048$). Összességében tehát – hasonlóan ahhoz, amit a megoldási idők elemzésénél kaptunk, a megoldottság szintje is kevésbé függ a stratégiahasználat jellemzőitől.

Valamennyi eddigi jelenséget megvizsgálhatunk a tanulócsoporthoz közötti különbségek perspektívájából is. Az első két kutatási kérdés (megoldottság és jellegzetes hibák) nem voltak jelentősek az iskolák közötti különbségek. A megoldottság szintje ($t = 0,25$; $p = 0,81$) és a megoldási idő (p értékei 0,25 és 0,99 között változtak az egyes feladatoknál) hasonlóan bizonyultak. Az egyes iskolákon belül ugyanakkor viszonylag jelentős osztályok közötti különbség volt megfigyelhető az 1. feladat megoldási idejében ($t = 2,10$; $p = 0,04$), de nem voltak szignifikáns különbségek a teljesítmény többi mutatójában.

A stratégiahasználat iskolák közötti különbségeit vizsgálva figyelemre méltó különbségeket tapasztaltunk. Az 1. iskola tanulói körében a lépésenkénti stratégia fordult elő igen gyakran, az első hat feladatot tekintve 50% körüli gyakorisággal, míg a 2. iskolában a helyiérték szerinti stratégia volt népszerűbb. A kétmintás Kolmogorov-Szmirnov-próba szerint a 7. feladaton kívül az összes többiben szignifikáns különbség volt a stratégiahasználatban. Ugyanakkor az egyes iskolákon belül nem volt jelentős különbség a két-két osztály stratégiahasználatában.

Megvizsgáltuk azt is, hogy a számolási teljesítmény és a stratégiahasználat közötti összefüggés erősségében mutatkozik-e iskolák közötti különbség. A kapott éta-négyzet értékeket a 28. táblázat tartalmazza.

28. táblázat

Iskolák közötti különbségek a stratégiahasználat és a megoldási idő közötti összefüggést kifejező éta-négyzet mutatókban

Feladat	Éta-négyzet (%)	
	1. iskola	2. iskola
1	4,3	7,1
2	13,8	16,1
3	6,9	6,6
4	8,6	19,3
5	1,0	6,9
6	7,0	20,2
7	23,7	29,3
8	25,8	55,3

A 28. táblázat alapján említésre érdemes különbségek vannak a két résztvevő iskola között. A 2. iskolában a 4., 5., 7. és 8. feladatok esetében találkozunk jelentős hatásmérettel. A két utóbbi feladatnál az 1. iskolában is jelentős éta-négyzet értékek vannak. Ezeknél a feladatoknál tehát a stratégiaválasztás a feladat-megoldási időre igen jelentős hatással van az egyes iskolákban. A tapasztalt különbségek a hatásméret nagyságában feltehetőleg a két gyakori stratégia, a helyiérték szerinti és a lépésenkénti stratégia hatékonyságának különbözőségében rejlenek.

Az eredmények megbeszélése és következtetések

A fejben számolási stratégiák vizsgálatának elsődleges célja a fejben számolási teljesítmény mint készség és a stratégiahasználat mint metakognitív tudáskomponens közötti összefüggések vizsgálata volt. Egy olyan feladatsort fejlesztettünk ki, amely egyrésről alkalmas a szakirodalomban feltárt fejben számolási stratégiák empirikus vizsgálatára magyar tanulók körében, másrészt pedig vizsgálható vele a stratégiák feladattól függő hatékonysága.

A kutatás legfontosabb eredményeit három pontban foglaljuk össze: (1) A stratégiahasználat és a megoldási idő közötti kapcsolat feltárása; (2) a stratégiahasználat uniformitásának, állandóságának kimutatása, és (3) iskolák közötti különbségek bemutatása a stratégiahasználat (de nem a sikeresség és a hatékonyság) terén.

Kutatási eredményeink általánosíthatóságának korlátai legalább három forrásból adódnak. A feladatsor – bár lehetővé tette a szakirodalomból ismert fejben számolási stratégiák megjelenését, ahhoz rövidnek, kevés itemből állónak bizonyulhatott, hogy a fejben számolási készség megbízható mérőeszköze legyen. A 0,7-es reliabilitás ugyan elfogadható, ám jelentősen javítható. Befolyásolhatta az eredményeket a felmérés tanéven belüli időzítése. Negyedik osztályban, a két iskolai félév határán, januárban végeztük az adatgyűjtést. Harmadsorban pedig az iskolák és tanulócsoportok közötti különbség jellegének megállapításához nyilvánvalóan kevés két iskola négy osztályának bevonása.

A tanulók jelentős részének nehézséget okoz fejben összeadni háromjegyű számokat, mikor akár az egyesek, akár a tízesek helyén lévő számértékek összege tíz fölötti. Az indirekt összeadás segítségével, egyszerűen megoldható kivonási feladatokban pedig a tanulóknak mintegy fele kudarcot vallott. A gyakori hibák előfordulásának feltérképezése azt mutatta,

hogy számos rosszul rögzült algoritmus vezetheti félre a tanulókat. Ilyen volt az, amikor kivonásnál helyiértékek szerint haladva mindig a nagyobb számjegyből vonta ki a tanuló kisebbet (érdemes volna mélyrehatóbban, nyelvészeti eszközökkel is megvizsgálni, hogy a kisebbitendő és kivonandó szavak használata hogyan hátráltatja a kivonás műveletének megfelelő megértését és végrehajtását).

A fejben elvégzett írásbeli műveletvégzési algoritmus gyakori megjelenése feltűnő kutatási eredmény volt, így ennek a stratégiának elemzése további figyelmet érdemel. Foxman és Beishuizen (2002) említett tanulmányában a 11 éves tanulók 51%-a használta ezt a stratégiát egy írásbeli teszt megoldása során. A mostani vizsgálatunkban 25%-nyian használták, lényegében függetlenül a konkrét feladattól. Egyrészt az életkori különbség lehet a különbség oka, de legfőképpen a tesztelési körülmények különbségei. Összességében elmondható, hogy az a korosztály, amely már tanulta az iskolában az írásbeli összeadás és kivonás algoritmusát, az annak megfelelő fejben számolási stratégiát szívesen alkalmazza olyan feladatok esetében is, amelynél a felnőtt szakember más stratégiák lát ésszerűbbnek és hatékonyabbnak.

Izgalmas kutatási eredmények vonatkoznak az indirekt összeadás stratégiájának alkalmazására. Torbeyns és mtsai (2009, 2. vizsgálat) a második és harmadik osztályos tanulóknak csak 10%-a, a negyedik osztályosoknak pedig 15%-a használta spontán az indirekt összeadás stratégiáját. Vizsgálatunkban mindkét kivonási feladat esetében 10% alatt maradt az indirekt stratégiát alkalmazók aránya.

A stratégiahasználat állandóságának jelensége két, egymással is összefüggő tényező meglétére utal. Egyrészt a tanulóknak valóban elég korlátozott repertoárjuk lehet a fejben számolási stratégiák terén. Másrészt, hogy a Schillemans és mtsai (2009) kimutatták, a stratégiaváltás mentális erőforrásokban kifejezett költsége akadályozza a stratégiaváltást.

Központi kutatási kérdésünk a stratégiahasználat és a teljesítmény összefüggésére vonatkozott. Ez a kérdés sokrétű, hiszen magában foglalja a stratégiahasználat oldaláról annak uniformitását a feladatsoron keresztül és az egyes feladatokban megfigyelt konkrét fejben számolási stratégiát, a másik oldalon pedig a megoldottság és a megoldáshoz szükséges idő szerepelnek indikátorként. Kombinatorikailag tehát négy kapcsolattípust tudunk végigelemezni a kétszer két eset eredőjeként. (1) Az aktuális, adott feladatban használt stratégia és a megoldási idő közötti összefüggés elemzéséhez éta-négyzet mutatókat használtunk: közepes és jelentős nagyságú összefüggéseket tártunk föl. (2) A stratégiahasználat állandósága avagy a stratégiaváltás jelensége és a megoldási idő összefüggései azt mutatják, hogy nincs jelentős összefüggés a két tényező között. Az egyes feladatokon mérhető megoldási idő szempontjából nincs jelentősége annak, hogy valaki az összes feladatnál ugyanazt a stratégiát használta, vagy képes volt stratégiát váltani. (3) Az adott feladat megoldása során megfigyelhető stratégia és a megoldás sikere közötti összefüggés vizsgálatára Cramér V-statisztikáját használtuk. Az eredmények szerint a 60 másodperces határidőn belüli sikeres feladatmegoldás nem függ a választott stratégiától, azaz többféle fejben számolási stratégia is eredményes lehet. (4) Végül a stratégiahasználat állandósága és a feladatmegoldás sikeressége közötti kapcsolat a 8. feladat esetén mutatott szignifikáns összefüggést. A minden feladaton egyazon stratégiát használók jelentősen alulmúlták a 8. feladaton azokat, akik legalább egyszer stratégiát váltottak. Ez jelen esetben nyilván azt jelenti, hogy a kézenfekvő módon indirekt összeadással megoldható 8. feladatot

nagyobb eséllyel oldották meg azok, akik itt ezt a stratégiát alkalmazták, ugyanakkor a feladatsor első hat feladatának megoldásához nyilván nem az indirekt stratégia használata volt célravezető.

Utolsó kutatási kérdésünk a stratégiahasználat és a teljesítmény csoportok közötti különbségeire vonatkozott. Érdekes eredménynek tartjuk, hogy a teljesítmény terén nem voltak szignifikáns különbségek a két résztvevő iskola és azok osztályai között, ám ugyanakkor a stratégiahasználatban feltűnő iskolák közötti különbségek adódtak. Ugyancsak érdekes, hogy mindemellett az iskolák osztályai között már nem volt különbség a stratégiahasználat szempontjából. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy iskolai szintű különbségek lehetnek a tanított fejben számolási stratégiákban, amelyek a didaktikai hagyományban vagy esetleg tankönyvhasználati különbségben gyökerezhetnek.

Eredményeinek alapján feltételezhető, hogy iskolánként eltérő módon fejlesztették a tanítók a tanulók fejben számolási készségét, és a fejlesztés során más-más stratégiákat emeltek ki vagy ignoráltak. Egyrészt tehát annak jelét látjuk, hogy a fejben számolás stratégiáinak fejlesztése jelen van iskolai keretek között, másrészt pedig a stratégiahasználat fejlesztésének tartalékait az adaptív használat terén látjuk. Az írásbeli műveltségvizsgálattal kapcsolatos kutatásukban Laupa és Becker (2004) megmutatták, milyen ereje van annak, amikor a tanári tekintélyre alapozva vezetünk be egy matematikai algoritmust. Az új, ám hibás algoritmust a gyerekek többsége elfogadta, amennyiben azt a tanári tekintély támogatta, egyébként pedig elutasították azt. Emiatt a tanároknak valódi hatalma és felelőssége van a számolási algoritmusok bevezetésében, és ugyanakkor lehetőségük és felelősségük, hogy a bevezetett stratégiákat a feladat- és tanulói jellemzőkhöz alakítsák (Verschaffel, Luwel, Torbeyns és Van Dooren, 2009).

Lehetséges, hogy a fejben számolási stratégiák alakulásában a tankönyvek is szerepet játszanak, de ez a szerep kevésbé ismert Magyarországon. Heinze és mtsai (200) részletes elemzést végeztek arra vonatkozóan, hogy a németországi tankönyvekben milyen fejben számolási stratégiák jelennek meg. Magyarországon még nem készült ilyen elemzés, aminek egyik oka az lehet, hogy a nálunk használt tankönyvekre az jellemző, mint a német tankönyvek felére: a fejben számolás témáját marginálisan kezelik, nagyjából fél oldalas terjedelemben jelzik azokat „számolási trükként” vagy „fejlett számolási módszerként” (Heinze és mtsai, 2009, 594. o). Egy másik ok lehet az, amit C. Neményi (2004, 14. o.) vett észre: „különböző tankönyvszerzők különböző szerepet szánnak a tankönyvnek”, és a szerzők feltételezik, hogy a pedagógus képes az oktatási módszert a tankönyvhöz igazítani.

Összességében tehát – bár a két iskolában különböző tankönyvet használtak – a stratégiahasználatban tapasztalt különbségek nem feltétlenül mutatják a tankönyvek különbségeit, hanem a tanári meggyőződések és tapasztalat formálhatta iskolánként eltérően a tanulói stratégiahasználatot. Az osztályok között az iskolákon belül már nem tapasztaltunk különbséget, ami iskolai szintű egyeztetésre mutat a stratégiahasználat terén.

Eredményeinkből következtetések fogalmazhatók meg a pedagógiai gyakorlat számára mind az alsó tagozatos oktatás, mind a pedagógusképzés számára. Mivel nincs „optimális” fejben számolási stratégia még egy adott, konkrét feladat esetén sem, nem célszerű egy bizonyos számolási stratégia fejlesztését célul kitűzni, hanem egy stratégiarepertoár kialakítása lehet a cél. E cél eléréséhez vezető úton feltételezzük és biztosítani igyekszünk, hogy a pedagógus aktív szerepet játszik, de nem úgy, hogy segít megfogalmazni a

tanulóknak, mikor milyen stratégiát érdemes használni (Torbeyns és mtsai, 2009), hanem utat engedve a tanulóknak a saját stratégiáik kifejlesztéséhez (Baroody, Cibulskis, Lai, és Li, 2004). Szitányi Judittal közös kutatásunkban (Szitányi és Csíkos, 2015) főiskolai hallgatók kombinatorikai gondolkodásával kapcsolatosan nyertünk hasonló eredményeket: egymástól lényegesen különböző stratégiák alkalmazása hasonló teljesítmény mellett. Mivel a leendő tanítók számára gyakran egyetlen stratégia megtalálása is kihívást jelentett, az általánosságban vett rugalmas stratégiarepertoár kialakítása jelentős jövőbeni kihívás.

A jelenlegi helyzetből indulva olyannak tűnik feladatunk, mintha egyszerre két lépést szeretnénk megtenni: nyilvánvalóvá tenni a pedagógusok számára a rugalmas, adaptív stratégiahasználat fontosságát, és engedni a tanulóknak, hogy fejlesszék saját (pl. fejben számolási) stratégiáikat. Eredményeink alapján a tanulók valóban rendelkeznek kedvelt fejben számolási stratégiával, és feltételezhető az iskolák között meglévő különbségekből, hogy e stratégiák megjelenésében iskolai hatások játszottak döntő szerepet. Mivel pedig egy adott feladatnál jól működő fejben számolási stratégia működése egyéni és kontextuális jellemzőktől is függ, mindenképpen tanácsos egy gazdag stratégiarepertoár kiépítése. Ez valóban egyszerre feladat a pedagógusképzésben és magában az iskolai pedagógiai gyakorlatban.

3. A gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztése iskoláskorban az olvasás és a matematika területén

3.1. A fejlesztés kutatás-módszertani alapjai

A tudományos megismerés egyik alapvető jellemzője a reprodukálhatóság, azaz eredményeink elvi megismételhetősége. Ez összefügg további alapjellemzőkkel, mint az analitikusság és falszifikálhatóság. Gyakorló pedagógusaink – különösen támogató intézményi környezetben – tele vannak innovatív ötletekkel, melyek jóságában, működőképességében hisznek, és munkájukat az szerint végzik. Az utóbbi két évtizedben az orvostudomány irányából megjelent a „jó gyakorlat” kifejezést, amely eredetileg *best practice*, azaz legjobb gyakorlat, és az orvosi gyakorlat olyan eseteinél veszik elő ezeket, amelyeknél még nem történt meg az alkalmazott gyakorlat szabatos, tudományos ellenőrzése. Az orvostudomány felől érkező analógia a pedagógiai gyakorlat és a pedagógusképzés számára is fenntartható, de szükségesnek tartom megőrizni azt az eredeti alapelvet, miszerint törekedjünk a felismert „jó gyakorlatok” empirikus, tudományos ellenőrzésére. A fejlesztés ötleteinek ilyen ellenőrzése a pedagógiai kutatómódszertan szabályainak alkotó felhasználását igényli. Mielőtt a gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztését vizsgáló

kísérletek néhány eredményére rátérünk, a 3.1.1. és 3.1.2. részben összefoglaljuk azokat a kutatás-módszertani elveket, amelyeket részletesen kifejtettünk a Kutatás-módszertani Kiskönyvtár sorozatban megjelent munkánkban (Csíkos, 2012b).

3.1.1. Pedagógiai fejlesztő kísérletek kutatás-módszertani jellemzői

Tekintve, hogy tankönyvi szemléletű, részletes kifejtését adtam a pedagógiai kísérletek kutatómódszertanának (Csíkos, 2012b), most az értekezés további részében leírtak egyfajta bevezetése, indoklása következik. Két olyan kulcsfogalmat járunk körül, amelyek elengedhetetlenek voltak számomra, mikor saját fejlesztő kísérleteket terveztem, és amikor pedagógiai írásművekben elérhető példákból válogattam.

Amikor a kutató egy pedagógiai hatás létezését és ennek a hatásnak a nagyságát igyekszik kimutatni, legtöbbször kvantitatív empirikus vizsgálatot végez. Azaz a valóságban elérhető és vizsgálható alapsokaság egy részét számszerűsített mutatókkal jellemzi. Ettől eltérő vizsgálati típusok is gazdagítják a neveléstudományt, de az esettanulmányok és az esettanulmányokhoz gyakran kötődő kvalitatív megközelítésmód, tudományfilozófiai felfogásunk értelmében korlátozottabban általánosítható, mint a kvantitatív vizsgálatok eredményei.

A vizsgált mintán számszerűsített jellemzőket a kutatómódszertanban változóként, mérhető tulajdonságként, ismérvként említjük, és a számszerűsített tulajdonságok segítségével tudjuk megmondani, a feltételezett hatás létezik-e és ha igen, milyen mértékű. Első alapelvem tehát az, hogy bár végső soron mindig a személyiségfejlesztés céljából végzünk pedagógiai kísérletet, a következtetéseinket a mért változókra fogalmazzuk meg.

Második alapelvem a tervezésnél, hogy lennie kell kontroll körülményeknek, kontroll csoportnak. Az önkontrollos kísérletek, amikor csak kísérleti csoport van, korlátozott általánosíthatóságúak.

A két alapelvből, a változók számszerűsítéséből és a kontrollcsoport biztosításából az következik, hogy elméleti előzményként és saját eredményeink értelmezéséhez is előnyben részesítettük az olyan kísérleteket, amelyek – kevésbé pozitív konnotációval – egyszerűek, formálisak. A legtöbb kísérlet, amely teljesíti a két alapkövetelményünket, néhány tucatnyi tanulóval álló kísérleti csoportot vagy csoportokat és legalább ugyanilyen létszámú kontroll csoportot foglalt magában, és egy vagy kísérleti tényező megváltoztatásának hatását számszerűsítették néhány jól mérhető változón. A kísérleti hatás létezését és nagyságrendjét az APA Publikációs Kézikönyve szerint (APA, 2010) lehetőség szerint egyetlen, jól definiált számadattal, a kísérleti hatás mértékével is meg kell adni.

Jellemző, hogy amikor felbukkan egy új pedagógiai ötlet vagy taneszköz-típus, akkor annak hatásáról különböző országokban, különböző korcsoportokban és változatos kísérleti körülmények között igyekeznek meggyőződni. A kísérleti és a kontroll körülmények közötti mért különbség egyrészt a hagyományos statisztikai összehasonlító próbákkal történik, másrészt a kísérleti hatás kiszámításának egész repertoárja alakult ki a 20. század végére

(Olejnik és Algina, 2000). Számos empirikus kísérlet elvégzését követően nyílik lehetőség arra, hogy a kísérletek eredményeit eggyel magasabb, azaz meta-szinten összegezzék. Az így megszülető metaanalízisek a pedagógiában különösen fontosak (Csapó, 2002) az ismert okok, az egymásra ható bonyolult változókból adódó sokféle kísérleti helyzet miatt.

3.1.2. Mai tendenciák: dizájn kísérletek és randomizált kísérletek

A neveléstudományra jellemző komplexitás, mely miatt Berliner (2002) a legkeményebb tudományterületnek nevezi, oda vezet, hogy a 3.1.1 pontban leírt két szigorú alapelv továbbgondolást nyert a pedagógiai kísérletek világában. A változók elkülönítésének nehézségei miatt jelent meg a dizájn kísérlet ötlete, majd pedig a pedagógiai kísérletek mintavételi sajátosságai miatt vált jelentőssé a randomizált kísérlet fogalma. A dizájn kísérleteket részletesen elemeztem a kutatás-módszertani kis kötetben (Csíkos, 2012b), így a Brown (1992) által kifejtett alapelveket a 3.2 és 3.3 részben előkerülő kísérletek fölvezetése által indokolt tömörségben ismertethetjük.

Saint-Exupéry elhíresült mondása szerint a tervező (dizájnér) nem akkor éri el a tökéletességet, amikor már nincs mit hozzátenni művéhez, hanem amikor már nincs mit elvenni belőle. A pedagógiai kísérletek változóinak nyelvére lefordítva ez a következőt jelenti. A kísérlet során megfigyelni kívánt kísérleti hatást valamilyen változó segítségével írjuk le, azaz legegyszerűbb esetben két lehetséges érték egyike a kísérleti csoportban, a másik pedig a kontroll csoportban érvényes. Például egy új tankönyv kipróbálása vagy ki nem próbálása egy kísérleti változó két értékét jelenti. Óra eleji fejben számolási gyakorlatok végzése 0, 5 vagy 10 percig már három lehetséges értékét képviselik ugyanannak a változónak. A dizájn kísérlet megalkotása során van tehát egy kiinduló ötlet, egy feltételezett hatás, melyet a kontroll csoportban nem valósítunk meg, de a kísérleti csoportban vagy csoportokban már igen. A gyakorlat és a józan ész azonban azt mondja, hogy bonyolult pedagógiai változórendszerekben nem lehet egyetlen dolgot úgy megváltoztatni, hogy az összes többi változatlan maradjon. Ha pl. óra eleji fejszámoló gyakorlatok végzünk, akkor nem csupán a gyakorlatok kerülnek bele a kísérletbe, hanem megváltozik az óra időbeosztása, esetleg új oktatási módszerek kerülnek az osztályterembe, és néha új taneszközre is szükség van a kísérlet lebonyolításához. A dizájn kísérlet lényege, hogy a kiinduló, feltételezett hatáshoz közvetlenül, elengedhetetlenül csatlakozó további tényezőket leírjuk, tudatosítsuk; tekintsük azokat a dizájn részének, melyeket nem lehet elvenni. Ugyanakkor ne tegyünk bele a kísérletbe további olyan változókat, amelyek nélkülözhetők a hatás vizsgálatához, pl. a tervező hiába érzi úgy, hogy a tanterem beosztását, a tanári kérdések teljes rendszerét vagy a pártanulási módszerének bevezetését alkalmazva lenne igazán hatékony a kísérlet, ez utóbbiak már legföljebb egy újabb kísérlet alapötleteként szolgálnak.

A gyakorlatban tehát a kiinduló ötlet magával vonz, maga után húz további változókat, amelyek egy részét a kísérletbe be kell vonnunk, mert egyébként a kísérlet kudarcra van ítélve, de a többi tényezőt ki kell iktatni a kísérletből, azaz a kontroll csoporttal azonos szintet

kell biztosítani. A metakognícióra alapozott fejlesztő kísérletek szükségképpen válnak dizájn kísérletté, mivel az alapötletnek, a tudásra vonatkozó tudás fejlesztésének számos kollaterális következménye van az órai légkörre, az oktatási módszerre és az alkalmazott tanórai feladatokra vonatkozóan is.

A 21. században szárnyra kapott másik szakkifejezés a pedagógiai kísérletek világában a randomizálás. Kis könyvemben (Csíkos, 2012b) külön fejezetben, majd egy tanulmányban (Csíkos, 2015) foglalkoztam a randomizált pedagógiai kísérletekkel. Az utóbbiban néhány számadattal érzékeltettem, hogyan fejtette ki az USA oktatáspolitikája a hatását a randomizált kísérletek elterjedésére. Az elterjedést a szakma belső szabályai is alighanem elősegítették volna, de a törvény és a pénzügyi finanszírozás erejével a folyamat lényegesen felgyorsult. A randomizálás gondolata a pedagógiai kísérletek mintaválasztásából, szervezési kérdéseiből született meg. A pedagógiai kutatók és a kísérletekben résztvevő iskolák közötti együttműködés természetes vagy annak hitt folyamatában ugyanis a kísérletre az iskolákat felkérték vagy maguk jelentkeztek, és mindkét esetben belekerült a kísérletbe egy olyan tényező, amely a természettudományos kísérletekben nem jellemző: ez pedig a kísérletbe bevontság tényéből, érzéséből adódó esetleges többlet teljesítmény. Emellett a kiválasztás vagy jelentkezés alapján történő részvétel gyakran eredményez olyan kísérleti csoportokat, amelyek nem tipikusak arra az alapsokaságra nézve, ahol majd a kísérletek tudományos eredményeit használni szeretnénk. A randomizálás azt jelenti, hogy a kísérlet valamennyi résztvevője közül véletlenszerűen választjuk ki a kísérleti csoportba kerülőket. (Tehát nem felkérés vagy önként jelentkezés alapján.) A randomizálás által fölvetett szervezési és lélektani kérdések komolyak; úgy véljük azonban, hogy átmeneti évtizedek után megszokottá válhat a randomizálás, és megszűnik például az a jelenség, hogy a véletlenszerűségből adódóan kontroll csoportba sorolt iskola sértődötten visszalép egy kísérletből.

Ahol lehetséges, randomizált pedagógiai kísérletek elvégzése indokolt a kutatómódszertan és az oktatáspolitikai egybehangzó javaslata alapján. Amennyiben nem lehetséges ez, vagy nem sikerült megvalósítani, pontosan be kell számolni azokról a körülményekről, amelyek a kísérleti csoportba kerülést meghatározták. A 3.2. és 3.3. részben bemutatott kísérletek nem randomizált kísérletek; ezeket a szakirodalom kvázi-kísérletnek nevezi. Mindenesetre teljesítik azt a két alapelvet, amelyeket a 3.1.1. részben kiemeltünk.

3.2. Metakognícióra alapozott fejlesztő kísérletek az olvasás területén

Valamennyi tudományos könyv, mely a metakognícióra épített iskolai fejlesztéssel foglalkozik, teret szentel az olvasás és a matematika területén zajló fejlesztéseknek, vagy fejlesztési lehetőségeknek (ld. Beran, Brandl, Perner és Proust, 2012; Efklides és Misailidi, 2010; Hacker, Dunlosky és Graesser, 1998, 2009; Hartman, 2001; Larkin, 2010; Peña-Ayala, 2015; Perfect és Schwartz, 2002; Salatas Water és Schneider, 2009). Ezek a kötetek számos olyan pedagógiai kísérletről beszámolnak, amelyek hazai kutatásaink előzményeként

szolgáltak vagy pedig azok eredményeinek értelmezését segítik. Az olvasás és a matematika mellett további eklatáns területként az írás-fogalmazás és az idegennyelv-tanítás jelent meg legtöbbször, és további tantárgyak is helytel-közzel felbukkantak már.

3.2.1. Nevezetes pedagógiai kísérletek az olvasás stratégiai elemeinek fejlesztésére

Az olvasásfejlesztő kísérletek általában a felnőtt vagy érett olvasó olvasási stratégiáit leírva igyekeznek feltárni a fejlesztés lehetőségeit. Pressley (2000), Goldman és Rakestraw (2000) számos stratégiai szintű jellemzőt sorol fel, amely az érett olvasóknál megfigyelhető: pl. tisztában lenni az olvasás céljával, átfutni a szöveget (skimming), a szöveg minőségének megítélése, lelassítás a nehezebben érthető részeknél, bekezdések első mondatainak figyelmes elolvasása, a bekezdésekre tagolás figyelembe vétele az olvasás során.

Az olvasáskutatók által feltárt metakognitív stratégiák nehezen állíthatók párhuzamba az általánosságban definiált metakognitív stratégiákkal. Ez azt jelenti, hogy a matematikai problémamegoldás talán sokkal inkább szekvenciálisnak feltételezhető folyamatait jól tükröző pólyai rendszerhez képest az előbbi bekezdésben említett stratégiák nehezebben csoportosíthatók időrendi fázis szerint. Ha megpróbáljuk a tervezés – nyomon követés – ellenőrzés hármasságba sorolni az eddig feltárt olvasási metakognitív stratégiákat, akkor feltehetőleg egy olvasáskutatók számára irreleváns csoportosításhoz jutnánk. A következőkben egy olyan fejlesztő programba tekintünk bele, amely a nyomon követés (monitoring) fázisához köthető stratégiák megtanításán keresztül bizonyította hatékonyságát.

Tregaskes és Daines (1989, idézi Wray, 1994) 12 éves gyerekek számára dolgozták ki programjukat. (Érdemes megfigyelni, hogy egy olyan korosztályt céloztak meg, amely számára explicit olvasástanítás már nem folyik hazánkban.) A kísérletben részt vevő tanulók öt stratégiát sajátítottak el: (1) szöveg képszerűvé tétele, vizualizálása, (2) triviális és redundáns információ kiszűrése, (3) fogalom-térképek, fogalmi hálók készítése, (4) önmagunk kérdezése a szöveggel kapcsolatos elvárásokról, (5) a megértés folyamatát nyomon követő kártyák (vontaképpen folyamatábrák) használata.

Almasi (2003) könyvében a sokféle stratégiai olvasástanító módszer közül az általa *Strategy Instruction Model*-nek (Stratégia-megtanító Modell) nevezettet mutatja be a legrészletesebben. Ezt a modellt, több más stratégiához hasonlóan a következő ismérvek jellemzik: (1) a tanító explicite megnevez és megtanít néhány olvasásmegértési stratégiát, (2) megmagyarázza, milyen stratégiát hogyan és milyen feltételek mellett érdemes használni, (3) jól megválasztott szövegek segítségével motiválja a tanulókat a stratégiák használatára. A többi hasonló fejlesztő program közül a Palincsar-Brown-féle (1985) kölcsönös tanítás (reciprocal teaching) módszerét emelem ki, amely a Stratégia-megtanító Modellhez képest kevésbé fektet explicite hangsúlyt a motivált stratégia-használatra.

Összehasonlítva a matematika és metakogníció kapcsolatára épülő kísérletekkel, az olvasás és metakogníció kapcsolatáról szóló kísérletek elsősorban laboratóriumi jellegűek.

Mi lehet a magyarázata annak, hogy igen nehéz iskolai környezetből nyert adatokhoz jutni? Véleményem szerint ez magából az olvasásból mint jelenségből következik. Olvasásnak nevezzük az első osztályosok olvasástanulását, olvasás a kötelező olvasmányok elolvasása, és olvasás az egyetemisták legtöbb vizsgára felkészülési tanulási módszere is. A matematika esetében eléggé pontosan sikerült az egyszerű aritmetikai szöveges feladatok világát kijelölni mint olyat, amely jól operacionalizálható, és ugyanakkor releváns része a tananyagnak. Az iskolai olvasástanításban a dekódolási folyamatokat elsajátíttató lépéseken túl nemigen lehet egy zárt részterületet azonosítani, amely konkrét tanegységekhez rendelhető módon releváns része a tananyagnak. A releváns szó azért fontos itt, mert olvasmányszövegek tartalmára alapozva, tankönyvcsaládonként eltérő módon, lehetne ugyan időben lehatárolható egységeket kijelölni, de olyan kísérletből igen nehéz lenne általánosítható eredményekre jutni.

Egy másik probléma, amely nehezíti iskolai olvasásfejlesztő kísérletek tervezését, az a jelenség, hogy a családi-kulturális háttér már-már determinálja az olvasási teljesítményt. Ebből *minimo calculo* az következik, hogy bármilyen empirikus eredmény megítélése attól függhet, hogy mennyire adekvát a háttértényezők leírása. Ha kiderülne, hogy egyik (akár dekódolási szinten értelmezett) olvasástanítási módszer jobb, mint valamelyik másik, akkor ezernyi tényezőnek lehetne tulajdonítani a különbséget, amely tényezőknek nincs közvetlen kapcsolata az olvasás osztálytermi folyamataival (pl. a tanárok óra felkészülésre fordított ideje, az adott módszerrel tanuló diákok rekrutációs jellemzői, egy remek, bár kissé drágább munkafüzet stb.) Harmadik tényezőként, mely nehezíti a tudományos eredmények hasznosítását, a nyelvi különbözőségeket említjük, melyek a sekély és mély ortográfiajú nyelvek közötti különbségből adódóan az olvasás kezdeti szakaszában döntő jelentőségűek, de az olvasási stratégiák fejlődésére és fejlesztésére is hatással vannak.

Ezek után talán természetes, hogy az olvasás stratégiai jellemzőinek fejlesztésére hivatott tréningeket leginkább laboratóriumi körülmények között lehetett elvégezni. Vegyük figyelembe azt is, hogy a fejlesztés nem kizárólagosan tanítás-módszertani jellegű lehet, hanem oktatástechnológiai jellegű is. Ez utóbbira Sanchez, Puzles Lorch és Lorch (2001) kutatása szolgáltat jó példát. 140, pszichológiai kurzust hallgató diák részvételével zajlott a vizsgálat, amelyben két tényezőt változtattak. Egyrészt a diákok egy része egy mindössze 15 perces tréningen vett részt, amelyben a szövegtagoló alcímek (headings) szerepét mutatták be nekik egyszerre szóbeli és írásbeli útmutatással. Másrészt a kísérletben szereplő, a résztvevők által megtanulandó, közel 1500 szavas tudományos szöveg alcímekkel tagoltan és tagolás nélkül is megjelent. Függő változóként a szöveg témáinak felidézését szerepeltették, és azon a teszten a tagolatlan szöveget kapott kontroll csoport szignifikánsan alatta teljesített a másik három csoportnak. Tehát hozzájuk képest akár a szöveg tagolása, akár a szövegtagolást kiemelő tréning pozitív irányban befolyásolta a felsőoktatásban tanulók felidézési teljesítményét. A két tényező együttes alkalmazása ugyanakkor nem tett hozzá további pluszt a teljesítményhez.

A továbbiakban három olyan kutatásról számolunk be, amelyek közvetlen oktatás-módszertani relevanciával rendelkeznek. A kísérletek bemutatása metakogníció-központú lesz. Először a meggyőződések (a deklaratív metatudás) formálásának egy kísérletét, utána néhány olvasási stratégia fejlesztésének hatását mutatjuk meg, végül a csoportos tanulás

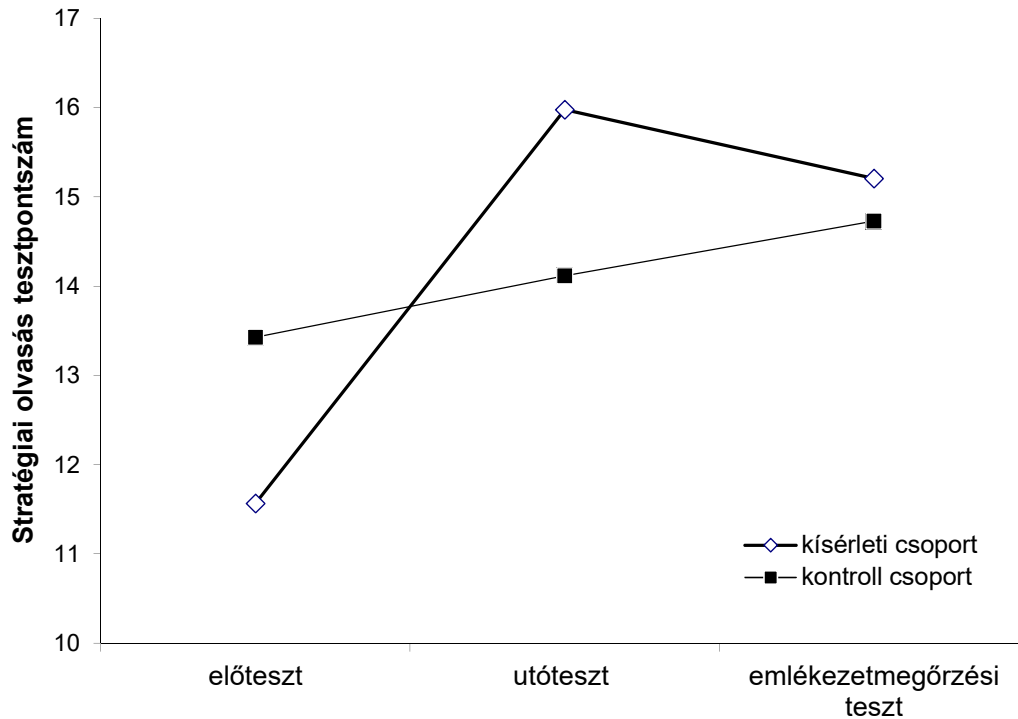
kísérleti vizsgálata lép színre. Mindhárom esetben általános iskolai tanulók voltak a főszereplők.

Anderman, Eccles, Yoon, Roeser, Whigfield, és Blumenfeld (2001) vizsgálata nem valódi pedagógiai kísérlet volt. Elsősorban azért, mert nem történt kvantifikálható változókkal leírható, fejlesztő célú beavatkozás. 3., 4. és 6. osztályos tanulóktól több mérési alkalommal gyűjtöttek adatokat a matematikára és olvasásra vonatkozó személyes véleményükről. A szokásos kérdőív-technika került felhasználásra, jelen esetben 7 fokú Likert-típusú kérdésekkel. A kutatás legfőbb megállapítása az, hogy az osztálytermi folyamatokból előre jelezhető, hogy hogyan fog változni a tanulók szemében a matematika és az olvasás megítélése. (A két tantárgyra vonatkozó kérdések a tanulmányi éntudat (academic self-concept) felmérésére vonatkoztak. Továbbmenve: a tanulmányi éntudatnak a tanulmányi teljesítményben betöltött fontos szerepéről az mondható el, hogy longitudinális vizsgálatok tanulságai szerint a későbbi tanulmányi teljesítményt nagymértékben befolyásolta a korábbi tanulmányi éntudat (ld. Józsa, 2002, ahol a szerző a tanulási énkép kifejezést használta). A fordított irányú kapcsolat, vagyis a tanulmányi teljesítménynek az énképre gyakorolt hatása kisebb mértékű.

A legfontosabb megállapítás tehát az, hogy az osztálytermi tanári gyakorlat egyetlen tanévnyi időszakon belül is hatást gyakorol a tanulók tanulmányi éntudatára. Mégpedig a teljesítmény-orientált praxis negatív, a cél- (vagy elsajátítás-) orientált gyakorlat semleges hatást. Leegyszerűsítésnek tűnhet csupán kétféle tanítási stílusról beszélni, de a fenti dichotómiában megragadható a Nagy József (2004b) által említett „letanítás stratégiája” versus „kritérium-orientált tanítás” kettőssége. A metakogníció kifejezés felhasználásával megfogalmazva álláspontunkat: az olyan tanítási gyakorlat, amely külső elvárásoknak történő megfelelésre épít, károsan befolyásolja azokat a tanulói meggyőződéseket (deklaratív metatudás-elemeket), amelyek a stratégiai tanulás egyszerre kognitív és affektív alapjainak tekinthetők.

Brand-Gruwel, Aarnoutse és Van den Bos (1998) 4. osztályos tanulók körében végzett fejlesztő kísérletet, amelynek elsődleges célja a küszködve olvasók segítése olvasási stratégiák tanítása által. A kísérleti csoport 10 héten keresztül heti 2 fejlesztő órán vettek részt, amelyeken négy stratégiára összpontosítottak: nehéz szövegrészeknél megállás a megértés érdekében (clarifying), kérdések megfogalmazása a szöveg információtartalmával kapcsolatban (questioning), összegzés (summarizing) és annak előrejelzése, hogyan fog folytatódni a szöveg (predicting).

A kísérleti csoport az előteszthez képest jelentősen jobb teljesítményt nyújtott az utóteszteken, sőt, a 3 hónappal később felvett emlékezetmegőrzési (retention) teszteken is eredményesebb volt, ahogyan ezt a 16. ábra szemléletesen elénk tárja.



16. ábra

Olvasásfejlesztő kísérlet eredményei a kísérleti és kontroll csoportok összehasonlítására

[forrás: Brand-Grouwel, Aarnoutse és Van den Bos, 1998, 76. o.)

A harmadik fejlesztő kísérlet, amelyről szót ejtünk, különböző kooperatív tanulási helyzetek szerepét vizsgálta az olvasástanítás és metakogníció szemszögéből (Meloth és Deering, 1992). A vizsgálatban 3. osztályos tanulók vettek részt, és a fejlesztés a Jacobs-Paris-féle IRA kérdőív elméleti kategóriái szerinti olvasási stratégiákra irányult. A résztvevő tanárok 6 órányi felkészítő tréningen vettek részt, melyből 3 óra közös volt és a Jacobs-Paris-kérdőív 4 stratégiájához kapcsolódott (értékelés, tervezés, szabályozás, kondicionális metatudás). A felkészítés másik 3 órája kétféle lehetett: a „jutalom” és a „stratégia” elnevezésű képzésekre bontották szét. Az első esetben a csoportos megbeszélésekben való részvételre történt felkészítés, a másik esetben arra készítették föl a tanítókat, hogy hogyan nyújtsanak információt a tanulóknak a szövegértés kognitív és metakognitív aspektusairól. Mivel mindkét kísérleti kondícióban csoportmunkában folyt az oktatás, a fő kutatási kérdés az volt, hogy a „jutalom” csoportokban vagy a „stratégia” csoportokban jelentősen változik-e a társak közötti kommunikáció minősége, és a kísérletben használt teszteken nyújtott teljesítmény. Az eredmények két pillérét érdemes áttekinteni. Egyrészt a társak közötti, az adott feladatra vonatkozó kommunikáció (academic task talk) minőségének mérőszámaiban mintegy fele-fele arányban bizonyult szignifikánsnak a különbség egyik vagy másik kísérleti csoport javára. Másrészt a szövegértésben és a Jacobs-Paris-féle metakogníció-kategóriákban a „stratégia” kísérleti csoport javára mutatkozott szignifikáns különbség a kísérlet végére, noha a kísérlet megkezdése előtt nem volt jelentős különbség a csoportok

között. Ez a kísérlet is igazolta a metakognícióra vonatkozó ismeretek iskolai keretek közötti explicit átadásának lehetőségét és létjogosultságát.

Gaskins (1994) három kitűnő érvet sorakoztat föl arra vonatkozóan, hogy a gyengén olvasók (poor readers) számára, amilyen korán csak lehet, olvasási stratégiákat tanítsunk. Az első érv szerint a gyenge olvasóktól kevésbé várható, hogy az olvasási folyamatot tudatosító és kontrolláló stratégiák megjelenjenek. A második érv a motiváció erejére utal, amelyet a „Mit? Miért? Hogyan? Hol?” kérdésekre adott válaszok hangsúlyozása jelent. A harmadik érv a korai stratégiai oktatás mellett szól, és azt fejti ki Gaskins, hogy így lehet esély a stratégia-használat automatizálódására. Ehhez azt tehetjük hozzá, – a metakogníció fogalma felől közelítve a leírtakhoz – hogy a stratégia-használat automatizálódása arra ad lehetőséget az élethosszig tartó tanulás során, hogy a metakognitív erőforrásokat például a stratégia-használat rugalmasságának optimalizálására és fenntartására fordítsuk.

Az előző három kísérletet már Metakogníció-könyvemben is szerepeltettem (Csíkos, 2007), így a kutatások folytonosságának és mai relevanciájának érzékeltetésére két metaanalízisről számolunk be.

Scammacca és mtsai (2007) gyengén olvasó serdülőknek szóló fejlesztő program eredményeit elemezték a metaanalízis módszerével. 31 vonatkozó kutatás eredményeit fogták egybe, és megállapították, hogy a kísérletek többsége nem randomizált kvázikísérlet volt. A 31 kutatás egyesített hatásmérete 0,95 volt, ami a Cohen-féle hatásméretre szokásosan érvényes mérőszámok alapján jelentős kísérleti hatásnak minősül. A kísérletek között 12 volt olyan, amely szövegértési stratégiákra épült, és ezeknél a kísérleti hatás még nagyobb volt: 1,23. Ugyanakkor a szókincsre, a szóolvasásra építő fejlesztő programok is hatásosnak bizonyultak még ebben a korosztályban is. A gyakorlati következtetések között első helyen szerepeltették, hogy a serdülőkorban még nincs túl késő az olvasásfejlesztő beavatkozásokhoz. Magyarországon az 5-6. osztálynak kifejlesztett szövegértés-fejlesztő programot tartjuk figyelemre méltónak a stratégiafejlesztés lehetséges legkorábbi időpontját kereső kutatók szempontjából inkább „későinek” tűnő fejlesztő programok közül (Pap-Szigeti, Zentai és Józsa, 2006).

Gersten, Fuchs, Williams és Baker (2001) elemzése nem meta-analízis a szó technikai értelmében, azaz nem szerepel benne összesített hatásméret-bebecslés, és általánosságban inkább tartalmi elemekre koncentrál, azonban teljeskörűsége törekvően tekinti át a tanulási zavarral (learning disabilities) küszködők körében végzett fejlesztő kísérleteket. Érdemes kiemelni, hogy a tanulási zavarok sokfélék lehetnek, de önmagában a jelenség, hogy a szokásostól eltérő, lassabb fejlődési pályát bejárók számára is van értelme szövegértési stratégiákat tanítani, tanulságos. A Gerstenék által elemzett kutatások egy csoportja egyetlen olvasási stratégiának a fejlesztését igyekezett megvalósítani. (A kísérlet fő változója tehát az volt, hogy egy adott stratégia jelen van-e az oktatási folyamatban vagy nincs.) A leghatásosabb kísérletekben ugyanakkor egyöntetűen az volt tapasztalható, hogy a mód, ahogyan a tanár bemutatta a stratégiát és nyomon követte a tanulói alkalmazását, legalább olyan fontos, mint az alapgondolat, ti. egy adott stratégia fejlesztése. Ilyen módon válnak spontán dizájn kísérletekké a metakogníció alapozott fejlesztő kísérletek, merthogy a stratégiatanítás gondolata, a tanári bemutatás, modellezés majd a nyomon követés módszerei összeérnek, egy fejlesztő csomagként tekinthetünk rájuk.

3.2.2. A kombinált olvasás-matematika fejlesztő programunk olvasás modulja

Több fórumon beszámoltunk az első, hazánkban végzett, metakognícióra alapozott fejlesztő kísérletről és eredményeiről (Csíkos 2005a, 2005b). Első kísérletünk külön matematikai és olvasási modulból épült föl. A két modul kifejlesztése során párhuzamosság, a közös elméleti háttérre épülő fejlesztési stratégia érvényesült, de igyekezetünk szerint mindkét modul önállóan is életképes és alkalmazható lett, amit később kéttényezős kísérleti elrendezéssel ellenőriztünk (Csíkos, Kelemen és Steklács, 2008).

Az elméleti problémák áttekintésekor több lehetséges alternatívát vizsgáltunk a kísérlet lebonyolításához. Elsőként a fejlesztendő korcsoport kijelölése vált fontos kérdéssé. Fejlesztő kísérletünk 4. osztályos tanulók körében, a matematika és az olvasás területén alkalmazható metakognitív stratégiák megismertetését, használatuk elősegítését tekintette elsődleges céljának. A 4. osztályos korosztály több okból is érdeklődésünk keresttüzébe került. A metakogníció szakirodalmát látva egyértelmű, hogy a 10-11 éves korosztály a metakogníció több aspektusát illetően a felnőttekéhez hasonló jellemzőkkel rendelkezik (ld. például Flavell és Green, 1999). Ugyanakkor az alsó tagozatos kor végén több alapkészség explicit fejlesztésének utolsó évfolyamáról van szó, amely alapkészségek fejlesztésének lehetséges tartalékait láttuk a metakognícióban (Gourgey, 1998). Érkezett javaslat a fejlesztő kísérletben részt vevő tanítóktól, hogy akár 3. osztályosokkal is meg lehetne valósítani egy hasonló kísérletet, és – mintegy bónuszként – az osztálytanító negyedik osztályban élvezhetné a 3. osztályos fejlesztő munka gyümölcsét. Nincs elvi akadálya metakognícióra alapozott fejlesztő programok kivitelezésének alsóbb évfolyamokon sem, és erre vonatkozóan megemlítjük, hogy Pressley (2000) létjogosultságát látja az elemi iskola 1. osztályában is már az olvasás stratégiai oktatását. Felsőbb évfolyamokon, vagyis felső tagozatban, középiskolában, egyetemeken, de akár idősek körében is lehetséges ilyen fejlesztő tréningeket megvalósítani.

Egy másik döntési alternatívát jelentett, hogy mely tartalmi területekhez kapcsoljuk a kísérletet. A matematika és az olvasás mellett kettős érvrendszert fogalmazhatunk meg. Egyrészt, mind a matematikában, mind az olvasásban gazdag készségrendszer fejlődik az alsó tagozatos évek alatt. A készségrendszer számos komponense automatizálódik (ld. a kognitív rutinok pedagógiai jelentőségéről Nagy, 2000), a készségek felhasználásnak tervezése és a működtetés kontrollja ugyanakkor a metakognitív stratégiák feladata. Másrészt, a matematika és az olvasás két olyan terület, amelyek a kulturális eszköztudás (literacy) kiemelten fontos területei közé tartoznak. Ezt jelzi a nemzetközi és hazai rendszerszintű felmérések témaválasztása és a laikus társadalmi környezet explicit és implicit elvárásai. Alaposabb elemzés megmutatná, hogy e két érvrendszer egy töről fakad. Harmadik érvként Campione, Brown és Connell (1988) munkájára hivatkozunk, akik táblázatszerűen összehasonlították a matematika, az olvasás és az írás tanításának problémáit, az általuk hagyományosnak nevezett, a metakognícióra alapozott fejlesztést elhanyagoló iskolai gyakorlatban. Közös probléma mindhárom területen, hogy: (1) ritkán

vagy csak implicit módon kerül elő a stratégiai szintű gondolkodás fejlesztése, (2) a gyengébb tanulók felzárkóztatására az alapkészségek még extenzívebb súlykolása a terápia, a magasabb szintű gondolkodási folyamatokra szánt erőforrások kárára, (3) a tanulóknak kialakul a meggyőződés, hogy az alapkészségek (dekódolás, számolás, szépírás) elsajátítása a cél.

Meggyőződésem és reményem szerint a közeljövőben bővülni fog a metakognícióra alapozott fejlesztő kísérletekben szerepeltetett tárgyak és – ezen keresztül – alapkészségek köre: például az informatikával, a fogalmazással, az idegen nyelvvel vagy a természettudományos tárgyakkal. A kiterjesztés alapjául az szolgálhat, hogy iskolai és iskolán kívüli kontextusban egyaránt felbukkannak olyan feladatok, amelyek megoldásához az értelem több szintű komponenseinek együttműködésére van szükség.

A fejlesztő kísérlet korcsoportjának és tartalmi területeinek meghatározása után a konkrét hipotézisek megfogalmazása következett. Az általános cél tehát az volt, hogy metakognitív stratégiákat megismertessük, és azok működését fejlesszük 4. osztályos tanulók körében, a matematika és az olvasás területén. A célkitűzés megfogalmazása összhangban van a fejlesztő kísérlet „minimális beavatkozás” (minimal intervention) koncepciójával. 15 tanítási óra egy-egy részének felhasználásával ugyanis két dolog megvalósítása tűnik reálisnak: (1) a deklaratív metatudás gyarapítása, vagyis a matematikai és olvasási stratégiákra vonatkozó verbális, ismeret jellegű tudás és (2) a már működő, de az iskolai feladatok kontextusában háttérbe szoruló procedurális metatudás fölszabadítása. Az első célkitűzést nevezhetjük a metakognitív stratégiák megismertetésére irányulónak, a másodikat pedig a metakognitív stratégiák használatának elősegítését jelenti.

A konkrét hipotézisekben azt fogalmaztuk meg, hogy az utótesztként szereplő, a metakognitív stratégiákat jelentős mértékben aktivizáló mérőeszközökön nyújtott tanulói teljesítményt alapul véve, a kísérleti csoport tanulójának szignifikánsan magasabb az átlaga, mint a kontroll csoport tanulójának. Azt is feltételeztük, hogy a kutatási elrendezésben majd „hagyományos”-nak nevezett mérőeszközökön pedig nem lesz statisztikailag jelentős különbség a kontroll csoport javára. Szabadabb nyelvi kifejezéssel élve: feltételeztük, hogy a kísérlet nem hozza a hátrányba a kísérleti csoport tanulóit amiatt, hogy a kísérleti órákon a hagyományosnak, megszokottnak tekinthető matematikai feladattípusokra és olvasmányszövegekre sokkal kevesebb idő jutott.

További, nagyon fontos kiindulási pontunk volt az általánosíthatóság lehetőség szerinti maximalizálása. Meggyőződésem, hogy a pedagógiai kísérletek eredményeinek általánosíthatóságát úgy tudjuk növelni, ha a lehető legkevesebb tényezőt változtatjuk meg a kísérlet során. A hazai pedagógiai szakmai gyakorlatban ismert kísérletek többsége nagyon sok független változót használ (ld. Bábosik, 1993). Tipikusan ilyenek az úgynevezett iskolakísérletek, amikor egy pedagógiai innováció érdekében egy iskola több jellemzője megváltozik. A fejlesztő kísérletek kvantitatív jellemzését és az eredmények értelmezését egyaránt megkönnyíti, ha kevés független változó szerepel egy kísérletben. A „független” itt azt jelenti, hogy a kísérletvezető által kontrollált jelenségről van szó. Nyilvánvaló, hogy számos jellemzője van a kísérletbe bevont osztályoknak, tanulóknak, tanároknak, amely jellemzők hatással vannak a kísérletre. Ez a számtalan jellemző azonban – ha véletlenszerűen történik a kísérleti osztályok kiválasztása – kiegyenlíti egymást, és lehetővé válik az eredmények általánosítása.

Módszerek

A vizsgálatban 4 kísérleti osztály vett részt. A kísérleti osztályok számát több tényező határozta meg. Elsősorban a kísérleti mintanagyság statisztikai elméletének eredményei (ld. Csíkos, 2004b, 2009a), másrészt az a törekvés, hogy földrajzilag egymáshoz közeli helyeken, hasonló kísérleti körülményeket valósítsunk meg. Ideális mintanagyságként 50-100 közötti létszámot jelöl meg a statisztikai szempontú megközelítés³; az általunk korábban elemzett külföldi fejlesztő kísérletek is hasonló mintanagysággal valósultak meg. A kontroll csoportot legalább ugyanolyan létszámúra érdemes választani, mert ha az előtesztet eredményein jelentős különbség mutatkozna a kísérleti és kontroll csoportok között, akkor random módszerrel el lehet hagyni mintaelemeket a kontroll csoportból, míg az azonos kiinduló-állapot előáll. Fontos szempont volt, hogy a négy kísérleti osztály négy különböző iskolából kerüljön ki, mert ezzel növelhető az eredmények általánosíthatósága, és kísérleti osztály iskolájából ne kerüljön ki kontroll osztály. A kísérlet kvantitatív szempontú megítéléséhez felhasznált mérőeszközök elrendezését a 29. táblázat tartalmazza.

29. táblázat

Fejlesztő kísérletünk mérőeszközeinek elrendezése

Előteszt	Utóteszt	Késleltetett utóteszt
Matematika tudásszintmérő	Matematika tudásszintmérő	„Realisztikus” matematikai szöveges feladatok
Szövegértés teszt dokumentum jellegű szövegekkel	Dokumentum jellegű szövegek	Interjúk
	10 „problematikus” matematikai szöveges feladat	
	„Hagyományos”	

³ Hivatkozott írásomban az optimális mintanagyság kérdését a statisztikai értelemben vett első- és másodfajú hiba, valamint az ω^2 kísérleti hatást becslő mutató függvényeként elemeztük. Nagyobb minta választásával kisebb különbségek is statisztikailag jelentősnek tűnnének, ám csökkenne az a számérték, amely kifejezi, hogy a kísérlet ténye milyen mértékben magyarázza meg a tanulók közötti különbségek alakulását.

A kísérleti program implementációjának lépései a kísérleti elrendezésből és a mérőeszközök rendszeréből adódik. Tájékoztattuk a kollégákat arról, hogy négy kísérleti osztály egyike az övéké. A kísérleti és kontroll csoportok fölkerését követően a kísérleti csoportokban tanítóknak átadtuk a fejlesztő program anyagát, hogy tegyék meg azzal kapcsolatos észrevételeiket. A beérkezett visszajelzések alapján a matematikai fejlesztő programban apró változtatásokat hajtottunk végre: a tizedestörteket vegyes törtekkel helyettesítettük. A kísérleti program megkezdése előtt azonos időben írták meg az előteszteket a kísérleti és kontroll osztályokban is. A szokásos óraszámokból következően a 15 órás fejlesztő program 4-5 hét alatt zajlott le, 2004 tavaszán, március-április hónapokban. Az utóteszt megírására 2004 májusában került sor, a kísérleti és kontroll osztályokban egyaránt. 2004 októberében – az akkor már ötödik osztályba lépett tanulóknak – postáztunk egy újabb szövegesfeladat-tesztet. Mivel az egyik kísérleti osztály záró évfolyama volt az iskolájának, a tanulói különböző intézményekbe szétszóródva folytatták tanulmányaikat, és más osztályokban sem maradt változatlan a tanulói összetétel. Ebből adódóan a készített utóteszt eredményeinek korlátozott az érvényessége. 2005 májusában került sorra 20 gyermek részvételével 15-15 perces interjúk készítésére, amelyek feldolgozása jelenleg folyamatban van, és amelyről egy külön publikáció számolt be (Kelemen, Csikos és Steklács, 2005). A kísérletben alkalmazott mérőeszközök a következők voltak.

Matematikai tudásszintmérő teszt: A Nemzeti Alaptanterv 4. osztályos tanulók számára előírt követelményei alapján szerkesztettük a tesztet, amely nem kötődött szorosan egyetlen tankönyvcsaládhoz sem. Az adatfelvételi objektivitás biztosítása érdekében két tesztváltozat készült, amelyek teljesen azonos matematikai struktúrájú, csupán a számadatokban eltérést mutató feladatokból álltak. A fejlesztő kísérletben nem szerepeltek a tesztbeliekhez hasonló feladatok.

Szövegértés teszt dokumentum jellegű szövegekkel: Négy olyan szöveggel kapcsolatos kérdésekből állt a teszt, amely szövegek a nemzetközi rendszerszintű mérésekben dokumentum jellegüként vannak definiálva (ld. Elley, 1994). Az ilyen szövegek az információ strukturált megjelenítésére szolgálnak, formai megjelenésüket tekintve ide tartozhatnak ábrák, térképek, listák, használati útmutatók stb. Ezeket az anyagokat úgy állították össze, hogy a tanulók keressék, lokalizálják és kezeljék az információt, anélkül, hogy a teljes szövegeket szükséges legyen elolvasniuk. Meggyőződésem szerint a stratégiai olvasástanítás hatékonyan képes javítani a dokumentum jellegű szövegek megértésének színvonalát. A kísérletben felhasznált tesztet előzetesen kismintás vizsgálatban kipróbáltuk, és az egyik feladatot ez alapján módosítottuk.

10 problematikus matematikai szöveges feladat: A Verschaffel és mtsai (1994) által publikált feladatrendszer úgynevezett „párhuzamos” feladatai. Verschaffel, Greer és De Corte (2000) számos nemzetközi felmérés adatait ismerteti, amelyek a feladatok kipróbálása során születtek. Ezekhez az adatokhoz csatlakozik a 2002 tavaszán lebonyolított hazai felmérés, amelynek adatait a könyvben részletesen bemutattuk. A tanulói válasz 1 vagy 0 pontot ért itt is, aszerint, hogy felismerhető-e benne úgynevezett „realisztikus reakció” vagy sem.

Hagyományos olvasásteszt: A Dózsa Mónika által készített tesztben vegyes típusú szövegek fordulnak elő, és változatos feladattípusok tesztelik a tanulói szövegértést. A dokumentum jellegű szövegeket tartalmazó feladatlaptól abban különbözik elsősorban, hogy a fejlesztő programban nem szereplő szövegtípusok találhatók benne. Ilyen módon a tantervi követelményekre épülő matematikai tudásszintmérővel analóg a szerepe a kísérletben.

Realisztikus matematikai szöveges feladatok: A Kelemen Rita (2005) által összeállított feladatlapon különböző nemzetközi mérésekből ismert matematikai problémák mélystrukturálisan analóg változatai szerepeltek. A feladatsor összeállításakor a metakognitív stratégiák alkalmazásának tesztelése szerepelt elsődleges szempontként, de több olyan feladat is szerepelt, amelyekhez hasonló nem fordult elő a fejlesztő programban. A kitöltött tesztek független külső szakértők javították és kódolták, írásbeli útmutató alapján, díjazás ellenében. A tesztek javító kollégáknak nem adtunk információt arra vonatkozóan, hogy melyek a kísérleti osztályok, azonban tudták azt, hogy egy fejlesztő kísérlet eredményességének megítélésében van szerepe a teszteredményeknek.

A fejlesztő feladatok rendszere

Kísérletünk az egytényezős kísérletek közé tartozik, hiszen egyetlen független változónk az volt, hogy valamely tanulócsoport részt vett-e a 2x15 órányi metakognitív tréningben vagy sem. Ennek ellenére szakmai szempontból mégis két önálló fejlesztő programról van szó. A programok összeállítása során Molnár Éva, Zsigmond István és Tarkó Klára kritikai észrevételeit és véleményét igyekeztem figyelembe venni.

Az olvasásfejlesztő program szerkezete. Kezdeti törekvésünk az volt, hogy olyan metakognitív stratégiákat azonosítsunk, amelyek a területfüggetlenséggel asszociálható jellemzőikben közösek a matematika és az olvasás területén (Csíkos, 2003d). Bár vannak érdekes empirikus eredmények a metakogníció terület-általános jellegéről (Veenman, Elshout és Meijer, 1997; Veenman és Beishuizen, 2004), és Gordon Györi (2001) a tudástranszfer és metakogníció fogalmak szoros összekapcsolásával ezt erősíti, a kísérleti program implementációja szempontjából célszerű volt különböző elnevezéssel, terület-specifikus metakognitív stratégiákat kijelölni a két, önálló szerkezetű tréningben. Az olvasási stratégiák kiválasztásánál is egyrészt az általános olvasási stratégiákról elmondottak szolgálhatnak kiindulási pontként, másrészt már meglévő fejlesztő programok, elméleti rendszerek stratégiái. A nevezéktant Almasi (2003) könyvére építettük, és az olvasási programunkban is megfigyelhető a gyakorlatban sokszor működőképes hármas felosztás: tervezés, nyomon követés, értékelés. Az olvasást megvalósító kognitív folyamatok sajátosságai a hármas felosztásban más arányokat jelentenek. Így 6 egységet használtunk föl a szöveg-anticipációs (lényegében: tervezési) folyamatok fejlesztésére, 4 egységet a szövegkezelő (lényegében: nyomon követő) és kettőt a javító (lényegében: az értékelés részterületét jelentő) stratégiák fejlesztésére. Újabb sajátosság a matematikához képest, hogy kevésbé válik szét egy-egy fejlesztő óra esetén a deklaratív és a procedurális metatudás fejlesztése (30. táblázat). A program külső jegyei, vagyis a rövidege és az egyes tanítási egységekhez rendelt stratégiák, Brand-Grouwel, Aarnoutse és Van den Bos (1998) idézett tanulmányában lelnek közvetlen szakirodalmi előzményre.

30. táblázat

Fejlesztő programunk olvasási moduljának áttekintése

Óra	Stratégia	Rövid tartalmi leírás
1	szöveg anticipációs stratégiák I.	kérdések megfogalmazása tankönyvi olvasmányszövegről
2		az olvasót érdeklő információ kiszűrése dokumentum jellegű szövegből
3		információ kigyűjtéséhez szükséges idő mérése
4	szöveg anticipációs stratégiák II. (előzetes tudás, skimming)	előzetes tudás aktiválása az olvasnivaló címe alapján
5		szövegtípustól függő olvasói elvárások a megtalálható információról
6		annak meghatározása, hogy milyen korosztálynak szól egy adott szöveg
7	szövegkezelő stratégiák	táblázatok a szövegben vagy a szöveg helyett
8		a szövegtagolás szerepe
9		ábrakészítés célszerűsége adott szöveg esetén
10	javító stratégiák	mentális képek, táblai rajzok szerepe
11		az újraolvasás szükségességének megítélése
12		a lelassítás szükségességének megítélése
13	integrálás	1., 2. és 3. óra feladatainak áttekintő átismétlése
14		7. és 8. óra feladatainak áttekintő átismétlése
15		11. és 12. óra feladatainak áttekintő átismétlése

Megfigyelhető a 30. táblázatban az a szisztéma, hogy a fejlesztő program felépítése az olvasás fázisai alapján definiált stratégiasorrendet követi, azaz az úgynevezett olvasás előtti stratégiákkal kezdtünk, a szövegkezelő, szövegfenntartó stratégiákkal folytattuk, és a javító stratégiák maradtak a végére, míg a kísérlet legvégén egy integráló fázis következett.

Eredmények

Mivel a reliabilitás-mutató populációfüggő jellemzője a mérőeszközöknek, a 31. táblázatban megadjuk az együttes és a külön-külön vett mintákon számolt értékeket is.

31. táblázat

Az előtesztek Cronbach- α reliabilitásmutatói

Mérőeszköz	kísérleti csoport	kontroll csoport
matematikai tudásszintmérő teszt „A” változat (36 item)	0,92	0,91

matematikai tudásszintmérő teszt „B” változat (36 item)	0,83	0,94
szövegértés teszt dokumentum jellegű szövegekkel (24 item)	0,77	0,81

A tudásszintmérő tesztek reliabilitása megfelel az ilyen típusú mérőeszközöktől elvárt értékeknek. A szövegértés teszt kevesebb itemből áll, és ismert, hogy az itemszámtól hogyan függ a reliabilitás értéke (ld. Horváth, 1990). Walsh és Betz (1990) szerint a képességtesztektől 0,7 fölötti reliabilitás már elfogadható, különösen, ha az adott képességteszt konstrukt validitása nehezen igazolható. Mivel a reliabilitás-értékek korrelációs értékeként is definiálhatók, a közöttük lévő különbségek nagysága is értelmezhető. Az együttthatók közötti különbségek – ilyen szemmel nézve – olyan csekélyek, hogy azt mondhatjuk, mindkét mérőeszköz mindkét populációban megfelelően mért. Ugyanez volt a helyzet az utóteszt megízhatóságával is.

A 32. táblázatban közölt reliabilitás-értékek egyöntetűen jelzik, hogy az utóteszt mindkét populációban megízhatóan mértek. Kiemelendő, hogy a Dózsa Mónika által készített olvasásteszt mennyire magas Cronbach- α együttthatókkal rendelkezik mindkét populációban. A mindössze 10 itemből összeállt feladatsor meglepően magas reliabilitású a kísérleti csoportban, és nem megfelelő megízhatóságú a kontroll csoportban. Úgy fogalmazhatunk, hogy a Verschaffel és mtsai által egy jelenség illusztrálására, demonstrálására kifejlesztett feladatsor pszichometriai értelemben tesztként kezd viselkedni olyan egy populációban, amely részt vett egy metakognícióra alapozott fejlesztő tréningen.

32. táblázat

Az utóteszt Cronbach- α reliabilitásmutatói

Mérőeszköz	kísérleti csoport	kontroll csoport
matematikai tudásszintmérő teszt „A” változat (36 item)	0,90	0,93
matematikai tudásszintmérő teszt „B” változat (36 item)	0,93	0,90
szövegértés teszt dokumentum jellegű szövegekkel (24 item)	0,82	0,80

hagyományos olvasásteszt (70 item)	0,96	0,96
10 problematikus szöveges feladat	0,82	0,64

A 33. táblázatban az előtesztek fontos mutatóit közöljük.

33. táblázat

Az előtesztek alapvető leíró statisztikai mutatói

Mérőeszköz	kísérleti csoport		kontroll csoport	
	átlag	szórás	átlag	szórás
matematikai tudásszintmérő teszt (elérhető pontszám:36)	21,55	7,53	19,19	8,34
szövegértés teszt dokumentum jellegű szövegekkel (elérhető pontszám: 24)	14,95	3,64	14,02	4,29

Mivel a matematika előteszt A és B változatai között nem volt szignifikáns különbség, ezért a két változatot összevontan kezeltük. Leíró statisztikai szempontból az mondható el a táblázat adatairól, hogy 50% fölötti átlagos megoldottságúnak bizonyult mindkét mérőeszköz, és ez egybecseng a norma-orientált értékelés eszköztárát felvonultató nagymintás mérések során tapasztalt átlagokkal. A szórás-értékekkel kapcsolatban azt állapíthatjuk meg, hogy az összpontszám %-ában kifejezett értékek (21 és 23 a matematika tesztnél, 15 és 18 az olvasástesztnél) szintén a nagymintás méréseinkben megszokott értékek körül ingadoznak. Az olvasásteszt eredményeinek kisebb szóródása szembeűnőbb a relatív szórás megadása esetén: 35 és 43, illetve 24 és 31 a megfelelő %-os értékek. A 34. táblázat az utóteszt fontosabb leíró statisztikai adatait tartalmazza.

34. táblázat

Az utótesztek alapvető leíró statisztikai mutatói

Mérőeszköz	kísérleti csoport		kontroll csoport	
	átlag	szórás	átlag	szórás
matematikai tudásszintmérő teszt (elérhető pontszám:36)	23,57	7,85	21,06	7,93
szövegértés teszt dokumentum jellegű szövegekkel (elérhető pontszám: 24)	16,55	4,17	15,13	3,84
hagyományos olvasásteszt (elérhető pontszám: 70)	39,95	15,02	33,34	12,30
10 problematikus szöveges feladat (elérhető pontszám: 10)	4,13	2,72	1,90	1,54

Az előtesztként is szereplő két mérőeszköz, a matematikai tudásszintmérő és a dokumentumszöveges olvasásteszt átlagairól és szórásairól ugyanazokat a megállapításokat tehetjük, mint korábban. A hagyományosnak nevezett olvasásteszt nehezebbnek bizonyult a tanulók számára (57 illetve 48%-os megoldottsággal), és a matematika teszthez hasonló magas szórásértékeket kaptunk, akár az elérhető maximális pontszámhoz, akár az átlaghoz viszonyítunk.

A 35. táblázatban az előtesztek összehasonlítása található. Fontos volt megmutatnunk, hogy az előteszteken elért átlageredmények között nincs szignifikáns különbség, azaz vélelmezhető a két csoport hasonló kiinduló tudásszintje.

35. táblázat

A kísérleti és kontroll csoportok összehasonlítása az előtesztek alapján

Mérőeszköz		Levene-próba		kétmintás t-próba	
		F	p	t	p
matematikai	tudásszintmérő	0,497	0,482	1,948	0,053
teszt					
szövegértés	teszt dokumentum	1,795	0,182	1,534	0,127
jellegű szövegekkel					

Ezek után azt az izgalmas kérdést fogjuk megvizsgálni, hogy az utóteszteken milyen különbségek figyelhetők meg a kísérleti és a kontroll csoportok között. Emellett az is érdekes kérdés, hogy külön-külön a két csoport esetén volt-e jelentős változás az eredményekben az azonos elő- és utóteszteken. A két kérdést mintegy egyesíti majd a következő szakaszban előkerülő kísérleti hatás-vizsgálat. A 36. táblázat mutatja az utótesztek összehasonlító adatait.

36. táblázat

A kísérleti és kontroll csoportok összehasonlítása az utótesztek alapján

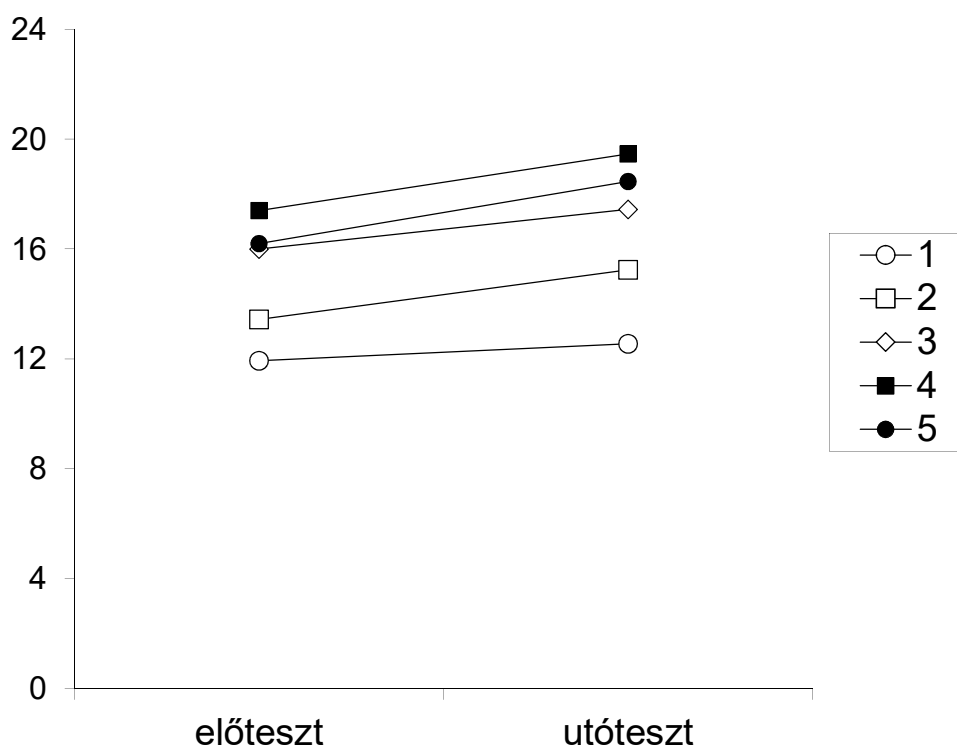
Mérőeszköz		Levene-próba		kétmintás t-próba	
		F	p	t	p
matematikai	tudásszintmérő	0,308	0,580	2,087	0,038
teszt					
szövegértés	teszt dokumentum	0,694	0,406	2,320	0,022
jellegű szövegekkel					
hagyományos olvasásteszt		3,476	0,064	3,161	0,002
10 problematikus szöveges feladat		39,427	< 0,001	6,627*	< 0,001

*Megjegyzés: A *-gal jelölt érték esetén az átlagok összehasonlítására a Welch-próbát alkalmaztuk.*

A 10 feladatból álló feladatsor részletes elemzését a 3.3.2. részben találjuk. Amint a leíró statisztikai táblázat alapján várni lehetett, a legtöbb feladat esetében a kísérleti csoport javára mutatkozott szignifikáns különbség ($p < 0,05$ szinten). Két kivétel adódott: az „iskola” és az „edény” feladatokban nem volt statisztikailag jelentős az átlagok különbözősége.

A kísérleti csoport további jellemzőjeként az egyes teljesítménycsoportokba tartozó tanulók eredményváltozását vizsgáljuk meg azon a két teszten, amelyek elő-és utótesztként is funkcionáltak. Az egyenlő létszámok és induló teljesítmények kialakítása során 5 teljesítménycsoportba soroltuk mind a kísérleti, mind a kontroll csoport tanulóit.

A matematika előteszten nyújtott teljesítmény szerinti 5. csoport eredményváltozását a dokumentum-jellegű szövegek olvasástesztjén követjük nyomon a 17. ábrán.



17. ábra

A kísérleti csoport tanulóinak teljesítményváltozása az olvasás teszten a matematikai előteszt alapján képzett teljesítménycsoportokban

A 17. ábra tömör, vizualizált üzenetét úgy fogalmazhatjuk meg, hogy a fejlesztő program mindegyik képességszinthez tud fejlesztő hatást hozzátenni, azaz nem elfogult sem a gyöngébb, sem a jobb teljesítményűek irányába.

A kísérleti hatás kiszámítása

Tanulmányomban (Csíkos, 2004b) igyekeztem részletesen bemutatni azokat az alapelveket és konkrét képleteket, amelyek alapján egy pedagógiai kísérlet eredményességét egyetlen, dimenzió nélküli számba lehet sűríteni. A számítás stratégiai alapja a „megmagyarázott

variancia” intuitív fogalma, a konkrét képletek pedig a variancia-analízisben szereplő mennyiségek (például a Fischer-féle F hányados) felhasználásával becsülhetők. Az egyik legelfogadottabb becslési mód a kísérleti hatás vizsgálatára az ω^2 (ómega-négyzet)-mutató, amelynek becslésére Keppel (1991) a következő képletet adja meg az egyik legegyszerűbb lehetőségként:

$$\omega^2 = \frac{(a-1) \cdot (F-1)}{(a-1) \cdot (F-1) + a \cdot n},$$

ahol a a kísérletben résztvevő csoportok száma, n pedig az egy-egy kísérleti csoportban található mintaelemek száma. Ez a képlet a kísérleti és kontroll csoport azonos létszámát tételezi föl, de ez a feltétel esetünkben teljesül.

Értelemszerűen a kísérleti hatás kiszámítása az utótesztek esetében értelmes és releváns dolog. Az átlagok összehasonlításával már megtudtuk, hogy a kísérleti csoport javára szignifikáns különbségek vannak. A kísérleti hatás kiszámításával a 37. táblázatban azt igyekszünk számszerűsíteni, hogy a kísérlet végén a tanulók között megfigyelhető különbségek milyen mértékben vezethetők vissza a kísérleti elrendezésre. Jelen esetben a kísérleti elrendezés egyszerűsége miatt úgy fogalmazhatunk, hogy a tanulók között a kísérlet tényével magyarázható különbségek nagyságát határozzuk meg.

37. táblázat

A kísérleti hatás értékei a négy utóteszten

Mérőeszköz	kísérleti hatás
matematikai tudásszintmérő teszt	0,019
szövegértés teszt dokumentum jellegű szövegekkel	0,025
hagyományos olvasásteszt	0,050
10 problematikus szöveges feladat	0,200

A kísérleti hatás nagyságának megítéléséhez Cohen (1969) kutatói tapasztalaton és statisztikai megfontolásokon egyaránt nyugvó álláspontját követjük. Ezek szerint a 0,01-nyi hatásméret kicsiny, a 0,06-os érték közepes, a 0,15 pedig nagy. Ha százalékban fejezzük ki ezeket az értékeket, akkor például az mondható, hogy a 15%-os kísérleti hatás azt jelenti, hogy a kísérleti elrendezés a kísérlet végén a tanulók között kialakuló különbségek 15%-át magyarázza meg.

3.2.3. A továbbfejlesztett olvasásfejlesztő programunk

Steklács Jánossal közös kutatásunkban a 3.2.2. részben kidolgozott olvasásfejlesztő program továbbfejlesztésével foglalkoztunk. Az eredményeket előbb egy amerikai lapban (Steklács és Csíkos, 2009), majd a kombinált olvasás-matematikai programmal összevontan az Efklides és Misailidi (2010) által szerkesztett kötet fejezeteként mutattuk be (Csíkos és Steklács, 2010a). Ebben az új programban is olvasási stratégiák explicit fejlesztése volt a cél. A korábbi fejlesztő programhoz képest négy változtatást tettünk. (1) A valamennyi olvasási stratégiát átfogó integráló szakaszt megnyújtottuk, a korábbi egyötödös időbeli arányt egykettedre növeltük. (2) Az olvasási stratégiák szokásos három nyalábját kiegészítettük egy deklaratív metatudást fejlesztő blokkal, melyben az olvasásra vonatkozó meggyőződések kaptak főszerepet. (3) A nyolc hetes program 32 magyarórát vet igénybe, tehát erőteljesebb, kifejezettebb volt a beavatkozás, és (4) a hetente bevezetett új stratégiák gyakorlása folytatódott a rákövetkező hetekben, azaz lépcsőzetesen, kumulálva épült a programunk. A kumulatív építkezés Garner (1987) elképzeléseinek hatása, aki kiemelte az olvasási stratégiák folyamatos gyakorlását.

Módszerek

A kísérletben 158 tanuló vett részt, akik 4. osztályba jártak és 10 és 11 között volt életkoruk. A kísérlet egy megyeszékhelyen és egy közeli községben zajlott. öt kísérleti és négy kontroll osztályt vontunk be 94 és 64 tanulóval. A változatos, heterogén családi-kulturális háttér az eredmény nagyfokú általánosítását teszik lehetővé.

A kísérlet mérőeszközeként Steklács János szövegértés tesztjét használtuk elő- és utótesztként egyaránt. Két leíró szöveghez társított 14 nyílt végű kérdésből állt a teszt, mely az egyszerű információ-visszakereséstől a következtetések levonásáig többféle szintű kognitív tevékenységet mért. Sőt, az egyik kérdés kifejezetten az olvasás metakognitív, reflektív szintjét célozta: “Te hány részre osztottad volna a szöveget a tartalma alapján? Adj címeket az egyes részeknek!” A mérőeszköz megbízhatósága megfelelő volt: Cronbach- α 0,74 volt előtesztként, és 0,71 utótesztként. Báthory (1992) és Elley (1994) alapján választottunk szocio-ökonómiai háttérkérdéseket, mivel ezek hatása az olvasási teljesítményben régóta ismert és hangsúlyos.

A fejlesztő program szerkezetét a 38. táblázatban mutatjuk be.

38. táblázat. Olvasásfejlesztő programunk szerkezete

Stratégiák	1. hét	2. hét	3. hét	4. hét	5. hét	6. hét	7. hét	8. hét
Sémaaktiválás	x	x	x	x	x	x	x	x
Előzetes áttekintés	x	x	x	x	x	x	x	x
A szöveg letapogatása	x	x	x	x	x	x	x	x
Folyamatolvasás		x	x	x	x	x	x	x
Szöveganticipáció		x	x	x	x	x	x	x
Jóslások ellenőrzése		x	x	x	x	x	x	x
Érzékszervi ingerek aktiválása			x	x	x	x	x	x

Összegzés				x	x	x	x	x
Következtetés				x	x	x	x	x
Szintetizálás				x	x	x	x	x
Metakognitív tudás	x	x	x	x				

A 38. táblázatban felsorolt stratégiák sorrendje követi az első olvasásfejlesztő programunkban kifejtett logikát: olvasás előtti, olvasás közbeni és olvasás utáni stratégiák szerepelnek. A programunk sajátossága volt, hogy a kísérleti osztályokban a tanítók explicite megnevezték az éppen bevezetett és fejlesztett stratégiákat, és olyan módszerekkel dolgozták föl a szövegeket, hogy a tanulók meggyőződhesse az olvasási stratégiák hatékonyságáról. A kísérletet megvalósító kollégák tanmenetet és instrukciókat kaptak a kísérleti programhoz. Legfontosabb újdonságként számukra a folyamatolvasás stratégiája szerepelt (Adamikné, 2001), melynek lényege, hogy a dekódolás folyamatát megszakítva a már elolvasottak megértését és a következőkben várható információkat is megbeszéljük egymással és a tanítóval a tanulók. A szöveganticipációs stratégiák fejlesztése a gyakorlatban azt jelentette, hogy miután a tanulók megfogalmazták sejtéseiket egy előttük álló szakasz tartalmára vonatkozóan, a sejtéseket ellenőrizték, megvitatták és esetleg cáfolták.

Eredmények

Az eredmények szerint az utóteszten szignifikáns különbség volt a kísérleti és kontroll csoport teljesítményében, $F(1, 157) = 9,30$, $p < 0,01$. A kísérleti hatás mértékére a Cohen-féle f^2 -mutatót számítottuk ki, amely a megmagyarázott varianciát kifejező egyik hatásméret. A hatásméret így 5,7%-nak bizonyult. Az előteszten elért eredmény kovariánsként használva a kovarianciaanalízis szignifikáns csoporthatást jelzett: $F(1, 157) = 17,23$, $p < 0,001$, 10%-os parciális éta-négyzet mellett, és az előteszt hatása ugyancsak szignifikáns volt: $F(1, 57) = 64,21$, $p < 0,001$, 29%-os parciális éta-négyzettel. Nemek közötti szignifikáns különbsége nem mutatkozott a teljesítményben. Az eredmények ismét a metakognícióra alapozott fejlesztés eredményességét jelezték. Mivel az ökológiai validitást olyan módon igyekeztünk előmozdítani, hogy a kísérleti csoportokban is a rendes tankönyvi olvasmányok szerepeltek írott szöveggént, az eredmények általánosíthatóságát is biztosítva látjuk.

Az eredeti és a továbbfejlesztett olvasásstratégia-fejlesztő kísérleteink eredménye arra mutatott rá, hogy 4. osztályos tanulóinknak hasznára van a stratégia alapú tréning. Természetesen a stratégiákra alapozott olvasásfejlesztés nem tudja teljes mértékben kompenzálni az automatikus működő készségekben megmutatkozó különbségeket; ezt a közepes hatásméret jelzi. Eredményeink üzenetét olyan módon is meg tudjuk fogalmazni, hogy 4. osztályban, amikor a dekódoló készségek fejlődésének közel sem értek a végére a tanulók, a hozzátett metakognitív tudáselemek, beleértve a deklaratív és procedurális összetevőket is, jobb teljesítményt eredményeznek a szövegértésben.

3.2.4. A szöveganticipációra építő fejlesztő program

Korábbi két metakognícióra alapozott olvasásfejlesztő kísérletünkben a tervezési stratégiák klaszterében már szerepeltek az éppen olvasandó szöveg tartalmára vonatkozó előrejelzések, jóslások, sejtések. Steklács Jánossal közös, az Országos Neveléstudományi Konferencián publikált kutatásunkban (Csíkos és Steklács, 2010b) a szöveganticipációs stratégia került a középpontba, és egyúttal a fejlesztés hatásainak ellenőrzésére új módszereket dolgoztunk ki.

Módszerek

Hét 3. és 4. osztályos tanulócsoport vet részt a kísérletben, amely önkontrollos kísérlet volt, így a hatékonyság vizsgálata helyett elsősorban a vizsgálati módszerek fejlesztése állt a középpontban. A kísérleti osztályok tanítói egy tanár-továbbképzési programunk résztvevőiként vállalták a kísérleti anyagok kipróbálását. Húsz tanítási órához készítettünk átlagosan 20 perc alatt elvégezhető tananyagot. Mindegyik leckéhez egy-egy rövid meserészletet, mondát vagy anekdotát csatoltunk. A szöveganticipációs stratégiák fejlesztése az alábbi menetet követte:

- A tanító felolvasta az olvasmány címét, és két percig gyűjtötték a tanulói ötleteket arra vonatkozóan, hogy milyen jellegű lesz a feldolgozandó szöveg.
- Miután a tanító elárulta, hogy milyen műfajú szöveg következik, további három percig gyűjtöttek ötleteket arra vonatkozóan, hogy kik lesznek a történet szereplői, milyen események zajlanak majd és vajon nehéz vagy könnyű lesz-e elolvasni a szöveget.
- A tanító ezután hangosan, a tanulók pedig némán olvasni kezdték a szöveget, és megálltak az első bekezdés végén. Itt ismét beszélgetés kezdődött arról, hogy az eddigi sejtéseik beváltak-e és fenntartják-e korábbi nézeteiket a könnyű vagy nehéz olvashatóságról.
- Az olvasás folytatódik és még egy vagy két helyen (amit a kutatók megjelöltek a szövegben) megállnak és az előző lépést megismétlik.

A kísérlet elején és végén is ugyanazt a szövegértési tesztet töltötték ki a résztvevők. Egy kevésbé ismert népmese szövegéhez csatlakozott néhány kérdés, különböző szövegértési összetevőket mérve. A teszt végén az IRA-kérdőív (ld. 2.1. részét az értekezésnek) néhány, a már ismert empirikus adatok birtokában különlegesnek számító iteme szerepel. A kísérletet megvalósító tanítókat emellett arra kértük, minden óráról készítsenek egy-egy oldalnyi naplót, amelyben érdekes szöveganticipációs gondolatokat és a tanulók között párbeszéd egy-két érdekes mondatát leírják. Ez utóbbi adataink a kvalitatív kutatómódszertan eszközeinek alkalmazásával várják publikálhatóságukat, így az eredményeknek a kvantitatív részét ismertetjük röviden. A kvalitatív adatok összességében azt üzenték, hogy a tanulók jobban szeretik az olyan elbeszélő szövegeket, amelyekben sok

párbeszéd van, és különösen kedvelik a meséket. A 9. lecke szövege egy monda részlete volt, és az első bekezdés elolvasása után egy tanuló megjegyezte: “Ezt a szöveget nehezebb less olvasni egy meséhez képest, mert itt olyan szereplők vannak, akiket nem ismerünk.”

Eredmények

A szövegértési teszt első része 8 itemes volt, és a tanulók a plafonhoz közeli átlagot érték el (7,44 előtesztként, és 7,67 utótesztként), ami magyarázatot ad az éppen elfogadható alacsony reliabilitásra (Cronbach- α 0,65 volt előtesztként és 0,72 utótesztként). Ahogyan Báthory (1992) kiemelte Bloom tanulásmélete nyomán a tanulás során bekövetkezett változásokat az affektív és kognitív szférában egyaránt, úgy igyekeztünk az IRA-kérdőív néhány kérdésével mért kognitív-affektív összetevők változását nyomon követni a vizsgálatban. Az IRA-kérdőív Tervezés alskálájának tételeit választottuk, mert eddigi hazai eredményeink alapján az olvasás folyamatának tervezési fázisa rejti a legtöbb tanulságot és fejlesztési potenciált. A szereplő itemeken a kísérlet résztvevői a korábbi országos átlagnál magasabb átlagokat érték el, leszámítva egyetlen itemet, melyen viszont a kísérlet alatt, a két mérési időpont között eltelt mintegy másfél hónap alatt sem mutatkozott változás. Ez pedig az ominózus 19-es item:

Mielőtt belekezdesz az olvasásba, milyen tervet készítesz, hogy jobban menjen az olvasás?

0 pontos opció: Nem szoktam tervet készíteni. Csak elkezdek olvasni.

1 pontos opció: Keresek egy kényelmes helyet.

2 pontos opció: Átgondolom, miért is fogok olvasni.

Meglepő volt számunkra, hogy a 20 órányi tréning végére a 102 válaszadó között még mindig 39-en választották a 0 pontos opciót és csak 33-an a 2 pontosat. Ez fölvet egy máig nyitott tudományos kutatási kérdést: Milyen mértékben lehet a deklaratív tudáselemek fejlődése előzetes és milyen mértékben utólagos a procedurális metakognitív elemek fejlődéséhez képest? Lehetséges és célszerű-e olvasási stratégiákra vonatkozó deklaratív tudáselemeket előzetesen fejleszteni, az olvasási stratégiák fejlesztését megelőzően, és az olvasási stratégiákat legalább utólagosan spontán vagy pedagógusi segítséggel lehet-e támogatni a stratégiákra vonatkozó deklaratív tudáselemek kimondásával, tudatosításával? A tudás természetére vonatkozó meggyőződések örökzöld kérdése a területspecifikusság (Muis és Franco, 2009), ami itt olyan formában vetődik föl, hogy vajon a gondolkodási folyamatok tervezésének általános ötletét milyen tantárgyban és milyen módszerrel tudjuk hatékonyan kifejleszteni.

3.3. Metakognícióra alapozott fejlesztő kísérletek a matematika területén

3.3.1. Nevezetes pedagógiai kísérletek a matematikai gondolkodás stratégiai elemeinek fejlesztésére

A 3.2.1. részhez hasonlóan itt is előbb a Metakogníció-könyvben már szerepelt három matematikai fejlesztő programról szólunk, majd két metaanalízis fogja megerősíteni azt az elképzelést, hogy érdemes a matematikai gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztését hazai kísérleti fejlesztő programokkal vizsgálni.

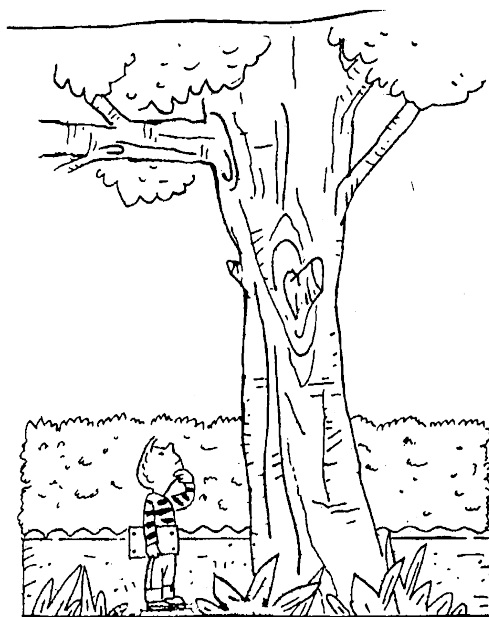
„A flamand fejlesztő program” névvel a Verschaffel és mtsai által 1999-ben publikált kísérletet illetjük. Ezt mutatjuk be legrészletesebben, mert hazai fejlesztő programunk kidolgozásához ez volt a legközvetlenebb előkép. A flamand fejlesztő programot autentikusan jellemzi De Corte (2001, 424. o.): „Az osztályterem tanulási környezetét alapjaiban változtattuk meg... A négy résztvevő kísérleti osztály tanulási környezete az alábbi négy tényező szempontjából alapvetően megváltozott: *a tanulás és tanítás tartalma, a problémák jellege, az oktatási technikák és az osztálytermi kultúra*”. A tanulás és tanítás tartalmának megváltoztatása magában foglalta egy ötlépcsős metakognitív stratégia elsajátítását: (1) mentális modell alkotása a valóságos tapasztalatok felhasználásával, (2) megoldási terv készítése, (3) számítások elvégzése, (4) az eredmény értelmezése, (5) a megoldás értékelése. Jegyezzük meg, hogy nem arról van szó, hogy memorizálni kellett volna a 10-11 éves gyerekeknek az öt lépést, hanem – kapcsolódóan a második tényezőhöz – az órákon megoldott problémák olyan jellegűek voltak, hogy könnyen igazolható volt, milyen előnyökkel jár, ha valaki a fenti lépéseket megvalósítva oldja meg azokat.

Megjegyzendő, hogy az öt metakognitív lépés ismeret jellegű tudásként történő elsajátítása a deklaratív metakogníció fejlesztésére irányuló lépés lenne, ami ugyancsak a metakogníció fejlesztését jelenti. Azonban a jelenlegi egyik legizgalmasabb kutatási kérdés, hogy a deklaratív metatudás (amelynek körébe tartoznak a Nagy József-i (2000) szóhasználatnál metakognitív attitűdnek nevezett meggyőződés) milyen lépéseken keresztül határozza meg a metakognitív stratégiák működését. A flamand fejlesztő program tehát a metakognitív stratégiák fejlesztése, és ennek fejlesztése által a matematikai teljesítmény javítása mellett tört lándzsát. A program további két fontos jellemzője (a megváltozott oktatási technikák és osztálytermi kultúra) sokkal nagyobb mértékben függ az oktatási rendszerben dolgozó pedagógusok képzettségétől, mint magától a fejlesztő programtól. Alapvető jellemzőként megemlíti, hogy a tanulók csoportmunkában dolgoztak a fejlesztő feladatokon, és a munkát pozitív légkör, a különféle megoldási módokkal szemben toleráns magatartás jellemezte. A két utóbbi jellemző közül a pozitív légkör, a többféle megoldással és megoldási móddal szembeni tolerancia a matematikatanítás filozófiai és oktatáspolitikai kérdését jelenti. Álláspontunk szerint, látván a tekintélyelvű matematikatanításból származó, empirikus vizsgálattal kimutatható hátrányokat, üdvözlendő és követendő alapelvről van szó. Bárcsak ott tartanánk, mint japán

kollégánk (Ishida, 2002), aki szerint ugyan a többféle megoldás keresése komoly tantervi követelmény, de a tanulók az általuk adott megoldások értékességét nem feltétlenül a matematikai általánosíthatóság alapján ítélik meg! Ahhoz, hogy ebbe a nehézségbe beleütközzünk, előbb a többféle megoldásmenet osztálytermi kultúráját kell megszokottá tenni.

A csoportmunka azonban önmagában nem feltétlenül hasznos a metakognícióra építő problémák megoldása során. Goos (2002) alkotta meg a metakognitív vandalizmus fogalmát, ami a csoportmunkának azt az elhajlását jelöli, amikor a tanulók leegyszerűsítik a kapott problémát egy számukra kényelmesen megoldhatóra.

A negyedik jellemzője a flamand fejlesztő kísérletnek a tanulók számára adott matematikai problémák megváltozott jellege. Viszonylag könnyen eldönthető adott feladattípusról, ha az nem alkalmas a metakogníció fejlesztésére, ám ugyanakkor kreativitást és szakmai tapasztalatot igényel olyan feladatok konstruálása, amelyek amellet, hogy alkalmasak a másik három szempontnak megfelelő tanórai felhasználásra, a matematikaóra főszereplői, a tanárok és a diákok, által is elfogadottak. Illusztrációként a 18. ábrán közöljük az egyik fejlesztő feladatot:



A kisfiú egy hintát szeretne a vízszintes faágra erősíteni. Már elkészült a hinta ülőkéje, és tudjuk, hogy a faág 5 méter magasan van a talajtól. Mennyi kötelet kell vásárolni, hogy fel lehessen erősíteni a hintát a faágra?

18. ábra

*A flamand fejlesztő program egyik feladata
(Forrás: Verschaffel és mtsai, 1999)*

A fejlesztő program 20 tanítási egységből állt. Az első óra bevezető jellegű volt, a következő 15 az ötlépéses metakognitív problémamegoldó modell megismertetésére

irányult, az utolsó négy „projekt óra” pedig egy-egy hosszabb, az elsajátított problémamegoldó modell rugalmas alkalmazását lehetővé tevő probléma megoldásából állt. A kísérlet körül-belül négy hónapig tartott, és 50-60 perces, az iskolai órarendbe illeszkedő matematikaórán valósult meg a fejlesztés. A kísérletben ötödik osztályos tanulók vettek részt.

A résztvevő tanárok felkészítésének számos lépéséről számolnak be a kutatók. Lényeges, és feltétlenül alkalmazandó elemnek tartom a fejlesztő anyagok előzetes véleményezését és az írásbeli tanári útmutató elkészítését. A felkészítés egyéb elemei a konkrét fejlesztő program sajátosságaitól függhetnek, és más fejlesztő programokban esetleg mellőzhetők.

Az empirikus fejlesztő kísérletek nagyon fontos jellemzője, hogy milyen mérőeszközökkel vizsgáljuk a program eredményességét. A flamand programban több elő- és utóteszt szerepelt. Ezek közül kiemeljük a szöveges feladatok témakörében részletesen bemutatott 10 feladatból álló mérőeszközt, amely nemcsak elő- és utótesztként, hanem késleltetett utótesztként is szerepet kapott. Ezen kívül tanulói kérdőív, standard matematikai teljesítményteszt, és néhány tanulópár esetén interjú felvétele szerepelt. Végeredményben a fejlesztő kísérlet végén, és az egy hónap múlva felvett emlékezet-megőrzési teszteken is szignifikáns különbség mutatkozott a kísérleti csoport javára. Az eredményekről De Corte (2001) számolt be a Magyar Pedagógiában.

A hazai szakmai közvélemény számára alighanem alapvető fontosságú kérdés, hogy a matematikából különböző képességszinttel rendelkező tanulókra azonos mértékben hat-e egy fejlesztő program. Míg azonban a nemzetközi szakirodalomban az tűnik releváns kérdésnek, hogy a gyöngébb tanulók számára is hasznos-e a kísérlet, addig – számomra úgy tűnik – Magyarországon mintha az lenne a fő kérdés, hogy vajon a tehetséges tanulók is kellően profitálnak-e a fejlesztő programból. Messzire, még hozzá a nevelésfilozófia Máté-effektusának dilemmájához vezetne a kétféle felfogás közötti mély különbségek elemzése; a flamand fejlesztő program valamennyi képességszintű csoport számára hasznosnak bizonyult. Az is megállapítható, hogy a közepes képességszintű tanulók érték el a leglátványosabb fejlődést. Fontos azonban, hogy a jobb és gyöngébb tanulók egyaránt szignifikánsan jobb eredményt értek el az utóteszten és az emlékezet-megőrzési teszten is, mint az előteszten. A kontroll csoportban ezzel szemben az a jelenség játszódtott le, ami a „magára hagyott” tanulócsoporthoz általában megfigyelhető: az idő előrehaladtával nyílni kezd az olló. A legjobb kiinduló helyzetben lévők egyre növelik előnyüket a leggyengébb képességűekkel szemben.

Az IMPROVE (Mevarech és Kramarski, 1997; Kramarski, Mevarech és Lieberman, 2001) egy innovatív oktatási módszer jellemzőiből képzett mozaikszó: Introducing new concepts (új fogalmak bevezetése), Metacognitive questioning (metakognitív kérdések), Practicing (gyakorlás), Reviewing and reducing difficulties (áttekintés, a nehézségek kiküszöbölése), Obtaining mastery (elsajátítás), Verification (igazolás), Enrichment (megerősítés). Az IMPROVE módszert is jellemzi, hogy képességszint szerint heterogén osztályokban érdemes alkalmazni, és kísérletileg bizonyította már eredményességét. Az egyik kísérletben (Kramarski, Mevarech and Arami, 2002) 7. osztályosok vettek részt, akiket 4 fős heterogén csoportokba osztottak a tanórákon. Fontos jellemző volt még, hogy a

résztevő tanárokat alapos tréninggel készítették föl a módszer alkalmazására, és a tanóráknak meghatározott időbeli, szerkezeti leírást kellett követniük.

Az IMPROVE eredményeit közlő első tanulmány két kísérletről számol be. Mindkettőben a kísérleti hatást három teljesítménycsoportra külön-külön is meghatározták. Az első kísérletben is relatíve kevésbé volt hatásos a kísérlet a gyöngébb teljesítménycsoportban a közepes és erős csoportokhoz képest, de a másodikban már matematikai statisztikai értelemben is kimutatható volt, hogy a gyöngé induló teljesítményszinten a program kevésbé hatékony. A szerzők következtetése szerint így a felzárkóztatáshoz ki kell egészíteni a programot más tevékenységekkel. Az IMPROVE még egy fontos jellemzője, hogy a kísérletet megvalósító tanárok egy továbbképzésen vettek részt, amelynek időtartama két nap volt.

A meggyőződések gondolkodást szabályozó szerepét legmarkánsabban a matematikai meggyőződésekkel kapcsolatos kutatások illusztrálják. A Verschaffel, Greer és de Corte (2000) által megidézett Brousseau-i „didaktikai egyezmény” „záradékaként” tekinti D’Amore és Martini (1999) azt a jelenséget, hogy a számítások elvégzésével adódó eredményt a tanulók automatikusan a feladatra adott válaszként értelmezik. A metakognícióval kapcsolatos terminológia segítségével a következő magyarázatot adhatjuk a jelenségre: Az a meggyőződés például, hogy minden iskolai matematikai feladat értelmes, gyakran azt eredményezi, hogy - az életszerű problémák megoldása során szükségképpen működő - metakognitív stratégiákat a tanulók az iskolában általában kikapcsolják. Emiatt az azonnali megoldást adó algoritmusok lépnek működésbe, és az iskolai környezetben értéknek tekintett gyors megoldás lesz a metakognitív stratégiák kikapcsolásának jutalma (Sternberg, 1998).

A tanulók matematikával kapcsolatos meggyőződéseinek feltérképezése és ezeknek fejlesztése volt a célja Mason és Scrivani (2004) kísérletének. A kísérleti csoportokban a tanulók a hagyományostól eltérő, kihívást jelentő, nyitott problémákkal találkoztak, és megbeszélték ezek tanulságait és a felhasznált megoldási stratégiákat. A fejlesztő beavatkozást a gyakorlati oktatási tapasztalattal is rendelkező egyetemi kutató, Scrivani végezte, három hónapon keresztül, heti egyszeri másfél órás alkalom felhasználásával, összesen 12 tanegység keretében. A tanmeneten kívüli fejlesztő foglalkozásokon felhasználták a flamand fejlesztő kísérletben lefektetett metakognitív stratégia-modellt, emellett azonban nagy hangsúlyt kapott a matematikai gondolkodásra, a matematikai képességekre vonatkozó explicit kijelentések megbeszélése, vagyis a matematikai deklaratív metatudás tudatos tanulmányozása és fejlesztése. A kísérlet eredményképpen a tanulóknak a saját matematikai tudásukról alkotott képe pozitív irányban változott, és emellett a hagyományos és az újszerű matematikai problémák megoldásában is jobb eredményeket értek el.

Végezetül, az olvasás-fejlesztéshez hasonlóan, itt is két összegző írásra térünk rá. Donker, de Boer, Kostons, Dignath van Ewijk és van der Werf (2014) tanulási stratégiák tanításának hatását vizsgálták a matematika mellett még további területeken: írás, természettudomány és olvasás. A matematika területéhez az összes bevont 95 vizsgálat csaknem fele, 44 tartozott. A hatásméret szempontjából a matematika megelőzte az olvasást, de elmaradt az írás területétől. A vizsgált stratégiai összetevők közül a metakognitív stratégiák mindegyike (tervezés, nyomon követés, értékelés) jelentős kísérleti hatást produkált. Más tényezőkkel

összevetve az adódott, hogy a tervezés fejlesztése ezek közül a legfontosabb, és emellett a motiváció tárgykörébe tartozó feladat-értékesség (task value) bizonyul kimagasló jelentőségűnek. Ennek magyarázatául azt adják, hogy az önszabályozó tanulási stratégiák fejlesztéséhez elengedhetetlen a feladatban elmélyülés, azaz gondot kell fordítani a feladathelyzet relevanciájának, értékének bemutatására is.

Wittwer és Renkl (2010) metaanalízise szintén olyan területen született, mely nem kizárólag a matematikaórai fejlesztést érinti, noha a vizsgálatába vont kutatások többsége erről a területről jött. (a természettudomány mellett). A fő kísérleti változó, amelynek hatásméretét kívánták több kutatás alapján megítélni, a tanári magyarázatról szolt kidolgozott példák megoldása során. A kidolgozott példák (*worked-examples*) a nemzetközi kutatásokban a kognitív terhelés (*cognitive load*) csökkentésének módszerei között szerepelnek. Amikor nincs sok sémája a tanulóknak, segíti a kognitív terhelés csökkentését és a készségfejlesztést, ha kidolgozott példákra keresztül haladunk. Ezeknek a hatékonysága több dologtól függ, így például a hozzáfűzött tanári magyarázattól. Az összességében alacsony kísérleti hatás-értékek háttérében az állhat, hogy a tanári magyarázat minősége sokféle lehet. Váratlanul érte a kutatókat, hogy a szabad tanulói választásnak (kér-e tanári magyarázatot) nem volt hatása, míg a várakozásnak megfelelően az derült ki, hogy a matematika területén különösen fontos a kidolgozott példákhoz fűzött tanári magyarázat, sokkal inkább, mint a természettudományokban.

3.3.2. A kombinált olvasás-matematika fejlesztő programunk matematika modulja

A 3.2.2. részben az itt szereplő fejlesztő program olvasási modulját ismertettük, és szükségszerűen ott írtunk le jó pár közös jellemzőt, melyeket itt nem ismételünk meg.

A matematikai fejlesztő program kidolgozásának első lépése a fejlesztendő metakognitív stratégiák számbavétele volt. Bár elképzelhető olyan próbálkozás is, amely a metakogníció általános, terület-független stratégiáinak matematikai megfelelőire fókuszál (Csíkos, 2003d), célszerűbbnek tűnik egy matematika-központú alapvetést tenni. A Pólya (1957) által leírt stratégiai lépések és korábbi matematikai fejlesztő kísérletek szerkezete szolgáltathatnak követésre érdemes példát.

A program végül négy matematikai metakognitív stratégiát nevez meg. Ezek közül három megfeleltethető egy – már kikristályosodottnak tekinthető – hármas rendszer elemeinek: a tervezés, nyomon követés és ellenőrzés fázisainak. A flamand fejlesztő programban is lényegében azonosítható ez a három metakognitív fázis, ám ott ebben a sorrendben, míg a mi kísérletünkben egy „fordított” sorrendiség érvényesült. Ennek alapgondolata az, hogy a túla automatizálódott készség-használat kiküszöbölésére irányuló törekvést célszerű az eredményértelmezéssel kezdeni. A nyomon követésnek megfelelő fázis metakognitív stratégiája, hasonlóan a flamand fejlesztő programhoz, a „hétköznapi tudás felhasználása” nevet kapta. Időrendben harmadik szakasza a fejlesztő programnak a tervezési fázis. A negyedik nagyobb egységben, mely a megoldás során előforduló hibák

beazonosítására, tudatosítására szolgált, többféle feladattípus megtalálható. Ez a szakasz elsősorban a deklaratív metatudás fejlesztésére alkalmas, ilyen módon a 3.2.3. részben ismertetett olvasásfejlesztő program „metakognitív tudáselemek” részével állítható párba. A matematikai fejlesztő program felépítését a 39. táblázat mutatja be.

39. táblázat. Fejlesztő programunk matematikai moduljának áttekintése

Óra	Stratégia	Rövid tartalmi leírás
1	az eredmény értelmezése	<i>egy osztási művelethez (100:8) több, különböző végeredményt adó feladat</i>
2		<i>milyen számadatokat érdemes kerekíteni?</i>
3		<i>„automatikus műveletvégzés – irreális eredményre vezethet</i>
4	hétköznapi tudás	<i>a flamand fejlesztő program hintás feladata</i>
5	felhasználása	<i>a pénzzel bándás, vásárlás stratégiai problémái</i>

39. táblázat. Fejlesztő programunk matematikai moduljának áttekintése (folytatás)

6	a megoldás megtervezése	<i>belátásos problémák, amelyeknél célszerű a józan ésszt használni a rutinszerű műveletvégzés helyett</i>
7		<i>a flamand fejlesztő program parkolóházas feladata</i>
8		<i>felesleges adatok kezelése; önálló feladatalkotás adott matematikai szöveg alapján</i>
9	megoldások értékelése, hibakutatás	<i>a tervezési fázisban eldöntjük, becslést adunk majd a feladatra, vagy pontos számadatot számítunk ki</i>
10		<i>az esztétikum megjelenése a matematikában</i>
11		<i>a flamand fejlesztő program villanykörtés hibakutatásos feladata</i>
12	integrálás	<i>az „életkor” és „barátok” feladatok a 10 ismertetett párhuzamos feladat közül</i>
13		<i>7., 8. és 9. óra feladatainak áttekintő átvismélése</i>
14		<i>4., 5. és 6. óra feladatainak áttekintő átvismélése</i>
15		<i>1., 2. és 3. óra feladatainak áttekintő átvismélése</i>

A 8. leckében szereplő önálló tanulói feladatalkotás mint a tanulói gondolkodás számára támasztott kihívás jelen van ugyan oktatási rendszerünkben, ám ez a jelenlét semmiképp sem nevezhető esszenciálisnak, meghatározó mértékűnek. Ennek megítéléséhez nemzetközi viszonyítási pontokat is kereshetünk, de önmagában a hazai matematikatanítási gyakorlat hangsúlyait szemlélve is világos a helyzetkép. A szakirodalomban a *problem-posing* kifejezés terjedt el az olyan feladathelyzetekre, amelyekben a tanulónak kell megalkotnia egy matematikai feladatot. Különösen izgalmas, hogy a szakirodalom az ilyen feladathelyzetet analóg módon szemléli a szövegértés-fejlesztés szakirodalmában alkalmazott feladathelyzetekkel, melyekben a tanulónak kell szövegértési kérdéseket megfogalmazni egy írott szöveghez (Cai, Jiang, Hwai, Nie és Hu, 2016). Az olvasáskutatás

területén már jelentős kutatásokat végeztek, igen pozitív eredménnyel a kérdésgenerálás szövegértést fejlesztő hatásáról (ld. Rosenshine, Meister és Chapman, 1996), és hasonló pozitív hatás volt igazolható a matematikai feladatalkotásnál is (Mason, 2016). Sokféle formája képzelhető el a feladatalkotásnak mint feladathelyzetnek. Carrillo és Cruz (2016) 14 éves tanulók körében vizsgálódott. Feladatuk úgy szólt, hogy miután megoldottak egy nem könnyű matematikai feladatot (pl. a PISA felmérés egyik ismert, lépésszámmal kapcsolatos feladatát), egy olyan feladatot alkossanak, melyet ugyanazzal a megoldási módszerrel lehet megoldani. Ez a kihívás a tanuló számára meglehetősen nehéz, de a kutató feladata sem könnyű, amikor az így, szabadon megalkotott feladatok minőségét kell eldöntenie. (Szerencsére ehhez már korábban a szakirodalom kidolgozott értékelési alapelveket.)

Az ismert hátráltató tényezők: időigényesség, objektív pontozás, jegyadás kihívásai sejtetik, hogy nemzetközi összehasonlításban kedvezőtlen adatok születnének hazai tankönyvek feladatalkotási gyakorlatát elemezve. Cai és mtsai (2016) hangyaszorgalommal elvégezték két kínai és két USA-beli, széles körben használt matematika tankönyv elemzését a feladatalkotási feladathelyzetek vonatkozásában. Az egyik szembeötlő különbség a teljes tankönyvet illetően az ilyen feladathelyzetek darabszámában volt: 131 és 132 a kínai tankönyvekben, 60 és 81 az amerikai könyvekben. De még jelentősebb volt a különbség abból a szempontból, hogy a feladatalkotást segítették-e mintakérdések és a mintakérdésektől függetlenül ábra, táblázat vagy kép. Az egyébként is alacsonyabb darabszámmal bíró amerikai könyvekben többségben voltak az olyan feladatok, amelyekben sem mintakérdés, sem pedig más, nem szöveges segítség nem volt. A kínai tankönyvekben a magasabb előfordulási gyakoriság mellett többségében mintakérdésekkel együtt szerepeltek az ilyen feladathelyzetek.

Eredmények

A kísérlet módszereinek leírása a 3.2.2. részben található. Az egyik mérőeszköz, a matematikai szöveges feladatok tesztje viszont itt kerül kissé alaposabb bemutatásra, és egyúttal az eredmények ismertetését is ezzel kezdjük. A 10 feladatból álló flamand feladatsor nem tekinthető pszichometriai értelemben tesztnek, az átlag és szórás nagyságának értelmezése ezért más vizsgálatokhoz képest lehetséges. Az összehasonlítást ebben az esetben is a feladatok szintjén célszerű megtenni. A 40. táblázatban feladatonként közöljük a realisztikus tanulói válaszok %-os arányát. Az első két eredményoszlop származik a kombinált olvasás-matematika fejlesztő kísérletből, a további oszlopok adatait már ismertettük (Csíkos, 2003a).

40. táblázat. 10 szöveges feladat összehasonlító adatai

Feladat	Fejlesztő kísérlet (2004) kísérleti csoport	Fejlesztő kísérlet (2004) kontroll csoport	Magyarors- ági felmérés (2002)	Verschaffel és mtsai (1994)	egyéb felmérések *(1993- 1999)
---------	---	--	--------------------------------------	-----------------------------------	---

„barátok”	40	3	18	11	5-23
„deszkák”	50	13	14	14	0-21
„víz”	51	34	17	17	9-21
„buszok”	56	34	36	49	11-67
„futás”	26	3	2	3	0-7
„iskola”	15	7	7	3	1-9
„léggömbök”	93	80	82	59	51-85
„életkor”	44	1	0	3	0-2
„kötél”	28	10	4	0	0-8
„edény”	10	3	1	4	0-5

A fejlesztő program óráin 5 feladat fordult elő a fentiek közül: „barátok”, „deszkák”, „víz”, léggömbök”, életkor”. A program hatékonyságát és az elérhető transzferhatást jelezheti, hogy a többi feladatban is jobbak voltak a kísérleti csoport eredményei. A kontroll csoport adatai a korábbi magyarországi vizsgálat adataihoz igen közel állnak. Két esetben, a „víz” és a „kötél” feladatoknál lényegesen jobb, a „barátok” feladatban lényegesen alacsonyabb a realisztikus válaszok aránya. A 10 szöveges feladatra vonatkozó kísérleti hatás-értékek a 41. táblázatban láthatók.

41. táblázat. A kísérleti hatás értékei a 10 matematika szöveges feladaton

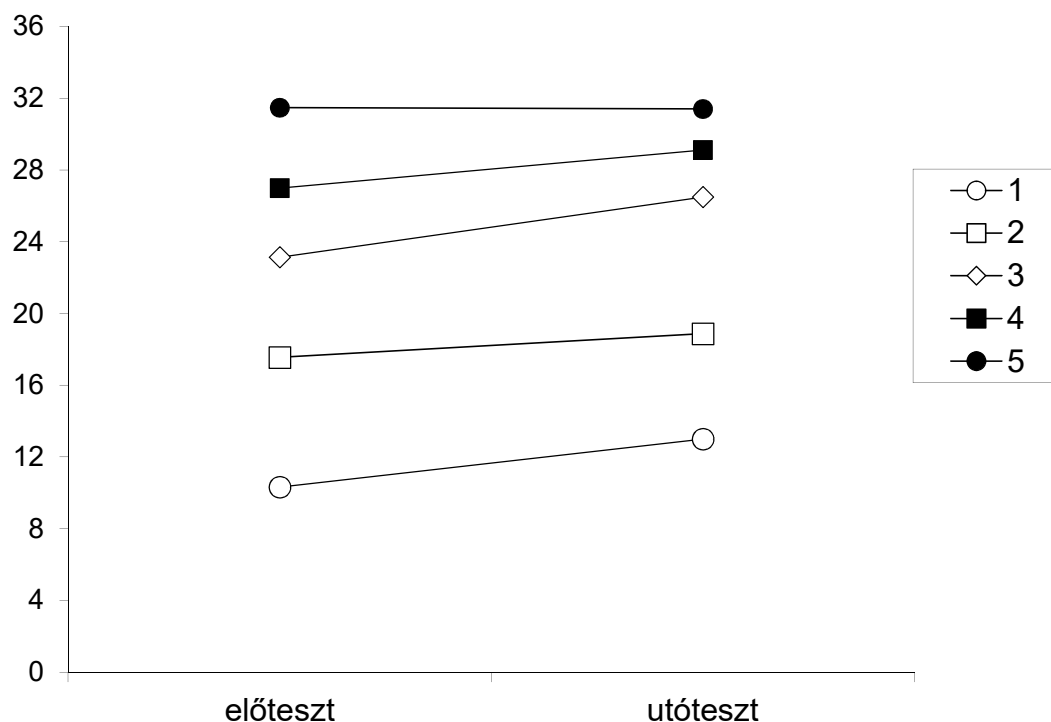
Feladat	Kísérleti hatás (%)
„barátok”	19*
„deszkák”	16*
„víz”	3*
„buszok”	4
„futás”	9
„iskola”	1
„léggömbök”	3*
„életkor”	26*
„kötél”	4
„edény”	1

Megjegyzés: A *-gal jelölt értékekhez tartozó feladatok benne szerepeltek a fejlesztő programban.

Három feladat esetében tapasztaltunk jelentős kísérleti hatást: „barátok”, „deszkák” és „életkor”. Két feladat esetében 1%-os, vagyis kicsiny kísérleti hatás adódott: „iskola” és „edény”. A kísérlet értékét jelzi ugyanakkor a „futás” feladaton nyert, közepesnél erősebb kísérleti hatás.

Az olvasási modul eredményeinek ismertetéséhez hasonlóan itt is megnéztük, hogy az előteszt eredményei alapján képzett teljesítménycsoportokban külön-külön hogyan változott

a teljesítmény a kísérlet végére. Itt is a matematikai előteszt alapján képeztünk csoportokat, és most a matematikateszten elért eredmények változását látjuk a 19. ábrán.



19. ábra

A kísérleti csoport tanulójának teljesítményváltozása a matematikai teszten a matematikai előteszt alapján képzett teljesítménycsoportokban

Az ábráról leolvasható következtetés ugyanaz, mint az olvasási programmodul esetében volt: A program mindegyik képességcsoport számára pozitív változást hozott. Optikai csalódás az ábrán, hogy a legfelső volna mintha lefelé tartana: a legerősebb kezdeti teljesítményt nyújtó csoportban valójában kismértékű növekedés volt megfigyelhető. A fejlesztő program összességében inkább a Robin Hood nevelésfilozófiai megközelítés (ld. Fitzpatrick, 1985) hívei számára nyújt pozitív információt: a kísérlet végére a tanulók közötti különbségek csökkentek, meglehet, azon az áron, hogy a legjobb tanulók fejlődése elmaradt a lehetőségektől.

3.3.3. Vizuális reprezentációkra épített fejlesztő program

A vizuális reprezentációkra építő fejlesztő programunkat magyar és angol nyelven is bemutattuk már (Csíkos, Sztányi és Kelemen, 2010, 2012). A kísérlet elméleti háttérét Csíkos (2009b) tanulmánya részletezte, így ismét az eredmények értelmezéséhez szükséges tömörségre tudunk szorítkozni.

Kísérletünk alapvetése az, hogy a matematikai szöveges feladatok témakörének 20 leckére kiterjedő, strukturált feldolgozását valósítsuk meg, amelyben a tanár által és a tanulók által készített rajzok, továbbá a tanulói mentális reprezentációk főszerepet kapnak. Legfőbb hipotézisünk, hogy a matematikai problémamegoldást kísérő mentális folyamatokban fontos szerepet kapnak a matematikai mennyiségeket és viszonyokat sematikusan modellező rajzok.

Kutatásunk a matematikai problémamegoldás területének egyik intenzíven kutatott részterületén zajlott. Kiindulópontunk az a feltételezés volt, hogy 3. osztályos tanulók körében a matematikai szöveges feladatok megoldása a tanári és tanulói rajzokról szerzett tudás bővítésével elősegíthető. A kutatás alapkérdésében szereplő három tényező (vizsgált tartalmi terület, metakognitív tudásterület, tanulói korcsoport) egy látszólag szűk vizsgálati területet jelölnek ki, azonban igyekszünk igazolni, hogy a kutatási kérdés a pedagógiai jelenségek széles körében lehet releváns.

A választott kutatási területtel kapcsolatban arra mutatunk rá, hogy a matematikai szöveges feladatokkal kapcsolatos kutatások a matematikadidaktika területén belül is a matematikai problémamegoldás fejlesztésének eszközeként szerepelnek (Verschaffel és De Corte, 1997). A matematikai szöveges feladatok megoldásának kutatása ugyanakkor – Verschaffel, Greer és Torbeyns (2006) szerint – az utóbbi években elmozdult az általános problémamegoldás keretében történő vizsgálatok irányába. A matematikai szöveges feladatok témakörének választása egy kutatásban gyakran azt jelenti, hogy az emberi gondolkodás vizsgálatát egy pontosan körülhatárolt feladathalmazon végezzük, ahol a feladatok jellemzői a kísérleti pszichológia módszertani szigorúságának megfelelő pontossággal változtathatók és manipulálhatók (Csíkos, 2003a).

A vizsgált metakognitív tudásterület, vagyis a matematikai problémamegoldás során készített rajzok típusainak és szerepének ismerete (Van Meter és Garner, 2005) ugyancsak egy általánosabb vizsgálati terület megközelítésére alkalmas. Goldin és Kaput (1996) kiemelik a belső és külső matematikai reprezentációk közötti interakciók jelentőségét. A külső és belső reprezentációk közötti kapcsolatok egy része aktív és tudatos értelmezést nyer, míg más részük automatikusan és passzívan illeszkedik hozzá a meglévő tudáshoz. A külső és belső reprezentációk tudatos interakciójának egyik bizonyítékát Diezmann (2005) kutatás szolgáltatta, amely vizsgálatban harmadik és ötödik osztályos tanulók szerepeltek, és már a harmadik osztályosok is képesek voltak a találgatási szint fölött megfeleltetést találni matematikai feladatok és ábrák között. Ez a vizsgálat egyben azt is indokolja, hogy a korosztály kiválasztásában a harmadik osztályos tanulócsoport megalapozottan jött számításba. A matematikai feladatok során felhasználható rajztípusokat Berends és van Lieshout (2009) tanulmánya nyomán kategorizálhatjuk, akik négy rajzkategóriát határoztak meg: (1) csupasz kép (pl. szimbólumok), (2) haszontalan, (3) segítő és (4) lényeges információt tartalmazó ábrázolás. Az utóbbi típus esetén a kép lényeges adatot tartalmaz a feladat megoldásához. A második és harmadik típus közötti különbségtétel igazán lényeges, hiszen a Kozhevnikov, Hegarty és Mayer (2002) által megkülönböztetett sematikus és piktorális típusok köszönnek vissza.

A választott tanulói korosztály kiválasztása két oldalról érkező kihívásnak tesz eleget. Korábbi kutatási eredmények szerint (ld. Verschaffel, Greer és De Corte, 2000; English, 1996; Sáenz-Ludlow és Walgamuth, 1998; Selter, 1998) harmadik osztályos korra már

markáns feladatmegoldó stratégiák figyelhetők meg a tanulók körében, amelyek között az iskola gyakran kitünteti a „Keresd a feladat szövegében a két számadatot, kösd össze azokat a megfelelő művelettel, és megkapod a végeredményt” stratégiát. Másrészt korábbi, 4. osztályosok körében lebonyolított fejlesztő kísérleteinkben a résztvevő pedagógusoktól arra kaptunk biztatást, hogy a metakognícióra alapozott fejlesztést alapelveire épülő programunkat dolgozzuk ki 3. osztályosok számára, mert így az osztályt tanító pedagógus a program hatásaira még egy évig építhet. Az alsó tagozatos korosztály szerepeltetése a metakognícióra alapozott pedagógiai fejlesztő programokban évtizedes hagyományokra tekint vissza.

A kutatásunk három pillérét jelentő tényező együttes alkalmazására Van Meter, Aleksic, Schwartz és Garner (2006) tanulmánya mutat példát. Ebben a vizsgálatban 4. és 6. osztályos tanulók szerepeltek, akik a matematikához közvetlenül nem kapcsolt szöveges feladatokhoz tartozóan rajzokat készítettek a megoldás elősegítésére. A kutatás a tanuló saját tevékenységének nyomon követése során megvalósuló rekurzív folyamatokat mutatott ki, amelyekben a verbális és a nem verbális (rajzos) információ duális természete kap főszerepet. Kísérletükből két jellemzőt emelünk ki: különböző kísérleti körülmények eltérő hatását a két korosztályban, valamint az eredményekkel összhangban lévő elméleti modellt, amelyet a tanulói rajzkészítés generatív modelljének neveztek.

Van Meter és mtsai (2006) vizsgálatában négy kísérleti feltétel szerepelt: (1) kontroll csoport, (2) rajzkészítés: a tanuló rajzot készít egy oldalnyi elolvasott szöveghez, (3) illusztrációk megtekintése: a (2)-es feltétel kiegészül azzal, hogy a rajz elkészítése után megtekintették a szöveghez a kutatók által előre elkészített illusztrációt, és összehasonlíthatták azt saját rajzukkal, (4) nyílt végű kérdések: a (3)-as kísérleti feltétel kiegészül azzal, hogy az illusztráció megtekintése után nyílt végű kérdést kapnak a tanulók, amelyre írásban válaszolnak. Az eredmények szerint a 4. osztályos tanulók esetében az első két kísérleti feltétel mellett hasonló átlag született a problémamegoldó gondolkodást mérő utóteszten, vagyis önmagában a rajzoltatás keveset tett hozzá a tanuláshoz. Ellenben a harmadik és negyedik feltétel mellett magasabbak lettek az átlagok, de a különbség nem volt szignifikáns. A 6. osztályos tanulók esetében a rajzoltatás még önmagában nem, ám a (3)-as és (4)-es kísérleti feltétel már szignifikáns teljesítmény-növekedést okozott. Ezekből az eredményekből arra a következtetésre jutottunk, hogy jelentős szerepe lehet a 3. osztályos tanulók körében végzett kísérletünkben a kutatói illusztrációknak vagy a tanár által az órán készített rajzoknak, viszont aligha lehet önmagában eredményes egy olyan fejlesztő program, amely a problémamegoldás fejlesztéséhez csupán rajzok készítését várja el a tanulóktól, és elmarad a további segítségnyújtás.

Van Meter és mtsai vizsgálata Richard Mayer modelljére épült, amelyet a tankönyvek tervezésében használtak. A modell szerint a tanulók a tankönyvi szövegből és a tankönyvi illusztrációkból verbális és nem verbális reprezentációkat alkotnak, majd ezt a kétféle reprezentációt egyesítik egy mentális modellben. Van Meter és mtsai e modellre építve alkották meg a generatív rajzkészítési modellt, amely szerint a tanuló által önállóan készített rajzok nem pusztán a nem verbális információval foglalkozást jelentik, hanem szükségszerűvé teszi a verbális és nem verbális információ integrálását.

Mentális modellek és metareprezentációk a kutatás hipotéziseinek leírásában

Verbális és nem verbális tudáselemek integrált rendszereit és a kétféle tudástípus egymást támogató szerepét többféle fogalmi keretben vizsgálták az elmúlt évtizedek kutatásai. Ilyen fogalmi keretek: a vizuális és verbális kognitív stílusok leírása (ld. Kozhevnikov, Hegarty és Mayer, 2002; Kozéki és Entwistle, 1986; Révész, Bernáth és Séra, 1995) és a Johnson-Laird-i mentális modell elmélet. A fejlesztő programunk elméleti alapjainak további tárgyalásaként a mentális modellek fogalmi keretét tekintjük.

A nyolcvanas évektől terjedt el a mentális modell kifejezés, elsősorban Johnson-Laird (1983) munkássága nyomán, bár Speelman (1998) szerint a kifejezés eléggé homályos maradt. Mentális modellek alatt olyan reprezentációkat értünk, amelyek a verbális tudáselemek és az analóg reprezentációk között mintegy átmenetként értelmezhetők. A mentális reprezentációkat leíró elméletekben kétféle tudásformaként szerepelnek a szavakkal leírható tudáselemek (más néven a verbális információ vagy propozicionális tudás) és az analóg képzetek. Az analóg reprezentációk között a vizuális és auditív képzetek a legmeghatározóbb jelentőségűek (ld. Csapó, 1992).

A mentális modellek az analóg reprezentációkhoz, például a vizuális képzetekhez hasonlóak a konkrétság és meghatározottság szempontjából; viszont a verbális propozíciókhoz hasonlatosak abból a szempontból, hogy verbálisan leírható információ-tartalmuk van. Eysenck és Keane (1998) példája szerint az a mondat (verbális propozíció), hogy „A könyv a polcon van”, sokféle helyzetű és kinézetű könyv és polc esetén igaz lehet, ám a hozzá kapcsolódó mentális modellben (vagyis ahogyan elképzeljük a mondat tartalmát) általában egy konkrét kép jelenik meg előttünk, amelyen például a könyv álló helyzetben van, akár a polc közepén, akár a végén. A matematikai szöveges feladatokban tárolt verbális információ is valamilyen módon mentális modellek formájában reprezentálódhat a tanulók elméjében.

A mentális modellek fejlődése és fejlesztése szempontjából fölvetődik a kérdés, hogy a saját mentális modelljeinkről milyen módon és milyen pontossággal tudunk beszámolni. A metareprezentáció kifejezés arra utal, hogy az ember képes a saját mentális reprezentációit megismerni, képes azokról többé-kevésbé pontos verbális leírást adni. Sperber (1999) átfogó értelmezését adja a fogalomnak: olyan reprezentációk, amelyek tárgyai mentális reprezentációk.

Konkrét kísérletünk alaphipotézise a fenti terminológia felhasználásával: a matematikai szöveges feladatok megoldásának folyamatában megszülető mentális reprezentációk már alsó tagozatos korban tudatosíthatók; a vizuális képzetekre épülő mentális reprezentációk tudatosításának kísérletében részt vevő tanulók teljesítménye javul, és megváltoznak a matematika tantárgyhoz fűződő meggyőződések.

Vizsgálatunk a hazai közoktatást szolgáló fejlesztő kísérletek sorába illeszkedik, amely kísérletek egy időben a matematikadidaktika ismeretanyagának bővítését és az empirikus neveléstudományok oktatás-módszertani vonulatának fejlesztését tűzik ki célul.

Módszerek

A kísérleti és kontroll csoport tanulói hat, egymáshoz földrajzilag közel eső budapesti iskola 11 harmadik évfolyamos osztályának tanulói voltak. A 11 osztályt véletlenszerűen osztottuk két csoportra, így jött létre öt kísérleti és hat kontroll osztály. Minden esetben teljes osztályok szerepeltek kísérleti vagy kontroll osztályként. A résztvevő harmadikos tanulók átlag életkora 2008 márciusában 9 év volt. A kísérleti csoportban 106 tanuló szerepelt (53 fiú és 53 lány), a kontroll csoportot 138 tanuló alkotta (63 fiú és 75 lány).

Mivel a törvényi szabályozás szerint egy településen belül a szomszédos beiskolázási körzetek között nem lehetnek nagy különbségek az alacsony szocio-ökonómiai státusú tanulók arányában, mintánk a belvárosi budapesti iskolák alapvető társadalmi-kulturális jellemzőit hordozza. Hazai és nemzetközi rendszerszintű felmérések eredményei alapján ez a populáció az átlagosnál magasabb teljesítményt nyújt a különböző tudásteszteken.

Az úgynevezett PPC (pretest-posttest-control) kísérleti elrendezést választottuk, ami azt jelenti, hogy mind a kísérleti, mind a kontroll csoportban elő- és utótesztként azonos két tesztet oldottak meg a tanulók. Az azonosság nem csak a két csoport, hanem az elő- és utóteszt között is teljesült. Ezen felül a kísérleti csoportban egy további mérőeszköz szerepelt előtesztként.

Számolási készség tesztje: A Nemzeti alaptantervben megfogalmazott céloknak megfelelő, az Educatio Kht. kompetenciafejlesztő oktatási program kerettanterve alapján összeállított teszt 32 itemet tartalmazott. A feladatok az ezres számkörben végzett alpműveleteket, nyitott mondatokat, mennyiségi összehasonlításokat és számsorozatok folytatását tartalmazták. Előtesztként a teljes mintán a Cronbach- α reliabilitás-mutató értéke 0,84 volt.

Szöveges feladatok tesztje: A teszt hat szöveges feladatot tartalmazott, amelyek között az első két feladat úgynevezett fordított szövegezésű volt (ld. Mayer és Hegarty, 1996).

A további négy feladat esetén a feladatban szereplő szám adatok és esetleges kulcsszó keresése mellett a feladat mélyebb megértésére, megfelelő problémareprezentációra és matematikai modellre volt szükség a megoldáshoz. A szöveges feladatok értékelése a Verschaffel, De Corte és Lasure (1994) által használt „flamand feladatsor” pontozási útmutatója alapján történt. Korábbi hazai felmérésünkben (Csíkos, 2003a) bemutattuk ezt a pontozási módszert, amelynek lényege, hogy szétválasztjuk a megoldásban szereplő műveletvégzés pontos kivitelezését és a feladat megértésről tanúskodó modellalkotást. Mind a négy feladat esetében a megértést indikáló „realisztikus válasz” megjelenése volt a legfontosabb mutató. Egy példával illusztráljuk a pontozás működését (3. feladat):

Egy tojástartóba 10 tojás fér. Hány tojástartóba fér 35 tojás?

A két értékelési szempontot egymásra vetítve négyféle megoldást különböztetünk meg. (1) helyesen elvégzett osztás, de nem realisztikus válasz, pl. „ $35 : 10 = 3$, a maradék 5, tehát 3 tojástartóba férnek bele.” (2) nincs helyesen elvégzett osztás, de realisztikus a válasz, pl. „akár mindegyik tojást külön tartóba tehetjük, így 35 tojástartóba biztosan beleférnek” (3) helyesen elvégzett osztás, realisztikus válasszal, pl. „ $35 : 10 = 3$, a maradék pedig 5, tehát kell egy negyedik tojástartó.” (4) nincs helyesen elvégzett osztás, és nem realisztikus a válasz, pl. „ $10 + 35 = 45$, negyvenöt tojástartóra van szükség.” Az eredeti flamand pontozási

rendszer szerint az itt (2)-es és (3)-as számmal jelölt választípus esetén adtunk egy pontot a megoldásra.

A Clark-féle rajzteszt (CDT, Clark Drawing Test) első feladatát a kísérleti osztály tanulói körében vettük föl a kísérlet megkezdése előtt. A CDT hazai standardizálása során kapott eredmények alapján (Kárpáti, 2001) elegendőnek láttuk a teszt első feladatának használatát, mert a teljes teszt nagyon erős belső konzisztenciát mutatott (a Cronbach- α értéke 0,97 volt). A feladat első itemét, amely cím adását kérte a rajzhoz, elhagytuk, mert ennek a feladat többi itemével 0,2-0,3 értékű korrelációi voltak Kárpáti vizsgálatában. A feladat így 12 itemből állt, amelyek egyenként ötfokozatú skálán voltak, vagyis maximálisan 60 pontot lehetett elérni. A CDT első feladata alkalmazásának célja az volt, hogy megvizsgálhassuk, a vizuális reprezentációkra építő fejlesztő program eredményei (ezáltal a fejlesztés sikeressége) összefügg-e a tanulók általános rajzkészség-szintjével. A CDT első feladatának reliabilitása ($N = 100$) 0,88 volt vizsgálatunkban.

A kísérleti program kialakítása során első célunk az volt, hogy a 3. osztályos matematikatanítás szokásos tematikus rendjébe illeszkedően a matematikai szöveges feladatoknak egy szisztematikus rendszerét tekintsük át (42. táblázat).

42. táblázat

A fejlesztő program szerkezete a matematikai szöveges feladatok típusai alapján

Tanítási egység	Szövegesfeladat-típus			
	Számtani művelettel megoldható	Egy darab megoldás	Egy lépésben megoldható	Egyenes szövegezésű
1	n	i	-	-
2	n	n	-	-
3	n	i	-	-
4	n	n	-	-
5	i	-	i	i
6	i	-	i	i
7	i	-	i	n
8	i	-	i	n
9	i	-	i	i/n
10	i	-	i	i/n
11	A feladatokhoz készíthető rajzok típusainak elemzése			
12	n	n	-	-
13	i	-	i	i
14	n	n	-	-
15	i	-	i	n
16	i	-	i	i
17	i	-	i	i/n
18	i	-	i	i/n
19	i	-	n	i
20	i	-	n	n

Korábbi kutatási eredmények felhasználásával három szempontot definiáltunk, amelyek mentén a program fölépült. (1) Megoldható-e a feladat egy vagy két számtani alpművelet elvégzésével. Gyakori tanulói matematikai meggyőződés szerint a feladatmegoldás lépéseként meg kell keresni az elvégzendő műveletet. Olyan feladatok szerepeltetésével, amelyekben nem kapható meg a megoldás egy vagy két számtani művelet elvégzésével. (2) Az elvégzendő számtani alpműveletek száma. 3. osztályban legtöbbször egy számtani művelet megoldását igénylik a szöveges feladatok, de a fejlesztő programunk végén előkerültek két alpművelettel megoldható feladatok is. (3) Mayer és Hegarty (1996) munkái alapján az egyenes és fordított (consistent és inconsistent) szövegezésű feladatok megkülönböztetése gyakran használt terminussá vált a szakirodalomban. A tanulók feladatmegoldó stratégiái gyakran tartalmazzák azt az elemet, hogy a feladat szövegében megtalált számadatok mellett egy kulcsszót keresnek, amely segít az elvégzendő művelet meghatározásában. Például a feladat szövegében talált „kisebb” szó szoros asszociációként a kivonás műveletére utalhat, a „hányszor” kérdőszó pedig gyakran a szorzás műveletéhez kötődik.

A fejlesztő programban résztvevő pedagógusok számára egy munkafüzetet készítettünk, amely tartalmazott egy rövid elméleti bevezetést a fejlesztő programalapelveiről és a feladatkategorizálás szempontjairól. A munkafüzet tartalmazta a kísérlet hipotéziseit, minden egyes tanítási egység célját, az adott tanítási egységhez rendelt feladatokat, a feladatmegoldás során követendő módszereket és a felhasználható oktatási segédanyagokat. A tanulók minden egyes megoldandó feladatot az órán, a tanári munkafüzetben leírt időben és módon kaptak kézbe; valamennyi feladat külön-külön, A4-es méretű lapokon szerepelt.

A kísérlet legfőbb célja az volt, hogy segítsük a tanulókat a rajzoknak a matematikai feladatmegoldásban betöltött szerepének megértésében. A kísérleti csoportban tanító pedagógusok feladat volt, hogy bátorítsák a tanulói rajzkészítést – még a legegyszerűbb vagy egyszerűnek látszó feladatok esetében is. A feladatmegoldás során a tanítók beszélgetést kezdeményeztek a rajzok matematikai feladatmegoldásban betöltött szerepéről, ezáltal fokozatosan tudatosítva többféle rajztípus létezését. Bár lehetségesek egyéni különbségek abban, hogy egy-egy tanuló számára melyik rajztípus segít leghatékonyabban, általánosságban a bevezetőben bemutatott sematikus rajztípus használatát javasolták a tanulóknak. Ugyanakkor fenntartották a tanítók annak lehetőségét, hogy adott feladat és adott tanuló kapcsán más típusú rajz készítése lehet célravezető.

A kísérleti program másik fontos jellemzője oktatás-módszertani természetű volt. Az osztálytermi tanítás-tanulás gyakorlatát két területen változtattuk meg. Néhány feladat esetében a kísérleti csoport pedagógusai a hangosan gondolkodás technikájával mutatták be a lehetséges elágazásokat, a lehetséges célravezető vagy éppen nem hatékony gondolatmeneteket. Emellett több feladat esetében a tanulók 5-6 fős, a matematikai tudásszintet tekintve heterogén csoportban dolgoztak, és ennek során egymás megoldási terveinek elfogadására és megvitatására bátorítottuk őket.

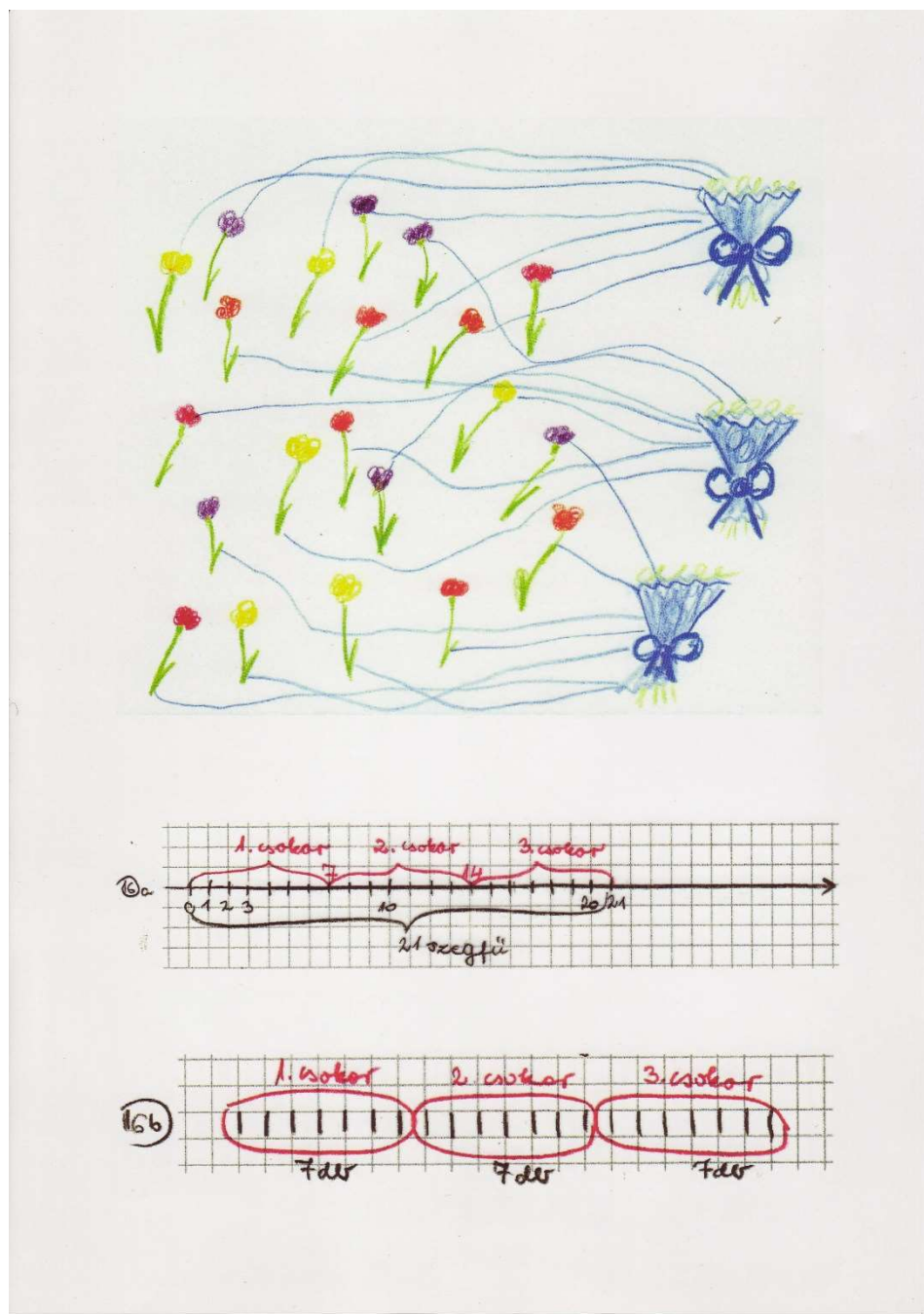
A feladatok többségéhez színes, írásvetítőhöz alkalmas fóliákat készítettünk. (Az írásvetítő volt az a közös oktatástechnológiai minimum, amelyre a kísérleti osztályokban építhettünk.) Az írásvetítő-fóliák használatával az volt a célunk, hogy egységes vizuális segítséget kapjanak a tanulók, amikor lemásolnak, összehasonlítanak vagy elemeznek egy

adott szöveges feladathoz készült rajzot. Például a 6. tanítási egység 16-os feladata a következő volt:

*Ma reggel három egyforma csokrot rendeltek. 21 szál szegfűt szedett le hozzá a kertész.
Hány szálat kötöttek egy csokorba?*

Ennél a feladatnál, egyéni munkát követően, a tanulók a saját maguk által a feladathoz készített rajzot összehasonlították az írásvetítőn megjelenő rajzokkal (20. ábra).

A fóliákon szereplő rajzokat az első és harmadik szerző tervei alapján grafikus készítette, akinek az volt a feladata, hogy a gyermekrajzok forma- és színvilágát idéző ábrákon az általunk megadott matematikai struktúrát jelenítse meg. A fejlesztésben résztvevő pedagógusok munkafüzete részletesen leírta a fóliák felhasználásának menetét.



20. ábra

A 16-os számú feladathoz készített, a tanár által írásvetítőn bemutatott ábrák

A kísérlet implementációja

A kísérleti osztályok tanítóit a tanulmány első és második szerzői egy közös megbeszélésen tájékoztatták a kísérletről. A megbeszélés során bemutattuk a kísérlet céljait, ismertettük hipotéziseinket, és átadtuk a tanári munkafüzetet. A kísérlet időszaka alatt a pedagógusok felmerült kérdéseire emailben és telefonon válaszoltunk. Célunk nem annak igazolása volt, hogy rövid idejű tanártovábbképzéssel szignifikáns változásokat generálhatunk a tanulók

matematikai teljesítményében – legalábbis nem abban az értelemben, ahogyan tanári szakmai fejlődésről és fejlesztésről általában beszélünk. Meggyőződésünk ugyanakkor, hogy a tanítók lehetséges szakmai-módszertani repertoárjában jelen vannak azok az elemek, amelyek tudatos és célszerű mozgósítása egy rövid idejű fejlesztő kísérlet során is lehetséges. A matematikatanárrá válás útján hosszú ideig megmaradnak azok a feladatmegoldó stratégiák, amelyek felváltása már alsó tagozatos korban kívánatos lenne (Van Dooren, Verschaffel és Onghena, 2003).

A kísérlet megkezdése előtt a kísérleti csoport tanulói három, a kontroll csoport tanulói két tesztet töltöttek ki három, illetve kettő egymást követő tanórán. Az előteszt felvételét követően a kísérleti osztályokban 20 tanítási órára terjedt ki a fejlesztő program. A program tanítási egységei a 45 perces tanórának átlagosan mintegy felét vették igénybe. A kontroll csoportban tanító pedagógusok nem ismerték a kísérlet céljait és hipotéziseit. A fejlesztő programot olyan időszakokra időzítettük, amikor a kísérleti és kontroll osztályokban egyaránt a szöveges feladatok témája szerepelt a tanmenetekben. A kísérleti és kontroll csoport közötti különbségek tehát kétrétűek: egyrészt a kísérleti csoport részvétele a fejlesztő programban, másrészt a kontroll csoportban 20-szor fél tanítási idővel több maradt a „szokásos” osztálytermi gyakorlat számára, ami – a 3. osztályban használt tankönyvek szemléletmódja alapján – a szöveges feladatok tanítása területén közelebb áll a számolási készség szövegbe öltöztetett gyakoroltatásához, mint a valóság matematikai modellezésnek elősegítéséhez.

Eredmények

A kísérlet eredményeinek meghatározása során a mindkét elő- és utótesztet megíró tanulók adatait vesszük figyelembe. (Az egyes mérőeszközök reliabilitásának kiszámítása során nem alkalmaztuk ezt a megszorítást.) Mivel a tesztek felvétele osztálytermi környezetben történt, a betegségek miatti hiányzások miatt jellemzően előforduló 5%-os minta-lemorzsolódás természetesnek tekinthető.

A 43. táblázat bemutatja a vizsgálat során tapasztalt átlag- és szórásértékeket a kísérleti és kontroll csoport elő- és utóteszteken elért eredményeire.

43. táblázat

A kísérleti és kontroll csoport elő- és utóteszteken elért eredményeinek leíró statisztikai értékei

		Kísérleti csoport (N = 97)		Kontroll csoport (N = 119)	
		előteszt	utóteszt	előteszt	utóteszt
Számolási	átlag	25,31	27,00	26,74	27,56
készség	szórás	4,61	4,35	4,25	4,00

Szöveges	átlag	2,57	4,12	3,51	4,06
feladatok	szórás	1,68	1,68	1,56	1,67

A kísérleti és kontroll csoport között az előteszteken meglévő különbségek kisebbek, mint amit az utóteszteken tapasztaltunk (2. táblázat). A számolási készség tesztje esetében az elérhető maximális pontszám 32 volt, így itt számolni kell a plafonhatás különbségek mértékének megítélését torzító jelenségével. A szöveges feladatok teszten az elérhető maximális pontszám 6 pont volt, így itt az átlagok változásának nagyobb terepe volt, de ugyanakkor a relatív szórás értéke magas.

Az átlagok közötti különbségek nagyságának pontosabb elemzését a 44. táblázatban mutatjuk be.

44. táblázat

A kísérleti és kontroll csoport elő- és utóteszteken elért teljesítmény-átlagainak összehasonlítása

	Levene-próba		Kétmintás t-próba	
	F	p	t	p
Számolási készség előteszt	1,24	0,27	2,37	0,02
Szöveges feladatok előteszt	0,81	0,37	4,29	< 0,001
Számolási készség utóteszt	0,54	0,47	0,99	0,32
Szöveges feladatok utóteszt	0,40	0,53	0,28	0,78

Mind a számolási készség, mind a szöveges feladatok tesztjén az előtesztelés során a kontroll csoport szignifikáns előnye volt kimutatható (3. táblázat). Az utótesztelés során nem volt szignifikáns különbség a csoportok teljesítménye között. A kísérleti hatás mértékének elemzése további információt ad arra vonatkozóan, hogy milyen mértékű fejlesztő hatást sikerült megvalósítani.

A kísérleti és kontroll csoportok átlagainak változása nem csak egymással összehasonlítva, hanem adott csoporton belül az elő- és utóteszt eredményeinek összehasonlításával is nyomon követhető. A páros t-próbák eredményei szerint a számolási készség tesztjén mindkét csoport esetében szignifikáns változás figyelhető meg: $t(118) = 2,87$, $p < 0,01$ a kontroll csoport, $t(96) = 5,48$, $p < 0,01$ a kísérleti csoport esetében adódott értékek. A szöveges feladatok tesztjén is mindkét csoport átlagainak szignifikáns növekedése figyelhető meg: $t(118) = 4,78$, $p < 0,01$ a kontroll csoport, $t(96) = 10,73$, $p < 0,01$ a kísérleti csoport esetében. Ezen túlmenően a szöveges feladatok tesztjének valamennyi itemén szignifikánsan jobb eredményt ért el az utóteszten a kísérleti csoport, míg a kontroll csoport átlaga három feladat esetén nem mutatott szignifikáns növekedést.

A kísérleti hatás meghatározása

A vizsgálatunkban alkalmazott PPC-elrendezés a Cohen-féle d hatásmutató módosított változatának alkalmazását igényli (Morris, 2005). Ebben az esetben a *Cohen*-féle d érték az átlag változásának standard mértéke, és a következő egyenlettel becsülhető:

$$\Delta = \frac{(M_{post,exp} - M_{pre,exp}) - (M_{post,control} - M_{pre,control})}{SD_{pre,pooled}}, \text{ ahol}$$

$$SD_{pre,pooled} = \sqrt{\frac{(n_{exp} - 1)SD_{pre,exp}^2 + (n_{control} - 1)SD_{pre,control}^2}{n_{exp} + n_{control} - 2}}$$

M az átlag, SD a szórás jele a képletben, az indexként feltüntetett exp a kísérleti csoportra utal, a pre és post rövidítések pedig az elő-, illetve utóteszteket jelölik.

A d értékére adott becslés még tartalmaz egy c együtthatót: $d = c\Delta$, ahol

$$c = 1 - \frac{3}{4(n_{exp} + n_{control} - 2) - 1}$$

Az így meghatározott torzítatlan (unbiased) d hatásméret a szöveges feladatok esetében 0,62, a számolási készség esetén 0,20. Cohen (1969) szerint a $d = 0,8$ érték jelentős, a $d = 0,5$ közepes, míg a $d = 0,2$ érték kicsi kísérleti hatás indikátora. Ennek alapján a fejlesztő programunkban tapasztalt kísérleti hatás kis mértékű a számolási készségre, és jelentős (a közepes és nagy közötti) a szöveges feladatokra.

Összefüggések a kísérlet háttérváltozóival

A két matematikai teszt mellett a kísérleti csoport tanulóival a Clark-féle Rajzteszt (CDT) első feladatát is felvettük. Emellett a kísérleti és a kontroll csoport is válaszolt néhány kérdésre, amelyekkel a matematikával kapcsolatos attitűdjeik és meggyőződéseik feltárását tűztük ki célul. Valamennyi háttérváltozónk esetén az első elemzési szempontunk az lesz, hogy az adott változónak van-e szignifikáns hatása a kísérlet utótesztjének eredményeire.

A CDT első feladata az általános értelemben vett rajzkészség mint látens változó egyik manifest változójának tekinthető. Elsőként azt vizsgáltuk, hogy a rajzkészség szintje vajon szerepet játszik-e a kísérlet eredményeiben. A számolási készség tesztjével kapott korrelációs érték -0,04 ($p = 0,73$, $N = 94$), a szöveges feladatok tesztjével vett korrelációs érték pedig -0,16 ($p = 0,13$, $N = 94$).

Annak vizsgálatához, hogy a rajzkészség milyen kísérleti hatással van a vizsgálat utótesztjeire, a rajzkészség szintje szerinti két csoportra bontottuk a kísérleti csoport tanulóit. A két, közel egyenlő létszámú részminta egyikét azok a diákok alkották, akik 34 pont felett teljesítettek (46 fő), míg a másik részmintában a 35 pont alatti teljesítményt nyújtók voltak (48 fő). Ilyen mintafelosztás esetén a rajzkészség hatása (éta-négyzet) a számolás készség utótesztjén elért eredményekre 0,003, a szöveges feladatok tesztjére pedig 0,018. Ez utóbbi érték is alacsony kísérleti hatást jelez, amit úgy interpretálhatunk, hogy a rajzkészség kezdeti szintje nincs jelentős hatással a kísérleti program eredményeire. Másképpen fogalmazva: a kísérleti program eredményessége csak kevésbé függ a rajzkészség kiinduló szintjétől.

A PPC kísérleti elrendezés lehetővé teszi, hogy elő- és utótesztek pontszámainak különbségéből egyetlen változót képezzünk egy adott változó jellemzésére. Így például a számolási készség elő- és utótesztjein elért eredmények egyetlen mutatóval is jellemezhetők,

amelyet a számolási készség növekményének nevezhetünk. Ezáltal lehetőség nyílik kétszemponos variancia-analízis alkalmazására, amellyel egyes háttérváltozóknak a kísérleti elrendezéshez viszonyított hatásméretét tudjunk meghatározni. A kísérleti elrendezés és egyes háttérváltozók interakcióját is számszerűsíthetjük a növekmény-változók használatával.

Kutatási kérdés, hogy a fiúk és a lányok egyformán profitáltak-e a kísérletből. Ezt a kérdést 2x2-es ANOVA vizsgálattal (kísérleti elrendezés, nem) elemezhetjük. A kísérleti elrendezésből adódó kísérleti hatás ebben a modellben 0,13 volt (parciális éta-négyzet; $p < 0,001$), a nemek közötti különbségekből adódó kísérleti hatás, valamint a kísérleti elrendezés és a nemek interakciója (parciális éta-négyzetek rendre 0,001 ($p = 0,62$) és 0,01 ($p = 0,09$)) azonban nem bizonyult szignifikánsnak. A számolási készség növekmény-változójára elvégezve a kétszemponos variancia-analízist, ugyanezt a jelenséget tapasztaltuk. A kísérleti elrendezésre visszavezethető parciális éta-négyzet értéke 0,02 ($p = 0,04$), a nemek közötti különbségekből adódó kísérleti hatásméret 0,001 ($p = 0,60$), a kísérleti elrendezés és a nemek interakciójának hatásmérete pedig 0,001 ($p = 0,66$).

További háttérváltozókat tartalmazott a szöveges feladatok elő- és utótesztje. Három kérdés mindkét kérdőívben szerepelt, így ezeknél meg határozható a kísérlet során bekövetkező változás mértéke, és annak esetleges kapcsolata a kísérleti elrendezéssel. A 45. táblázat a három háttérkérdést, és a kapott leíró statisztikai értékeket tartalmazza.

45. táblázat. Az elő- és utótesztelésnél szereplő három háttérkérdés leíró statisztikai mutatói (1 = a legpozitívabb viszonyulás, 2 = semleges viszonyulás, 3 = a legkevésbé pozitív viszonyulás)

		Előteszt		Utóteszt	
		Kísérleti	Kontroll	Kísérleti	Kontroll
Hogy érzed magad a	Átlag	1,65	1,43	1,61	1,41
matematikaórákon?	Szórás	0,70	0,59	0,69	0,63
Mennyire nehéz számodra a	Átlag	1,85	1,87	1,69	1,78
matematika?	Szórás	0,51	0,45	0,51	0,46
Szerinted mennyire fontos,	Átlag	1,07	1,02	1,09	1,05
hogyan tud a matematikát?	Szórás	0,30	0,13	0,36	0,26

Az átlagok összehasonlítására végzett kétmintás t-próbák szerint az első kérdésben szignifikáns különbségek adódtak az elő- és utóteszten is ($p < 0,05$). Az elő- és utóteszt átlaga között ugyanakkor a páros t-próbák nem mutattak szignifikáns különbséget egyik részmintán sem.

A második kérdés esetében a kísérleti és kontroll csoport esetében is az átlagok szignifikáns változása volt megfigyelhető a páros t-próbák eredményei alapján. A kísérleti csoport esetében az átlag változása nagyobb mértékű, iránya pedig azt mutatja, hogy a kísérlet végére kevésbé tartották nehéznek a matematikát. A kétmintás t-próba szerint ugyanakkor a második és harmadik kérdésnél sincs szignifikáns különbség a kísérleti és kontroll csoport között, sem az elő-, sem az utóteszten. A harmadik kérdés esetében a páros t-próba szerint a harmadik kérdés megítélése nem változott jelentősen egyik csoportban sem.

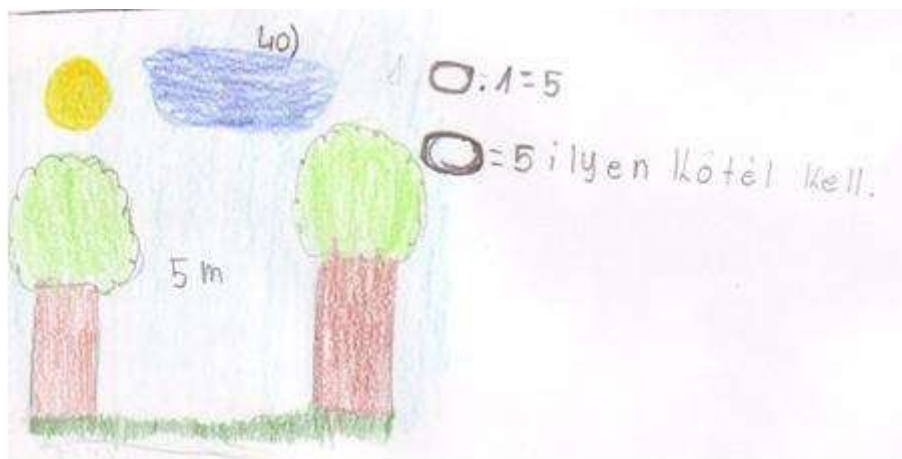
Két további háttérkérdést tartalmazott az utóteszt. Abban a kérdésben, hogy „Mennyit fejlődött matematikatudásod az elmúlt két hónapban?”, a kísérleti és kontroll csoport átlagai között nem volt szignifikáns ($t(210) = 0,11$, $p = 0,91$), és ez arra a fejlesztési tartalékra mutat rá, amely a tanulók énképének alakítása rejt magában. Vagyis annak ellenére, hogy a kísérleti csoport tanulójának tesztel mérhető matematikai tudása a kontroll csoporthoz képest jelentősen változott, de – feltehetőleg viszonyítási pont híján – a tanulmányi éntudatuk fejlődése ezt nem követte.

A másik háttérkérdés, amely csak az utóteszten szerepelt, a következőképpen szólt: „Egyetértesz-e azzal, hogy ha a szöveges feladatról sikerül egy jó rajzot készíteni, akkor a megoldás is könnyebb lesz?” Mivel ennek a meggyőződésnek a kialakítása a fejlesztő program célkitűzései között szerepelt, ezért a hipotézis igazolásának tekinthető, hogy a kísérleti csoport átlaga szignifikánsan különbözött a kontroll csoportétól ($t(209) = 2,18$, $p = 0,03$).

A kísérleti csoportban tanító pedagógusok összegyűjtötték azokat az A4-es lapokra készített rajzokat, amelyeket a tanulók a kísérlet folytatása során készítettek. Ezeken a lapokon többféle típusú rajzzal találkoztunk. Első példánkban a 40-es számú feladathoz készült egyik tanuló rajzot mutatjuk be. A feladat szövege így szólt:

„Két fa között, amelyek egymástól 5 m távolságra vannak, köteleket szeretnénk kifeszíteni. Sajnos, csak 1 m hosszú kötélrészecskék vannak. Hányat kell ezekből egymáshoz kötni?”

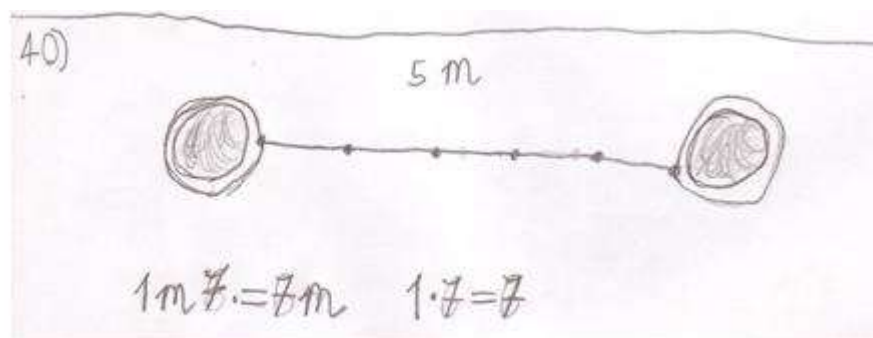
Egy piktorális típusú rajzot a 21. ábrán mutatjuk be.



21. ábra

Példa piktorális típusú tanuló rajzra

Ugyanehhez a feladathoz egy másik tanuló a 22. ábrán szereplő rajzot készítette.



22. ábra

Példa sematikus típusba tartozó tanulói rajzra

A 21. és 22. ábra közötti különbségek fogalmi szinten a piktorális és sematikus rajzok közötti definíciós különbséggel írhatók le. Míg a 22. ábra a feladat szövegében leírt dolgok közötti lényegi, matematikai viszonyokat szemlélteti, addig a 21. ábra pusztán a feladat szövegében szereplő dolgok képét adja vissza. Jelen esetben a sematikus típusú rajz elősegítette a realisztikus válasz megszületését. Hegarty és Kozhevnikov (1999) eredményei alapján azt várhatjuk, hogy általános tendenciaként jelenik meg a sematikus rajzok készítőihez köthető jobb problémamegoldás. Az ő vizsgálatukban 6. osztályos fiúk szerepeltek, és bár láttuk, hogy a nem szerepe a kísérletünkben elhanyagolhatónak bizonyult, az életkori különbségek és az eltérő kísérleti helyzet miatt a megalapozottabb összefüggés-vizsgálathoz további elemzések szükségesek. Az életkori különbség kezelésében azt kell figyelembe venni, hogy a rajzkészség fejlődése és a matematikai feladatokkal kapcsolatban megszerzett tapasztalatok befolyásolhatják a matematikai teljesítmény és a gyerekrajzok típusa közötti összefüggést. Másrészt Hegarty és Kozhevnikov (1999) laboratóriumi körülmények között készített felmérést, ahol a megoldáshoz készített tanulói rajzok zsűritagok egyetértésének kvantitatív ellenőrzése mellett kerültek kategorizálásra.

Következtetések

Kutatásunkat harmadik osztályos tanulók körében végeztük, a matematikai problémamegoldás fejlesztésének területén. A vizsgálat független változói, amelyek egy – reményeink szerint – koherens fejlesztő programban öltöttek testet, a következők voltak. (1) A matematikai szöveges feladatok tanulásában egy három szempontú rendszert alakítottunk ki az egyszerű aritmetikai szöveges feladatok rendszerező áttekintésére. (2) A kísérlet során a fejlesztésben résztvevő pedagógusok több feladathoz előre elkészített típusrajzokat mutattak be, lehetőséget teremtve a tanári és tanulói rajzok tudatos elemzésére és összevetésére. (3) Több feladat esetében képességszint szerint heterogén csoportokban dolgoztak a tanulók, ezzel is elősegítve a megfelelő, a matematikai szempontból hibás megoldások iránti toleráns légkör megteremtését. Elvileg a független változók szerint további kísérleti részcsoportokat lehetett volna létrehozni, azonban a kísérlet talán

legfontosabb célja az ökológiai validitás biztosítása melletti teljesítménynövelés volt. A három említett kísérleti tényező között a rajzok készítését és elemzését helyeztük középpontba, azonban annak érdekében, hogy ezt osztálytermi és tanórai keretek között olyan módon tegyük, hogy általánosítható eredményekhez és fenntartható fejlődéshez jussunk, a másik két tényező (a feladatrendszer kiépítése és a hozzá hangolt oktatási módszerek) jelenléte is szükséges volt.

Eredményeink szerint a fejlesztő kísérlet eredményesnek bizonyult. A kísérleti hatás mértéke megfelelő ahhoz, hogy sorra vegyük, milyen elméleti következtetések és milyen javaslatok fogalmazhatók meg. A kísérlet független változói közül a csoportmunka alkalmazásának önmagában vett kísérleti hatása is feltételezhető (ld. Józsa és Székely, 2004), azonban a kooperatív tanulás a pedagógiai kísérletek világától függetlenül is jelen van közoktatásunkban, így a mostani kísérletünk kontroll csoportjaiban is feltételezhetően alkalmazásra került csoportmunka. A matematikai szöveges feladatok rendszerezett tanulmányozásának is lehet önmagában vett kísérleti hatása: azonban az a stratégia, hogy elindulva a számtani művelettel nem megoldható feladatokról a két alpművelettel megoldható feladatokig több szövegesfeladat-típust megoldanak a tanulók, többé-kevésbé valamennyi tankönyv és munkafüzet logikus felépítésével megegyező stratégia. Úgy gondoljuk tehát, hogy a tapasztalt kísérleti hatás elsősorban a kísérlet fő független változójával, a tanári és tanulói rajzok szerepeltetésével magyarázható. A kísérlettől teljesen függetlenül készülnek és bemutatásra kerülnek rajzos modellek a matematikaórákon, a kísérletben megvalósított jelentős különbségnek azt tartjuk, hogy a külső(rajzos) reprezentációk és a belső (mentális) reprezentációk közötti interakciót tudatosítottuk a tanulóknál- nyilván olyan szókinccsel, és olyan módszerekkel, amelyek a korosztály számára elérhetők. Ugyanakkor az explicit tudatosítás mellett az implicit, intuitív tanulási folyamatok is szerepet kaphattak, és megítélésünk szerint a kutatói tervezés alapján bemutatott rajztípusok ab ovo elősegíthetik a külső és belső reprezentációk közötti implicit interakciót.

Fejlesztő kísérletünk az alsó tagozatos pedagógiai fejlesztő programok általános jellemzői szempontjából a következő két tanulságot hozhatja. Egyrészt arról, hogy az alsó tagozatos iskolai évek az alapkészségek fejlesztésében kitüntetett szerepűek, a metakognitív folyamatokra alapozott fejlesztés fontosságát és létjogosultságát is hangsúlyozni szeretnénk. Korábbi kutatásainkban (pl. Csíkos, 2005a, 2005b; Csíkos és Steklács, 2010a) már bemutattuk a metakognícióra alapozott fejlesztés lehetőségeit, a mostani kísérlet újlag megerősítheti, hogy az alapkészségek fejlesztésével párhuzamosan megvalósítható a metakognitív tudáselemek fejlesztése. Eredmény, hogy a kísérleti csoportban a számolási készség tesztjén nem történt visszaesés, noha az alapkészségek gyakoroltatása – abban az értelemben, ahogyan a szöveges feladatok általában az alpműveleti számolási készség gyakoroltatásának eszközét jelentik - nem kapott szerepet. Meggyőződésünk, hogy a problémamegoldó gondolkodás stratégiai összetevőinek kutatása a matematika mellett más iskolai tartalmi területeken is ígéretes és fontos vizsgálati terepet jelent a közeljövőben.

3.3.4. Fejben számolási stratégiák fejlesztő programja

Azt követően, hogy sikerült a fejben számolási teljesítményt és a fejben számolási stratégiákat egy empirikus vizsgálat keretében elemezni, egy olyan fejlesztő program elképzeléséhez jutottunk, amelyben a számolási készség fejlesztéséhez a fejben számolási stratégiákat használjuk föl. Mivel célunk ebben az esetben is egy jelenség, egy összefüggés dokumentálása, a kutatómódszertanban rövid beavatkozásnak (brief intervention) nevezett kutatási elrendezést választottuk. Ennek eredményeit a Psychology of Mathematics Education konferencián ismertetjük (Csíkos, 2016b).

Az eddigi kutatásaink (Csíkos, 2016a) alapján ismertté vált, hogy a konkrét fejben számolási feladattól függően egy adott fejben számolási stratégia jelentősen rövidítheti a helyes megoldáshoz szükséges időt, de ugyanakkor más feladat esetében az is világossá vált, hogy két különböző stratégia egyformán hatékony lehet a helyes megoldás és az ahhoz szükséges felhasznált idő szempontjából egyaránt. Azt ugyanakkor a szakirodalom – elméleti megfontolások alapján – már tisztázta, hogy a fejben számolási stratégia hatékonysága a konkrét feladat mellett az egyéni jellemzőktől és a feladat kontextusától függ. E három tényező közül a feladatkontextust adottnak, rögzítettnek vesszük az iskolai fejlesztő kísérletek során. Ugyanakkor rendkívül lényeges kutatási eredmények már nyilvánvalóvá tették a kontextuális jellemzők jelentőségét (ld. Carraher, Carraher és Schliemann, 1985, brazil utcai gyermekárusok körében végzett kutatását). A két másik tényezőt a fejlesztő programban együtt kezeltük: különféle feladatok megoldásához többféle számolási stratégiát kínáltunk, feltételezve azt, hogy minden tanuló esélyt kap arra, hogy találkozzék a számára egy adott feladathoz optimálisnak tekinthető fejben számolási stratégiával.

A fejben számolás folyamatáról számos kutatási megközelítésmód igyekszik beszámolni. Mint láttuk, az idegrendszeri folyamatokat középpontba állító megközelítéstől (Piazza és Dehaene, 2004) a kognitív pszichológiai folyamatokat leírón át (Fürst és Hitch, 2000) az oktatási relevanciát szem előtt tartó tankönyvelemzésig (Heinze, Marschick és Lipowsky, 2009) mindegyik hozzájárulás értékes. Az oktatási folyamatba történő tervezett beavatkozás számára egyrészt adottnak vesszük a biológiai adottságokat és korlátokat, másrészt pedig az elméleti alapon kikövetkeztethető hatások ellenőrzésére kísérletet tervezhetünk. Kísérletünkben felhasználjuk, hogy ez a korosztály már képes beszámolni arról egy-egy feladat kapcsán, hogy mely számolási stratégiát használta. Ugyanakkor annak tudatosítása, hogy a kihívást jelentő feladatok megoldásakor mindenképpen használnak valamilyen stratégiát, és érdemes azt megismerniük, a fejlesztő kísérlet egyik célkitűzésévé vált.

A fejlesztő programunk elvi alapja tehát az a sejtés, hogy ha segítjük a tanulókat a saját fejben számolási stratégiáik tudatosításában, akkor ezáltal jobb teljesítményre lesznek képesek. Túl azon a gyakorlati hasznon, amit a fejben számolás és tágabb értelemben a számolási készség fejlesztésével nyerünk, azt gondoljuk, hogy a saját stratégiahasználatra vonatkozó metakognitív tudatosságnak ezen felül haszna lehet a gondolkodás fejlődésében. A fejlesztő program kidolgozásának fontos lépése (hasonlóan ahhoz, ahogyan mérni igyekeztünk a fejben számolási stratégiákat), hogy az adott korosztály számára releváns

stratégiák leltárát elkészítsük. Ez a leltár nagyvonalakban megegyezik a stratégiák beazonosításának projektjében ismertetett stratégiákkal, ám két új jelenséget kell figyelembe vennünk. Egyrészt a fejlesztést könnyen implementálhatóvá úgy tehetjük, ha a tanítói gyakorlatban egyébként már meglévő stratégiákra és stratégia-elnevezésekre támaszkodunk. Másrészt a tanulók számára használható elnevezéseket és repertoárt szeretnénk kialakítani.

A fejlesztő program kialakításának második alappillérét az jelenti, hogy olyan mérőeszközt fejlesszünk, amelyen nyújtott teljesítmény egyrészt a kísérlet függő változójaként a sikeresség kvantitatív megítélését teszi lehetővé, másrészt olyat, amelyen nyújtott teljesítmény önmagában üzenetértékű az oktatási gyakorlat számára. Ez utóbbi szempontból kiindulva: a fejben számolási készség mérésére jellemzően olyan feladatsort használnak, amelyben a készség különböző elemeihez társíthatók az egymást követő feladatok. A feladatsor hosszát emiatt meghatározza, hogy hányféle készségelemet definiáltunk. (Egy adott készségelemre természetesen lehetséges egyetlen feladatot tervezni, de lehetséges minden készségelemre akár többet is.)

Fejlesztő programunk felépítéséhez mindezek után négy elméleti alaptétel vezetett. (1) a gyakorlás és a tapasztalatszerzés során idővel akkor is javul a teljesítmény, ha valaki mindig ugyanazt a fejben számolási stratégiát használja. (2) Új stratégia használatát olyan feladathoz kapcsolódóan célszerű bevezetni, amely feladat megoldása során nyilvánvalóvá válik az új stratégia hatékonysága. (3) A tanulóban kialakulhat személyes preferencia valamely stratégia használata iránt, ám (4) igyekszünk az egyéni és a feladatjellemzőket egyaránt tekintetbe vevő adaptív stratégiahasználatot kialakítani.

Az adaptivitást mint a Piaget-életmű egyik kulcsfogalmát (Piaget, 1962/2000) használjuk. Általánosságban az adaptivitás a környezethez való minél kielégítőbb alkalmazkodást jelent a gyermekek és a felnőttek esetében is. Konkrét esetünkben a környezethez alkalmazkodás speciális esete a háromjegyű számokkal végzett összeadás során kapott feladat minél hatékonyabb megoldása.

A fejben számolási készség elemeinek meghatározása történhet tisztán matematikai szempontból, de mivel a matematikai értelemben vett számolási műveletek különbözhetnek a fejünkben lejátszódó mentális számolási műveletektől, a leghasznosabb egy olyan készségelem-lista lehet, amelyben a matematikai és a lélektani szempont egyaránt jelen van.

Mint láttuk, a szakirodalom az elmúlt húsz évben előállt már – egymással összeegyeztethető – listákkal a fejben összeadás stratégiáiról (Fuson, Wearne, Hiebert, Murray, Human, Olivier, Carpenter és Fennema, 1997, Heinze, Marschick és Lipowsky, 2009; Selter, 2001).

A 21. táblázatban bemutatott fejben számolási stratégiák beazonosításában a matematikai szempont relevanciáját jelzi a példák oszlopa. Ugyanis a fejben számolási folyamat lépései itt a matematikai műveletek és a műveletvégzés sorrendjének nyelvén szerepelnek. A pszichológiai relevanciát jelzi ugyanakkor, hogy helyett kapott a táblázatban (háromféle megnevezéssel) a fejben összeadás stratégiái között az is, amelynek matematikai leírása kivonás műveleteként indul, és a matematikai szempontból kivonásnak tekintett művelet megoldásának leírása mutat rá arra, hogy fejben végzett összeadásról van szó. Ezen a ponton ugyanakkor logikailag kettéválk a fejlesztés lehetséges programja és a fejlesztés sikerességének mérése. A fejben összeadási stratégiák mérőeszközében helye van olyan műveletnek (készségelemnek) is, amelyet matematikai szempontból kivonás műveletével

írhatunk le. Kérdés ugyanakkor, hogy a fejlesztőmunka során szabad-e, célszerű-e a matematikai oldalról tekintve kétféle műveletet, az összeadást és a kivonást vegyesen alkalmazni, és ha igen, akkor hogyan történjék a kivonás matematikai műveletéhez társítva a fejben összeadás stratégiájának tanítása.

A fejlesztés és a mérés párhuzamosságának dilemmája kellően általánosan felvetődik a kutatás-módszertan oldaláról, ugyanakkor speciálisan a fejben számolás műveleteivel kapcsolatosan tantárgypedagógiai kérdéshez jutunk. Kutatás-módszertani szempontból egy fejlesztő program függő változójának vagy változóinak kiválasztása egyaránt függ a beavatkozás során feltételezett elméleti oksági viszonyoktól és a kísérleti program felhasználói felé nyújtott üzenettől. Ez utóbbi tényezőt Horner, Carr, Halle, McGee, Odom és Wolery (2005) társadalmi jelentőségként (social significance) aposztrofálja.

Még izgalmasabb kérdések tárnak elénk, ha a függő változó és a fejlesztő kísérlet kapcsolatának elemzése során konkrét esetünkben a matematikadidaktika szempontját vesszük elő. Ahogyan Csapó (2010) megkülönbözteti a mérhető tanulói tudás dimenzióit, úgy jelen esetben a szaktárgyi tudás és a gondolkodásfejlesztés párhuzamosságának kérdése került elő. Szaktárgyi szempontból a háromjegyű számok körében végezhető műveletvégzés az elvégzendő matematikai műveletek szerint csoportosítható. Vannak összeadásos és vannak kivonásos feladatok, és miután mindkettő előkerült a tananyagban, feltételezhetően lesznek „vegyes típusú” feladatok, amelyekben váltogatva vagy akár egy feladaton belül, egymás után kell a kétféle alpműveletet elvégezni.

A gondolkodásfejlesztés szemszögéből ugyanakkor a fejben összeadás készségéhez feltétlenül hozzátartozik, hogy a szaktárgyi szempontból kivonásosnak nevezhető feladatok egy része – melyek fejben történő megoldása során mentális összeadást végzünk – a fejben összeadásos feladatok között, azokkal együtt és egyenrangúként kerüljön elő. Mivel mindkét említett tudásdimenzióban (szaktárgyi tudás, matematikai gondolkodás) fontos a fejlesztés és az értékelés egyaránt, a fejlesztő programunknak meg kell találnia a két tudásdimenzió együttes fejlesztésének lehetőségét. Fejlesztő programunk megalkotása során ez egyrészt a fejlesztő feladatok rendszerének összeállítására volt hatással, másrészt pedig meghatározta, hogy a megvalósító pedagógus kollégák számára milyen útmutatót állítunk össze.

A fejlesztő kísérlet remélt hatásmechanizmusa a következő:

- A tanulók a fejben számolás során valamiféle, a beszámoló-képességi értelemben vett tudatosság (awareness) szintjén jelen lévő fejben számolási stratégiát használnak. Ennek igazolását láttuk a 2.6. fejezetben.
- A tanulók által használt fejben számolási stratégiák megbeszélésével kialakul a tudás arról, hogy különböző feladatokhoz gyakran különböző stratégiát érdemes használni, ám az is előfordul, hogy ugyanazt a feladatot két tanuló két különféle stratégiával oldja meg.
- Siegler és Lemaire (1997) munkája nyomán terjedt el a stratégiahasználat adaptivitásának egy olyan értelmezése, mely szerint az objektív feladatjellemzők mellett szubjektív, egyéni jellemzők (előzetes tudás, meggyőződés, attitűd) is meghatározza, hogy egy adott feladatkontextusban mely stratégia használata a legmegfelelőbb. Ezt a tudást a pedagógus verbális és nem verbális kommunikációja és az általa megteremtett osztálytermi légkör tudja közvetíteni.

A 2.7. részben leírt kutatási eredményeinkből ismert, hogy a tanulók számára nehézséget jelent még az objektív feladatjellemzőkhöz igazított hatékony stratégia megtalálása is. Emellett hajlamosak arra, hogy egy feladatsorozaton belül ragaszkodjanak egyetlen stratégia használatához, azaz fejlesztő beavatkozás nélkül stratégiahasználatuk távol áll attól, amit adaptívnek nevezhetünk. Fejlesztő kísérletünket abban a reményben indítottuk, hogy a fejben számolási teljesítmény javulása mellett a stratégiahasználatot adaptívabbá tudjuk tenni. Ebből következően két függő változót célszerű a kísérlethez definiálni: a számolási készség (vagy a fejben számolási készség) tesztjén elért eredményt, és annak mérését, hogy a korábbi vizsgálatunkban jellemző mintázatnak mutatózó uniform, vagyis feladatsorozaton keresztül azonosan alkalmazott stratégia helyett többféle stratégia használata lesz megfigyelhető.

Módszerek

Egytényezős, kétcsoportos kísérleti elrendezést választottunk. A kísérleti csoport két iskola két-két negyedik osztálya volt. Az egyik iskola egy megyeszékhelyen, a másik egy községben található. A tanulók mindkét iskolában igen vegyes családi-kulturális háttérrel rendelkeznek, ami elősegíti az eredményeink általánosíthatóságát. A kísérleti csoportban 78 tanuló volt, a kontroll csoport 67 fős volt. Kontroll csoportként a két kísérleti iskolához hasonló társadalmi-beiskolázási háttérű intézményből választottuk a tanulókat.

A kísérletben használt mérőeszközöket a 46. táblázat foglalja össze.

46. táblázat. A fejben számolási stratégiákat fejlesztő kísérlet mérőeszközei

	Kísérlet előtt	Kísérlet után
Kísérleti csoport	Papír-ceruza	Papír-ceruza
	számolási-készség-teszt	számolási-készség-teszt
	Egyéni, szóbeli adatfelvétel	Egyéni, szóbeli adatfelvétel
	fejben összeadásos feladatok sorozatával	fejben összeadásos feladatok sorozatával
Kontroll csoport	Papír-ceruza	Papír-ceruza
	számolási-készség-teszt	számolási-készség-teszt

Ahogy a 46. táblázatból kiolvasható, a kontroll csoporthoz képest vett összehasonlítás alapjául az írott készségteszt szolgált, míg a kísérleti csoport önkontrollos fejlődésének leírásához a 2.7. részben részletezett módszertannal használt egyéni adatfelvétel szolgált.

Előtesztként az alábbi nyolc feladatot kellett megoldaniuk a kísérleti csoport tanulóinak (ld. 2.7. rész)

(1) $342 + 235 =$

(2) $143 + 426 =$

(3) $702 + 105 =$

(4) $284 + 202 =$

(5) $527 + 398 =$

(6) $498 + 256 =$

(7) $701 - 694 =$

(8) $646 - 583 =$

Mivel az első négy feladatot lényegében mindegyik tanuló meg tudta oldani, így utótesztként a nyolc feladatos rendszer rövidített változatát használtuk, amelyben négy feladat szerepelt: kettő az egyszerűsítés, kettő pedig az indirekt összeadás stratégiáját célozva.

A papír-ceruza készségteszt megbízhatónak bizonyult (Cronbach- $\alpha = 0,90$ előtesztként és $0,83$ utótesztként). A tesztben a tantervi célokat lefedő feladatok szerepeltek: egyjegyű, kétjegyű és háromjegyű számokkal műveletvégzés. A 32 item a következő módon oszlott meg: 8 egyszerű összeadás és kivonás, négy maradékos osztás, négy nyitott mondat a négy alpművelettel, négy nyitott mondat számnevekkel írva, nyolc összehasonlítás és négy folytatandó számsorozat.

A papír-ceruza teszteket a kísérleti és a kontroll csoportokban is osztálytermi keretek között töltötték ki a tanulók. A kísérleti csoport tanulóit (ld. a 2.6. részt) három kutatási asszisztens közreműködésével, egyénenként teszteltük a fejben számolási teljesítmény és stratégiahasználat terén.

A fejlesztő program implementációja

A fejlesztő programunk az itt korábban vázolt elvek alapján a készségfejlesztést a tanulói meggyőződések és a stratégiák fejlesztése révén kívánta megvalósítani. A program két hétig tartott: nyolc tanórára készítettünk körülbelül tíz percet igénybe vevő gyakorlatsort. Ezáltal osztálytermi környezetben, a rendes tanórák keretébe ágyazottan történt a fejlesztés, amelynek így biztosítva látjuk az ökológiai validitását. A kísérletet megvalósító négy pedagógus egy kilenc oldalas tanítói munkafüzetet kapott kézhez, melyben egy oldalas bevezetőt követett a tanórák egy-egy oldalas bevezető részének feladatsorozata. A megoldandó feladatok részletes leírást csatoltunk, javasolva, hogyan vezessék be a feladatokat, és néhány szó szerint elmondandó mondatot írtunk le. A rövid tanegységek a fejben összeadási stratégiákat követték, a tanítók barátságos neveket javasoltak az egyes számolási stratégiákhoz: egyszerűsítés, lépegetés, helyi érték szerint, „a kivonás kicselezése”.

Eredmények

Az előteszt szóbeli tesztjén elért eredményeiről már beszámoltunk nemzetközi és hazai publikációban (Csíkos, 2012c, 2013, 2016a). Nemzetközi téren újdonság volt eredményünk a számolási teljesítmény és az alkalmazott stratégiák között összefüggésről. Itt most a fejlesztő kísérlet kapcsán a függő változókra mint utóteszten mért eredményekre összpontosítunk, melyeket egyelőre egy konferenciaprezentációval ismertetünk a nemzetközi párbeszédközösség előtt (Csíkos, 2016b). A 47. táblázat a papír-ceruza teszt eredményeit mutatja.

47. táblázat

A fejben számolás fejlesztő programjának eredményei a papír-ceruza számolási teszten: átlag (zárójelben szórás)

	Előteszt	Utóteszt
Kísérleti csoport	19,80 (7,12)	20,90 (6,59)
Kontroll csoport	22,95 (5,67)	23,52 (5,68)

Megjegyzés: Az elérhető maximális pontszám 32

Mivel ugyanazt a tesztet használtuk elő- és utótesztként, az úgynevezett PPC-dizájn valósult meg (ld. Morris, 2005; korábbi alkalmazására ld. Csíkos, Szitányi és Kelemen, 2012). A Cohen-féle torzítatlan becslés a kísérleti hatás nagyságára: $d = 0,14$. Ez alacsony kísérleti hatásnak számít, ami összhangban van azzal, hogy (1) rövid idejű fejlesztő beavatkozást végeztünk egy évekig fejlődő készség javítására és (2) a kísérlet során nem történt célzott felkészülés a papír-ceruza készségtesztre. A kísérleti csoport tanulói átlagosan alacsonyabb szintről indultak, mint a kontroll csoporté, de a teljesítmény növekménye ezen a teszten nagyobb arányú volt, mint a kontroll csoportban.

A fejlesztő kísérlet másik célkitűzése az volt, hogy a rövid fejlesztés hatásának betudható stratégiaváltásról szerezzünk adatokat. Ennek mérésére az egyéni adatfelvétellel megvalósult hangosan gondolkodtatás alkalmas. A rögzített hanganyagot két független szakértő egymástól függetlenül kódolta, és így az utóteszt feladatain tapasztalt stratégiák megoszlásáról született adatokat tudjuk bemutatni. Az előteszt nyolc feladata közül az első négy közel 100%-os megoldottsággal és egyöntetű stratégiahasználattal jellemezhető, így a kísérleti csoport utótesztjén az előteszt 5-8. feladatainak analóg változatai szerepeltek. Azaz az előteszt 5-6. feladatának az utóteszt 1-2. feladatai, az előteszt 7-8. feladatainak pedig az utóteszt 3-4. feladatai feleltek meg. Az első kettő az egyszerűsítő-kompenzáló stratégia használatát igyekezett előmozdítani, míg a második kettő az indirekt összeadással volt jól asszociálható a kutatói szemmel. Az eredmények részben meglepetést hoztak, ahogyan az a 48. és 49. táblázatban látható.

48. táblázat

Fejlesztő programunk elő- és utóteszt-feladatainak megoldási stratégiái: a kompenzáló-egyszerűsítő stratégia (%)

Előteszt	Egyszerűsítő-kompenzáló stratégia használatának aránya	Utóteszt	Egyszerűsítő-kompenzáló stratégia használatának aránya
5. feladat	0	1. feladat	16,2
6. feladat	2,7	2. feladat	19,1
7. feladat	0	3. feladat	14,7
8. feladat	0	4. feladat	19,1

Az előteszt 5. és 6. feladatát, valamint az utóteszt 1. és 2. feladatát úgy terveztük, hogy az egyszerűsítő-kompenzáló stratégia lehet a leghatékonyabb a megoldásához. Az adaptív stratégiahasználat háromdimenziós modelljére emlékeztetve ezt úgy tudjuk még pontosabban megfogalmazni, hogy ha a másik két tényezőt, az egyéni pszichikus jellemzőket és a feladatkontextust rögzítjük, akkor az objektív feladatjellemzőkhöz ezeknél a feladatoknál a kompenzáló-egyszerűsítő stratégia illik. Az eredmények jól mutatják, hogy az egyéni pszichikus tulajdonságok, a képességek, meggyőződések, attitűdök terén meglévő különbségek adott feladat és adott kontextus esetén is változatos stratégiahasználati mintázatot hoztak létre.

49. táblázat

Fejlesztő programunk elő- és utóteszt-feladatainak megoldási stratégiái: az indirekt összeadás stratégia (%)

Előteszt	Indirekt összeadás stratégia használatának aránya	Utóteszt	Indirekt összeadás stratégia használatának aránya
5. feladat	0	1. feladat	0
6. feladat	0	2. feladat	0
7. feladat	9,3	3. feladat	4,4
8. feladat	6,7	4. feladat	2,9

Az előteszt 7. és 8., és az utóteszt 3. és 4. feladatát úgy terveztük, hogy az objektív feladatjellemzőkhöz a kutató számára az indirekt összeadás fejben számolási stratégiája illet leginkább. Meglepetést hoztak az eredmények, ugyanis az előteszten már eleve alacsonynak számító használati arány tovább romlott az utóteszten. Azonban a két táblázatot összevetve azt látjuk, hogy az utóteszten a 3. és 4. feladaton a stratégiaváltás költségén spórolhattak a résztvevők, és az adott feladatokhoz egyébként jól felhasználható egyszerűsítő-kompenzáló stratégiával az 1. és 2. feladatot követően, stratégiaváltás nélkül folytatták a feladatmegoldást.

Az eredmények értelmezése és következtetések

Kutatásunk eredményei közül kiemeljük, hogy sikeresnek bizonyult a számolási készség fejlődésére egy rövid, két hetes tréning, amely a fejben számolás stratégiáit célozta. A papírceruza készségtesztrel mért fejlődés háttérében a kísérlet független változóit sejthetjük: a fejben számolásra vonatkozó tanulói meggyőződések és stratégiák fejlesztése hathatott a készség fejlődésére. A fejlesztő program részeként a tanulók tudást szerezhettek saját maguk és társaik fejben számolási stratégiáiról, ezáltal a fejben számolás során használt gondolkodási folyamataikba több tudatosság kerülhetett. Mint láttuk, ez átmenetileg lassíthatja, sőt, akár bizonytalanra is teheti magának a készségnek a működését, de hosszú távon – ahogyan azt kifejtettük korábban, jelesül a 2.5. részben – a stratégiahasználat adaptivitását biztosíthatja.

Rövid fejlesztő kísérletünk során nem elsősorban a számolási készség fejlesztése volt a célunk. Az mintegy bónuszként, kollaterális többletként jelentkezett. Egy olyan ideát teszteltünk a kísérletben, amelynek megjelenése rövid távon is eredményeket hozhat (ahogyan Siegler és Jenkins, 1989, írják, akár másodpercek alatt), és amelynek hosszú távú hatásai elméleti úton kifejtve egyértelműen pozitívak.

4. Új tudományos eredmények

4.1. A gondolkodás stratégiai összetevőinek feltárása

Fogalmi tisztázás, pedagógiai relevancia

A metakogníció fogalmának pszichológiai-filozófiai alapokon álló, pedagógiai relevanciájú értelmezését több fórumon bemutattuk. Először az általános pedagógiai képességfogalomban szükségszerűen megjelenő hierarchikus komponenseken keresztül (Csíkos, 2001b), majd a fogalom explicit használatával (Csíkos, 2004a; 2006a, 2006c), összekapcsolva a sakk területén a kezdő-szakértő dichotómiával (Csíkos, 2008a). Az önértékelés fogalmát (Csíkos, 2002b) összekapcsoltuk a metakogníció jelenségével. Az olvasás metakognitív jelenségeinek egy átfogó értelmezését és áttekintését adtuk (Csíkos és Steklács, 2006)

Meggyőződések, nézetek kutatása az olvasás területén

Az olvasásra vonatkozó tanulói nézetek mérőeszközei közül adaptáltuk és kipróbáltuk az IRA (Csíkos, 2008b, 2008c), az MSI (Csíkos és Steklács, 2011b) és a MARSÍ (Kelemen-Molitorisz és Csíkos, 2009; Csíkos és Molitorisz, 2011) rövidítésű kérdőíveket. Eredményeink a mérőeszközök reliabilitási gondjai mellett a hazai olvasástanítás néhány nem szándékolt eredményéről tudósítanak. A MARSÍ-kérdőív végül mérésmetodológiai szempontból (ld. Csíkos és B. Németh, 1998) teljesen megfelelőnek bizonyult, és rámutatott emellett középiskolai tanulók körében az olvasás tervezési fázisában észlelhető stratégiadeficitre.

Matematikára vonatkozó meggyőződések

A matematikai tudás természetére, a matematika tanulására vonatkozó tanulói meggyőződések mérésére egy kérdőívet fejlesztettünk ki (Kelecsényi és Csíkos, 2013), amely megfelelő reliabilitásúnak bizonyult. Ugyancsak explicit meggyőződések vizsgálunk a matematika szerepére, tanulására vonatkozóan (Csíkos és Dohány, 2013),

mellyel szülői nézetek tártunk föl, a zene tanulására vonatkozó nézetekkel párhuzamosan. A matematika iránti attitűdök vizsgálatát 7. osztályos tanulók mintáján végeztük el (Csíkos, 2011, 2012a)

Kutatásaink egy jelentős része a matematikai gondolkodás rejtett, implicit meggyőződéseinek feltárására irányult. Már a Wason-féle kártyaszelekciós teszttel végzett vizsgálatom (Csíkos, 1999) megmutatta az implicit meggyőzések által vezérelt gondolkodási stratégiák kvantifikálásának lehetőségét. Ezt a kutatást matematikai szöveges feladatok megoldásának stratégiát irányító implicit meggyőzések vizsgálatának sorozata követte, melyben flamand kutatók által kifejlesztett feladatsor adaptációját használtuk először az eredeti nyílt feladatformátummal (Csíkos, 2002c, 2003a, 2003b, 2003c), majd feleletválasztós formában (Csíkos, Kelemen, Verschaffel, 2009, 2011). Eredményeink plasztikusan szemléltetik az iskolázás első négy-öt évében megmerevedő feladat-megoldási stratégiák mögött álló matematikai meggyőzések természetét. A szemmozgás-vizsgálatot is alkalmaztunk a rejtett, tudattalan és gyors gondolkodási folyamatok feltárására matematikai szöveges feladatok megoldása során (Csíkos és Steklács, 2013, 2016).

Olvasási stratégiák és matematikai feladatmegoldó stratégiák leírása

Elvégeztük az olvasási stratégiákra vonatkozó nemzetközi szakirodalom rendszerezését (Csíkos és Steklács, 2006; ld. még Steklács, 2013). Az olvasási stratégiák fejlesztésével megvalósítható reflektív szövegértési képesség jelentőségét a nemzetközi felmérések kapcsán elemeztük (Csíkos, 2006b).

A matematikai gondolkodás stratégiáival négy területen: a matematikai bizonyítások (Csíkos, 2002a), az aritmetikai szöveges feladatok (Csíkos és Dobi, 2001; Csíkos és Verschaffel, 2011; Kelemen, Csíkos és Steklács, 2005), a fejben számolás (Csíkos, 2012c, 2013, 2016a) és a kombinatív gondolkodás (Sztányi és Csíkos, 2015) területein végeztünk elméleti kutatást és empirikus vizsgálatokat. Emellett a matematika területén is rámutattunk a nemzetközi felmérésekben fontosnak minősülő reflektív matematikai tudás és a matematikai problémamegoldási stratégiák kapcsolatára (Csíkos és Vidákovich, 2012). Felvetettük annak lehetőségét, hogy az olvasás és a matematika területén a gondolkodás stratégiai összetevői párhuzamba állíthatók (Csíkos, 2003d).

4.2. A gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztése

Fejlesztő kísérleteinkben azt az elméleti alapvetést tettük, hogy önmagában a metakognitív tudásrendszer fejlettségét sem független személyi, sem pedig függő változóként nem szerepeltetjük. A metakognícióra alapozott fejlesztő kísérleteinkben a metakogníció az adott tudásterület szükségszerűen jelen lévő, fejleszthető és fejlesztendő komponenseként van jelent. Az értekezés részletesen beszámol a metakognitív visszaesésnek nevezett paradigmáról, ami kapcsolódik a Robert Siegler által kidolgozott *egymást átfedő hullámok* stratégiafejlődési modellhez. Ennek lényege, hogy a metakogníció alacsony vagy magas

szintje csak akkor tekinthető előnyös vagy hátrányos jelenségnek, ha figyelembe vesszük, az adott készségrendszer fejlődésének melyik fázisában vagyunk. Ebből következően a metakognitív tudáselemek abszolút értelemben vett fejlettségének mérése vagy hangsúlyozása helyet a minden fejlettségi fázisban meglévő metakognitív stratégiák rugalmassága, adaptivitása bizonyul jelentősnek (Csíkos és Steklács, 2011a; Csíkos, 2013, 2016a).

A fejlesztő kísérletek során fölvetődő kutatás-módszertani szempontok két kisebb kutatás-módszertani monográfia és két tanulmány megszületését segítették elő a mintavétel kapcsán (Csíkos, 2004b, 2009a), valamint a pedagógiai kísérletek dizájnjának kérdéseiről (Csíkos, 2012b, 2015).

Olvasásfejlesztő kísérletek

Első olvasásfejlesztő kísérletünk egy kombinált olvasás-matematikai kísérlet volt, két programmodullal, 4. osztályos tanulók körében. Az eredmények megmutatták a metakognícióra alapozott fejlesztés létjogosultságát (Csíkos, 2005a, 2005b). Továbbfejlesztett olvasásfejlesztő kísérletünkben az első kísérlet szekvenciális építkezését úgy módosítottuk, hogy a programba belépő, fejlesztendő olvasási stratégia végig benne maradt a programban, ezáltal lépcső, akkumulálódó felépítéshez jutva (Steklács és Csíkos, 2009; Csíkos és Steklács, 2010a). Emellett a hazai felméréseinkben leginkább problematikusnak bizonyuló tervezési stratégiák közé tartozó szöveganticipációs stratégiáknak egy külön fejlesztő programot hoztunk létre (Csíkos és Steklács, 2010b).

Matematikai fejlesztő kísérletek

A kombinált olvasás-matematikai fejlesztő program a matematika területén is eredményesnek bizonyult. Különösen érdekes volt a realiztikus szöveges feladatok körében megfigyelt fejlődő transzferhatás (Csíkos, 2005b). Mivel az olvasási és matematikai fejlesztő modulokat önmagukban is alkalmazhatónak terveztük, kéttényezős kísérletben megvizsgáltuk együttes és külön-külön vett működésüket is (Csíkos, Kelemen és Steklács, 2008).

A matematika területén egy következő kísérletünkben 3. osztályos tanulók körében vizsgáltuk a tanulói és tanári rajzoknak a lehetséges segítő szerepét a szöveges feladatok megoldásának folyamatában (Csíkos, 2009d; Csíkos, Sztányi és Kelemen, 2010, 2012). A fejben számolás fejlesztésére kidolgozott fejlesztő kísérletüket 4. osztályosok körében végeztük (Csíkos, 2016b).

5. Pedagógiai következtetések

5.1. Következtetések az egyéni fejlesztés számára

Nehéz problémába botlunk, amikor a gondolkodás stratégiai összetevőinek fejlesztéséről olyan módon szeretnénk szólni, hogy mit tanácsolunk *az egyén* számára. Az 1.1.2. részben említett erkölcsi dilemmát egyszerűen feloldva azt az álláspontot képviseljük, hogy legyen cél mindenki számára, hogy a saját tudásának, saját gondolkodási folyamatainak megismerésében, nyomon követésében és ellenőrzésében minél magasabb szintre jusson. Az ellentmondás azonban ott keletkezik, amikor az egyén szeretné látni a saját fejlődését önmaga gondolkodásának megismerésében. Egyrésztől ugyanis valljuk Kelvin, majd újabban Kaplan és Norton gondolatait parafrázálva, hogy amit fejleszteni szeretnénk, azt tudnunk kell mérni. Másrésztől viszont a gondolkodás stratégiai összetevőit éppen az jellemzi, hogy adott terület készségrendszerének megfelelő működése során a háttérbe vonulnak, így aktuálisan talán nem is mérhetők. Az ellentmondás úgy oldható föl, hogy magát a metakogníciót nem kívánjuk önmagában mérni, hanem azt valljuk, hogy adott területek készségrendszerei számára azért fontos a metakogníció fejlesztése, mert ezzel az adott területen nyújtott teljesítmény fog mérhetően fejlődni. Ahhoz lehet hasonlatos ez a felfogás, mint amikor egy sportoló az edzésen ugrókötéllel gyakorol, de nem azért, hogy az ugrókötelezés mérhető paramétereiben rekordot döntson, hanem azért, hogy állóképessége egy küzdősportban javuljon.

A gondolkodás stratégiai elemeinek fejlesztéséhez két lépés megtételét látjuk kulcsfontosságúnak: a fontosság tudatosítását és kifejezését, valamint konkrét helyzetben a metakognitív tudáselemek előhívását, evokációját. Két példát mutatunk erre kisiskolásokkal végzett kísérletből. Ginsburg (1998, 187. o.) egy hatéves kislánnyal, Tobyval készített interjú tanulságai között megfogalmazza a matematikatanítás módszertanán messze túlmutató következtetését: „Az első osztályosoknak nemcsak összeadni kellene megtanulniuk, hanem azt is, hogyan elemezzék ezt és legyenek képesek elmesélni a többieknek a módszert.” Hogy ez mennyire nincs benne a hazai didaktikai gyakorlatban, azt ki-ki tapasztalhatta és meg tapasztalhatja a mai napig. Tartok tőle, hogy sokan matematikai tananyag helyett inkább népi pszichológiainak tekintenék az ilyen tudáselemeket a tananyagban.

Az olvasás területén már 15 éve megjelentek azok az alapelvek, amelyek napjainkban kezdenek beszivárogni a pedagógusképző intézmények kurzus tematikáiba. Az olvasástanítás kezdeteitől a szövegértési stratégiák explicit fejlesztése lehetséges és kívánatos. Például Vaughn, Wanzek, Murray és Roberts (2012) az olvasásban és matematikában párhuzamot láttatva hangsúlyozzák a minél explicitebb oktatási gyakorlat alkalmazását, azaz nyíltan megnevezzük, kimondjuk, hogy éppen mely lépést végezzük és miért. Ez többféleképpen megvalósítható, de a gondolkodás stratégiai komponenseinek fejlesztéséhez a készségfejlesztés folyamatában zajló gondolkodási lépések beazonosítására és megnevezésére van szükség, ahogyan az számos ország tantervi irányelveiben megtalálható. Jelentős lemaradást szükséges pótolnia a hazai olvasástanításnak a szövegértés stratégiai összetevőinek megnevezése és fejlődéssegítése terén.

A harmadik meghatározó alapkészség-rendszerünk az írás, amelybe beleértjük az írásbeli szövegalkotást (fogalmazást) is. Magának a kézírásnak mint automatizálódott készségnek van olyan tanulási lépcsője, amelynél tudatos döntés, a folyamat explicálása segít. Sokan emlékszünk még az írás munkafüzetünkre, amelyben az f betűt tanulván egy fecske volt rajzolva a sor elejére, és annak a dróton ülő fecskének a délceg alakját utánozva rajzoltunk szép vonalakat. Egy darabig sok diák számára az f emiatt fecskebetű lehet, de igen nehéz elképzelni, hogy ha egy ép felnőtt ember egy írott f betűt kíván felidézni, akkor eszébe jut a fecske rajza. A fogalmazás esetén ugyanakkor természetesnek vesszük, hogy explicit stratégiát tanítunk, sőt, ezt gyakran már az előtt megtesszük, hogy tapasztalatok gyűltek volna össze arról, amit majd szabályba foglalunk. Ilyen explicált szabály a három bekezdésre tagolás elve (bevezetés, tárgyalás, befejezés), amelytől felső tagozatos korban köszönünk el, és akkortól írunk sok bekezdéses esszét, noha már általános iskola első osztályában is láttunk sok bekezdéses szövegeket.

A számítógép és más info-kommunikációs eszközök használatában is éppolyan összetett készségrendszer fejlődik, mint a másik három nagy alapkészség-rendszer esetében. Ez az írás, olvasás, sőt a számolás készségeire épül, ám érdekes módon az explicálás csaknem olyan nevetséges volna a mai, Z generációs fiatalok előtt, mintha a kerékpározás megtanítása során explicálnánk, hogy „jobb lábad kinyújtod, miközben félköríves mozdulatot írsz le vele” stb. Nem lehetséges, hogy sok tanuló számára ugyanilyen nevetséges, ha a legegyszerűbb szöveges feladat megoldását is éppen pontosan hat lépésben kell leírnia?

Általában véve elfogadhatjuk, hogy valamennyi készség tanulásának kezdeti időszakában tudatos tervezési, nyomon követési és ellenőrzési folyamatok zajlanak. Alapelv, hogy ezek explicálása hasznos a kezdeti szakaszban, majd később a stratégiai szintű folyamatok automatizálódnak, és bár potenciálisan elérhetők maradnak a tudatosság számára, felszabadul a kezdetben még a működésükhöz szükséges kapacitás egy része. Az egyének közötti különbségek, a teljesen eltérő személyes élettörténetekből fakadó különbségek az előzetes tudásban oda vezetnek, hogy bár általában az explicálás hasznos, de ez akár minden egyénél más segítő beavatkozást jelenthet. A tanári, szülői tapasztalat kiépít idővel egy segítő repertoárt, amely korábbi sikerek alapján hasznos explicálásokat foglal magába, de bármikor előfordulhat, hogy új ötletekre lesz szükség. Az osztálytermi fejlesztő munka számára éppen az jelenti a nagyon nagy kihívást, hogy húsz- vagy harmincféle különböző segítő beavatkozást gyakorlatilag lehetetlen kivitelezni.

Az iskolában elsajátítandó alapkészségek mellett iskoláskorban és később is sok más egyéb kognitív készség fejlődik. A felnőttkori készségtanulás tipikus jellemzője, hogy sokkal több tudatos lépésben zajlik, aminek egyik következménye a gondolkodásunk 2. rendszerének korlátjaként leírt ego kimerülés. Ez az egyik fő oka annak, hogy felnőttkorban kevésbé hatékony a készségtanulás, mert a jellemzően napi nyolc óra munka mellett lecsökken az esély annak, hogy olyan fiziológiai és pszichikus tartalékokat mozgósítsunk, ami a készségfejlődés stratégiai szintű támogatásához szükséges.

A legtöbb készségrendszerben, amelyet az emberi kultúra nagyra értékel, létezik a fejlődésnek, az előrehaladásnak egy külső megítélése, amely a kezdő szinttől a szakértő szint legmagasabb fokozatáig terjed. A kezdő-szakértő problematikával magyar nyelven Mérő László könyveiben találkoztunk, és hasznos lehet a sakk és go játékokban hivatalosan is

használt mesterjelölt és nagymester szintek megkülönböztetése lényegében minden készségrendszer esetében. A szakértővé válás elméletében mára szinte közhelyszerűvé vált ezer és 10 ezer órás időmennyiségek sok évnyi tudatos gyakorlással fejlődnek (Mérő, 2001). Ericsson, Krampe és Tesch-Römer (1993) igen nagyhatású kutatásának kulcskifejezése a „*deliberate practice*”, amelynek jelzője magyarra többféleképpen fordítható, és ezek együttesen jól leírják a szókapcsolat értelmét: tudatos, szándékolt, akaratlagos, átgondolt. A tudatos gyakorlás az a tevékenység, amelyre a bizonyos ezer vagy tízezer órányi megkívánt időmennyiség vonatkozik, amikor valaki egy területnek mesterjelöltje vagy nagymestere szeretne lenni. Ez a konkrét kutatás zeneművész-növendékek körében zajlott, de általánosíthatósága előtt nemigen látszanak akadályok. A tudatos gyakorlás a hangszeres játék esetében és más területeken is megkülönböztethető a munkától és a játéktól. Legtöbbször egy tutor, egy tanár segíti a munkát, de létezik autodidakta tudatos gyakorlás is. A tudatos gyakorlásra az jellemző, hogy fárasztó (ego kimerülés) és általában nem élvezetes. A munka és a játék is elősegíti egy-egy készségrendszer fejlődését, de kisebb hatékonysággal, sokkal hosszabb idő alatt.

Értekezésünk témakörébe a tudatos gyakorlás mint a gondolkodás stratégiai összetevőinek felhasználása jelent közvetlen kapcsolódást. Egyúttal az iskolás korosztályban nyert adatainknak a későbbi évekre, az élethosszig tartó tanulásra átvitelét teszi lehetővé a fogalom. Megmagyarázható válik sok olyan akadály, amely a felnőttkori tanulás előtt áll. Aki felnőttkorban tanul meg olvasni, közel olyan hibátlanul lesz képes olvasni, de lassabban, mint azok, akik már gyermekkorban, és fMRI-technológiával láthatóvá vált, hogy más agyi területek aktívak olvasási tevékenységük során (Dehaene és mtsai, 2010). E kutatásnak további eredményei szerint a felnőttkori olvasástanulás további agyi funkciókat is javított, ám további kutatást igényel, hogy az arcfelismerés gyengülését miképpen okozhatja, ha valaki felnőttkorban tanul meg olvasni.

5.2. Következtetések az osztálytermi munka számára

Az 5.1. részben már megneveztük az osztálytermi munka során a gondolkodás stratégiai komponenseinek fejlesztése előtt álló legnagyobb kihívást. Hogyan lehetséges az egyénenként más-más fejlesztő beavatkozást megtenni a gondolkodási stratégiák fejlesztésének folyamatában? Abban az értelemben, hogy megőrizzük a tanár-diák interakció hagyományos formáit, ez nyilvánvalóan lehetetlen. Logikailag háromféle lehetséges utat vázolunk.

Az első logikai lehetőség az, hogy a tanári tapasztalat és empirikus vizsgálatok alapján bizonyos gondolkodási stratégiák tanítását előtérbe helyezzük. Értve ez alatt feladatmegoldó stratégiákat, szövegértési stratégiákat, vagy akár interneten keresés stratégiáját. Előnye lehet, hogy nagy eséllyel egyfajta stratégiát többé-kevésbé mindenki elsajátít, a tananyagban a stratégia akár néven nevezhető lesz, tananyaggá válik, és ezáltal erősíthető az esélyegyenlőség, elszámoltathatóság. Hátránya ugyanakkor nyilvánvaló: ahogyan az adaptív stratégiahasználat témakörében levezettük, egy-egy konkrét feladathoz ugyan tartozhat objektíven leghatékonyabbnak nevezhető stratégia, de az egyéni különbségekre és a

személyes preferenciákra, valamint a feladatkontextus esetleges változására teljesen érzéketlen lenne ez az oktatási megközelítésmód.

A második logikai lehetőség, hogy a tanári tapasztalat és empirikus vizsgálatok alapján néhány jónak tűnő stratégiát előtérbe helyezünk. Akár számolási, akár olvasási, akár fogalmazási stratégiákra gondolunk, egy-egy feladathoz jellemzően többféle stratégiával közelíthetünk, és a tanulók mintegy étlapról választhatnak, hogy nekik melyik a tetszetős. Előnye ennek a megközelítésmódnak, hogy az egyéni különbségek és személyes preferenciák alapján nagyobb esély van az adaptivitásra, és ugyanakkor a tanulók eltérő preferenciái az önreflexió lehetőségét adják minden egyes tanuló számára. Ez utóbbi tényező nagy jelentőségű az élethosszig tartó tanulás szempontjából.

A harmadik lehetőség, hogy tanári útmutatás és felkínált étlap nélkül olyan feladathelyzetek elé állítjuk a tanulókat, amelyben a feladatmegoldás tervezési, nyomon követési és ellenőrzési folyamatairól egymással információt tudnak cserélni. Ennek több feltétele van, melyek közül a legfontosabb az olyan osztálytermi légkör, amelyben ez megvalósítható. A jelenleg számos országban futó disszeminációs projektek révén egyre ismertebb kutatásalapú vagy problémaalapú tanulás (Csíkos, 2010b) a megváltozott osztálytermi feltételek biztosításának nehézségei miatt tud viszonylag lassan elterjedni. Ilyen megváltozott feltétel például a megváltozott oktatás-módszertani kultúra, amelyben lehetőség és kellő idő van a tanulók közötti interakcióra. Ennek további feltétele a tananyag-szabályozás és az iskolai infrastruktúra hozzáigazítása a megváltozott módszertani kultúrához. Előnye lehet, hogy az adaptív stratégiahasználat kialakításához kellő rugalmasságot biztosíthatunk, de kétségtelen hátrányai is vannak. Az egyik az időigényesség, amely mégsem súlyos ellenérv, ismerve a metakognícióra alapozott fejlesztő kísérleteink elrendezését és eredményeit. A másik ellenérv, hogy az adott tanulócsoporttól függő, helyi értékű, lokálisan érthető, és ezzel együtt akár sablonos gondolkodási stratégiák jellemezhetik az osztályközösségeket.

A három logikai lehetőség közül összességében a második látszik optimálisnak a jelenlegi oktatási infrastruktúra és időgazdálkodás szempontjából. Különbőféle készségek működésének stratégiai elemeiről gyűlnek a kutatási eredmények (pl. fejben számolás, olvasás, fogalmazás), és a tanárképzésen, tanár-továbbképzésen keresztül ezek a tudományos eredmények áramoltathatók a köznevelési rendszer felé. A legjelentősebb hozzáadott érték mégis az lehet majd, hogy a pedagógusok, Ginsburg szellemében, felismerik, nem ér véget egy-egy feladat, probléma a helyes megoldás megtalálásával, hanem akkor válik teljessé fejlesztő munkánk, ha megbeszéljük a megoldás mikéntjét, és nem hagyjuk, hogy egyetlen, győztes stratégia legyen kitüntetve, hanem igyekszünk rugalmas, adaptív stratégiarepertoárt kialakítani.

A megvalósításra jó példát láttunk már a korábbi fejezetekben, így itt csak fölidézzük, hogy az úgynevezett flamand fejlesztő program az általunk az imént harmadik típusúnak jelölt megközelítésmóddhoz állt közel. A megváltozott oktatási célkitűzésből, ami konkrétan metakognitív feladatmegoldó stratégiák célként megfogalmazását jelentette, következett, hogy azt milyen típusú feladatokkal van esély elérni, és a feladatok megváltozott jellege magával hozta az osztálytermi légkör és módszertani kultúra megváltozásának szükségességét. Ez a fejlesztő program más matematikai területeken, más évfolyamokon, avagy esetleg más tantárgyakban valószínűleg módosításokkal lenne alkalmazható.

Az olvasás területén egy európai projektben az osztálytermi példákat hat szempontból rendszerezték (Steklács, 2013): az osztályterem berendezése, a tanulók olvasási tevékenység és annak értékelése, a társas interakciók, a tanári irányítás kognitív dimenziója, a közös olvasmányokról folyó diskurzus és a metakognitív diskurzus. Egy németországi óralátogatásról beszámolva Steklács megállapítja, hogy a helyi olvasástantervben az otthonos olvasási környezet és a fiúk olvasási teljesítményére való külön odafigyelés mellett az olvasásra vonatkozó meggyőződések és az olvasási stratégiák tanítása világosan kifejezve ott szerepelt.

Akár az olvasás, akár a matematika területén fogalmazunk meg hatékony osztálytermi tanítási elveket, azok általánosíthatósága további évfolyamokra függni fog attól, hogy melyeken zajlik nagy éttel bíró nemzeti felmérés. Az általánosíthatóság korlátját az olyan évfolyamok jelentik, amelyeken nagy téttel bíró tesztekre készítik föl a tanulókat. Tóth Edit (2011) adatai szerint a pedagógusok elsősorban az iskolavezetés részéről érzett nyomás hatására átlagosan több mint egy tucatnyi órát fordítanak a kompetenciamérésre felkészítésre.

Mivel a kompetenciamérések és más felmérések tesztjeiben a megtanult tananyag felidézésére is szükség van, az ilyen évfolyamokon és a tesztelt tantárgyakban azzal a módosítással működhetnének a stratégiafejlesztésről írt tanórai alapelvek, hogy a feladat memorizálási feladat lenne, amelynek helyes megoldása a felidézés sikeressége, és ehhez a memorizálási stratégiák repertoárját építhetjük ki.

Számtalan magyar nyelvű könyv forog a piacon a memorizálási teljesítmény fejlesztését ígérve. A Nemzeti alaptanterv (2012) hangsúlyosan megfogalmazza, hogy egyes esetekben szövegeket, meghatározásokat, képletek szó szerint kell rögzíteni és előhívni, és a pedagógus feladata ebben segítséget nyújtani. Számos anekdotikus példa van arra, hogy az iskolában szó szerint megtanult szövegeket valaki időskorban is hibátlanul föl tudja idézni. Az ilyen anekdotákból számos előítélet és félreértés származhat, melyeket a tudományos kutatások cáfolnak. Az egyik ilyen téveszme, amely ellen az osztályközösség nyilvánossága előtt könnyen tudunk érvelni, hogy az ingernek kitettség (pl. egy szöveg fölött az íróasztalnál ülve megvalósuló dekódoló tevékenység) nem függ össze a memorizálás sikerével (Parkin, 1993). A Tömegkommunikációs Kutatóközpont egykori reprezentatív közvélemény-kutatásából (Békés, 1980) tudjuk, hogy számos olyan ismeret, amely a tantervekben minimumkövetelményként szerepelt, felnőttkorra kihull az emlékezetből. Mi mással magyarázható, hogy a népesség 7%-a tudta megmondani, melyik földrészen van az Andok hegység? A hang terjedési sebességét a lakosság 12%-a, az 1703-hoz kötődő történelmi eseményt 11%-uk tudta. Ez nemcsak a magolással megszerzett ismeretek törékenységére utal, hanem arra is, hogy a memorizálandó ismereteket milyen céllal válogatják ki az egyes tantárgyak szakértői.

Empirikus kutatási eredmények beszámolnak arról, hogy a memorizálási stratégiák használatában tizenéves korban megtörténik egy váltás: a kisiskoláskorban még leggyakoribb ismételtetés stratégiája helyébe az elaborációs stratégiák lépnek (Schneider és Pressley, 1989), amikor aktív munkával, és különböző – az adaptív stratégiahasználat tényezőinél már megismert – tényezőktől függően a meglévő tudásunk segítségével tulajdonképpen nagyobb mennyiségű információt jegyzünk meg, ám biztosabban és hosszabb távra, mint az ismételtetés stratégiájával. Ezek az elaborációs stratégiák ugyanúgy

a memorizálандó dolgoktól, egyéni preferenciáinktól és előzetes tudásunktól, valamint a feladathelyezettől fügnek.

A tanári tapasztalatot és a laboratóriumi kutatási eredményeket az elmúlt évtizedben osztálytermi, tudományos igényű adatgyűjtés egészíti ki. Ornstein, Grammer és Coffman (2009) a tanárokat a memorizálást elősegítő órai tevékenységeik alapján két szinthez sorolták, és vizsgálták, hogy az osztályaikba járó gyerekek között milyen mérhető különbségek vannak különféle memóiafeladatokban. A tanári tevékenységben elsősorban a metakognitív kérdések és a stratégiahasználatra vonatkozó javaslatok előfordulása alapján történt a két csoportba sorolás, míg a tanulói teljesítményben a pusztá memorizálási teljesítmény mellett a memóiafeladatokban elmélyülés is szerepelt. Jellemző tendencia volt, hogy a tanév során a tanulói teljesítmények jobban fejlődtek a jobb memóiafejlesztő tanárok (high mnemonic techers) óráin.

Úgy véljük tehát, hogy a gondolkodási stratégiák osztálytermi fejlesztése során megfogalmazott javaslatunk szélesebb körben, sokféle memorizálási feladatra is kiterjeszthető, ezáltal voltaképpen egy új, önálló pedagógiai megközelítésmód látszik kibontakozni. Összefüggő, szervezett ismeretek tanulása esetén a metafogalmi tudatosság létrehozására (ld. Korom, 2000); összefüggéstelen, legalábbis tanulói szemmel annak látszó ismeretek esetén (pl. a Föld-Hold átlagos távolság vagy a szkandium helye a periódusos rendszerben) az információt földúsító, elaborációs stratégiák használatára helyezhetünk hangsúlyt. Ráadásul a memorizálási stratégiák felől induló, és egyre szélesebb tudásterületeket érintő fejlesztési megközelítésmód is működőképes! Van Velzen (2016) fejtette ki annak lehetőségét, hogy az osztálytermi munka, a házi feladat és az értékelési gyakorlat hogyan tudja egymással karöltve segíteni a tanulókat saját memorizálási stratégiák megismerésében. Példáiban a tanár részéről a memorizálási helyzetek explicit, verbális leírásai szerepelnek, és a tanulók biztatása arra vonatkozóan, hogy idézzék föl, meséljék el tapasztalataikat különböző memorizálási feladatokról. A 19. században a Herbart-kritikus Usinszkij fejtette azt a gondolatot, hogy a memorizálásban a tanuló tudatos aktivitásának van kulcsszerepe (Lordkipanyidze, 1955). A mai empirikus eredmények fényében talán már jól értjük őt.

5.3. Következtetések a pedagógusképzés számára

A pedagógusképzés és a pedagógus-továbbképzés a neveléstudományi kutatásokon belül önálló területté nőtte ki magát. Számos olyan kutatásról tudunk, amelyek a gondolkodás stratégiai összetevőit érintették, és alanyai, vizsgált személyei leendő vagy gyakorló pedagógusok voltak. Verschaffel, De Corte és Borghart (1997) a realisztikus matematikai szöveges feladatokkal kapcsolatos nézeteikről kérdeztek leendő tanítókat. A korábbi fejezeteinkben bemutatott flamand feladatsor szerepelt a vizsgálatban, melyről már láttuk, hogy mennyi gondot okoz a 10-11 éves korosztálynak, akármilyen feladatformátumban és kontextusban került eléjük. Itt a kutatási kérdés az volt, hogy a tanítójelöltek maguk hogyan oldják meg ezeket a feladatokat és hogyan tudják elképzelni a 10-11 éves korosztály

tagjainak leggyakoribb feladat-megoldási hibáit. Kiderült, hogy nagy valószínűséggel a tanítói nézetekben és gondolkodásban keresendő annak oka, hogy a tanulók kizárják a valós életből vett megfontolásaikat, és algoritmikus, rutinszerű megoldásokra törekszenek.

A tanulók és az őket tanító pedagógusok várt tudásstruktúráinak viszonya ahhoz hasonlatos, amilyen viszony a tanárképzésben résztvevők és az őket képzők tudásstruktúrái között van. Ez utóbbit nagyon szemléletesen, rajzban tárja elénk Jaworski (2008) a 23. ábrán.

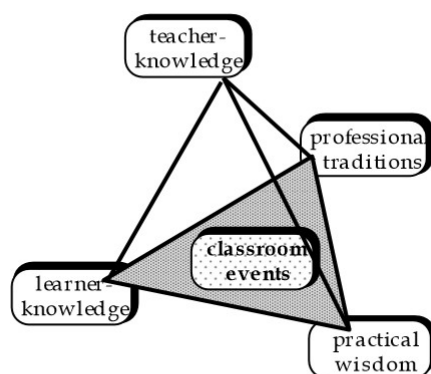


Figure 2a. Teacher knowledge

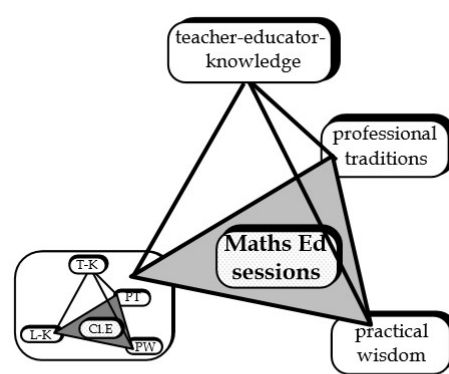


Figure 2b. Teacher educator knowledge

23. ábra

Pedagógus és pedagógusképző tudásstruktúrája (forrás: Jaworski, 2008, 339. o.)

Mielőtt az ábrafeliratok jelentését és magyar megfelelőiket keresnénk, vegyük szemügyre a bal és a jobb oldali ábrarészek kapcsolatát! Előadásaimon matrjoska-modellnek hívom Jaworski modelljét, mert a jobb oldali ábrarész bal alsó részén (ott, ahol a bal oldalon a „learner knowledge”, azaz a tanulóra vonatkozó tudás szerepel, a komplett bal oldali ábrarész szerepel. Az ábrasort mindkét irányba bővíthetőnek látom (így jönne létre a matrjoska-sorozat), és a bal oldali bővítéssel jutunk el a tanulókat ért osztálytermi kihívásokhoz, míg a jobb oldali bővítéssel a matematikatanárokat képzőket képzők számára szükséges tudásrendszerhez.

A 23. ábra bal oldalán a szükséges tanári tudásstruktúra látható, melyet Jaworski konkrétan a matematikatanárookra gondolva fejlesztett, de az ábra szerkezete bízvást általánosítható más tantárgyakra. A tetraéder alaplapján az osztálytermi események állnak, míg a tetraéder felső csúcsát a tanári tudás jelenti. Az alaplap három csúcsában a praktikus bölcsesség (az osztálytermi munka során megszerzett tapasztalat), a szakmai hagyományok (didaktikai tanulmányok, az iskolai munkáról szerzett tudás) és a tanulóként megszerzett tudás áll. Ki tagadná, hogy tanári munkáját befolyásolják a tanulóként az iskolában szerzett emlékei?

A tanárképző számára az osztálytermi helyzet ugyanúgy előáll, legföljebb egyetemi kurzusnak nevezzük, és ugyanúgy a képzőként eltöltött évek során szerzett tapasztalatok, a

szakmai hagyományok és a tanulóként szerzett és megőrzött emlékek (tanárról tanárra szálló hagyományok kritika nélküli átvétele (Cser, 1972)) együttesen formálják a pedagógusképző tudását. Ebben a jobb oldali tetraéderben a szakmai hagyományok szerepét abból a szempontból kiemelem, hogy ide az egyetemi képzőkkel szemben támasztott külső követelmények: kutatás, publikálás tartoznak.

A Jaworski-modell továbbvitele során a bal ábrarész bal alsó feliratát kellene kibontatunk, azaz a tanár emlékeimben meglévő tanulói lét különböző tudáselemeit próbáljuk meg hasonló tetraéder-modellben elképzelni. Ennek legegyszerűbb módja, ha a tanulók számára olyan helyzetet képzelünk el, amelyben ők maguk is tanárszerepben léphetnek föl (pártanulás, csoportmunka, kiselőadás), és fontoljuk meg, hogy ez esetben is hasonló tényezők határozzák meg majd, mennyire lesznek sikeresek abban a szerepben. A jobb oldali modell még eggyel magasabb szintre emelése pedig azok munkájáról szól, akiket a képzők képzőiként ismerünk: tananyagok kidolgozói, konferenciák plenáris előadói, akik maguk is voltak tanulók, pedagógusok, pedagógusképzők, és ez alapján a pedagógusképzők képzője szerep sem elérhetetlen számukra.

A flamand kutatási eredményt és a Jaworski-modellt egybegyúrva azt a megállapítást tehetjük, hogy a leendő pedagógusok tudásában szerepet játszó tényezők között célszerű tudatosítani a tanulói szerepben gyűjtött tapasztalataikat, benyomásaikat. Ezek ugyanis jelen vannak nézeteikben, tevékenységeikben, és felnőtt korban a változás, ahogyan az 5.1. részben igyekeztünk kifejteni, legtöbbször tudatosítást igényel. Érdemes a tanulói tapasztalatok mellett a másik két meghatározó tudástényezőt is explikálni: milyen intézményi elvárások, milyen intézményi kultúra, milyen pedagógusi kép él bennük; valamint hogy milyen lehetőségeik vannak pályájuk kezdetétől az osztálytermi tapasztalatok önreflektív hasznosítására (ld. Szivák, 1998). Duffy, Miller, Parsons és Meloth (2009) érvényes alternatívaként szól arról a lehetőségről, miszerint a tanárképzés és későbbi tanári szakmai fejlődés során a tanári szakma deklaratív és procedurális elemeinek elsajátítását követően indokolt a szakmai elemzés és önreflexió képességeinek fejlesztése. Hangsúlyozzuk azonban, hogy miképpen az alapkészségek és más készségrendszer fejlesztésének kezdeti szakaszában tetten érhető a stratégiai elemek jelenléte és a fejlesztésük lehetősége, ugyanennek igaznak kell lennie a tanári szakma készségrendszerére is. Esetleg még azon az áron is, hogy a tanított tantárgy professzionális művelőihez képest a szaktanárok kevesebb időt töltenek tudatos gyakorlással a tantárgyi készségrendszer fejlesztésében (ld. Ericsson, Krampe és Tesch-Römer, 1993, korábban részletesen hivatkozott cikkének ide vonatkozó adatait)! Duffy és mtsai (2009) szerint gyermekcipőben járnak azok a kutatások, amelyek arra keresik a választ, hogy a tanári metakogníció hogyan tudja kíváncsi módon fejleszteni a tanulói gondolkodást.

5.4. Következtetések az oktatáspolitikai számára

Az elérhető szakirodalom, amely a metakogníció oktatáspolitikai jelentőségéről szól, döntően az önszabályozott tanulás kifejezés használatával operál. Ennek egyik okát Larkin

(2010) láttatja velünk, aki őszintén ír arról, milyen dilemmát okozott számára könyvének címválasztása (Metacognition in young children), mert sokan megpróbálták lebeszélni az „M-betűs szó” illetően kiemeléséről. Az önszabályozott tanulás kifejezés (noha elméletének kialakulását Schraw, Crippen és Hartley (2006) Bandura szociálistanulás-elméletéhez kapcsolja, valójában Aebli munkásságában eredeztethető (D. Molnár, 2013), és Zimmermann és Schunk (2001) által szerkesztett kötet első kiadása 1989-ben jelent meg, melyben az elméleti fejezetek szerzői által hivatkozott művek hidat képeznek a huszadik század közepétől.

Az önszabályozott tanulás eszméje tehát nemcsak hogy fogalmilag jól kötődik a széles körben használt tanulás és szabályozás fogalmakhoz, de kellő súlyú múlttal is bír ahhoz, hogy – ahogyan Schraw, Crippen és Hartley (2006) megjegyzik – az oktatáspolitikai mai hívószavaihoz kapcsolódjon: élethosszig tartó tanulás és motiváció. Visszajutottunk ilyen módon az 1. fejezetben már tárgyalt fogalomhasználati kérdéshez, és ezek alapján adódik a következtetés, hogy az oktatáspolitikai számára a metakogníciónál vagy adaptív stratégiahasználatnál szélesebb hatókörű fogalmak segítségével fogalmazunk meg ajánlásokat.

Tantervi hagyományaink és a közelmúlt tankönyvhasználati tendenciái alapján nagy súlya van azoknak a kifejezéseknek, amelyek bekerülnek a Nemzeti alaptantervbe és a kerettantervekbe. Magának egy fogalomnak a tantervbe kerülése azonban céltalan, ha a fogalmi hatókörét a műveltségi területeken és az évfolyamokon nem tudjuk véghezvinni. Példa erre az elmúlt tíz év talán legnagyobb szabású európai oktatáspolitikai vállalkozása, a kutatásalapú tanulás kutatása és disszeminációja, amely a 2012-es NAT-ot olyan módon érte el, hogy az 1.1. Fejlesztési területek – nevelési célok (leánykori nevén: keresztantervi kompetenciák) között szereplő „A tanulás tanítása” területbe bekerült a *tervezett kísérlet* kifejezés. Kiszakítva mindenféle kontextusból, nehezen érthető kifejezésként szerepel, és sem életkorokon, sem műveltségi területeken keresztül nincs elaborálva.

Javaslatunk tehát az, hogy az önszabályozott tanulás esernyője alatt a már bevett motiváció mellett a tanulásra vonatkozó meggyőződések, a tanulási és gondolkodási stratégiák kerüljenek bele kitüntetett fogalomként az oktatáspolitikai dokumentumokba. Ezeket a fogalmakat életkori sávokon és műveltségi területeken keresztül ki lehet fejteni, összhangban azokkal a kutatási eredményekkel, amelyeket az értekezésben bemutatunk. Az életkori dimenzió szempontjából az óvodás és kisiskoláskor szerepét kiemelhetjük a saját gondolkodásunk megismerési lehetőségeinek eddig kihasználatlan tartalékként. Az pedig eredményeinek alapján világos, hogy egymástól jelentősen különböző kompetenciaterületeken, mint a matematikai és az olvasás, hasonló kihívások és fejlesztési feladatok fogalmazhatók meg. A legutóbbi NAT-ban a három klasszikus alapkészségrendszer, az írás, olvasás, számolás mellé az info-kommunikációs készségek is egyenrangúként bekerültek, és mind a négy területen a készségfejlesztés kezdeti és érett szakaszaiban is megtaláljuk a gondolkodás stratégiai összetevőinek szerepét.

Az oktatáspolitikai világszerte és Magyarországon is üzen a társadalomnak és az iskolának azzal, hogy mely tudásterületek felmérését végzi magas tétellel bíró értékelési projekteken, melyeket végzi tudományos kutatási céllal, és vannak területek, amelyek szinte hiányoznak a rendszerszintű mérésekből. A PISA-felmérésekben olyan háttér-kérdőív szerepel, amely a tanulási szokásokról is szolgáltat adatokat. Ezeket összevetve a

matematikai szöveges feladatok megoldásán elért teljesítménnyel Szomju és Habók (2015) az úgynevezett kontroll stratégiákkal talált pozitív összefüggést, erősítve ezzel a gondolkodás stratégiai összetevőinek pontosabb megismerése és mérése felé megjelenő igényeket.

Vajon a gondolkodás stratégiai komponenseinek méréséről milyen javaslatot fogalmazhatunk meg az elérhető tudományos eredmények alapján? Az értekezésben kifejtettek alapján, utalva különösen a metakognitív visszaesés modelljére, nem remélhető előny attól, ha a metakogníció valamiféle mérőeszköze bekerülne a tételt bíráló értékelések mérőeszközei közé. Tudományos céllal, más mérőeszközök felhasználásával egybevetve azonban további fontos adatok derülhetnek ki arról, milyen mérhető szerepet játszanak metakognitív tudáselemek egy adott területen nyújtott teljesítményben.

Önmagában véve a metakogníció tesztjein elért pontszámnak korlátozott üzenete van. Ez a korlátozott üzenet egy hasonlattal tehető világossá. A szervezetünk optimális működését egy adott intervallumban mozgó hemoglobin-koncentráció jelzi (ez felel meg metaforikusan a metakogníciónak). Túl alacsony vagy túl magas hemoglobin-koncentráció betegségek, elváltozások tünete lehet, emellett a sportban kifejezetten doppingra utalhat a magas koncentráció. A normális tartományon belül a hemoglobinszint összefüggést mutat a teljesítménnyel, de a határérték fölötti szinten már veszélyeket jelez a koncentráció. Lehet például elégtelen szív működés indikátora, amikor a szervezet a vérben fölfejleszti az oxigénszállítási kapacitást. Ugyanilyen kompenzáló szerepe van a metakogníciónak a felnőttkori olvasástanulásban vagy az olvasási nehézséggel küzdők olvasási folyamataiban. Mint láttuk, ezeket a kompenzáló stratégiákat felismerte már a szakirodalom (Stanovich, 1980), ám egy metakogníció teszt „hajlamos” az ép ember számára szükségtelen kompenzációs stratégiák meglétét metakognitív folyamatként mérni, ezáltal a metakogníciónak egy nagyon magas szintű felhasználásáról tudósítva, holott egy hiányzó működés kompenzálásáról van szó.

A tudományos kutatás előtt álló kihívásként gondolunk arra, hogy megállapítsuk: adott élvfolyam adott kompetenciaterületén milyen metakognitív tudáselemek működnek optimális esetben, felismerjük azok működésének hiányát, és fel kell ismernünk a túlzott működést is. Tapasztalataink arra mutatnak, hogy oktatási rendszerünkben az optimálisnak tekinthető tartomány alatt vagy annak alsó részén vagyunk a metakognitív folyamatok jelenlétét illetően, éppen ezért tűnhet logikusnak egyelőre a metakognícióra is úgy tekinteni, mint a többi, a nagy tételt bíráló értékelésekben szereplő, „nagyobb szám jobb teljesítmény” típusú tesztekre. Azonban már most gondolunk arra a remélhetőleg nem távoli jövőben megvalósuló helyzetre, amikor a terápia eredményeként azt diagnosztizálhatjuk, hogy nincs szükség a metakognitív folyamatok további, célzott, kívülről irányított bevitelére.

Az oktatáspolitikát sokat tehet azért, hogy más társadalmi alrendszerekhez hasonló tudásáramlás működhessen a köznevelési rendszerben is. A pedagógusképzésben és a pedagógus-továbbképzésben több országban már lezajlott az a változás, amely más képzési területen, pl. az orvosi képzésben és –továbbképzésben már száz éve megtörtént. Darling-Hammond (2006) érzékletesen fejezi ki magát az orvosi képzés és a pedagógusképzés közötti különbséget taglalva: aki ellenzik ma a tanári szakma professzionalizálódását abban az értelemben, hogy tudományos kutatások eredményei kerüljenek bele a képzésekbe, azokhoz hasonlítanak, akik 100 évvel ezelőtt az orvosi képzést úgy képzelték el, hogy a növendék egy

kétszemélyes gyorskocsin követ egy orvost, és így sajátítja el a szakmát. Nem állítjuk azt, hogy nem lehet valakiből jó orvos (jó tanár), ha a képzése során egy tapasztalt, jó nevű orvos (tanár) mellé szegődik, és így sajátítja el szakmáját. A demokratikus társadalmak alrendszerében azonban az átláthatóság és elszámoltathatóság vált követendővé az elmúlt évtizedekben. A társadalmi alrendszerek ilyen működtetéshez a tudományosan megalapozott döntéshozatal (*evidence-based policy*) társul, többek között azért, mert a társadalom számára olcsóbb (Halász, 2009).

Az előző bekezdésben olyan értelemben szóltunk az oktatáspolitikai feladatáról a tanárképzés és –továbbképzés terén, hogy az nem konkrétan vonatkozott értekezésünk kutatási témájára. A kapcsot az teremti meg, ha a képzést és a továbbképzést folytató felsőfokú oktatási és esetleg kutatóintézmények személyi állományától elvárható az aktív részvétel a nemzetközi tudományos párbeszédközösségben. A hazai kutatói állomány létszámát összevetve a legfontosabb neveléstudományi kutatási területek számával, az adódik eredményül, hogy szinte minden egyes kutatási témának lehet egy-egy aktív kutatója Magyarországon. Kézenfekvő, hogy az ilyen létszámarány fokozott felelősséggel jár a kutatott téma iránt, és – túl a kutatók személyiségjegyein, amelyek változó mértékben teszik alkalmassá a személyt tudománynpszerűsítő vagy ismeretterjesztő szerepkör betöltésére – fokozottan elvárható a nemzetközi tudományos közösséghez tartozás. Mivel a gondolkodás metakognitív összetevőinek kutatása kétségkívül jó ideje napirenden van a világ kutatóműhelyeiben, a tudományos megalapozott döntéshozatal szükségszerűen fogja a témát a tanárképzés és tanár-továbbképzés témakörei közé emelni, amennyiben a témakör hazai kutatói eleget tesznek a nemzetközi versenyképesség kritériumának.

Köszönetnyilvánítás

A köszönetnyilvánítás per definitionem szubjektív; a megmérettetést vállaló személy szemszögéből értelmezhető minden köszönő szó. Az objektivitáshoz közelítve ábécérendben haladva felsorolom majd, kikkel dolgozhattam együtt az elmúlt időszakban. Mielőtt azonban erre sor kerülne, három személyt, akik a tudományos gondolkodásom formálásában a legnagyobb hatással voltak és vannak rám, szeretnék kiemelni. A múlt idő használható, sajnos, Szendrei Julianna felé tett köszönetnyilvánításomban, a jelen és a jövő idő reményeim szerint egyaránt érvényes Csapó Benő és Vidákovich Tibor esetében.

Tanárszakos, majd pedagógiai értékelési szakértő szakos hallgatóként a neveléstudomány alapjait további nagy hatású oktatóknál hallgathattam: Csirikné Czachesz Erzsébet, Nagy József és Szebenyi Péter óráinak számos gondolatát őrzöm.

2004-től napjainkig folyamatosan együtt dolgozom Steklács Jánossal, akivel a 12 éve kezdett szakmai párbeszédünknek – úgy hiszem – még csak bevezető fejezeteinél tartunk.

Első társszerzős publikációm 1997-ben jelent meg. Ettől az időszaktól kezdve a 2016-ban benyújtásra került legfrissebb kéziratokig a következő kutatótársakkal volt alkalmam ötleteimet, nézeteimet ütköztetni, és azokat talán a szükségesnél kevesebbszer megváltoztatni: Adamikné Jászó Anna, Adorjánné Farkas Magdolna, Altorjay Tamás, B. Németh Mária, Bacsá Éva, Bajmócy Péter, Barabás Katalin, Csapó Benő, D. Molnár Éva, Dobi János, Dohány Gabriella, Gábri Katalin, Hegymeginé Nyíry Enikő, Hidvégi Péter, Hódi Ágnes, Józsa Krisztián, Kárpáti Andrea, Kelecsényi Rita, Kelemen Rita, Kinyó László, Kontra József, Korom Erzsébet, Lajos Józsefné, Lesznyák Márta, Makádi Mariann, Makara Ágnes, Molitorisz Anikó, Molnár Edit Katalin, Molnár Gyöngyvér, Nagy Lászlóné, Nagy Zsuzsanna, Radnóti Katalin, Revákné Markóczi Ilona, Steklács János, Szenczi Beáta, Szendrei Julianna, Sztányi Judit, Tarkó Klára, Tóth Zoltán, Lieven Verschaffel, Vidákovich Tibor, Wagner Éva, Zerinváry Dóra, Zsigmond István, Zsinkó Erzsébet

A Neveléstudományi Intézetben és elődjében, a Pedagógiai Tanszéken, a hosszabb-rövidebb kurzusmegbeszélésektől a kevésbé akadémikus találkozók lehetőségeit felhasználva hatottak rám: Báthory Zoltán, Fejes József Balázs, Habók Anita, Hercz Mária, Kasik László, Kékes-Szabó Mihály, Komlossy Ákos, Nóbik Attila, Pukánszky Béla, Vigh Tibor, Zsolnai Anikó. A Doktori Iskolában oktató kollégákkal és a hallgatókkal folytatott nevezetes kedd délelőtti tudományos vitákból alighanem minden résztvevő profitált, így a szegedi doktorandusz közösség felé is köszönetet mondok.

A hazai kutatói közösségből konferenciákon, bizottságokban, projekt munkákban, emailekben volt alkalmam tudományos párbeszédre számos kollégával. Szeretném közülük név szerint kiemelni Ambrus Andrást, Gécz Jánost, Golnhofer Erzsébetet, Herzog Csillát, Réthy Endrénét és Vancsó Ödönt.

A nemzetközi tudományos közösség tagjai közül Paul Andrews, Erik De Corte, Andreas Demetriou és Malcolm Swan tudói habitusa áll előttem példaként.

A kutatások technikai lebonyolításában, a mérőeszközök formába öntésében és az adatrögzítésben Kléner Judit, Börcsök Istvánné és Csomorné Benkovics Ágnes segítségét köszönöm.

A kutatások finanszírozása az OTKA több projektje (T022441 és T38246, témavezető: Vidákovich Tibor; és három saját vezetésű projekt: F38222, K63360, K81538), az EU FP7-es PRIMAS (GA 244380) projektje, az MTA Képességfejlődés Kutatócsoport projektjei, és az Oktatásméleti Kutatócsoport TÁMOP projektjei (3.1.9-08/1-2009-0001 és 3.1.9-11/1-2012-0001, témavezető: Csapó Benő) révén valósult meg.

Szüleim, más-más okokból, annak idején nem jutottak el a felsőoktatási tanulmányokig, otthonunkban azonban már 10 éves koromban több mint 1000 könyvet számoltam meg. Nekik és minden családtagomnak jár a köszönet, akik mellettem állnak, amikor a kutatói pálya szépségei és nehézségei a hétköznapiakba is beférkőznek.

Irodalom

- Adamikné Jászó Anna (2001, szerk.). *A magyar olvasástanítás története*. Budapest: Osiris Kiadó.
- Adamikné Jászó Anna (2007). Okozat és okok korunk olvasáskultúrájában. *Könyv és Nevelés*, 2. sz. 31–42.
- Afflerbach, P., Pearson, P. D., & Paris, S. G. (2008). Clarifying differences between reading skills and reading strategies. *The Reading Teacher*, 61, 364–373.
- Alexander, J. M., Carr, M., & Schwanenflugel, P. J. (1995). Development of metacognition in gifted children: Directions for future research. *Developmental Review*, 15, 1-37.
- Allain, P., Verny, C., Aubin, G., Pinon, K., Bonneau, D., Dubas, F., & Le Gall, D. (2005). Arithmetic word-problem-solving in Huntington's disease. *Brain and Cognition*, 57, 1-3.
- Allison, H. E. (1983). *Kant's transcendental idealism. An interpretation and defense*. New Haven and London: Yale University Press.
- Almasi, J. F. (2003). *Teaching strategic processes in reading*. New York: Guilford Press.
- Ambrus András (1995). *Bevezetés a matematikadidaktikába*. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
- American Psychological Association (2010). *Publication manual of the American Psychological Association. 6th Edition*. Washington, DC: APA.
- Amsel, E., Klaczynski, P. A., Johnston, A., Bench, S., Close, J., Sadler, E., & Walker, E. (2008). A dual-process account of the development of scientific reasoning: The nature and development of metacognitive intercession skills. *Cognitive Development*, 23, 452-471.
- Anderman, E. M., Eccles, J. S., Yoon, K. S., Roeser, R., Whigfield, A. Q., & Blumenfeld, P. (2001). Learning to value mathematics and reading: Relations to mastery and performance-oriented instructional practices. *Contemporary Educational Psychology*, 26, 76-95.
- Andrá, C., Lindström, P., Arzarello, F., Holmqvist, K., Robutti, O., & Sabena, C. (2013). Reading mathematics representations: An eye-tracking study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 237-259.
- Andrews, P., Diego-Mantecon, J., Vankuš, P., Op't Eynde, P., & Conway, P. (2008). A tanulók matematikai meggyőződéseinek értékelése: Egy három országot érintő összehasonlító vizsgálat. *Iskolakultúra Online*, 2, 141-159.
- Arisztotelész (2002). *Metafizika. Fordította, bevezetéssel és magyarázatokkal ellátta: Halasy-Nagy József*. Szeged: Lectum Kiadó.
- Armstrong, D. (1981/1998). What is consciousness? In N. Block, O. Flanagan, & G. Güzeldere (Eds.), *The nature of consciousness. Philosophical debates* (pp. 721-728). Cambridge, MA – London: A Bradford Book - The MIT Press.
- Atkinson, L. R., Atkinson, R. C., Smith, E. E. és Bem, D. J. (1999). *Pszichológia*. Budapest: Osiris Kiadó.

- Bábosik István (1993). A pedagógiai kísérlet. In Falus Iván (szerk.), *Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe* (pp. 90-105). Budapest: Keraban Kiadó.
- Baddeley, A. (2001). *Az emberi emlékezet*. Budapest: Osiris Kiadó.
- Baker, L., & Brown, A. L. (1984). Metacognitive skills and reading. In P. D. Pearson, R. Barr, M. Kamil, & P. Mosenthal (Eds.), *Handbook of reading research* (pp. 353-394). New York: Longman.
- Baksa József (1967). A jártasságok és készségek szervezett alakításának problémája. In Kiss Árpád, Nagy Sándor, Szarka József és Szokolszky István (szerk.), *Tanulmányok a neveléstudomány köréből 1966* (325-343. o). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Bangerter, A., & Heath, C. (2004). The Mozart effect: Tracking the evolution of a scientific legend. *British Journal of Social Psychology*, 43, 605-623.
- Bannert, M. (2003). *Assessment of metacognitive skills by means of thinking-aloud instruction and reflection prompts: Does the method affect learning performance?* Paper presented at the 10th Biennial Conference for Research on Learning and Instruction, Padova, Italy.
- Bannert, M., & Mengelkamp, C. (2008). Assessment of metacognitive skills by means of instruction to think aloud and reflect when prompted. Does the verbalisation method affect learning? *Metacognition and Learning*, 3, 39-58.
- Baroody, A. J., Cibulskis, M., Lai, M-L., & Li, X. (2004). Comments on the use of learning trajectories in curriculum development and research. *Mathematical Thinking and Learning*, 6, 227-260.
- Bartsch, K., & Estes, D. (1996). Individual differences in children's developing theory of mind and implications for metacognition. *Learning and Individual Differences*, 8, 281-304.
- Baruk, S. (1985). *L'âge du capitaine. De l'erreur en mathématiques*. Paris: Seuil.
- Báthory Zoltán (1992). *Tanulók, iskolák – különbségek. Egy differenciális tanításelmélet vázlat*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Békés Ferenc (1980). *Ismeretszintmérés, ismeretstruktúra, ismerettipológia*. Budapest: Tömegkommunikációs Kutatóközpont.
- Ben-Zeev, T. (1996). When erroneous mathematical thinking is just as "correct:" The oxymoron of rational errors. In R. J. Sternberg, & T. Ben-Zeev, T. (Eds.), *The nature of mathematical thinking* (pp. 55-79). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Beran, M. J., Brandl, J. L., Perner, J. & Proust, J. (2012, Eds.). *Foundations of metacognition*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Berends, I. E., & van Lieshout, E. C. D. M. (2009). The effect of illustrations in arithmetic problem-solving: Effects of increased cognitive load. *Learning and Instruction*, 19, 345-353.
- Berliner, D. C. (2002). Educational research: the hardest science of all. *Educational Researcher*, 31(8), 18-20.
- Bhatt, M., & Camerer, C. F. (2005). Self-referential thinking and equilibrium as states of mind in games: fMRI evidence. *Games and Economic Behavior*, 52, 424-459.
- Block, N. (1995/1998). On a confusion about a function of consciousness. In N. Block, O. Flanagan, & G. Güzelde (Eds.), *The nature of consciousness. Philosophical debates* (pp. 375-415). Cambridge, MA – London: A Bradford Book - The MIT Press.

- Boros János (1999). Tudat, tudatosság és heterofenomenológia. Megjegyzések Daniel Dennett metodológiájához. *Magyar Filozófiai Szemle*, 2, 944-949.
- Brand-Gruwel, S., Aarnoutse, C. A. J., & Van den Bos, K. P. (1998). Improving text comprehension strategies in reading and listening settings. *Learning and Instruction*, 8, 63-81.
- Bromme, R.; Kienhues, D., & Porsch, T. (2010). Who knows what and who can we believe? Epistemological beliefs are beliefs about knowledge (mostly) to be attained from others. In L. D. Bendixen & F. C. Feucht (Eds.), *Personal epistemology in the Classroom: theory, tesearch, and implications for practice* (pp. 163-194.). Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Brown, A. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2, 141-178.
- C. Neményi Eszter és Szendrei Julianna (2007). *Szöveges feladatok*. Budapest: Budapesti Tanítóképző Főiskola.
- C. Neményi, Eszter (2004). A szorzás-osztás tanítása a jelenleg választható tankönyvek tükrében. *Tanító*, 42 (4), 12-14.
- Cai, J., Jiang, C., Hwang, S., Nie, B., & Hu, D. (2016). How do textbooks incorporate mathematical problem posing? An international comparative study. In P. Felmer, E. Pehkonen, & J. Kilpatrick (Eds.), *Posing and solving mathematical problems* (pp. 3-22). Switzerland: Springer.
- Campione, J. C., Brown, A. L., & Connell, M. L. (1988). Metacognition: On the importance of understanding what you are doing. In R. I. Charles, & E. A. Silver (Eds.), *Research agenda for mathematics education: The teaching of mathematical problem solving* (pp. 93-114). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cankaya, O., LeFevre, J., & Sowinski, C. (2012). The influences of different number languages on numeracy learning. *Encyclopedia of Language and Literacy Development* (pp. 1-8). London, ON: Western University.
- Cannice, M. V. (2013). The right moves: Creating experiential management learning with chess. *The International Journal of Management Education*, 11, 25-33.
- Carraher, T., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21-29.
- Carrillo, J., & Cruz, J. (2016). Problem-posing and questioning: Two tools to help solve problems. In P. Felmer, E. Pehkonen, & J. Kilpatrick (Eds.), *Posing and solving mathematical problems* (pp. 23-36). Switzerland: Springer.
- Cohen, J. (1969). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York – London: Academic Press
- Cohen, L., Dehaene, S., & Verstichel, P. (1994). Number words and number non-words. A case of deep dyslexia extending to Arabic numerals. *Brain*, 117, 267-279.
- Cooper, C., & Dunne, M. (1998). Anyone for tennis? Social class differences in children's responses to national curriculum mathematics testing. *Sociological Review*, 46, 115-148.

- Cooper, C., & Harries, T. (2002). Children's responses to contrasting 'realistic' mathematics problems: Just how realistic are children ready to be? *Educational Studies in Mathematics*, 49, 1-23.
- Crick, F., & Koch, C. (1998). Consciousness and neuroscience. *Cerebral Cortex*, 8, 97-107.
- Cromley, J. G., & Azevedo, R. (2006). Testing and refining the Direct and Inferential Mediation (DIME) model of reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 99, 311-325.
- Cross, D. R., & Paris, S. G. (1988). Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80, 131-142.
- Cs. Czachesz Erzsébet (2001). Ki tud olvasni? Nemzetközi összehasonlító vizsgálatok és magyar eredményeik. *Iskolakultúra*, 11, 5. sz. 21-30.
- Csapó Benő (1992). *Kognitív pedagógia*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Csapó Benő (2002). A képességek fejlődési ütemének egységes kifejezése: a gamma-koefficiens. *Magyar Pedagógia*, 102, 391-410.
- Csapó Benő (2005). Tanuló társadalom és tudásalapú oktatási rendszer. In Komlossy Ákos (szerk.), *Ismeretek és képességfejlesztés. A 42. Szegedi Nyári Egyetem Évkönyve*. (pp. 5-21). Szeged: Tudományos Ismeretterjesztő Társulat.
- Csapó Benő (2014). A szegedi iskolai longitudinális program. In Pál József és Vajda Zoltán (szerk.), *Szegedi Egyetemi Tudástár 7. Bölcsész- és társadalomtudományok* (pp. 117-166). Szeged: Szegedi Egyetemi Kiadó.
- Csapó, B. (2010). Goals of learning and the organization of knowledge. In E. Klieme, D. Leutner, & M. Kenk (Eds.), *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes* (pp. 12-27). Weinheim, Basel: Beltz.
- Csépe Valéria (2005). *Kognitív fejlődés-neuropszichológia*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Csépe Valéria (2006). *Az olvasó agy*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Cser Andor (1972, szerk.). *A matematikatanítás módszertanának néhány kérdése*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Csermely Péter, Gergely Pál, Koltay Tibor és Tóth János (1999). *Kutatás és közlés a természettudományokban*. Budapest: Osiris.
- Csíkos Csaba (1999). Újabb eredmények a Wason-feladattal kapcsolatban. *Pszichológia*, 19, 5-27.
- Csíkos Csaba (2001a). Bizonyítási stratégiák megítélése 10-17 éves korban. *Magyar Pedagógia*, 101, 319-345.
- Csíkos Csaba (2001b). A pedagógiai képesség-fogalom fejlődése. In Csapó Benő és Vidákovich Tibor (szerk.), *Neveléstudomány az ezredfordulón* (pp. 117-126). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Csíkos Csaba (2002a). Bizonyítástípusok fejlődési modellje. *Iskolakultúra*, 12, 4. sz., 78-84.
- Csíkos Csaba (2002b). A pedagógiai értékelés új irányzatai. *Új Pedagógiai Szemle*, 52, július-augusztus, 175-179. o.
- Csíkos Csaba (2002c). Hány éves a kapitány? Matematikai szöveges feladatok megértése. *Iskolakultúra*, 12, 12. sz., 10-16.

- Csíkos Csaba (2003a). Matematikai szöveges feladatok megértésének problémái 10-11 éves tanulók körében. *Magyar Pedagógia*, 103, 35-55.
- Csíkos Csaba (2003b). Egy hazai matematikai felmérés eredményei nemzetközi összehasonlításban. *Iskolakultúra*, 13, 8. sz., 20-27.
- Csíkos, C. (2003c): *How many buses are needed? Hungarian students' achievement on 'problematic' word problems*. Paper presented at the 10th European Conference for Research on Learning and Instruction, Padova, Italy.
- Csíkos, C. (2003d). *General metacognitive strategies in mathematics and reading*. Paper presented at the Interlearn conference, Helsinki, Finland.
- Csíkos Csaba (2004a). Metakogníció a tanulásban és a tanításban: az EARLI 10. konferenciájának kutatási eredményei. *Iskolakultúra*, 14, 2. sz., 3-10.
- Csíkos Csaba (2004b). Empirikus pedagógiai vizsgálatok optimális mintanagyságának meghatározása. *Magyar Pedagógia*, 104, 183-201.
- Csíkos, C. (2005a). *A metacognition-based training in grade 4 in the fields of mathematics and reading*. Paper presented at the 11th Biennial Conference for Research on Learning and Instruction, Nicosia, Cyprus.
- Csíkos Csaba (2005b). Metakognícióra alapozott fejlesztő kísérlet 4. osztályos tanulók körében a matematika és az olvasás területén. *Magyar Pedagógia*, 105, 127-152.
- Csíkos Csaba (2006a). A metakogníció pedagógiai értelmezése. In Kelemen Elemér és Falus Iván (szerk.), *Tanulmányok a neveléstudomány köréből 2005* (pp. 25-43). Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Csíkos Csaba (2006b). Nemzetközi rendszerszintű felmérések tanulságai az olvasástanítás számára. In Józsa Krisztián (szerk.), *Az olvasási képesség fejlődése és fejlesztése* (pp. 175-186). Budapest: Dinasztia Tankönyvkiadó.
- Csíkos Csaba (2006c). Tudatosság és metakogníció viszonya – Az ezredforduló interdiszciplináris megközelítései. *Iskolakultúra*, 16, 12. sz., 69-82.
- Csíkos Csaba (2007). *Metakogníció – A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Csíkos Csaba (2008a). Sakk, metakogníció és a kezdő-szakértő problematika. *Hadmérnök*, különszám „A sakk oktatásának hatása a képességfejlesztésre és a személyiségfejlesztésre” címmel. [on-line elérhető: http://www.zmne.hu/hadmernok/kulonszamok/sakk_2007/htm/csikos.htm]
- Csíkos Csaba (2008b). Az IRA (Index of Reading Awareness) kérdőívvel végzett longitudinális vizsgálat eredményei. *Magyar Pedagógia*, 108, 97-134.
- Csíkos Csaba (2009a). *Mintavétel a kvantitatív pedagógiai kutatásban*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Csíkos Csaba (2009b). Mentális modellek és metareprezentációk matematikai szöveges feladatok megoldásában. Egy fejlesztőkísérlet elméleti alapjai. In Kozma Tamás és Perjés István (szerk.), *Új kutatások a neveléstudományokban 2008* (109-117. o). Budapest: MTA Pedagógiai Bizottsága.
- Csíkos Csaba (2010a). A PRIMAS-projekt. *Iskolakultúra*, 20, 12. sz. 4-12.
- Csíkos Csaba (2010b). Problémaalapú tanulás és matematikai nevelés. *Iskolakultúra*, 20, 12. sz., 52-60.

- Csíkos Csaba (2012a). Melyik a kedvenc tantárgyad? Tantárgyi attitűdök vizsgálata a nyíltvégű írásbeli kikérdezés módszerével. *Iskolakultúra*, 22, 1. sz., 3-13.
- Csíkos Csaba (2012b). *Pedagógiai kísérletek kutatás-módszertana*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Csíkos, C. (2012c). Success and strategies in 10 year old students' mental three-digit addition In T. Y. Tso (Ed.), *Proceedings of the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education: Opportunities to learn in mathematics education* (pp. 179-186). Taipei: National Taiwan University.
- Csíkos Csaba (2013). A fejben számolás stratégiáinak vizsgálata háromjegyű számok összeadásával negyedik osztályos tanulók körében. In Molnár Gyöngyvér és Korom Erzsébet (szerk.), *Az iskolai sikerességet befolyásoló kognitív és affektív tényezők értékelése* (pp. 31-45). Budapest: Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó.
- Csíkos Csaba (2015). Randomizált pedagógiai kísérletek a 21. században: in tempore opportuno. *Neveléstudomány*, 3, 53-62.
- Csíkos Csaba és B. Németh Mária (1998). A tesztekkel mérhető tudás. In Csapó Benő (szerk.), *Az iskolai tudás* (pp. 83-114). Budapest: Osiris Kiadó.
- Csíkos Csaba és Dobi János (2001). Matematikai nevelés. In Báthory Zoltán és Falus Iván (szerk.), *Tanulmányok a neveléstudomány köréből* (355-372. o). Budapest: Osiris Kiadó.
- Csíkos, C., & Molitoris, A. (2011). Investigating reading-related beliefs among vocational secondary school students. Paper presented at the 14th European Conference for Research on Learning and Instruction held in Exeter, United Kingdom, August 30 – September 3.
- Csíkos Csaba és Steklács János (2006). Metakogníció és olvasás. In Józsa Krisztián (szerk.), *Az olvasási képesség fejlődése és fejlesztése* (pp. 75-88). Budapest: Dinasztia Tankönyvkiadó.
- Csíkos Csaba és Steklács János (2010b). Szöveganticipációs stratégiák fejlesztése 9-10 éves tanulók körében. Előadás a X. Országos Neveléstudományi Konferencián. Budapest, 2010. november 4-6.
- Csíkos Csaba és Steklács János (2011a). Az adaptív stratégiaválasztás pedagógiai relevanciája. Előadás a XI. Országos Neveléstudományi Konferencián. Budapest, 2011. november 3-5. 218. o.
- Csíkos Csaba és Steklács János (2011b). Az MSI (Metacomprehension Strategy Index) kérdőív magyar változata. Előadás a XI. Országos Neveléstudományi Konferencián. Budapest, 2011. november 3-5. 426. o.
- Csíkos Csaba és Vidákovich Tibor (2012). A matematikatudás alakulása az empirikus vizsgálatok tükrében. In Csapó Benő (szerk.): *Mérlegen a magyar iskola* (pp. 83-130). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Csíkos Csaba, Kelemen Rita és Steklács János (2008): Kéttényezős pedagógiai kísérletek eredményességének és hatásvizsgálatának kvantitatív elemzése egy magyarországi kéttényezős kísérlet példáján. Előadás a VI. Pedagógiai Értékelési Konferencián. Szeged, 2008. április 11-12.

- Csíkó Csaba, Sztányi Judit és Kelemen Rita (2010). Vizuális reprezentációk szerepe a matematikai problémamegoldásban. Egy 3. osztályos tanulók körében végzett fejlesztő kísérlet eredményei. *Magyar Pedagógia*, 110, 149-166.
- Csíkó, C. (2011). The place for mathematics in students' beliefs about learning. In B. Rösken & M. Casper (Eds.), *Current state of research on mathematical beliefs XVII. Proceedings of the MAVI-17 Conference* (pp. 43-53). Professional School of Education, Ruhr-Universität Bochum.
- Csíkó, C. (2016a). Strategies and performance in elementary students' three-digit mental addition. *Educational Studies in Mathematics*, 91, 123-139.
- Csíkó, C. (2016b). Improving elementary students' mental three-digit addition: Results of a classroom intervention program. In C. Csíkó, A. Rausch, & J. Sztányi (Eds.), *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Vol 1* (p. 290). PME: Szeged.
- Csíkó, C., & Dohány, G. (2013, July). Parental beliefs about mathematics and music learning. Paper presented at the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Kiel, Germany.
- Csíkó, C., & Steklács, J. (2010a). Metacognition-based reading intervention programs among 4th grade Hungarian students. In A. Efkiides & P. Misailidi (Eds.), *Trends and prospects in metacognition research* (pp. 345-366). Springer, US.
- Csíkó, C., & Steklács, J. (2013). *The role of number representation modality in solving word problems: An eye-tracking study*. Paper presented at the 15th European Conference for Research on Learning and Instruction, München, Germany, August 27-31.
- Csíkó, C., & Steklács, J. (2016). Relationships between students' performance on arithmetic word problems, eye-fixation duration variables, and number notation (number words vs Arabic numerals). *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 14, 43-57.
- Csíkó, C., & Verschaffel, L. (2011). Mathematical literacy and the application of mathematical knowledge. In B. Csapó & M. Szendrei (Eds.), *Framework for diagnostic assessment of mathematics* (57-93. o). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Csíkó, C., Kelemen, R., & Verschaffel, L. (2009, August). *Fifth-grade students' approaches to and beliefs on mathematics word problem solving: A large sample Hungarian study*. Paper presented at the 13th European Conference for Research on Learning and Instruction held in Amsterdam, The Netherlands.
- Csíkó, C., Kelemen, R., & Verschaffel, L. (2011). Fifth-grade students' approaches to and beliefs of mathematics word problem solving: a large sample Hungarian study. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 43, 561-571.
- Csíkó, C., Sztányi, J., & Kelemen, R. (2012). The effects of using drawings in developing young children's mathematical problem solving: A design experiment with third-grade Hungarian students. *Educational Studies in Mathematics*, 81, 47-65.
- Csíkó, C. (2008c, May). *A large scale 3-year longitudinal study on Jacobs and Paris' IRA questionnaire among 3rd-5th grade students*. Paper presented at the 3rd Biennial Meeting of the EARLI Special Interest Group 16 (Metacognition), Ioannina, Greece.
- D. Molnár Éva (2013). *Tudatos fejlődés. Az önszabályozott tanulás elmélete és gyakorlata*. Budapest: Akadémiai Kiadó.

- D'Amore, B., & Martini, B. (1999). The didactic contract, mental models and intuitive models in the resolution of standard scholastic problems. In A. Gagatsis (Ed.), *A multidimensional approach to learning in mathematic and science*. (pp. 3-24). Nicosia: Intercollege Press.
- Darling, S., Della Sala, S., Gray, C., & Trivelli, C. (1998). Putative functions of the prefrontal cortex: Historical perspectives and new horizons. In G. Mazzoni, & T. O. Nelson, (Eds.), *Metacognition and cognitive neuropsychology. Monitoring and control processes* (pp. 53-95). Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57, 300-314.
- De Corte, E. (2001). Az iskolai tanulás: A legfrissebb eredmények és a legfontosabb tennivalók. *Magyar Pedagógia*, 101, 413-434.
- Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., & Wilson, A. J. (2004). Arithmetic and the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 218-224.
- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Nunes Filho, G., Jobert, A., ... Cohen, L. (2010). How learning to read changes the cortical network for vision and language. *Science*, 330, 1359-1364.
- DeMarie, D., & Ferron, J. (2003). Capacity, strategies, and metamemory: Tests of a three-factor model of memory development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 84, 167-193.
- Demetriou, A. (1998). NOOPLASIS: 10 + 1 postulates about the formation of mind. *Learning and Instruction*, 8, 271-287. o.
- Dennett, D. C. (1993). *Consciousness explained*. Harmondsworth, England: Penguin Books.
- Dennett, D. C. (1998). *Darwin veszélyes ideája*. Budapest: Typotex.
- Dewitz, P., & Dewitz, P. K. (2003). They can read the words, nut they can't understand: Refining comprehension assessment. *The Reading Teacher*, 56, 422-435.
- Diana, R. A., & Reder, L. M. (2004). Visual versus verbal metacognition: Are they really different? In D. T. Levin (Eds.), *Thinking and seeing. Visual metacognition in children and adults*. (pp. 187-201). Cambridge, MA – London: A Bradford Book - The MIT Press.
- Diezmann, C. M. (2005). Primary students' knowledge of the properties of spatially-oriented diagrams. In H. L. Chick, & J. L. Vincent (Eds.), *Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Volume 4 (pp. 281-288). Melbourne: PME.
- Donald, M. (2001). *Az emberi gondolkodás eredete*. Budapest: Osiris Kiadó.
- Donker, A. S., de Boer, H., Kostons, D., Dignath van Ewijk, C. C., & van der Werf, M. P. C. (2014). Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1-26.
- Duffy, G. G., Miller, S., Parsons, S., & Meloth, M. (2009). Teachers as metacognitive professionals. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 240-256). New York, London: Routledge.
- Dunlosky, J., & Thiede, K. W. (1998). What makes people study more? An evaluation of factors that affect self-paced study. *Acta Psychologica*, 98, 37-56.
- Eco, U. (2007). *Loana királynő titokzatos tüze*. Budapest: Európa Könyvkiadó.

- Efkliides, A., & Misailidi, P. (2010, Eds.). *Trends and prospects in metacognition research*. Springer.
- Elley, W. B. (1994). *The IEA study of reading literacy: Achievement and instruction in thirty-two school systems*. Oxford – New York – Tokyo: Pergamon.
- English, L. D. (1996). Children's construction of mathematical knowledge in solving novel isomorphic problems in concrete and written form. *Journal of Mathematical Behavior*, 15, 81-112.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. Th., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.
- Estes, D. (1998). Young children's awareness of their mental activity: The case of mental rotation. *Child Development*, 69, 1345-1360.
- Evans, J. St. B. T. (1982). *The psychology of deductive reasoning*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Evans, J. St. B. T. (2003). In two minds: Dual-process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 454-459.
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (1997). *Kognitív pszichológia. Hallgatói kézikönyv*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Fitzpatrick, K. A. (1985). *Group-Based Mastery Learning: A Robin Hood Approach to Instruction?* Paper presented at the 69th Annual Meeting of the American Educational Research Association. Chicago, IL, March 31-April 4.
- Flanagan, O. (1996/1998). Prospects for a unified theory of consciousness or, what dreams are made of. In N. Block, O. Flanagan, & G. Güzeldere (Eds.), *The nature of consciousness. Philosophical debates* (pp. 97-110). Cambridge, MA – London: A Bradford Book - The MIT Press.
- Flavell, J. H. (1971). First discussant's comments: What is memory development the development of? *Human Development*, 14, 272-278.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. E. Weinert & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 21-29). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Flavell, J. H. (2000). Development of children's knowledge about the mental world. *International Journal of Behavioral Development*, 24, 15-23.
- Flavell, J. H., & Green, F. L. (1999). Development of intuitions about the controllability of different mental states. *Cognitive Development*, 14, 133-146.
- Flavell, J. H., Green F. L., & Flavell E. R. (1998). The mind has a mind of its own: Developing knowledge about mental uncontrollability. *Cognitive Development*, 13, 127-138.
- Fleming, S. M., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2012). Metacognition: computation, biology and function. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367(1594), 1280-1286.
- Foxman, D., & Beishuizen, D. (2002). Mental calculation methods used by 11-year-olds in different attainment bands: A reanalysis of data from the 197 APU survey in the UK. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 41-69.

- Frank, M. C., & Barner, D. (2012). Representing exact number visually using mental abacus. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141, 134-149.
- Fuson, K. C., Wearne, D., Hiebert, J. C., Murray, H. G., Human, P. G., Olivier, A. I., Carpenter, T. P., & Fennema, E. (1997). Children's conceptual structures for multidigit numbers and methods of multidigit addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28, 130-162.
- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, 28, 774-782.
- Gardner, H., and Hatch, T. (2004). Multiple intelligences go to school: Educational implications of the theory of multiple intelligences. *Educational Researcher*, 18(8), 4-10.
- Garner, R. (1987). *Metacognition and reading comprehension*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Gaskins, I. W. (1994). Classroom applications of cognitive science: Teaching poor readers how to learn, think, and problem solve. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 129-154). Cambridge, MA – London: A Bradford Book - The MIT Press.
- Gaultney, J. F. (1995). The effect of prior knowledge and metacognition on the acquisition of a reading comprehension strategy. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59, 142-163.
- Gerring, J. (1999). What makes a concept good? A critical framework for understanding concept formation in the social sciences. *Polity*, 31, 357-393.
- Gersten, R., Fuchs, L. S., Williams, J. P., & Baker, S. (2001). Teaching reading comprehension strategies to students with learning disabilities: A review of research. *Review of Educational Research*, 71, 279-320.
- Ginsburg, H. P. (1998). Toby matekja. In R. Sternberg és T. Ben-Zeev (szerk.), *A matematikai gondolkodás természete* (pp. 175-199). Budapest: Vince Kadió.
- Goldin, G. A. (2002). Affect, meta-affect, and mathematical belief structures. In G. C. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* (pp. 59-72). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Goldin, G. A., & Kaput, J. (1996). A joint perspective on the idea of representation in learning and doing mathematics. In L. Steffe, P. Nesher, P. Cobb, G. Goldin, & B. Greer (Eds.), *Theories of mathematical learning* (pp. 397-430). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Goldman, S. R., & Rakestraw, J. A. (2000). Structural aspects of constructing meaning from text. In M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson, P. D., & R. Barr (Eds.), *Handbook of Reading Research Vol III* (pp. 311-335). Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- Goos, M. (2002). Understanding metacognitive failure. *The Journal of Mathematical Behavior*, 21, 281-302.
- Gordon Györi János (2001). Tehetséges gyerekek gondolkodási készségének fejlesztése. *Iskolakultúra*, 11, 1. sz., 46-55.
- Gourgey, A. (1998). Metacognition in basic skill instruction. *Instructional Science*, 26, 81-96.
- Graham, G. (1993). *Philosophy of mind: An introduction*. Oxford, UK – Cambridge, US: Blackwell.

- Graham, G., & Neisser, J. (2000). Probing for relevance: What metacognition tells us about the power of consciousness. *Consciousness and Cognition*, 9, 172-177.
- Greer, B. (1987). Understanding of arithmetical operations as models of situations. In J. Sloboda & D. Rogers (Eds.), *Cognitive processes in mathematics* (pp. 60-80). Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- Greer, B. (1992). Multiplication and division as models of situations. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics education* (pp. 276-295). New York: Macmillan.
- Greer, B. (1993). The modeling perspective on wor(l)d problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 12, 239-250.
- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7, 293-307.
- Hacker, D. J. (1998). Definitions and empirical foundations. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 1-23). Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- Hacker, D. J., Dunlosky, J., & Graesser, A. C. (1998, Eds.). *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- Hacker, D. J., Dunlosky, J., & Graesser, A. C. (2009, Eds.). *Handbook of metacognition in education*. New York – London: Routledge.
- Halász Gábor (2009). Tényekre alapozott oktatáspolitikai és oktatásfejlesztés. In Pusztai Gabriella és Rébay Magdolna (szerk.), *Kié az oktatás? Tanulmányok Kozma Tamás 70. születésnapjára* (pp. 187-191). Debrecen: Csokonai Kiadó.
- Hardcastle, V. G. (1996). Ways of knowing. *Consciousness and Cognition*, 6, 359-367.
- Hartman, H. J. (2001, Ed.). *Metacognition in learning and instruction*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 91, 684-689.
- Heinze, A., Marschick, F., & Lipowsky, W. (2009). Addition and subtraction of three-digit numbers: adaptive strategy use and the influence of instruction in German third grade. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 41, 591-604.
- Hercz Mária (2002). A szakképzésben dolgozó tanárok gondolkodása tanítványaik kognitív fejlődéséről. *Társadalom és Gazdaság*, 24, 251-269.
- Herendiné Kónya Eszter (2003). A tanítójelöltek geometriai gondolkodásának jellegzetességei. *Iskolakultúra*, 13, 12. sz. 51-61.
- Heyting, F., Kruithof, B., & Mulder, E. (2002). Education and social integration: On basic consensus and the cohesion of society. *Educational Theory*, 52, 382-397.
- Hilgard, E. R. (1980/1987). A tudat a kortárs pszichológiában. In Séra László és Barkóczi Ilona (szerk.), *A tudat pszichológiai kérdései. I. kötet* (pp. 13-42). Budapest: Tankönyvkiadó.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (2002, Eds.). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- Hofstadter, D. R. (1979/2002). *Gödel, Escher, Bach – Egybefont Gondolatok Birodalma*. Budapest: Typotex.

- Hope, J. A., & Sherrill, J. M. (1987). Characteristics of unskilled and skilled mental calculators. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 99-111.
- Horner, R. H., Carr, E. G., Halle, J., McGee, G., Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single-subject research to identify evidence-based practice in special education. *Exceptional Children*, 71(2), 165-179.
- Horváth György (1990). *Az értelem mérése*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Horváth Zsuzsanna (1998). *Anyanyelvi tudástérkép. Középiskolai tantárgyi feladatbankok III*. Budapest: Országos Közoktatási Intézet.
- Huang, H. C., Chern, C. L., & Lin, C. C. (2009). EFL learners' use of online reading strategies and comprehension of texts: An exploratory study. *Computers & Education*, 52(1), 13-26.
- Hyönä, J., & Nurminen, A. M. (2006). Do adult readers know how they read? Evidence from eye movement patterns and verbal reports. *British Journal of Psychology*, 97, 31-50.
- Inhelder, B. és Piaget, J. (1955/1984). *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Ishida, J. (2002). Students' evaluation of their strategies when they find several solution methods. *Journal of Mathematical Behavior*, 21, 49-56.
- Jacobs, J. E., & Paris, S. G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational Psychologist*, 22, 255-278.
- Jaworski, B. (2008). The development of the mathematics teacher educator and its relation to teaching development. In B. Jaworski, & T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education vol. 4. The mathematics teacher educator as a developing professional* (pp. 335-361). Rotterdam: Sense Publishers.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models: Toward a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Harvard Cognitive Science Series. Volume 6. Cambridge: Harvard University Press.
- Jordanidisz Ágnes (2009). A fonológiai tudatosság fejlődése az olvasástanulás időszakában. *Anyanyelv-pedagógia*, 2, 4. sz.
- Józsa Krisztián (2002). Tanulási motiváció és humán műveltség. In Csapó Benő (szerk.), *Az iskolai műveltség* (pp. 239-268). Budapest: Osiris Kiadó.
- Józsa Krisztián és Székely Györgyi (2004). Kísérlet a kooperatív tanulás alkalmazására a matematika tanítása során. *Magyar Pedagógia*, 104, 339-362.
- Józsa, K., & Morgan, G. A. (2012, February). *Filtering Out Invalid Respondents Based on the Analysis of Negative Statements in Likert-scale Questionnaires*. Society for Research in Child Development 2012 Themed Meeting: Developmental Methodology. Tampa, USA, 2012.02.09-2012.02.11., p. 15.
- Kahneman, D. (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for Behavioral Economics. *The American Economic Review*, 93, 1449-1475.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. London: Penguin Books.
- Kamarás István (2005). *Olvasásügy*. Pécs: Iskolakultúra-könyvek 25.
- Kárpáti Andrea (2001). *Firkák, formák, figurák. A vizuális nyelv fejlődése a kisgyermekkortól a serdülőkorig*. Budapest: Dialóg Campus Kiadó.
- Karsai Ervin (1923). *Az appercepció. Új didaktikai alapvetés kísérlete*. Budapest: Pallas Irodalmi és Nyomdai Rt.

- Kelecsényi Rita és Csíkos Csaba (2013). Matematikával kapcsolatos tanulói meggyőződések kérdőívének empirikus vizsgálata. Előadás a XI. Pedagógiai Értékelési Konferencián. Szeged, 2013. április 11-13., 123. o.
- Kelemen Rita (2004). Egyes háttérváltozók szerepe „szokatlan” matematikai szöveges feladatok megoldásában. *Iskolakultúra*, 14, 11. sz., 28-38.
- Kelemen Rita (2005). *5th grade students' achievement on different types of realistic word problems*. Poster presented at the 11th Biennial Conference for Research on Learning and Instruction, Nicosia, Cyprus.
- Kelemen Rita, Csíkos Csaba és Steklács János (2005). A matematikai problémamegoldást kísérő metakognitív stratégiák vizsgálata a hangosan gondolkodtatás és a videomegfigyelés eszközeivel. *Magyar Pedagógia*, 105, 343-358.
- Kelemen-Molitorisz, A. & Csíkos, C. (2009). The relation of metacognitive awareness of reading strategies to reading-related background variables among vocational secondary school students. Poster presented at the 13th European Conference for Research on Learning and Instruction held in Amsterdam, The Netherlands, August 25 – August 29.
- Kentridge, R. W., Heywood, C. A. (2000). Metacognition and awareness. *Consciousness and Cognition*, 9, 308-312.
- Keppel, G. (1991). *Design and analysis. A researcher's handbook*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Keren, G., & Schul, Y. (2009). Two is not always better than one a critical evaluation of two-system theories. *Perspectives on Psychological Science*, 4, 533-550.
- Kihlstrom, J. F. (1987). The cognitive unconscious. *Science*, 237, 1445-1452.
- Kirk, E. P., & Ashcraft, M. H. (2001). Telling stories: The perils and promise of using verbal reports to study math strategies. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 157-175.
- Kiss Szabolcs (1996). Gyermeki tudatelméletek. *Pszichológia*, 16, 4. sz., 383-396.
- Klix, F. (1985). *Az ébredő gondolkodás. Az emberi intelligencia fejlődéstörténete*. Budapest: Gondolat Könyvkiadó.
- Kluwe, R. H. (1987). Executive decisions and regulation of problem solving behavior. In: F. E. Weinert, & R. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 31-64). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kokis, J. V., Macpherson, R., Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2002). Heuristic and analytic processing: Age trends and associations with cognitive ability and cognitive styles. *Journal of Experimental Child Psychology*, 83, 26-52.
- Kollosche, D. (2014). Mathematics and power: an alliance in the foundations of mathematics and its teaching. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 46, 1061-1072.
- Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen [Royal Dutch Academia of Sciences] (2009). *Rekenonderwijs op de Basisschool. Analyse en Sleutels tot Verbetering*. [Mathematics education in the elementary school. Analysis and keys to improvement.] Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.
- Kontra József (1996). A probléma és a problémamegoldó gondolkodás. *Magyar Pedagógia*, 96, 341-366.

- Koriat, A. (1993). How do we know that we know? The accessibility model of the feeling of knowing. *Psychological Review*, 100, 609-639.
- Korom Erzsébet (2000). A fogalmi váltás elméletei. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 55, 179-205.
- Kozéki Béla és Entwistle, N. J. (1986). Tanulási motivációk és orientációk vizsgálata magyar és skót iskolás-korúak körében. *Pszichológia*, 86, 271-292.
- Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2002). Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and Instruction*, 20, 47-77.
- Kramarski, B., Mevarech, Z. R., & Arami, M. (2002). The effects of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 49, 225-250.
- Kramarski, B., Mevarech, Z. R., & Lieberman, A. (2001). Effects of multilevel versus unilevel metacognitive training on mathematical reasoning. *The Journal of Educational Research*, 94, 292-300.
- Kuhn, T. (1984). *A tudományos forradalmak szerkezete*. Budapest: Gondolat.
- Lakatos Imre (1976/1981). *Bizonyítások és cáfolatok*. Budapest: Gondolat.
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27, 29-63.
- Larkin, S. (2010). *Metacognition in young children*. London – New York: Routledge.
- László Ervin (2009). *Új világrend. A tudatos változás kézikönyve*. Budapest: Nyitott Könyvműhely.
- Laupa, M., & Becker, J. (2004). Coordinating mathematical concepts with the demands of authority: children's reasoning about conventional and second-order logical rules. *Cognitive Development*, 19, 147-168.
- Leahy, T. H., & Harris, R. J. (1993). *Learning and Cognition*. 3rd edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Lénárd Ferenc (1978). *A problémamegoldó gondolkodás* (4. kiadás). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Lengelle, R., Miegers, F., Poell, R., & Post, M. (2013). The effects of creative, expressive, and reflective writing on career learning: An exploratory study. *Journal of Vocational Behavior*, 83, 419-427.
- Lewicki, P., Czyzewska, M., & Hoffman, H. (1987). Unconscious acquisition of complex procedural knowledge. *Journal of Experimental Psychology*, 13, 523-530.
- Libet, B. (2002). The timing of conscious event: Libet's experimental findings and their implications. *Consciousness and Cognition*, 11, 291-299.
- Lidstone, J., Meins, E., & Fernyhough, C. (2011). Individual differences in children's private speech: Consistency across tasks, timepoints, and contexts. *Cognitive Development*, 26, 203-213.
- Lillard, A. S., & Flavell, J. H. (1990). Young children's preference for mental state versus behavioral descriptions of human actions. *Child Development*, 61, 731-741.
- Little, M., Steinberg, L. (2006). Psychosocial correlates of adolescent drug dealing in the city. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 43, 357-386.

- Lockl, K., & Schneider, W. (2006). Precursors of metamemory in young children: the role of theory of mind and metacognitive vocabulary. *Metacognition and Learning*, 1, 15-31.
- Lordkipanyidze, D. O. (1955). *K. D. Usinszkij pedagógiai tanítása*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Lurija, A. R. (1975). Neuropszichológiai jelenségek és problémák. In A. R. Lurija (szerk.), *Válogatott tanulmányok* (pp. 199-212). Budapest: Gondolat Kiadó.
- Lycan, W. G. (1990/1998). Consciousness as internal monitoring. In N. Block, O. Flanagan, & G. Güzeldere (Eds.), *The nature of consciousness. Philosophical debates* (pp. 755-771). Cambridge, MA – London: A Bradford Book - The MIT Press.
- Marulis, L. M., Palincsar, A. S., Berhenke, A. L., & Whitebread, D. (2016). Assessing metacognitive knowledge in 3-5 year olds: the development of a metacognitive knowledge interview (McKI). *Metacognition and Learning*, DOI 10.1007/s11409-016-9157-7
- Mason, J. (2016). Part 1 reaction: problem posing and solving today. In P. Felmer, E. Pehkonen, & J. Kilpatrick (Eds.), *Posing and solving mathematical problems* (pp. 109-113). Switzerland: Springer.
- Mason, L., & Scrivani, L. (2004). Enhancing students' mathematical beliefs: An intervention study. *Learning and Instruction*, 14, 153-176.
- Mayer, R. E., & Hegarty, M. (1996). The process of understanding mathematical problems. In R. J. Sternberg & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking* (pp. 29-53). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Mazzoni, G., & Nelson, T. O. (1998, Eds.). *Metacognition and cognitive neuropsychology. Monitoring and control processes*. Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- McIntosh, S. (2007). *Integral consciousness and the future of evolution: How the integral worldview is transforming politics, culture and spirituality*. St. Paul, MN: Paragon House.
- McLain, K. V. M., Gridley, B. E., & McIntosh, D. (1991). Value of a scale used to measure metacognitive reading processes. *Journal of Educational Research*, 85, 81–87.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualisation. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 575-596). New York: MacMillan.
- Meier, B., Morger, V., & Graf, P. (2003). Competition between automatic and controlled processes. *Consciousness and Cognition*, 12, 309-319.
- Meloth, M. S., & Deering, P. D. (1992). Effects of two cooperative conditions on peer-group discussions, reading comprehension, and metacognition. *Contemporary Educational Psychology*, 17, 175-193.
- Meneghetti, C., Carretti, B., & De Beni, R. (2006). Components of reading comprehension and scholastic achievement. *Learning and Individual Differences*, 16, 291-301.
- Mercer, N. (1993). Culture, context and the construction of knowledge. In P. Light, & G. Butterworth (Eds.), *Context and cognition* (pp. 28-46). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mérő László (2001). *Új észjárások. A racionális gondolkodás ereje és korlátai*. Budapest: Tericum Kiadó.

- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*, 34, 365-394.
- Miller, K. F., Kelly, M. K., & Zhou, X. (2005). Learning mathematics in China and the United States: Cross-cultural insight into the nature and course of mathematical development. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 163-178). New York: Psychology Press.
- Mokhtari, K., & Reichard, C. A. (2002). Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies. *Journal of Educational Psychology*, 94, 249-259.
- Molnár Edit Katalin (2003). *Az írásbeli szövegalkotás fejlődése: Vizsgálatok 10-17 éves tanulók körében*. PhD értekezés, ELTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Molnár Gyöngyvér (2004). Problémamegoldás és probléma-alapú tanítás. *Iskolakultúra*, 14, 2. sz. 12-19.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2003). A képességek fejlődésének logisztikus modellje. *Iskolakultúra*, 13, 2. sz. 57-69.
- Mónos, K. (2005). A study of the English reading strategies of Hungarian university students with implications for reading instruction in an academic context. In Kiss Gulyás, J. & Furkóné Banka, I. (Eds.), *Studies in English Language Learning and Teaching* (pp. 53-69). Institute of English American Studies, University of Debrecen
- Montague, M., Warger, C., & Morgan, T. H. (2000). Solvet It! Strategy instruction to improve mathematical problem solving. *Learning Disabilities and Practice*, 15, 110-116.
- Morell, L., & Tan, R. J. B. (2009). Validating for use and interpretation: A mix-methods contribution illustrated. *Journal of Mixed Methods research*, 3, 242-264-
- Morin, A. (2009). Inner speech and consciousness. In W. P. Banks (Ed.), *Encyclopedia of Consciousness, Vol 1* (pp. 389-402). Amsterdam: Academic Press.
- Morris, S. B. (2005, April). *Effect size estimation from pretest-posttest-control designs with heterogeneous variances*. Paper presented at the 20th Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, Los Angeles, CA.
- Moshman, D. (1990). The development of metacognitive understanding. In W. F. Overton (Ed.), *Reasoning, necessity, and logic: Developmental perspectives* (pp. 205-225). Hillsdale, NJ – Hove and London: Erlbaum.
- Moshman, D. (2000). Diversity in reasoning and rationality: Metacognitive and developmental considerations. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 689-690.
- Muis, K. R., & Franco, G. M. (2009). Epistemic beliefs: Setting the standards for self-regulated learning. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 306-318.
- Myers II, M., & Paris, S. G. (1978). Children's metacognitive knowledge about reading. *Journal of Educational Psychology*, 70, 680-690.
- Nagel, T. (1974). What Is It Like to Be a Bat? *Philosophical Review*, 83, 435-450.
- Nagy József (1968): A készség és jártasság szabatos meghatározásáról. *Köznevelés*, 24, 11. sz. 419-426.
- Nagy József (1994). Én(tudat) és pedagógia. *Magyar Pedagógia*, 94, 3-26.
- Nagy József (1996). *Nevelési kézikönyv*. Szeged: Mozaik Oktatási Stúdió.
- Nagy József (2000). *XXI. század és nevelés*. Budapest: Osiris Kiadó.

- Nagy József (2004a): A szöolvasó készség fejlődésének kritériumorientált diagnosztikus feltérképezése. *Magyar Pedagógia*, 104, 123–142.
- Nagy József (2004b). Olvasástanítás: a megoldás stratégiai kérdései. *Iskolakultúra*, 14, 3. sz., 3-26.
- Nagy József (2007). *Kompetencia alapú, kritériumorientált pedagógia*. Szeged: Mozaik Kiadó.
- Nahalka István (1998) A tanulás. In Falus Iván (szerk.), *Didaktika* (pp. 117-158). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Nantais, K. M., & Schellenberg, E. G. (1999). The Mozart effect: An artifact of preference. *Psychological Science*, 10, 370-373.
- Natsoulas, T. (1981/1987). A tudat alapvető kérdései. In Séra László és Barkóczi Ilona (szerk.), *A tudat pszichológiai kérdései. I. kötet* (pp. 43-96). Budapest: Tankönyvkiadó.
- Nejstadt, J. (1987). *Keresz tanít*. Budapest: Sport Kiadó.
- Nelson, T. O. (1992, szerk.). *Metacognition: core readings*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Nelson, T. O. (1996). Consciousness and metacognition. *American Psychologist*, 51, 102-116.
- Nelson, T. O. (2000). Consciousness, self-consciousness, and metacognition. *Consciousness and Cognition*, 9, 220-223.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990/1992). Metamemory: A theoretical framework and new findings. In T. O. Nelson (szerk.), *Metacognition. Core readings* (pp. 117-129). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Nemzeti alaptanterv (2012). Melléklet a 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelethez. *Magyar Közlöny*, 66. sz., 10639-10847.
- Olejnik, S., & Algina, J. (2000). Measures of effect size for comparative studies: Application, interpretations, and limitations. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 241-286.
- Op't Eynde, P., & De Corte, E. (2003, April). *Students' mathematics-related belief systems: Design and analysis of a questionnaire*. Paper presented to the symposium, the relationship between students' epistemological beliefs, cognition and learning, at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago.
- Op't Eynde, P., De Corte, E., & Verschaffel, L. (2002). Framing students' mathematics-related beliefs: A quest for conceptual clarity and a comprehensive categorization. In G. C. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* (pp. 13-37). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Ornstein, P. A., Grammer, J. K., & Coffman, J. L. (2009). Teachers' "mnemonic style" and the development of skilled memory. In H. Salatas Waters, & W. Schneider (szerk.), *Metacognition, strategy use, and instruction* (pp. 23-53). New York: The Guilford Press.
- Oroszlány Péter (1998). *A tanulás tanítása*. Budapest: Alternatív Közgazdasági Gimnázium.
- Overton, W. F., Ricco, R. B. (2011). Dual-systems and the development of reasoning: competence-procedural systems. Wiley's Interdisciplinary Reviews: *Cognitive Science*, 2, 231-237.
- Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1985). Reciprocal teaching: Activities to promote read(ing) with your mind. In T. L. Harris, & E. J. Cooper (Eds.), *Reading, thinking and concept*

- development: Strategies for the classroom* (pp. 147-160). New York: The College Board.
- Pap-Szigeti Róbert, Zentai Gabriella és Józsa Krisztián (2006). A szövegfeldolgozó képességfejlesztés módszerei [Methods for improving abilities through text processing]. In Józsa Krisztián (Ed.), *Az olvasási képesség fejlődése és fejlesztése* (pp. 235-258). Budapest: Dinasztia Kiadó.
- Paris, S. G., & Jacobs, J. E. (1984). The benefits of informed instruction for children's reading awareness and comprehension skills. *Child Development*, 55, 2083–2093.
- Parkin, A. J. (1993). *Memory: phenomena, experiment and theory*. Hove, UK: Psychology Press.
- Pehkonen, E., & Pietilä, A. (2003, March). *On relationships between beliefs and knowledge in mathematics education*, Paper presented at the third conference of the European Society for Research in Mathematics Education, Bellaria, Italy.
- Peña-Ayala, A. (2015, Ed.). *Metacognition: Fundaments, applications, and trends. A profile of the current state-of-the-art*. Springer.
- Péntek Imre (2000). Tudatos és implicit metakognitív folyamatok a problémamegoldásban. *Erdélyi Pszichológiai Szemle*, 1, 2. sz., 85-97.
- Perfect, T. J., & Schwartz, B. L. (2002). *Applied metacognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading ability*. New York: Oxford University Press.
- Perner, J., & Dienes, Z. (2003). Developmental aspects of consciousness: How much theory of mind do you need to be consciously aware? *Consciousness and Cognition*, 12, 63-82.
- Piaget, J. (1962/2000). Commentary on Vygotsky's criticisms of *Language and thought of the child* and *Judgment and reasoning in the child*. *New Ideas in Psychology*, 18, 241–259.
- Piattelli-Palmarini, M. (1989). Evolution, selection and cognition: From „learning” to parameter setting in biology and in the study of language. *Cognition*, 31, 1-44.
- Piazza, M., & Dehaene, S. (2004). From number neurons to mental arithmetic: the cognitive neuroscience of number sense. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences III* (pp. 965-975). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Pléh Csaba (1992). *Pszichológiatörténet*. 2. kiadás. Budapest: Gondolat Könyvkiadó.
- Pléh Csaba (1998). *Bevezetés a megismeréstudományba*. Budapest: Typotex Elektronikus Kiadó.
- Pléh Csaba (2015). *A tanulás és gondolkodás keretei. A népi pszichológiától a gépi pszichológiáig*. Budapest: Typotex Kiadó.
- Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pollak, H. O. (1969). How can we teach applications of mathematics? *Educational Studies in Mathematics*, 2, 393-404.
- Pólya György (1957): *A gondolkodás iskolája*. Budapest: Bibliotheca.
- Pressley, M. (2000). What should comprehension instruction be the instruction of? In M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson, & R. Barr (Eds.), *Handbook of reading research Vol III* (pp. 545-561). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Pressley, M., & Gaskins, I. W. (2006). Metacognitively competent reading comprehension is constructively responsive reading: how can such reading be developed in students? *Metacognition and Learning*, 1, 99-113.
- Pritchard, R. (1990). The effects of cultural schemata on reading processing strategies. *Reading Research Quarterly*, 25, 273-295.
- Proust, M. (1954/2002). *Álmok, szobák, nappalok (Contre Saint-Beuve)*. Budapest: Filum Kiadó.
- Pukánszky Béla és Németh András (1996). *Neveléstörténet*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Rayner, K. (1998). Eye-movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372-422.
- Reder, L. M., & Schunn, C. D. (1996). Metacognition does not imply awareness: Strategy choice is governed by implicit learning and memory. In L. M. Reder (Ed.), *Implicit memory and metacognition* (pp. 45-77). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Réthy Endréné (1998). Az oktatási folyamat. In Falus Iván (szerk.), *Didaktika. Elméleti alapok a tanítás tanuláshoz* (pp. 221-270). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Reusser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution – the social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7, 309-327.
- Revákné Markóczi Ibolya, Máth János, Huszti Anett és Pollner Kitty (2013). A természettudományos problémamegoldás metakogníciójának mérése a felsőoktatásban. *Magyar Pedagógia*, 113, 221-241.
- Révész György, Bernáth László és Séra László (1995). A Paivio-féle "Individual Differences Questionnaire" magyar változata. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 51, 5–6. sz. 327–344.
- Revonsuo, A., & Kamppinen, M. (1994, Eds.). *Consciousness in philosophy and cognitive neuroscience*. Hillsdale NJ – Hove, UK: Erlbaum.
- Revonsuo, A., Kamppinen, M., & Samaja, S. (1994). General introduction: The riddle of consciousness. In A. Revonsuo, & M. Kamppinen (Eds.), *Consciousness in philosophy and*
- Roderer, T., & Roebers, C. M. (2010). Explicit and implicit confidence judgments and developmental differences in metamemory: An eye-tracking approach. *Metacognition and Learning*, 5, 229-250.
- Romanycia, M. H., & Pelletier, F. J. (1985). What is a heuristic. *Computational Intelligence*, 1(1), 47-58.
- Rosenshine, B., Meister, C., & Chapman, S. (1996). Teaching students to generate questions: A review of the intervention studies. *Review of Educational Research*, 66, 181-221.
- Rosenthal, D. M. (1990/1998). A theory of consciousness. In N. Block, O. Flanagan, & G. Güzeldere (Eds.), *The nature of consciousness. Philosophical debates* (pp. 729-753). Cambridge, MA – London: A Bradford Book - The MIT Press.
- Sáenz-Ludlow, A., & Walgamuth, C. (1998). Third-graders interpretations of equality and the equal symbol. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 153–187.
- Sainsbury, R. M. (2002). *Paradoxonok*. Budapest: Typotext Kiadó.

- Salatas Water, H., & Schneider, W. (2010, Eds.). *Metacognition, strategy use, and instruction*. New York – London: The Guilford Press.
- Sanchez, R. P., Pugzles Lorch, E. P., & Lorch, R. F. (2001). Effects of headings on text processing strategies. *Contemporary Educational Psychology*, 26, 418-428.
- Sántha Kálmán (2009). Korkép a hazai kvalitatív pedagógiai kutatásokról. *Iskolakultúra*, 19, 5-6. sz. 73-83.
- Scammacca, N., Roberts, G., Vaughn, S., Edmonds, M., Wexler, J., Reutebuch, C. K., & Torgesen, J. K. (2007). *Interventions for adolescent struggling readers. A meta-analysis with implications for practice*. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction.
- Schellings, G. (2011). Applying learning strategies questionnaires: problems and possibilities. *Metacognition and Learning*, 6, 91-109.
- Schillemans, V., Luwel, K., Bulté, I., Onghena, P., & Verschaffel, L. (2009). The influence of previous strategy use on individuals' subsequent strategy choice: Findings from a numerosity judgment task. *Psychologica Belgica*, 49, 191-205.
- Schmitt, M. C. (1990). A questionnaire to measure children's awareness of strategic reading processes. *The Reading Teacher*, 43(7), 454-461.
- Schneider, W. (1998). The development of procedural metamemory in childhood and adolescence. In G. Mazzoni, & T. O. Nelson (Eds.), *Metacognition and cognitive neuropsychology. Monitoring and control processes* (pp. 1-21). Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- Schneider, W. (2009). Metacognition and memory development in childhood and adolescence. In H. Salatas Waters, & W. Schneider (szerk.), *Metacognition, strategy use, and instruction* (pp. 54-81). New York: The Guilford Press.
- Schneider, W., & Lockl, K. (2002). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents. In T. J. Perfect, & B. L. Schwartz (Eds.), *Applied metacognition* (pp. 224-257). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schneider, W., & Pressley, M. (1989). *Memory development between 2 and 20*. New York: Springer-Verlag.
- Schneider, W., Visé, M., Lockl, K., & Nelson, T. O. (2000). Developmental trend in children's memory monitoring. Evidence from a judgment-of-learning task. *Cognitive Development*, 15, 115-134.
- Schoenfeld, A. H. (1987). What's all the fuss about metacognition? In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 189-215). Hillsdale, NJ – London: Erlbaum.
- Schoenfeld, A. H. (1991). On mathematics as sense-making: An informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics. In J. F. Voss, D. N. Perkins, & J. W. Segal (Eds.), *Informal reasoning and education* (pp. 311-343). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Solving the problem of powerful instruction. In C. Csíkos, A. Rausch, & J. Szitányi (Eds.), *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Vol 1* (pp. 3-18). PME: Szeged.
- Schooler, J. W., Reichle, E. D., & Halpern, D. V. (2004). Zoning out while reading: Evidence for dissociations between experience and metaconsciousness. In D. T. Levin (Ed.),

- Thinking and seeing. Visual metacognition in children and adults* (pp. 203-226). Cambridge, MA – London: A Bradford Book - The MIT Press.
- Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26, 113-125.
- Schraw, G., & Impara, J. C. (1995, Eds.). *Issues in the measurement of metacognition*. Lincoln, NE: Buros Institute of Mental Measurements, University of Nebraska, Lincoln.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7, 351-371.
- Schraw, G., Bendixen, L. D., & Dunkle, M. E. (2002). Development and validation of the Epistemic Belief Inventory (EBI). In B. K. Hofer, & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 261-275). Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111-139.
- Schwartz, B. L. (2008). Working memory load differentially affects tip-of-the-tongue states and feeling-of-knowing judgment. *Memory & Cognition*, 36, 9-19.
- Searle, J. R. (1994). The problem of consciousness. In A. Revonsuo, & M. Kamppinen (Eds.), *Consciousness in philosophy and cognitive neuroscience* (pp. 93-104). Hillsdale NJ – Hove, UK: Erlbaum.
- Selltiz, C., Jahoda, M., Deutsch, M. és Cook, S. W. (1966/1979). Az attitűd skálázása. In Halász László, Hunyady György és Marton L. Magda (szerk.), *Az attitűd pszichológiai kutatásának kérdései* (pp. 131-148). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Selter, C. (1998). Building on children's mathematics – A teaching experiment in grade three. *Educational Studies in Mathematics*, 36, 1–27.
- Selter, C. (2001). Addition and subtraction of three-digit numbers: German elementary children's success, methods and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 145-173.
- Séra László és Barkóczi Ilona (1987, szerk.). *A tudat pszichológiai kérdései. I. kötet*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Seth, A. K., Baars, B. J., & Edelman, D. B. (2005). Criteria for consciousness in humans and other mammals. *Consciousness and Cognition*, 14, 119-139.
- Sheory, R., & Mokhtari, K. (2001). Differences in the metacognitive awareness of reading strategies of native and non-native readers. *System*, 29, 431–449.
- Shimamura, A. P. (2000). Toward a cognitive neuroscience of metacognition. *Consciousness and Cognition*, 9, 313-323.
- Siegler, R. S. (1987). The perils of averaging data over strategies: an example from children's addition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 250-264.
- Siegler, R. S., & Jenkins, E. A. (1989). *How children discover new strategies*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R. S., & Lemaire, P. (1997). Older and younger adults' strategy choices in multiplication: Testing predictions of ASCM using the choice/nochoice method. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 71–92.

- Siegler, R. S., & Lin, X. (2010). Self-explanations promote children's learning. In H. Salatas Waters, H., & W. Schneider (Eds.), *Metacognition, strategy use, and instruction* (pp. 85-112). New York – London: The Guilford Press.
- Siegler, R. S., Adolph, K. E., & Lemaire, P. (1996). Strategy choices across the life span. In L. R. Reder (Ed.), *Implicit memory and metacognition* (pp. 79-121). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Skemp, R. (1975). *A matematikatanulás pszichológiája*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Speelman, C. (1998). Implicit expertise: Do we expect too much from our experts? In K. Kirsner, K., Speelman, C., Maybery, M., Anderson, M., & MacLeod, C. (Eds.), *Implicit and explicit mental processes* (pp. 135-147). Mahwah, NJ – London: Erlbaum
- Sperber, D. (1999). Metarepresentation. In R. A. Wilson, & F. C. Keil (Eds.), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences* (pp. 541-543). Cambridge, MA – London: The MIT Press.
- Stanovich, K. E. (1980). Toward an interactive-compensatory model of individual differences in the development of reading fluency. *Reading Research Quarterly*, 16, 32–71.
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate? *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 645-726.
- Steklács, J., & Csíkos, C. (2009). Developing reading strategies among 4th grade students in Hungary. *New Mexico Journal of Reading*, 19, 15–21.
- Sternberg, R. J. (1998). Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student? *Instructional Science*, 26, 127-140.
- Sternberg, R., & Ben-Zeev, T. (1998, szerk.). *A matematikai gondokodás természete*. Budapest: Vince Kiadó.
- Szendrei Julianna (2005). *Gondolod, hogy egyre megy? Dialógusok a matematikatanításról tanároknak, szülőknek és érdeklődőknek*. Budapest: Typotex Kiadó.
- Szerb Antal (1973). *A világirodalom története*. Budapest: Magvető Könyvkiadó.
- Szitányi, J., & Csíkos, C. (2015). Performance and strategy use in combinatorial reasoning among pre-service elementary teachers. In K. Beswick, T. Muir & J. Wells (Eds.), *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Volume 4* (pp. 225-232). Hobart, Australia: PME.
- Szivák Judit (1998). A kezdő pedagógus. In Falus Iván (szerk.), *Didaktika* (pp. 489-511). Budapest: Nemzeti Tanmkönyvkiadó.
- Szomju László és Habók Anita (2015). Matematikai szöveges feladatok és tanulási szokások kapcsolatának vizsgálata. *Iskolakultúra*, 25, 3. sz. 15-31.
- Szpirkin, A. (1974). *Tudat és öntudat*. Budapest: Kossuth Kiadó.
- Szűcs, D., & Csépe, V. (2004). Access to numerical information is dependent on the modality of stimulus presentation in mental addition: a combined ERP and behavioral study. *Cognitive Brain Research*, 19, 10-27.
- Tacq, J. (1997). *Multivariate analysis techniques in social science research*. London – Thousand Oaks – New Delhi: Sage Publications.
- Tallin-Baudry, C. (2012). On the neural mechanisms of subserving consciousness and attention. *Frontiers in Psychology*, 2, 397.

- Tarkó Klára (1999). Az olvasás és a metakogníció kapcsolata iskoláskorban. *Magyar Pedagógia*, 99, 175-191.
- Teilhard de Chardin, P. (1955/2007). *The phenomenon of man*. Elérhető: http://www.rosemike.net/religion/serm_ess/misc/phenom10.pdf
- Thomson, V. A. (2009). Dual-process theories: A metacognitive perspective. In J. St. B. T. Evans; K. E. Frankish (Eds.), *In two minds: Dual processes and beyond* (pp. 171-195). Oxford: Oxford university Press.
- Threlfall, J. (1998). Are mental calculation strategies really strategies? *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 18(3), 71-76.
- Threlfall, J. (2002). Flexible mental calculation. *Educational Studies in Mathematics*, 50, 29-47.
- Torbeyns, J., De Smedt, B., Stassens, N., Ghesquière, P., & Verschaffel, L. (2009). Solving subtraction problems by means of indirect addition. *Mathematical Thinking and Learning*, 11, 79-91.
- Torbeyns, J., Ghesquière, P., & Verschaffel, L. (2009). Efficiency and flexibility of indirect addition in the domain of multi-digit subtraction. *Learning and Instruction*, 19, 1-12.
- Torbeyns, J., Verschaffel, L., & Ghesquière, P. (2006). The development of children's adaptive expertise in the number domain 20 to 100. *Cognition and Instruction*, 24, 439-465.
- Tóth Edit (2011). Pedagógusok nézetei a tanulóitелjesítmény-mérésekről. *Magyar Pedagógia*, 111, 225-249.
- UNESCO (1984). *Mathematics for all. Problems of cultural selectivity and unequal distribution of mathematical education and future perspectives on mathematics teaching for the majority*. Párizs: UNESCO.
- van den Heuvel-Panhuizen, M. (2005). The role of contexts in assessment problems in mathematica. *For the Learning of Mathematics*, 25, 2-9.
- van der Stel, M., & Veenman, M. V. J. (2008). Relation between intellectual ability and metacognitive skillfulness as predictors of learning performance of young students performing tasks in different domains. *Learning and Individual Differences*, 18, 128-134.
- Van Dooren, W., Verschaffel, L., & Onghena, P. (2003). Pre-service teachers' preferred strategies for solving arithmetic and algebra word problems. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6, 27-52.
- Van Kraayenoord, C. E., & Schneider, W (1999). Reading achievement, metacognition, reading self-concept and interest. A study of german students in grade 3 and 4. *European Journal of Psychology and Education*, 14, 305-324.
- Van Meter, P., & Garner, J. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing: Literature review and synthesis. *Educational Psychology Review*, 17, 285-325.
- Van Meter, P., Aleksic, M., Schwartz, A., & Garner, J. (2006). Learner-generated drawing as a strategy for learning from content area text. *Contemporary Educational Psychology*, 31, 142-166.
- van Velzen, J. (2016). *Metacognitive learning. Advancing learning by developing general knowledge of the learning process*. Switzerland: Springer.

- Vaughn, S., Wanzek, J., Murray, C. S., & Roberts, G. (2012). *Intensive interventions for students struggling in reading and mathematics: A practice guide*. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction.
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning, 1*, 3–14.
- Veenman, M. V. J., & Beishuizen, J. J. (2004). Intellectual and metacognitive skills of novices while studying texts under conditions of text difficulty and time constraint. *Learning and Instruction, 14*, 621-640.
- Veenman, M. V. J., Bavelaar, L., De Wolf, L., & Van Haaren, M. G. P. (2014). The on-line assessment of metacognitive skills in a computerized learning environment. *Learning and Individual Differences, 29*, 123-130.
- Veenman, M. V. J., & Van Hout-Wolters, B. H. A. M. (2003). *The assessment of metacognitive skills. What can be learned from multi-method designs?* Paper presented at the 10th Biennial Conference for Research on Learning and Instruction, Padova, Italy.
- Veenman, M. V. J., Elshout, J. J., & Meijer, J. (1997). *The generality vs domain-specificity of metacognitive skills in novice learning across domains. Learning and Instruction, 7*, 187-209.
- Veenman, M., & Elshout, J. J. (1999). Changes in the relation between cognitive and metacognitive skills during the acquisition of expertise. *European Journal of Psychology of Education, 14*, 509-523.
- Velmans, M. (2009). *Understanding consciousness*. New York: Routledge.
- Velmans, M. (2012). The evolution of consciousness. *Contemporary Social Science: Journal of the Academy of Social Sciences, 7*, 117-138.
- Verschaffel, L., & De Corte, E. (1993). A decade of research on word-problem solving in Leuven: Theoretical, methodological and practical outcomes. *Educational Psychology Review, 5*, 239-256.
- Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Word problems: A vehicle for promoting authentic mathematical understanding and problem solving in the primary school? In T. Nunes & P. Bryant (Eds.), *Learning and teaching mathematics: An international perspective* (pp. 69-97). Hove, UK: Psychology Press.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Borghart, I. (1997). Pre-service teachers' conceptions and beliefs about the role of real-world knowledge in mathematical modelling of school word problems. *Learning and Instruction, 7*, 339-359.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S. (1994). Realistic considerations in mathematical modelling of school arithmetic word problems. *Learning and Instruction, 7*, 339-359.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Pauwels, A. (1992). Solving compare problems: An eye movement test of Lewis and Mayer's consistency hypothesis. *Journal of Educational Psychology, 84*, 85-94.
- Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H., & Ratinckx, E. (1999). Design and evaluation of of a learning environment for mathematical modeling and problem solving in upper elementary school children. *Mathematical Thinking and Learning, 1*, 195-229.

- Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Lisse: The Netherlands: Swets & Zeitlinger.
- Verschaffel, L., Luwel, K., Torbeyns, J., & Van Dooren, W. (2009). Conceptualizing, investigating, and enhancing adaptive expertise in elementary mathematics education. *European Journal of Psychology of Education*, 24, 335-359.
- Verschaffel, L., Van Dooren, W., Greer, B., & Mukhopadhyay, S. (2010). Reconceptualising word problems as exercises in mathematical modeling. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31, 9-29.
- Vidákovich Tibor (2002). Tudományos és hétköznapi logika: a tanulók deduktív gondolkodása. In Csapó Benő (szerk.), *Az iskolai tudás* (pp. 201-230). Budapest: Osiris Kiadó.
- Vigh-Kiss Erika (2013). Adaptive Strategy Use in Mathematics Education. In Karlovitz J. T. (szerk.), *Questions and Perspectives in Education* (pp. 342-352). Komárno: International Research Institute s.r.o.
- Walczyk, J. J. (1995). Testing a compensatory-encoding model. *Reading Research Quarterly*, 30, 396-408.
- Walsh, W. B., & Betz, N. E. (1990). *Tests and assessment*. 2nd edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Weinert, F. E., & Kluwe, R. (1987, Eds.). *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Wellman, H. M. (1977). Tip of the tongue and feeling of knowing experiences: A developmental study of memory monitoring. *Child Development*, 48, 13-21.
- White, M. J., & Bruning, R. (2005). Implicit writing beliefs and their relation to writing quality. *Contemporary Educational Psychology*, 30, 166-189.
- Whitebread, D., Coltman, P., Pasternak, D. P., Sangster, C., Grau, V., Bingham, S., Almeqdad, Q., & Demetriou, D. (2009). The development of two observational tools for assessing metacognition and self-regulated learning in young children. *Metacognition and Learning*, 4, 63-85.
- Whitebread, D., Pasternak, D. P., Sangster, C., & Coltman, P. (2007). A metakogníció nemverbális indikátorai kisgyermekkorban. *Iskolakultúra*, 17, 11-12. sz. 82-91.
- Whyte, L. L. (1960/1962). *The Unconscious before Freud*. London: Tavistock Publications.
- Wiener, N. (1960/1999). Some moral and technical consequences of automation. *Resonance*, 4, 80-88.
- Wimmer, H., & Goswami, U. (1994). The influence of orthographic consistency on reading development: Word recognition in English and German children. *Cognition*, 51, 91-103.
- Wittwer, J., & Renkl, A. (2010). How effective are instructional explanations in example-based learning? A meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 22, 393-409.
- Wood, P., Kitchener, K., & Jensen, L. (2002). Considerations in the design and evaluation of a paper-and-pencil measure of epistemic cognition. In B. K. Hofer, & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 277-294). Mahwah, NJ – London: Erlbaum.
- Wray, D. (1994). Comprehension monitoring, metacognition and other mysterious processes. *Support for Learning*, 9, 107-113.

- Wyndhamn, J., & Säljö, R. (1997). Word problems and mathematical reasoning – a study of children's mastery of reference and meaning in textual realities. *Learning and Instruction*, 7, 361-382.
- Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, 458-477.
- Yoshida, H., Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Realistic considerations in solving problematical word problems: Do Japanese and Belgian children have the same difficulties? *Learning and Instruction*, 7, 329- 338.
- Zimmermann, B. J., & Shunk, D. H. (1989, Eds.). *Self-regulated learning and academic achievement*. New York: Springer-Verlag.
- Zur, O., & Gelman, R. (2004). Young children can add and subtract by predicting and checking. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 121-137.
- Zsigmond István (2008). *Metakognitív stratégiák – összetevőik és mérésük*. Kolozsvár: Scientia Kiadó.