

## AZ ISMERETEK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK KORLÁTAI: KOMPLEX PROBLÉMAMEGOLDÓ GONDOLKODÁS FEJLETTSÉGE 7. ÉS 11. ÉVFOLYAMON

**Molnár Gyöngyvér**

*SZTE Neveléstudományi Intézet, MTA-SZTE Képességkutató Csoport*

Miután a világ vezető politikusai felismerték, hogy a tudás a gazdasági fejlődés motorja, világszerte megerősödtek azok a kutatások, amelyek az iskolában elsajátított tudás minőségét, hasznosíthatóságát, a gondolkodás fejlettségét vizsgálják (lásd pl.: *Frensch és Funke*, 1995; *OECD*, 2004; *Csapó*, 2003, 2006a, b; *Korom*, 2005; *Csapó és Korom*, 1998; *Csapó és B. Németh*, 1995; *Molnár*, 2006a, b; *Somfai*, 2006). Ennek következtében ismét központi fogalommá vált – a kognitív pszichológiai ismereteknek megfelelően új tartalommal megtöltve – a pedagógiai pszichológia két klasszikus fogalma, a tudástranszfer és a problémamegoldás. A transzfer, azaz az ismeretek alkalmazhatóságának korlátaival és problémakörével számos publikáció, kutatási program foglalkozik (pl.: *Csapó*, 2006b; *Molnár*, 2006b; *Sejtes*, 2006; *Haskell*, 2001; *Detterman és Sternberg*, 1996; *Klauer*, 1989; *Marini és Genereux*, 1995). A transzfer képességének mérésére egy lehetséges módszer, ha a diákokat különböző típusú problémahelyzetek elé állítjuk. A probléma megoldásának folyamata során egyrészt alkalmazniuk kell korábbi – iskolában tanult és/vagy iskolán kívül elsajátított – ismereteiket, másrészt fel kell ismerniük és megfelelőképpen kombinálniuk az adott információk közül a probléma megoldása szempontjából releváns adatokat. Miután a problémamegoldás mindennapi életünk szerves részét képezi, helyet kapott az OECD PISA felmérésekben is, sőt a 2003-as OECD PISA-felmérés hatására az iskolarendszerek képességfejlesztő hatását leíró nemzetközi mutatóvá vált (*OECD*, 2004; *Csapó*, 2005; *Molnár*, 2006a). A korábbi komplex problémamegoldó képesség fejlettségét mérő kutatások (lásd *Molnár*, 2006b) folytatásaként tekinthető a jelen tanulmányban bemutatott, az MTA-SZTE Képességkutató Csoport Longitudinális mérések projekt keretében megvalósult vizsgálat.

### A vizsgálat módszerei

#### A felmérés mintája és az adatgyűjtés folyamata

A felmérésben 5827 hetedik és tizenegyedik évfolyamos diák vett részt, 59/41% arányban ( $n_{7.\text{évf.}}=3451$ ,  $n_{11.\text{évf.}}=2376$ ). A minta regionális eloszlás, szociokulturális háttér,

valamint iskolatípus szerint reprezentatívnak tekinthető az adott évfolyam vonatkozásában.

A feladatlap megoldására az iskolák által biztosított tanórán került sor: A teszt kitöltésére 45 perc állt a diákok rendelkezésére. A feladatok megoldása során semmilyen segédeszközt sem használhattak.

### **A komplex problémamegoldás feladatlap**

A komplex problémamegoldást vizsgáló feladatlap összes problémája a családban felmerülhető problémákat, kérdéseket (utazás utáni pénzvisszaváltás, betétlekötés, bevásárlás, stb.) járja körül. A problémákat a korábbi mérésekhez hasonlóan beágyaztuk egy olyan történetbe, amit a megfelelő korú testvér mesél el. A tanulóknak a történet olvasása közben felmerülő problémákat kell megoldaniuk vagy az általuk helyesnek tartott alternatíva kiválasztásával, vagy a válasz megalkotásával. A feladatlap összeállítása során nem törekedhettünk a vizsgált ismeretkörök teljes lefedésére. A problémák legnagyobb részében olyan alapvető és kevésbé alapvető ismeretekre helyeztük a hangsúlyt, amelyek megléte minden tanulótól elvárható a több évig tartó matematika tanulmányok után. Előfordulhat, hogy a hetedik osztályába járó tanulók az iskolában nem tanult matematikai elemekkel találkoztak, de tizenegyedik évfolyamra a diákoknak ismerniük kellett a feladatlapon előforduló problémák megoldásához szükséges matematikai háttér-információkat.










A megoldandó problémák alapvetően három csoportba sorolhatóak: (1) problémák, amelyek megoldásához szükséges információt, ha nem is a megszokott iskolás formában, de tartalmazza a feladatlap; (2) problémák, amelyek megoldásához nem minden információt tartalmaz a feladatlap, de a hiányzó információ a tananyag része, illetve (3) problémák, ahol a probléma megoldásához szükséges háttér-információk egy részét sem a feladatlap, sem – valószínűleg – az iskolai tananyag nem tartalmazza. Utóbbiak megoldásához szükséges háttér-információkkal azonban a diákok nap, mint nap találkozhatnak a médiában, a különböző reklámokban (pl.: THM).

A szerkesztés során szempont volt, hogy a feladatlap tartalmazzon korábbi mérésekben használt itemeket. Ezekkel az úgynevezett anchor itemekkel a valószínűségi tesztelmélet segítségével közös képességskálára hozható a korábbi és jelen mérésben részvett diákokat teljesítményük, képességszintjük alapján. Ezeket az elemzéseket egy további tanulmányban publikáljuk.

A feladatlap oldalait a korábbi, hasonló képességet vizsgáló mérésben megismert módon két részre bontottuk. A bal oldali oszlop tartalmazza az információkat realiztikus formában (például: árfolyam, hirdetés, menetrend, kép, rajz), a jobb oldali oszlop pedig a történetet és az utazás után történt eseményeket, a felmerült problémákat. Ezek mindegyike jól azonosítható matematikai műveleteket, illetve esetenként természettudományos ismereteket rejt magában. Az 1. ábra a komplex problémamegoldás feladatlap-sorozat egy részletét szemlélteti.

A problémák azt vizsgálják, hogyan tudják diákjaink az iskolában, főleg a matematika órákon elsajátított tudást gyakorlati helyzetekben, iskolán kívüli kontextusban hasz-

nálni, valamint mennyire tudják transferálni korábbi és iskolán kívüli tapasztalataikat, ismereteiket életszerű, de tanórai keretek között megoldandó problémák megoldásához.

<b>VALUTAÁRFOLYAM</b>					
Devizanem		Egység	Vétel	Eladás	Közép
	CAD	1.00	179.38	196.28	187.83
	CHF	1.00	160.21	170.81	165.51
	EGP	1.00	36.16	40.30	38.23
	EUR	1.00	251.44	265.92	258.68
	GBP	1.00	364.63	388.73	376.68
	HRK	1.00	31.78	38.85	35.31
	JPY	100.00	175.75	192.31	184.03
	NOK	1.00	30.81	33.71	32.26
	USD	1.00	210.04	223.92	216.98

Az út csodálatos volt, viszont a 9000 egyiptomi fontból nem sok maradt meg. Apával elmentünk, hogy visszaváltsuk a haza-hozott 890 egyiptomi fontot. A fontért a pénz-táros leszámolt .....forintot.  
 Igazságtalanság, ha ugyan-ezt a pénzt ismét meg szeretném venni a pénztárban ..... forintba kerülne. Itt is spórolhattunk volna, ha apa nem váltja át előre az összes pénzt, hanem mindenhol kártyával fizet, mert akkor a bank csak középárfolyamot számol és nincs veszteség a maradék pénz visszaváltásakor sem.

*1. ábra  
A komplex problémamegoldás feladatlap két problémája*

Ha a tanulók iskolai módszerekkel próbálták megoldani a köznapi nyelven megfogalmazott matematikai problémákat, a korábbi mérés matematika-problémáihoz hasonlóan, ebben az esetben is, első lépésként át kellett írniuk azokat a matematika sajátos jelrendszerébe. Értelmezniük kellett a felhasznált szimbólumokat, majd az ismerős szabályok szerint kellett megoldaniuk a feladatokat (*Molnár, 2006b*).

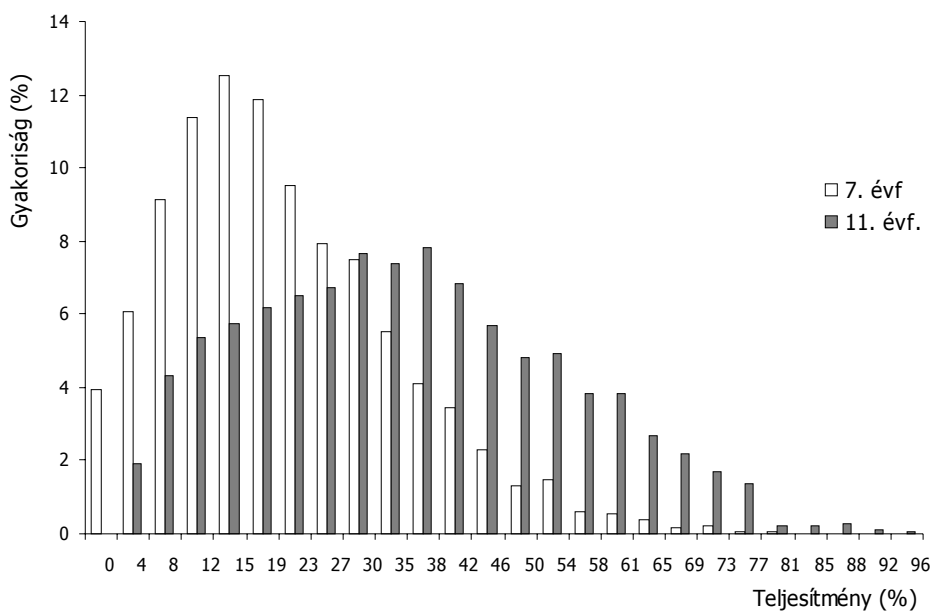
**Az értékelés módszerei**

A teljesítmények értékelése során mind a klasszikus, mind a valószínűségi tesztelméleten nyugvó statisztikai eszközöket használtunk. Utóbbi alkalmazásával választ kaphattunk olyan kérdésekre, amelyek elemzését a klasszikus tesztelmélet nem ad lehetőséget. (A valószínűségi tesztelméletekről és a Rasch modellről részletesebben lásd *Horváth, 1997; Molnár, 2005, 2006c, 2007; Molnár és Józsa, 2006.*)

## Teljesítmények

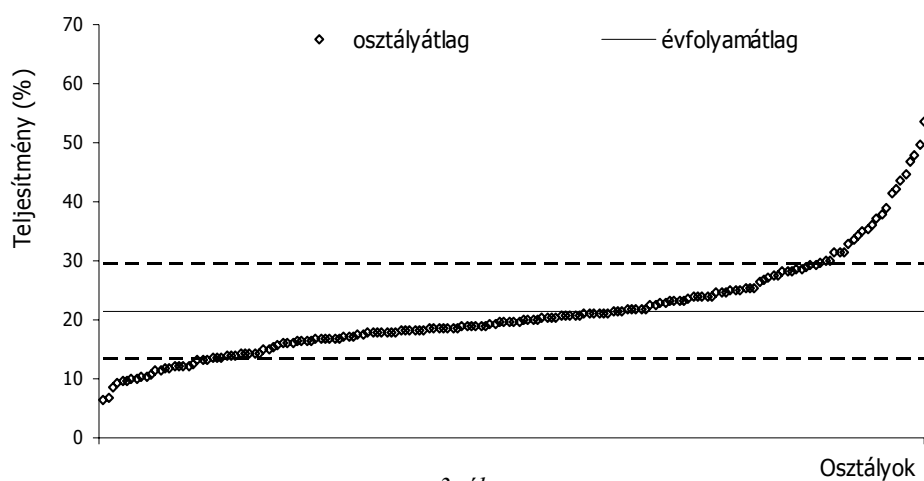
Az eredmények kiterjeszhetőségének, általánosíthatóságának körét első szinten jól jellemzi a teszt reliabilitásmutatójának értéke, amelynek jellemzésére Cronbach- $\alpha$ -t használtunk. A mérés jellegéből adódóan a feladatlap belső konzisztenciája nem olyan mértékű, mint más képességmérő teszt esetében. Ennek ellenére megfelelő a Cronbach- $\alpha$  elfogadható értékű (0,83). A feladatlap második szintű jellemzésére – vajon megfelelő nehézségű-e az adott célpopuláció számára a feladatlap – a 6. ábra személy/item térképével kapcsolatban térünk ki.

A diákok teljesítményének eloszlását évfolyamonkénti bontásban a 2. ábra mutatja. A hetedik évfolyamon tapasztalható átlagos 21%-os (szórás: 14%-pont) teljesítményhez képest jelentős javulás tapasztalható tizenegyedik évfolyamon (35%, sd: 19%-pont), azonban még ott is jelentős azon diákok aránya, akik még a hetedikesek átlagteljesítményét sem érik el. Hetedik évfolyamon balra asszimétrikus a tapasztalati eloszlásgörbe, valamint a teljesítmények szórása kisebb, mint tizenegyedik évfolyamon, ahol egy, a horizontális skálát (%-os teljesítmények) teljes egészében lefedő, ennél fogva nagyobb szórájú normál eloszlás görbe rajzolódik ki. Az évfolyamonkénti alacsony teljesítmények egyik oka, hogy a mérésben résztvevő diákoknak átlagosan nehéznek bizonyult a feladatlap (részletesen lásd később a személy/ item térképekkel kapcsolatban).



2. ábra  
A két vizsgált korcsoport teljesítményeloszlása

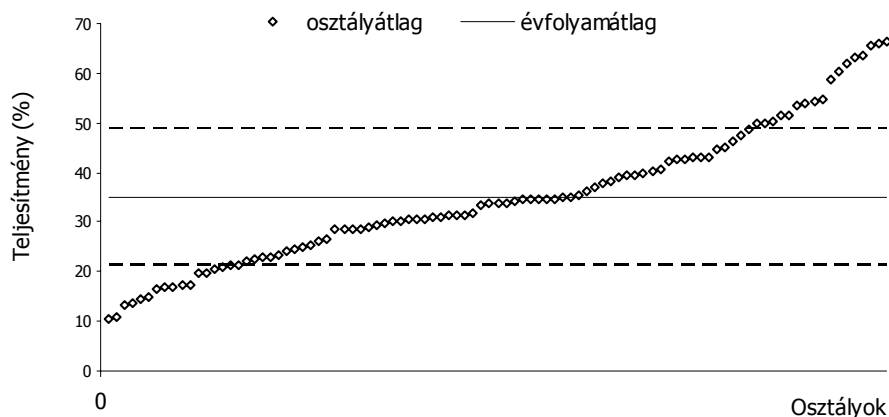
A teljesítmények százalékos elemzésénél maradva a következőkben kitérünk az egyes osztályok átlagos és egymáshoz viszonyított teljesítményére. Az egyes osztályok átlagos teljesítménye között jelentős mértékű eltérés tapasztalható. A mintában van 10% alatti, illetve 70%-os átlagos teljesítményt mutató osztály is. A diákok szintjén még inkább realizálódik a kimagaslóan jól, illetve rosszul teljesítők közötti eltérés nagysága, amire az 5. ábrával kapcsolatban térünk ki. A 3. és 4. ábra mutatja, vajon mennyiben valósul meg a várt tendencia, miszerint az alacsonyabban teljesítő osztályok között inkább hetedik, a magasabban teljesítő osztályok között tizenegyedik évfolyamos osztályok vannak.



3. ábra  
A hetedik évfolyamos osztályok átlagos százalékos teljesítménye és szórása

A hetedik évfolyamos osztályok átlagos teljesítménye 6 és 53% között változik, az osztályok átlagának átlagos teljesítménye közel 21,7% (az osztályok átlagának szórása: 7,95%) (lásd 3. ábra). A 175 hetedik évfolyamos osztályból 155 osztály 30% alatti átlagos teljesítményt mutat és csak 19 osztály van a 30–50%-os átlagos teljesítményt mutató osztályok között. Az átlagtól való egy szórásnyi terjedelemben (13–30%) van az osztályok közel 80%-a, a többi osztály közel azonos arányban tér el pozitív, illetve negatív irányban az egy szórásnyi terjedelemtől.

A 4. ábra a tizenegyedik évfolyamos osztályok átlagos teljesítményét mutatja, a teljesítmények növekedő sorrendjébe állítva. Ebben az esetben az osztályok közel 30%-ának átlagos teljesítménye eltér az átlagtól való egy szórásnyi terjedelemtől (21–49%). Vannak olyan osztályok, akik átlagos teljesítménye a leggyengébben teljesítő hetedik évfolyamos osztályok szintjén (10%) van, míg az osztályok egy részének átlagteljesítménye meghaladja a legjobban teljesítő hetedik évfolyamos osztályok átlagteljesítményét. Az osztályok között lévő nagyobb különbségekre utal az F-próba eredménye mellett a görbe meredekségének változása és a szórás növekedése is.



4. ábra

*A tizenegyedik évfolyamos osztályok átlagos százalékos teljesítménye és szórása*

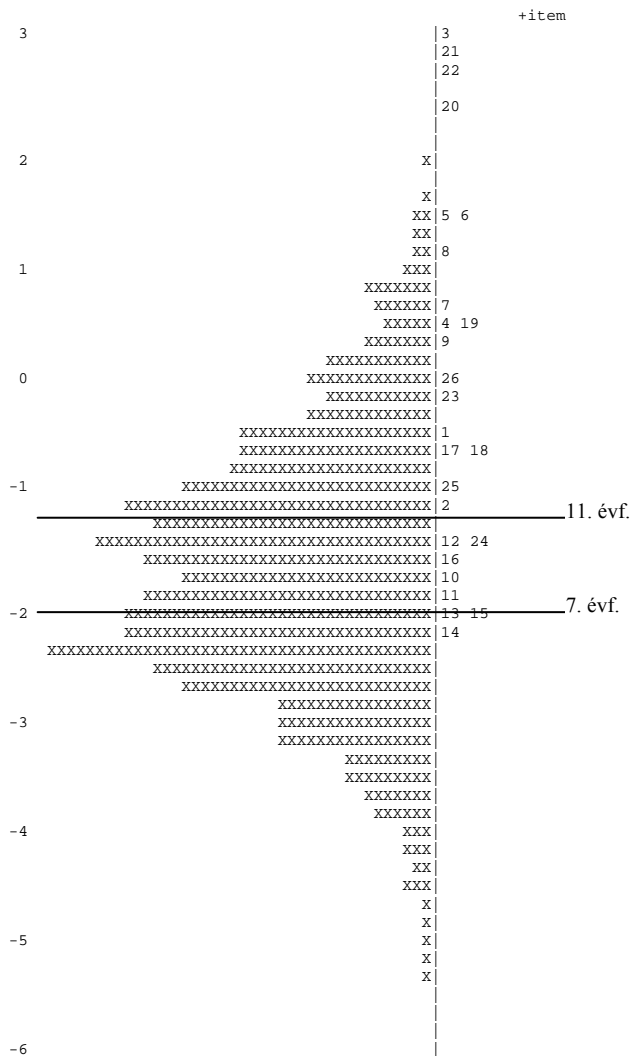
A továbbiakban valószínűségi tesztelméleti eszközökkel elemezzük az eredményeket, közös adatbázisban elemezve az adatokat bemutatjuk az egyes diákok képességszintje közötti különbségek nagyságát a feladatlapon szereplő problémákat egységesen, illetve a problémák kontextusát megkülönböztetve (többdimenziós személy/ item térkép) kezelve.

Az 5. ábra a hetedik és tizenegyedik évfolyamos diákok teljesítményét közös adatbázisban kezelve mutatja a diákok képességszintjének alakulását (minden egyes 'x' 10 diákot reprezentál) a feladatok nehézségi indexének függvényében. Az 5. ábra bal oldalán a 2. ábra eloszlásgörbéi 90 fokos szögben elforgatva láthatók (az 5. ábra személytérkép része).

Az eloszlásgörbe két csúcspontja megfeleltethető a 2. ábrán látható eloszlásgörbék csúcspontjainak (15 és 35%-nál). Az ábrán vízszintes vonallal jelöltük a hetedik és tizenegyedik évfolyamosok átlagos képességszintjét (-2,00 és -1,17 logit). A képességszinteket és az itemek nehézségi index szerinti elhelyezkedését alapul véve megállapítható, hogy a hetedik évfolyamos átlagos, illetve átlag alatti képességű diákok a feladatlapon legkönnyebb itemeit megközelítőleg 50% valószínűséggel oldották meg helyesen, a közepes, illetve nehezebb itemekre ennél alacsonyabb valószínűség mellett adtak jó választ. A legnehezebbnek bizonyult itemeket (20, 21, 22, 3) pedig a legmagasabb képességszintű tizenegyedik évfolyamos diákok is kevesebb, mint 50% valószínűséggel oldották meg helyesen. (Ezen itemek tartalmi elemzését lásd később.)

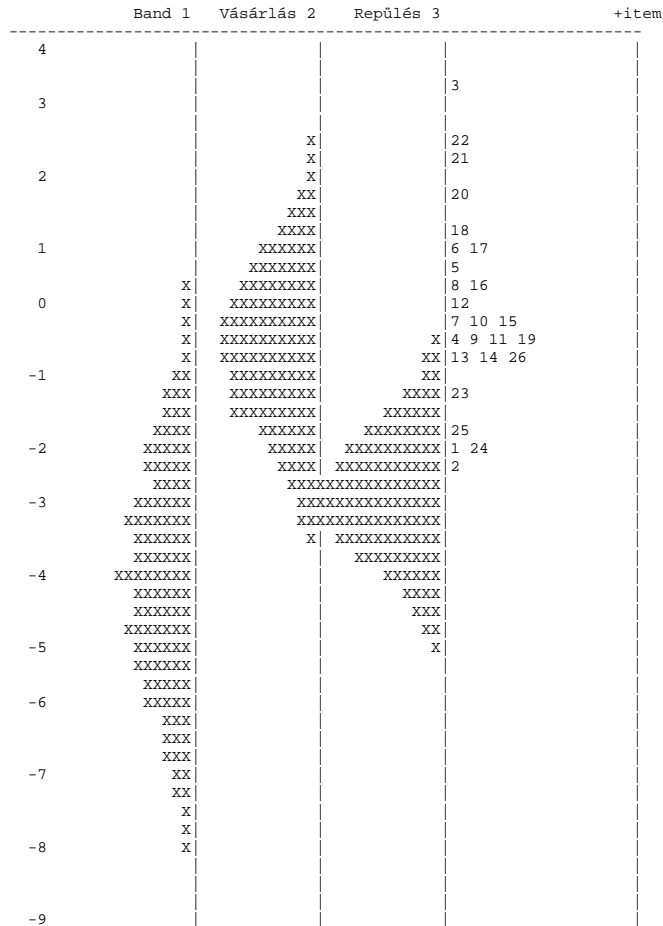
A populációparaméterek átlaga mellett a szórás is változott, ahogy a százalékos teljesítményekkel kapcsolatban utaltunk rá, nőtt. A diákokra kiszámolt képességszintek értékének minimuma (-5,4 logit) azonos mindkét évfolyamon, a maximum értéke azonban 2,1 logit-ról, 4,6 logitra nőtt.

Az ismeretek alkalmazhatóságának korlátai: komplex problémamegoldó gondolkodás fejlettsége 7. és 11. évfolyamon



5. ábra  
Az egyesített adatbázis személy/ item térképe

Molnár Gyöngyvér



6. ábra

*A hetedik évfolyamos diákok problémamegoldó gondolkodásának fejlettsége a különböző kontextusok fényében (minden egyes 'x' 28 diákot reprezentál)*

A diákok képesszintjének különböző kontextusokban lévő problémátípusok szerinti változását mutatja a 6. és 7. ábra. A többdimenziós személy/ item térkép első oszlopa a diákok banki környezetben felmerülhető problémák megoldási képességét és annak eloszlását mutatja. A második dimenzióban ugyanazon hetedik, illetve tizenegyedik évfolyamos diákok vásárlási szituációban való eligazodási képességét mutatja, míg a harmadik dimenzió repüléssel, repülőgépekkel kapcsolatos kontextusban felmerülő problémák megoldási képességét mutatja.

A legnagyobb különbség (közel 9 logitnyi) hetedik évfolyamon a banki problémák megoldásában mutatkozott. Ezen a téren van olyan diák, aki az e típusú feladatokat ke-



vesebb, mint 1% valószínűséggel oldja meg, míg vannak hetedik évfolyamos diákok, akik közel 85% valószínűséggel jól megoldják ezen típusú problémák egy részét. A 6. ábra jobb oldali oszlopában az 1–9. itemek a banki kontextusú itemek. Az itemek nehézség szerint jól eloszlának, vannak közöttük könnyű, átlagosan nehéz, illetve nehéz itemek is. Ezek az információ ismertségét tekintve főképp olyan problémák voltak, ahol a probléma megoldásához nem adtuk meg az összes szükséges információt. Például a valutaárfolyam-táblázatban adott adatok közül a diákok előzetes ismeretei alapján kellett kiválasztani az egyiptomi fontot, vagy az sem szerepel a feladatban, hogy a valutaváltás, illetve visszaváltás esetén melyik árfolyamot – vétel, közép, eladás – kell használni. A valutaváltás és visszaváltás, a kézpénzfelvétel különböző módjainak költségei, a kamat és törlesztő részlet, valamint egy több mindent magában foglaló probléma megoldása közül a legkönnyebbnek a pénzváltás egyenes arányosság alkalmazását igénylő feladatok bizonyultak, amit a százalékszámításon nyugvó kamatszámolás követett, majd a kézpénz automatából, illetve kasszából történő felvétel költségeinek kiszámolása. Utóbbi művelet elvégzésekor először a problémát kellett pontosan meghatározni, majd azt kellett azonosítani, hogy melyik mellékelt táblázat, mely sorának adatai szükségesek a probléma megoldásához. A díjtételek kiválasztása után az elvégzendő műveleteket matematikai formalizálása, majd számolás helyes elvégzése következett. Ezt a folyamatot a legjobb képességű hetedik évfolyamos diákok is csak közel 50% eséllyel végezték el jól.

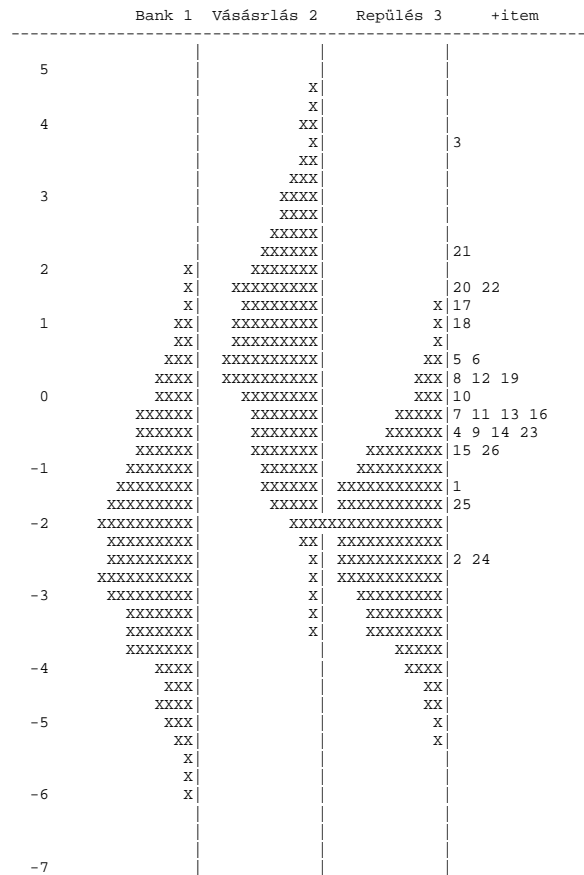
Az életszerű kontextusok közül a vásárlási szituációban adott problémákat tudták legjobban megoldani a diákok. Ezek a problémák (10–18. item) legnagyobb részt egyenes arányosságon és mértékváltáson alapuló problémák voltak, ahol a megoldáshoz szükséges információk – két item kivételével – ismertek, a feladatban adottak voltak. Ennek következtében a problémák nehézségi indexe is közelebb áll egymáshoz. A „melyiket éri meg legjobban megvenni” típusú feladatok közül a legösszetettebb 17. item bizonyult a legnehezebbnek, ahol a helyes döntés meghozatalához – matematikai oldalról megközelítve – a kétféle leértékelt chips új árának kiszámolása után kellett kiválasztani, hogy az adott négy chips közül (egynek eltérő volt a súlya), hogy melyiket melyiket vásárolja meg. Ha valaki ezt a feladatot nem a matematikai formulák oldaláról közelítette meg, hanem előzetes becslést alkalmazott, akkor is sikerrel járt, mivel az árakat úgy alakítottuk ki, hogy körülbelüli becslés segítségével is meghatározható legyen a relatíve legolcsóbb chips. (A feladat nehézségi indexe azonban arra utal, hogy ezt az módszert, a „józan paraszti ész útját” kevesen választották, a többség ragaszkodott a feladat matematizálásához.) Összességében a vásárlási kontextusban adott problémák megoldási képességének fejlettségében kisebb különbség tapasztalható, mint azt a banki kontextusú problémákkal kapcsolatban láttuk.

A feladatlap harmadik egysége (19–26. item) repüléssel összefüggő – időeltérés, repülőgép átlagsebessége, átlagos üzemanyagfogyasztás, a tankolás ideje, a repülőgép méretével kapcsolatos – problémákat tár a diákok elé. A problémák megoldásához bújtatva minden információt megadtunk, csak különböző táblázatokból kellett összegyűjteni azokat. Ezek közül azok bizonyultak a legnehezebbnek, amelyekben a figyelem játszotta a fő szerepet. (Például az időeltéréssel kapcsolatos problémáknál a diákok általában nem vették figyelembe, hogy Magyarország is eltér a GMT-től egy órával, holott a táblázat ezt is tartalmazta.) Összességében azok a problémák bizonyultak könnyebbnek, ahol ke-

vesebb információt kellett begyűjteni és azok egy helyen voltak megtalálhatók. A diákok képességszint szerinti eloszlása ebben az esetben hasonlít a vásárlási szituációval kapcsolatban tapasztaltakhoz, csak két logitegységgel eltolódott negatív irányba.

A három területet együtt kezelve megállapítható, hogy a hetedik évfolyamos diákok a mindennapi életben leggyakrabban előforduló vásárlással kapcsolatos problémák megoldásában bizonyultak legjobbnak, ezt követte a repüléssel, utazással kapcsolatos, majd a banki, pénzváltással, befektetéssel kapcsolatos problémák megoldása.

Ugyanezt az elemzést tizenegyedik évfolyamon elvégezve, kisebb-nagyobb változást tapasztalhatunk. A tizenegyedik évfolyam többdimenziós személy/ item térképét a 7. ábra mutatja. Az ábra értelmezése azonos a 6. ábra értelmezésével.

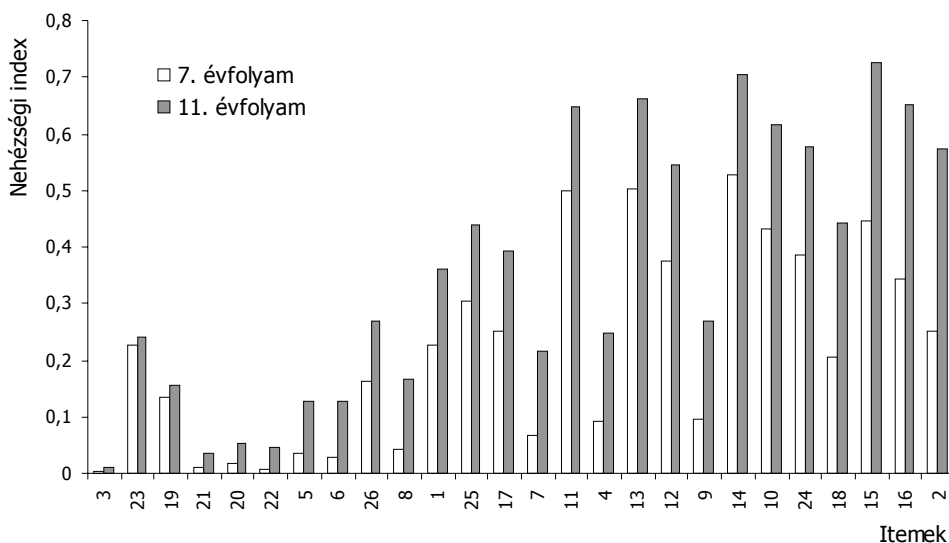


7. ábra

A tizenegyedik évfolyamos diákok problémamegoldó gondolkodásának fejlettsége a különböző kontextusok fényében (minden egyes 'x' 16 diákot reprezentál)

Az átlagos képességszintek és a szórások a hetedik évfolyamon tapasztaltakhoz képest mindhárom három kontextusban közeledtek. Jelentősen fejlődött a banki környezetben történő problémák megoldási képessége, sőt a diákok közel azonos képességszinten vannak a gazdasági és utazással kapcsolatos problémák megoldásában. Összességében megállapítható, hogy még tizenegyedik évfolyamon is közepesen nehéznek, illetve nehéznek bizonyultak a feladatlap problémái, holott a megoldáshoz szükséges matematikai eszközöket már általános iskolában tanulták. A fő nehézségét valószínűleg az jelentette, hogy nem az iskolában megszokott módon kapták a diákok a megoldandó problémákat, hanem szöveggörnyezetbe ágyazva, ahol több esetben magát a problémát is meg kellett határozni. A problémák megoldásához szükséges információkat nem a megszokott formában ismertette a feladatlap, hanem különböző, mindennapi életből vett, zavaró információval telített környezetekből kellett azokat kiválogatni. A következőkben megnézzük, hogy milyen típusú problémák megoldásában mutatkozott a legnagyobb és legkisebb fejlődés a két évfolyam között.

A 8. ábra az egyes problémák megoldottságának változását mutatja a változás nagysága szerinti növekvő sorrendben. A világos oszlopok a hetedik évfolyam teljesítménye alapján számolt nehézségi indexeket, a sötét oszlop a tizenegyedik évfolyamos diákok teljesítménye alapján számolt nehézségi indexeket mutatja itemenkénti bontásban.



8. ábra

*A feladatlap itemei megoldottságának változása hetedik és tizenegyedik évfolyam között, a változás nagysága szerinti növekvő sorrendben*

A feladatlap különböző típusú problémáin más-más fejlődés tapasztalható a vizsgált két évfolyam között. Miután minden egyes probléma megoldásához szükséges információkkal már hetedik évfolyamon is rendelkeznie kell a diákoknak, elgondolkoztató, hogy

még tizenegyedik évfolyamon is gondot jelentett hétköznapi problémák egyszerű matematikai eszközökkel történő megoldása. A problémák közül csak egyetlen egy esetben nem figyelhető meg szignifikáns változás a teljesítménykülönbség (23. item esetében – ny23). A probléma keretében – egy autó fogyasztásával analóg módon – egy repülőgép átlagos fogyasztását kellett kiszámolni. A nehézséget az jelentette, hogy a számoláshoz szükséges információkat a diákoknak kellett összegyűjteni a megadott táblázatokból, ábrákból. A feladatlap többi problémájának megoldottságában szignifikáns különbség van a két évfolyam tekintetében. A következőkben megnézzük, hogy milyen típusú problémák esetében figyelhető meg a legnagyobb fejlődés a vizsgált két évfolyam között.

Az előzetes hipotézisnek megfelelően azokon az életszerű problémákon figyelhető meg a legjelentősebb fejlődés, amelyekkel a diákok leggyakrabban találkozhatnak mindennapi életük folyamán. Ezt az is alátámasztja, hogy milyen mértékű különbség van az 1-es és a 2-es item megoldottságában. Az előbbi valuta visszaváltására, az utóbbi valuta váltására vonatkozik, amivel gyakrabban találkozhatnak az utazás során a diákok. Mindkét feladat ugyanazzal a matematikai formulával oldható meg. Szintén jelentős mértékű, közel 30%-os fejlődés figyelhető meg a leértékelt áru új árának kiszámításában. Ezekben a feladatokban a tizenegyedik évfolyamosok nagy hányada, közel 70%-a jól számolt. Elgondolkodtató, hogy a maradék 30%-nyi diák miért nem tudta megoldani ezt, holott mindennapi életünkben talán ezzel a típusú matematikai problémával találkozunk a leggyakrabban, aminek rossz megoldása nehézségeket jelenthet a különböző vásárlások során. A várttal ellentétben nem a legegyszerűbb, már alsó tagozatban is tanult matematikai eszközökkel megoldható, kivétel nélkül egyenes arányosságon és két esetben mértékváltáson is alapuló problémákon mutatkozott a legjelentősebb fejlődés (10–14-ig). Hetedik évfolyamon ezek a problémák bizonyultak legkönnyebbeknek. A hetedik teljesítmény alapján feltételezhetnénk, hogy tizenegyedik évfolyamon plafoneffektus érvényesül, azaz azért nem mérnek jól ezek a feladatok, mert majdnem mindenki megoldja azokat, de nem ez a helyzet. Átlagosan az idősebb diákok 65–70%-a tudott csak helyes választ adni, míg már hetedik évfolyamon is 50% feletti megoldottságot számoltunk.

A problémák egy részének megoldásához olyan információra is szükségük volt a diákoknak, amelyeket nem tartalmazott a feladatlap, illetve nagy valószínűség szerint az iskolai tananyagban sem szerepel. Az ilyen típusú problémákat a tanárok egy része fenntartásokkal kezelte, és azt gondolta, hogy ha az adott ismeretet nem tanították az iskolában, azt a diákok nem is tudhatják. Egy ilyen példa a THM jelentésének ismerete, amivel nap, mint nap találkozhatnak a diákok a médiában anélkül, hogy a reklámok kapcsán elmagyaráznák azt, hogy mit is jelent. Alsóbb évfolyamon a THM-el kapcsolatos probléma megoldottsága 5%-os volt, ami tizenegyedik évfolyamra közel 20%-ra nőtt, azaz átlagos fejlődés figyelhető meg. Ez megcáfolja a tanárok fenntartását, miszerint amit nem tanítottak az iskolában, azt nem is tudhatja a diák.

A feladatlap legnehezebb feladatának a 3-as item bizonyult. A disztraktorelemzés alapján megállapítható, hogy nem azért, mert a diákok nem foglalkoztak a feladattal. Néhány tanuló kivételével mindenki számolt, dolgozott valamit ezen a problémán. Ha bonyolultság és összetettség alapján sorba állítanánk a feladatlap problémáit, nem feltétlen ez lenne az első helyen, viszont a probléma konkrét meghatározása, értelmezése ebben az esetben volt a legnehezebb. Ezt támasztják alá a helytelen válaszok is. A problé-

ma keretében az utazás során összesen megspórolható pénzt kellett kiszámolni, ha valutát nem az elején készpénzben vette volna fel a család, hanem minden vásárlás során középárfolyam mellett a bankkártyájával fizetett volna. Ennek ellenére a diákok jelentős része – a probléma helytelen értelmezéséből fakadóan – csak a visszahozott pénzösszeggel számolt, igaz helyes matematika formulákat használva. Mindkét évfolyamon a diákok közel 15%-a tette ezt. Elenyésző volt azoknak a helytelen válaszoknak a száma, ahol a hiba a vétel és az eladás árfolyamok (0,1, illetve 0,4%) összekeveréséből adódott. Jelentős volt azon diákok száma (17 és 35%), akik a visszahozott pénz visszaváltásából adódó veszteséget középárfolyammal számolták ki. A probléma értelmezése során a diákok 14, illetve közel 10%-a addig helyesen jutott el, hogy az egész pénzösszeggel kell számolni, de nem választották ketté az elköltött és hazahozott pénzből adódó veszteséget, hanem az egészet kiszámolták középárfolyamon.

A problémák közül végül kiemelünk egy közepes nehézségű problémát és bemutatjuk a tipikus rossz válaszokat, keresve a helytelen problémamegoldás fő okait. A feladatlap első feladatát (az utazásból visszahozott egyiptomi fontot kellett visszaváltani) hetedikben a diákok közel 30, tizenegyedikben közel 40%-a oldotta meg jól. A két évfolyam között csökkent azon diákok száma, akik matematikailag jól kijelölték, formalizálták a problémát, de rosszul számoltak (7-ről 4,5%-ra). Közel felére csökkent azoknak az aránya is, akik tizedesvesztő hibát követtek el, bár ez a diákok egy csekély részénél 1–2% fordult csak elő. A tizenegyedik évfolyamon 3%-kal (15-ről 12%-ra csökkent) kevesebben keverték össze az eladási és a vételi árfolyamot (holott a hasonló ismeretet igénylő 3-as item esetében elenyésző volt ezen diákok aránya), viszont jelentős mértékben nőtt, csaknem megháromszorozódott közelítő értékkel számológépek aránya (9-ről 26%-ra) és felére csökkent (33-ről 15%-ra) az értelmezhetetlen megoldások száma.

## Diszkusszió és további kutatási kérdések

Az eredmények rávilágítottak arra, hogy a diákok problémamegoldó gondolkodásának, életszerű, komplex problémák megoldási képességének fejlettsége, vagy kevésbé fejlettségének okai között nem csak az szerepel, hogy a diákok kevésbé tudják életszerű környezetben alkalmazni az iskolai környezetben tanultakat (részletesen lásd *Molnár, 2006b*). A kontextus-függőség mellett a fő nehézséget nem tudományos, jelen esetben matematikai formulák, eszközök ismeretének hiánya, hanem a valódi probléma, megoldandó kérdés azonosítása és a szükséges és elégséges információk összegyűjtése jelenti főképpen akkor, ha azok nem egy helyen, hanem különböző, esetleg más típusú forrásokban adóttak. Minél több információt kell összegyűjteniük és azok minél több megjelenési formában és helyen találhatóak, annál kisebb a helyes megoldás valószínűsége. Helyenként a figyelem, vagy mivel papír-ceruza feladatlapról van szó az olvasási képesség fejletlensége, az értő olvasás alacsonyabb szintje áll a nem-megoldás háttérében.

Már az osztályszintű elemzések is utaltak arra, hogy a diákok között a jelentős mértékű képességbeli különbség tapasztalható. A problémamegoldó gondolkodás fejlettségének skálázásával, életkorhoz kötött szintjeivel egy későbbi tanulmány keretében foglal-

kozunk, de az előre jelezhető, és korábbi kutatási eredmények is alátámasztják (Molnár, 2006b), hogy több éves fejlettségbeli különbség van az azonos korú diákok problémamegoldó gondolkodásának fejlettségében. A fejleszthetőséget támasztja alá az, hogy más részpopulációban (hátrányos helyzetű diákok körében) végzett felmérés eredményei többé-kevésbé eltérnek a jelen mérés eredményeitől. Azokon a problémákon, amelyek gyakrabban előkerülnek mindennapi életük során, akár a kultúrából, akár az érdeklődési körből fakadóan – pl. egy autó és az azzal analóg módon kiszámolható repülőgép átlagos fogyasztása – jobban teljesítenek a hátrányos helyzetű diákok, mint kortársaik. Ez azért pozitív tapasztalat, mert, mint a THM-el kapcsolatos probléma esetében is tapasztaltuk, a diákok bizonyos mértékben transzferálják az iskolán kívüli ismereteiket is az iskola keretei közé. A transzfer kérdésének másik oldala azonban arra utal, hogy nagyon erős a diákokban a formalizálási „kényszer”. Számos esetben a „józan ésszel”, egy kis gondolkodással, becsléssel is megoldható problémák túlbonyolításával találkozunk. Az iskola kapuin belül a gondolkodás helyett ragaszkodnak a begyakorolt eljárásokhoz, bár a becslés, kerekítés matematikai gondolkodásuk részét képezi. Ezzel együtt mégsem megbecsülték az értékeket, hanem a kerekített számokkal végezték el a formalizálást.

Összességében egy tanórai keretek között is megvalósítható rejtett fejlesztés az eredmények alapján úgy képzelhető el, hogy a diákok nemcsak megszokott iskolai feladatokat kapnak, hanem életszerű környezetben megoldandó helyzetek elé állítjuk őket, ahol nem jól definiált feladatok keretében a probléma pontos meghatározását is nekik kell elvégezni. Egy erre alkalmas és első lépésként egyes órákon bevethető módszer a probléma alapú tanítás módszere, amiről részletesen lásd Molnár (2006b) könyvét.

A kutatások további fázisában, mint korábban is utaltunk rá, az eddigi hasonló témakörben végzett, egymással anchor itemekkel összekapcsolható mérések eredményeit közös képességskálára hozzuk. Kialakítunk egy probléma megoldó skálát úgy, hogy a skála egyes képességszintjeihez hozzá lehessen utalni azt a szintet, ami elvárható a diáktól, ha teljesítménye alapján legalább 50%-os valószínűséggel megoldja az ahhoz a szinthez rendelt problémákat. Az OECD PISA 2003-as mérés kapcsán nemzetközi szinten elindult ez ilyen irányú skálázásra már egy kezdeményezés.

A kutatások másik iránya, hogy a felméréseket ismét kiterjesztjük a fiatalabb diákok körére, amivel újabb problémákat tudunk majd hozzáskálázni a meglévő itemekhez. Kelő számú item mennyiség után a skálázott feladatokból feladatbank is kialakítható.

---

A tanulmány a T 046659PSP OTKA kutatási program, az Oktatásméleti Kutatócsoport és az MTA-SZTE Képességkutató Csoport keretében készült. A tanulmány írása idején a szerző Bolyai János Kutatási Ösztöndíjban részesült.

## Irodalom

- Csapó Benő (2003): A pedagógiai értékeléstől a tanítás módszereinek megújításáig: diagnózis és terápia. *Új Pedagógiai Szemle*, 3. sz. 12–27.
- Csapó Benő (2005): A komplex problémamegoldás a PISA 2003 vizsgálatban. *Új Pedagógiai Szemle*, 3. sz. 43–52.
- Csapó Benő (2006a): A közoktatás modernizációjának tudásbázisa: a neveléstudományi kutatás és a tanárképzés. In: Vizi E. Szilveszter, Teplán István és Szentpéteri József (szerk.): *Előmunkálatok a társadalmi párbeszédhez*. Gazdasági és Szociális Tanács, Budapest. 31–48.
- Csapó Benő (2006b): A formális és nem-formális tanulás során szerzett tudás integrálása. *Iskolakultúra*, 2. sz. 3–16.
- Csapó Benő és B. Németh Mária (1995): A természettudományos ismeretek alkalmazása: mit tudnak tanulóink az általános és a középiskola végén? *Új Pedagógiai Szemle*, 8. sz. 3–11.
- Csapó Benő és Korom Erzsébet (1998): Az iskolai tudás és az oktatás minőségi fejlesztése. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 295–311.
- Detterman, D. K. és Sternberg, R. J. (1993, szerk.): *Transfer on Trial: Intelligence, Cognition, and Instruction*. Ablex Publishing Corporation, Norwood, New Jersey.
- Frensch, P. A. és Funke, J. (1995, szerk.): *Complex problem solving. The European Perspective*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey.
- Haskell, R. E. (2001): *Transfer of Learning. Cognition, Instruction, and Reasoning*. Academic Press, New York.
- Horváth György (1997): *A modern tesztmodellek alkalmazása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Klauer, K. J. (1989): Teaching for analogical transfer as a means of improving problem-solving, thinking and learning. *Instructional Science*, 18. 179–192.
- Korom Erzsébet (2005): *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Marini, A. és Genereux, R. (1995): The challenge of teaching for transfer. In: McKeough, A., Lupart, J. és Marini, A. (szerk.): *Teaching for transfer: Fostering generalisation in learning*. Lawrence Erlbaum, Mahwah. 1–20.
- Molnár Gyöngyvér (2005): Az objektív mérés megvalósításának lehetősége: a Rasch-modell. *Iskolakultúra*, 3. sz. 71–80.
- Molnár Gyöngyvér (2006a): A tudáskonceptió változása és annak megjelenése a PISA 2003 vizsgálat komplex problémamegoldás moduljában. *Új Pedagógiai Szemle*, 1. sz. 75–86.
- Molnár Gyöngyvér (2006b): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2006c): A Rasch-modell alkalmazása a társadalomtudományi kutatásokban. *Iskolakultúra*, 12. sz. 99–113.
- Molnár Gyöngyvér (2007): *A Rasch modell kiterjesztése nem dichotóm adatok elemzésére: a rangskálás és parciális kredit modell*. Benyújtás alatt álló kézirat.
- Molnár Gyöngyvér és Józsa Krisztián (2006): Az olvasási képesség értékelésének tesztelméleti megközelítései. In: Józsa Krisztián (szerk.): *Az olvasási képesség fejlődése és fejlesztése*. Dinasztia Tankönyvkiadó, Budapest. 155–174.
- OECD (2004): *Problem Solving for Tomorrow's World*. First Measures of Cross-Curricular Competencies from PISA 2003. OECD, Paris.
- Sejtes Györgyi (2006): Tudástranszfer az anyanyelvtanításban. Lehetséges alternatíva a szemléletváltásra. *Új Pedagógiai Szemle*, 6. sz. 15–26.

Molnár Gyöngyvér

Somfai Zsuzsa (2006): A problémamegoldó kompetencia fejlesztése. In: Kerber Zoltán: A tanulás és tanítás helyzete. Hidak a tantárgyak között. OKI. Web: <http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=Hidak-Problemamegoldo> <http://www.oki.hu>.

## ABSTRACT

### GYÖNGYVÉR MOLNÁR: BARRIERS OF KNOWLEDGE APPLICATION – 13 AND 17 YEAR-OLD STUDENTS' COMPLEX PROBLEM SOLVING COMPETENCIES

The changes in the evaluation of knowledge, i.e. the growing appreciation of applicable knowledge (Csapó, 2002; Molnár, 2006) resulted in an increase in the number of researches investigating the quality and applicability of knowledge acquired in school (Frensch and Funke, 1995). Consequently, knowledge transfer and problem-solving have become central issues again (OECD, 2004). The investigation presented here can be viewed as a continuation of previous researches dealing with the application of knowledge. Our main research-question was how the character, complexity, semantic richness, intransparency, knowledge-level and reality of the problem influence the applicability of knowledge in respect of different cohorts of our sample. 5827 pupils participated in our survey from grade 7 (59%) and 11 (41%). The samples were representative of the given grades. There is a significant development in the achievement between grade 7 (M=15%) and grade 11 (M=35%), but there is a notable number of students in the elder group who do not even reach the mean of grade 7. The main difficulty in solving the problems was that they did not get the problems in the way they are used to in their school, rather in context where, in some cases, they even had to define the problems themselves. The more information they were supposed to gather from the more places in the more different forms the lower was the probability of good solutions. Pupils tended to adhere to their routine processes. The most significant development was found in solving those problems which they could most frequently face in their everyday life.

Magyar Pedagógia, **106**. Number 4. 329–344. (2006)

Levelezési cím / Address for correspondence: Molnár Gyöngyvér, SZTE Neveléstudományi Intézet, MTA-SZTE Képességkutató Csoport, H-6722 Szeged, Petőfi S. sgt. 30–34.