 DOI: 10.17543/ISKKULT.2016.5.3

Molnár Gyöngyvér

SZTE Neveléstudományi Intézet, Oktatáselméleti Kutatócsoport

A dinamikus problémamegoldó képesség mint a tudás elsajátításának és alkalmazásának képessége

Fejlődés és előrejelezhetőség az Országos kompetenciamérés eredményei, az iskolai sikeresség és a demográfiai háttérváltozók alapján

A 21. századra természetessé, mindennapi életünk szerves részévé váltak a különböző interaktív technológiai eszközök. Az ezek működtetését megvalósító szoftveres és hardveres technológiák folyamatos tanulásra, majd a megtanultak alkalmazására késztetnek minket. Az eszközökkel történő interakció (pl. gombok, piktogramok nyomogatása) segítségével, jellemzően próba és hiba ('trial and error') stratégia alkalmazásával fedezzük fel és tanuljuk meg működésüket, majd az elsajátítottak alapján igyekszünk működésbe hozni azokat. Mindezen tevékenységek közben a problémamegoldás két jelentős fázisát tesszük: új ismereteket sajátítunk el, majd alkalmazzuk azokat.

Lehetséges-e ezen képességek fejlettségi szintjének meghatározása, előrejelzése hagyományosnak számító, úgynevezett első generációs teszteredmények alapján? Hogyan fejlődik a diákok e típusú, interaktív környezetben történő problémamegoldó képessége (DPK)? Mit jellemez e képesség fejlettségi szintje? A fejlődés menete illeszkedik-e a korábbi problémamegoldó, illetve gondolkodási képességeket vizsgáló kutatási eredményekhez? Mennyiben jelzi előre e kulcsfontosságú képességünk fejlettségi szintjét az Országos kompetenciamérés tesztjein nyújtott teljesítmény, családi hátterünk, vagy akár iskolai jegyeink? A tanulmány célja a diákok problémamegoldó képességének fejlődése és néhány, a közoktatásban elérhető adat, információ alapján a DPK fejlettségi szintjét jelző tényező mértékének meghatározása.

Az oktatási kontextusban alkalmazott tesztek eredményeinek pontossága és validitása egyrészt azok elméleti alátámasztottságán, másrészt a tesztek jó pszichometriai jellemzőin múlik (*American Educational…*, 1999; *Benson*, *Hulac* és *Kranzler*, 2010). Azaz, ha a tanulók interaktív problémamegoldó képességének fejlettségi szintje áll egy kutatás fókuszában, első lépésként szükséges egy minden szempont szerint megfelelő mérőeszköz kidolgozása. A nemzetközi együttműködés keretein belül fejlesztett mérőeszköz-sorozat minimálisan komplex rendszerekre épít, mely a problémamegoldás két fázisát a problémamegoldó képesség működését jellemző próba és hiba stratégia alkalmazásával

történő ismeretek elsajátításának és alkalmazásának sikerességét méri. Az alábbiakban bemutatott elemzések elsődleges célja

– a tág életkori intervallumban alkalmazható mérőeszközök pszichometriai jóságmutatóinak jellemzése mellett a mérőeszköz-fejlesztés mögött lévő elméleti kétdimenziós mérési modell tesztelése;
– a különböző csoportok összehasonlítását lehetővé tevő mérési invariancia tesztelése, annak ellenőrzése és számszerűsítése, hogy a teszt ugyanazon felépítésű konstruktumot méri-e (*Byrne* és *Stewart*, 2006) a különböző évfolyamokon, azaz releváns-e a teszten nyújtott teljesítmények egymással történő összehasonlítása ezen csoportok között;
– a problémamegoldó képesség, az Országos kompetenciamérésen elért eredmények, a diákok tanulmányi sikeressége (iskolai jegyek) és gazdasági-társadalmi, szociális háttérváltozói (pl. szülők iskolai végzettsége) összefüggéseinek, strukturális relációinak és azok időbeli állandóságának vagy esetleges változásának feltérképezése.

Módszerek

A kutatások mintája

A kutatások mintájának főbb tulajdonságait az 1. táblázat foglalja össze. A 2014-es első kutatás az MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport Szegedi Iskolai Longitudinális Program keretein belül történt (N=2237). A kutatássorozat felépítése miatt ezen adatbázis alapján határoztuk meg a 6. évfolyamos Országos kompetenciamérés, az iskolai sikeresség és a demográfiai háttérváltozók kapcsolatát és prediktív erejét a 7. évfolyamos diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjére. A 2014-ben lezajlott második (N=4371) és a 2015-ben (N=1259) megvalósított kutatások felépítése, valamint a valószínűségi tesztelmélet eszközeinek alkalmazása segítségével tág életkori intervallumban tudtuk jellemezni e képesség fejlődését. Az elemzések korlátja, hogy a középiskolás korosztály csak kis létszámban képviseltette magát a mintában.

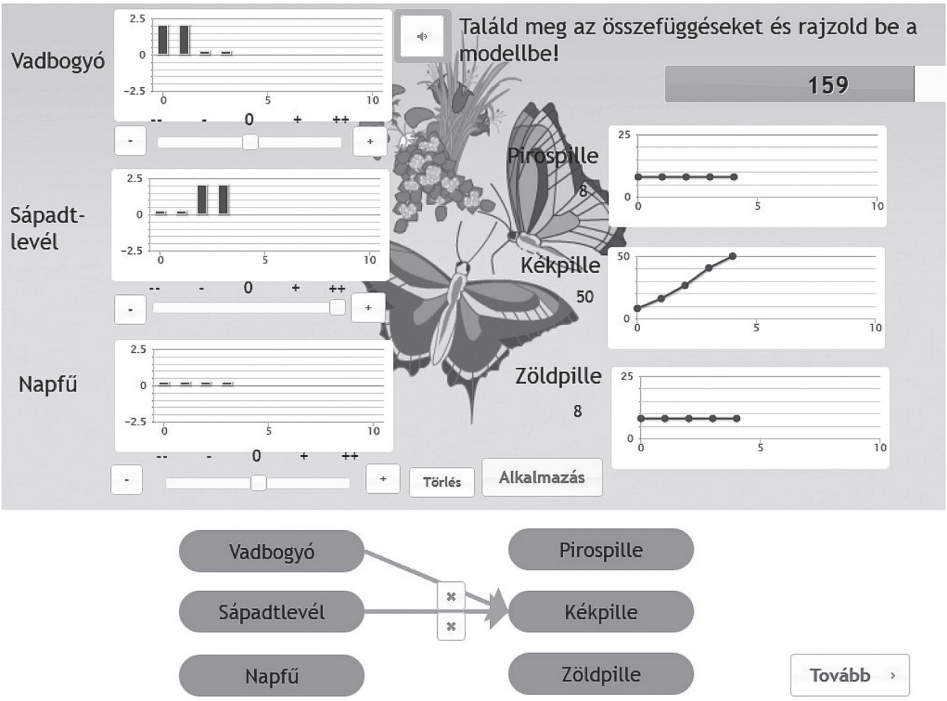
1. táblázat. A kutatások mintáinak főbb tulajdonságai

Adatfelvétel éve	*Évfolyam*	*N*	*Főbb tulajdonság*
2014	7.	2237	országos reprezentatív (longitudinális kutatás; osztályszintű mintaválasztás)
2014	3.	584	osztályszintű mintaválasztás
	4.	679	
	5.	608	
	6.	677	
	7.	607	
	8.	942	
	9.	30	
	10.	84	
	11.	102	
	12.	58	
2015	egyetem, első évfolyam	1259	egyetemszintű, önkéntes

Mérőeszközök és eljárások

A kutatásokban alkalmazott problémák a MicroDYN megközelítésen alapultak (részletes ismertetését ld. *Molnár*, 2012), és felépítésükben azonosak voltak a PISA 2012 kreatív problémamegoldás modul kutatásban alkalmazott interaktív problémákkal (*OECD*, 2014). A számítógép-alapú problémákat a diákok által kedvelt, ismerős (pl. mindennapi élet, videojátékok) kontextusban fogalmazták meg, ugyanakkor szerkezetük miatt számukra újak voltak, a megoldás során előzetes ismereteiket nem tudták alkalmazni. A teszt kiközvetítése eDia platform (*Molnár*, *Papp*, *Makay* és *Ancsin*, 2015) segítségével történt és az érintett iskolák számítógépes termeiben került sor.

A probléma megoldásának első fázisában (1. ábra) a diákoknak fel kellett fedezniük a rendszert, azaz a bemeneti változók értékeit szabadon változtatva és megfigyelve a kimeneti változók értékváltozását, fel kellett ismerni a probléma hátterében lévő összefüggésrendszert. A változók egymással való kapcsolatát nyilak segítségével a probléma alatt található, a bementi és kimeneti változókat megjelenítő modellen meg is kellett jeleníteni (mindezt 180 másodpercen belül). A válaszok kiértékelése során akkor kapott 1 pontot a diák, ha a rendszerben lévő összefüggések mindegyikét pontosan felrajzolta, azaz tökéletes modellt állított fel. Ellenkező esetben 0 pontot kapott a probléma e fázisának megoldására.



1. ábra. A teszt egyik problémájának első része.

(Egy hatalmas pillangóházban háromféle pillangót tenyésztesz: Pirospillét, Kékpillét és Zöldpillét. A pillangók sajnos nem úgy fejlődnek, ahogy te szeretnéd, ezért új virágokat telepítesz a pillangóházba: vadbogyót, sápadtlevelet és napfűvet. Ezek nektárja remélhetőleg segíti a pillangók fejlődését. Találd ki, hogy a vadbogyó, a sápadtlevél és a napfű nektárja milyen hatással van a különböző pillangófélék fejlődésére!)

A problémák második fázisában működtetni kellett a rendszert, azaz megismerve a valódi összefüggéseket (a program megjeleníti a problémamegoldó számára a helyes összefüggésrendszert), a bemeneti változók értékeit állítva elérni a kimeneti változók előre meghatározott célértékeit (részletesen ld. *Molnár*, 2013a). Mindezt a problémák megoldójának maximum 4 lépésben és 180 másodperc alatt kellett elérni. A válaszok értékelése során kizárólag abban az esetben kapott az adott diák 1 pontot a probléma ezen részének megoldására, ha megadott időn és lépésszámon belül sikeresen elérte az összes kitűzött célértéket, ellenkező esetben 0 ponttal értékeltük teljesítményét.

A szcenáriókat a Heidelbergi Egyetem kutatói (*Greiff* és *Funke*, 2010; *Wüstenberg*, *Greiff* és *Funke*, 2012) dolgozták ki, majd egy közös kutatás keretein belül (ld. pl. *Greiff, Wüstenberg, Molnár*, *Fischer*, *Funke* és *Csapó*, 2013; *Molnár*, *Greiff* és *Csapó*, 2013; *R. Tóth*, *Molnár, Wüstenberg, Greiff* és *Csapó*, 2011) adaptáltuk azokat. Az adatfelvétel során a diákok próbafeladatok és részletes instrukciót adó videók segítségével sajátíthatták el a rendszer használatát. A magyarázattal egybekötött kezdő, úgynevezett mintafeladatot korosztálytól függően 7−11 különböző nehézségű probléma követte. A kiközvetített 15 különálló problémából kétféle horgonyzási technikát ötvözve (egyszerű horgony, kövér horgony, ld. korábban, illetve *Molnár*, 2013b) öt különböző nehézségi szintű tesztet állítottunk össze.

Az elemzések során a klasszikus tesztelméleti eljárások mellett a mérési és strukturális invariancia ellenőrzését, valamint strukturális egyenleteken alapuló útelemzéseket úgynevezett SEM (*Bollen*, 1989) elemzésekkel végeztük. A konfirmatív célú elemzések (CFA) során ellenőriztük a hipotetikus kapcsolatrendszer meglétét, azaz azt, hogy az adataink mennyire támasztják alá a szakirodalom által felállított, előzetesen kialakított modellt, az adott modellnek mennyire felelnek meg az adatok. Az exploratív célú felhasználás során modellszelekciót hajtottunk végre, ahol különféle (egymáshoz hasonló) modelleket illesztettünk, és kiválasztottuk az adatainkra legjobban illeszkedő modellt. A modellek illeszkedésének vizsgálatához χ^2 illeszkedésvizsgálatot, CFI, TLI és RMSEA mutatókat alkalmaztunk. Miután a teszt itemei dichotóm itemek, a modellillesztést WLSMV közelítési eljárással és THETA parametrizációval végeztük (*Muthén* és *Muthén*, 2010). A két modellilleszkedést pedig egy speciális χ^2-próbával (DIFFTEST) hasonlítottunk össze.

Miután a SEM elemzések nagyobb mintaelemszámot igényelnek, mint a hagyományos manifeszt szintű statisztikai eljárások – *Ullman* (2007) javaslata értelmében a közelített paraméterek száma ne legyen több, mint a vizsgált minta ötöde (*Greiff*, *Wüstenberg*, *Molnár*, *Fischer*, *Funke* és *Csapó*, 2013) –, ezért a különböző teszteket megoldó 4. és 5. évfolyamos diákok adatait a közös itemekre alapozva, összevonva vettük bele ebbe az elemzésbe. (A 3. évfolyamosok tesztjében a problémák első fele jelent csak meg, így ott értelmezhetetlen volt a dimenzionalitás-vizsgálat.)

A tág életkori mintán alkalmazott, egymással horgonyzott feladatlapok eredményeit, azok közös skálán történő jellemzését, az adatok skálázását Rasch-modellel végeztük. A diákok kohorszra vonatkozó átlagos képességszintjének meghatározásához plauzibilis értékeket (pv) számoltunk. A logitskálán lévő értékeket a korábbi hazai (*Molnár*, 2012; *Molnár*, *Greiff* és *Csapó*, 2013) és nemzetközi kutatások (ld. PISA-kutatás) fényében 8. évfolyamos (15 éves) diákok eredménye alapján lineáris transzformációval 500 pont átlagú és 100 pont szórású skálára transzformáltuk. A görbeillesztés során négyparaméteres logisztikus görbefüggvényt használtunk.

A dinamikus problémamegoldó képességet mérő tesztek működése: reliabilitás, faktorstruktúra, mérési invariancia

A 15 különböző szerkezetű és kontextusú (problémánként 2 itemet tartalmazó) interaktív, dinamikus problémából összeállított dinamikus problémamegoldó képességtesztek (DPK) belső konzisztenciája minden egyes évfolyamon megfelelőnek bizonyult (ld. 2. táblázat), a reliabilitásmutató értéke 0,78 és 0,90 között mozgott.

2. táblázat. A DPK tesztváltozatok reliabilitásmutatói

Adatfelvétel éve	*Évfolyam*	*Itemszám*	*Cronbach-α*
2014	7.	18	0,81
2014	3.	6+1	0,88
	4.	14	0,79
	5.	18	0,78
	6.	20	0,80
	7.	20	0,83
	8.	20	0,82
	9.	22	0,90
	10.	22	0,90
	11.	22	0,90
	12.	22	0,90
2015	egyetemista	20	0,88

A teszt problémáinak elméleti felépítése mögött egy kétdimenziós modell nyugszik, külön faktorként kezelve, egymástól elválasztva a tudás elsajátítása és a tudás alkalmazása faktorokat. Első lépésben konfirmációs faktoranalízist (CFA) alkalmaztunk a DPS modell ellenőrzésére, majd összehasonlítottuk a két beágyazott mérési modellt: az egyfaktoros (egydimenziós) és az elméleti modell által javasolt kétfaktoros (kétdimenziós) struktúrát.

Az illeszkedésmutatók minden esetben szignifikánsan magasabbak voltak a kétdimenziós modellnél (3. táblázat), a legmarkánsabb eltérés az egyetemista korosztályban realizálódott. Összességében beigazolódott az előzetes feltételezésünk, és a hipotetizált kétdimenziós modell szignifikánsan jobban illeszkedett – a vizsgált életkortól függetlenül – az adatokhoz, mint az egydimenziós.

Az összevont elemzésbe a horgony itemek számának jelentős csökkenése miatt a legalacsonyabb korosztály adatait nem vettük bele, így a teljes mintára utaló adatok a 6. évfolyamtól az egyetemista korosztályig érvényesek (χ^2-különbség teszt: χ^2=235,085; df=1; p<0,001). Az elméleti két (tudáselsajátítás és tudásalkalmazás) faktorra építő modell empirikusan megerősítésre került.

Miután az adatfelvételek tág életkori intervallumban, horgonyzott tesztekkel valósultak meg, lehetőség adódott az évfolyamonkénti teljesítmények összehasonlítására. A különböző életkorú diákok dinamikus problémamegoldó (DP) képesség fejlettségi szintje összehasonlításának feltétele azonban annak empirikus bizonyítása, hogy a teszt minden egyes évfolyamon, minden egyes vizsgált életkori intervallumban ugyanúgy viselkedett. Életkortól függetlenül ugyanazon konstruktum mérésére került sor, azaz az eredményeket nem befolyásolta más évfolyamspecifikus tulajdonság, kizárólag a képességfejlettségben lévő esetleges különbség.

3. táblázat. A DPK teszt dimenzionalitás-vizsgálatának illeszkedésmutatói

Minta (évfolyam)	*Modell*	*χ2*	*df*	*p*	*CFI*	*TLI*	*RMSEA*
4–5	2 dimenziós	126,31	43	0,001	0,983	0,978	0,040
	1 dimenziós	150,19	44	0,001	0,978	0,972	0,044
6–8	2 dimenziós	536,74	169	0,001	0,973	0,970	0,031
	1 dimenziós	781,31	170	0,001	0,955	0,950	0,040
9–12	2 dimenziós	252,15	169	0,001	0,977	0,974	0,042
	1 dimenziós	256,71	170	0,001	0,975	0,973	0,043
Egyetem	2 dimenziós	410,81	169	0,001	0,971	0,967	0,044
	1 dimenziós	1072,05	170	0,001	0,906	0,891	0,080
Teljes minta	2 dimenziós	461,64	76	0,001	0,989	0,987	0,037
	1 dimenziós	1105,11	77	0,001	0,971	0,966	0,050

A konfigurális modellhez képest nem romlott szignifikánsan az illeszkedés mértéke sem a metrikus, sem a szigorú metrikus modell esetén (ΔCFI<0,01 és a χ^2-különbség teszt nem szignifikáns), azaz a DPK teszt mérési invarianciája csoportok között empirikusan bizonyítottnak tekinthető (4. táblázat). Az egyes korcsoportok között tapasztalható teljesítménykülönbség kizárólag a képesség-fejlettségbeli különbségnek tulajdonítható, az évfolyamonkénti átlagos különbségek valódi különbségek, melyek oka a diákok DP képességszintjében lévő esetleges eltérés, és nem más pszichometriai tényező (*Byrne* és *Stewart*, 2006). Alkalmazhatóak és elvégezhetőek mindazon klasszikus és valószínűségi tesztelméleti elemzések, amelyek a különböző életkorú diákok DPK teljesítményének összehasonlításán alapulnak.

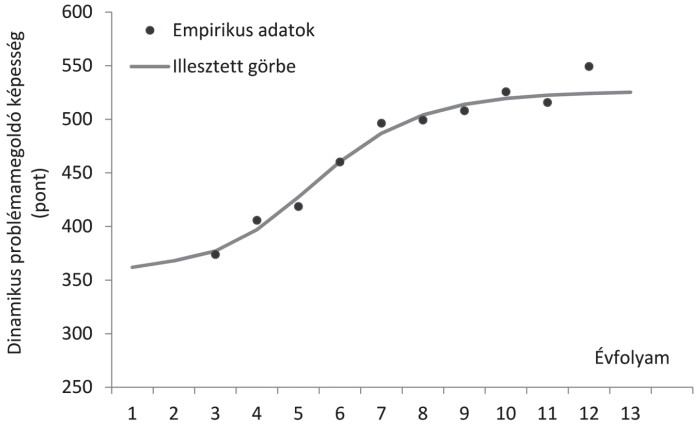
4. táblázat. A MicroDYN megközelítés fényében felépített DPK teszt mérési invariancia-vizsgálatának illeszkedésmutatói

Modell	*χ2*	*df*	*Δχ2*	*Δdf*	*p*	*CFI*	*TLI*	*RMSEA*
Konfigurális invariancia	119,71	42	-	-	-	0,980	0,987	0,039
Metrikus invariancia	126,33	45	7,37	3	>0,05	0,986	0,980	0,038
Szigorú metrikus invariancia	145,49	52	15,02	8	>0,05	0,980	0,976	0,042

A dinamikus problémamegoldó képesség mint a tudáselsajátítás és -alkalmazás képességének fejlődése

Az eredmények megerősítik a 2013-as adatfelvétel alapján felrajzolt és prediktált fejlődési trendvonalat (ld. *Molnár* és *Pásztor-Kovács*, 2015). A legjelentősebb, az éves átlagos képességfejlődés kétszeresének megfelelő gyorsaságú fejlődés 5. és 7. (80 pont) évfolyam között van, míg 8. évfolyamon stagnálás tapasztalható (2. ábra). A közoktatási évfolyamok vonatkozásában felvett empirikus adatokra illesztett négyparaméteres logisztikus görbe jól illeszkedik az adatokhoz (R^2=0,98). Az egyetemisták körében történt mérés adatait összeskálázva a közoktatási adatokkal megállapítható, hogy, bár az egyetemre történő szelekció alapvetően nem a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintje szerint történik, mégis a középiskolás átmenethez hasonlóan (ld. *Molnár*, 2012), ha rejtetten is, de jelentős szerepet játszik az egyetemre bejutásban. Az ország egyik vezető egyetemét kezdő, az adott évben érettségiző diákok képességszintje közös képességskálán kifejezve a 2014-es vizsgálatban részt

vevő 3−12. évfolyamos tanulókkal átlagosan 600,11 pont (sd=114,6), azaz egy szórás távolságra van a 8. évfolyamos diákok átlagos képességszintjétől, jelentős mértékű fejlettségbeli különbségre utalva.

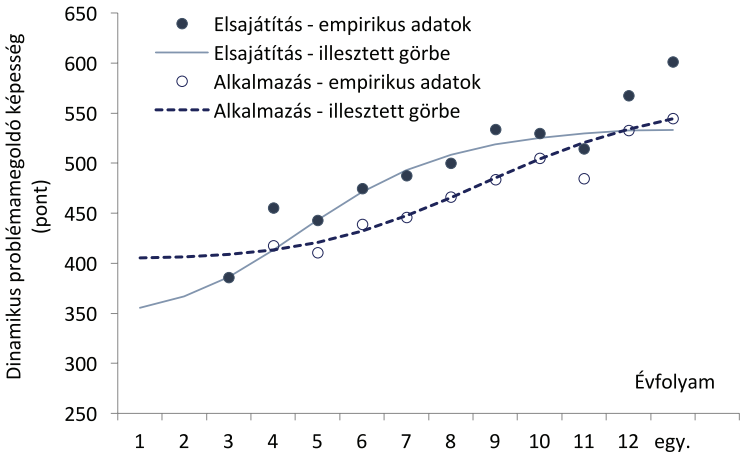


2. ábra. Az interaktív problémákon mutatott problémamegoldó képesség fejlődése 3−12. évfolyamon (2014-es adatfelvétel alapján)

A tudás elsajátítása és alkalmazása mint a problémamegoldó képesség két faktora terén tapasztalt fejlődési görbék eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek (ld. 3. ábra). A tudás elsajátítási szintjének fejlődését mutató empirikus adatokhoz történő görbeillesztés során figyelmen kívül hagytuk az egyetemista korosztály teljesítményét, miután eredményük jelentős mértékben eltért a 3−12. évfolyam teljesítményére illesztett görbe várható értékétől. Ennek következtében a tudás elsajátításának fejlődését leíró illesztett görbe illeszkedésmutatója R^2=0,97.

A tudás alkalmazását jellemző görbe illesztése során a 11. évfolyamos diákok adatait töröltük, viszont az egyetemista korosztály teljesítménye egyáltalán nem különbözött a közoktatásban tanuló diákok teljesítménye által felrajzolt és prediktált fejlődési szinttől. A görbe illeszkedésindexe R^2=0,99. (A 3. évfolyamosok tesztjében nem szerepeltek a tudás alkalmazásának faktorát mérő itemek.)

A dinamikus problémamegoldó képesség két dimenziójának fejlődési görbéit összehasonlítva megállapítható, hogy erős összefüggés van a fejlődési folyamatok között. Minden, az adatfelvételbe bevont évfolyamon átlagosan magasabb képességszintűek a diákok a tudás elsajátítása, mint alkalmazása terén. A képességfejlettségben mutatkozó különbségek nagysága általános iskolában – 4−8. évfolyamon – kb. 40 pontnyi, ami a 4−8. évfolyamon tapasztható átlagos fejlődés nagyságának felel meg. Középiskolában 9. évfolyamon magasabb (50 pont), majd ez 11−12. évfolyamra 30−35 pontra csökken (a középiskolai eredmények általánosíthatóságának korlátja az alacsonyabb mintaelemszám, ami okozhatta a 12. évfolyamon tapasztalt, a korábbi adatokkal nem magyarázható képességszint-növekedést). Ez az eltérés szintén években mérhető fejlettségbeli különbségnek felel meg. Az egyetemisták körében megugrik a dinamikus problémamegoldó képesség két dimenziója között tapasztalt fejlődésbeli különbség nagysága (56 pont), ami a jelentősebb tudáselsajátítás faktorában mutatott teljesítménynövekedéssel magyarázható.



3. ábra. A dinamikus problémamegoldó képesség két dimenziójának, faktorának (tudáselsajátítás és tudásalkalmazás) fejlődési görbéje (egy.=egyetem 1. évfolyam)

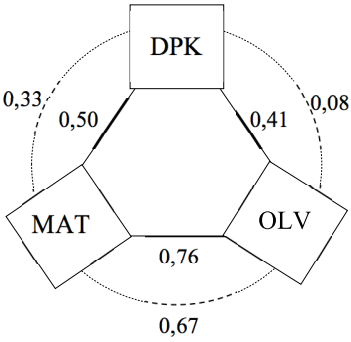
A két görbe inflexiós pontja között is években mérhető a távolság. Míg a tudás elsajátítása kapcsán ez 5−6. évfolyamra, addig a tudás alkalmazása tekintetében 8−9. évfolyamra tehető. A fejlődés mértéke mindkét esetben nagyon lassú, utalva az explicit iskolai fejlesztés általános hiányára. Ez a fejlesztési hiány a tudás alkalmazása faktor kapcsán erőteljesebben jelentkezik.

A dinamikus problémamegoldó képesség tág életkori intervallumban történő fejlődésével kapcsolatos elemzések felhívták a figyelmet arra, hogy e képesség is, hasonlóan a többi gondolkodási képességhez (pl. induktív gondolkodás), az explicit iskolai fejlesztés hiánya miatt nagyon lassan fejlődik. Az egy évfolyamon belül tapasztalható fejlettségbeli különbségek nagysága meghaladja a 9−19 éves korosztályban történő fejlődés mértékét. Az iskolaátmeneti pontokon (általános – középiskola, középiskola – egyetem), ha implicit is, de egyértelmű a problémamegoldó képesség mint tudáselsajátítás és -alkalmazás mentén történő szelekció. A dinamikus problémamegoldó képesség mérése iskolai tananyagtól függetlenül hatékonyan megvalósítható számítógépes környezetben és tág életkori intervallumban (3. évfolyamtól az egyetemista korosztályig).

Az Országos kompetenciamérés, az iskolai sikeresség és a demográfiai háttérváltozók előrejelző ereje a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjére

Miután az adatfelvétel során a diákok azonosítása mérési azonosítójuk segítségével történt, így lehetőségünk volt a 6. évfolyamos Országos kompetenciamérésen (OKM) elért eredmények és az OKM háttérkérdőívén adott válaszok lekérése után a DPK és az OKM adatbázisok egyesítésére. Az Országos kompetenciamérés matematika és szövegértés tesztjén elért 6. évfolyamos eredmények közepesen erős összefüggést mutattak a DPK teszten nyújtott teljesítményekkel (r_{DPS_matek}=0,50, $r_{DPS_szövegértés}$=0,41; $p<0,01$). A lineáris korrelációs értékek mindhárom esetben jelentős mértékben csökkentek, ha kontrolláltunk a harmadik változóra. A DPK és az olvasás teszten elért teljesítmény közötti gyenge kapcsolat a nagy mintaelemszám következtében maradt csak szignifikáns,

de nem számottevő. Minden egyes összefüggés erőssége különböző (*Fisher* r-to-z transzformáció alapján) volt. Az összefüggéseket szemléltető 4. ábrán a lineáris korrelációt folytonos, a parciális korrelációt szaggatott vonalakkal jelöltük.



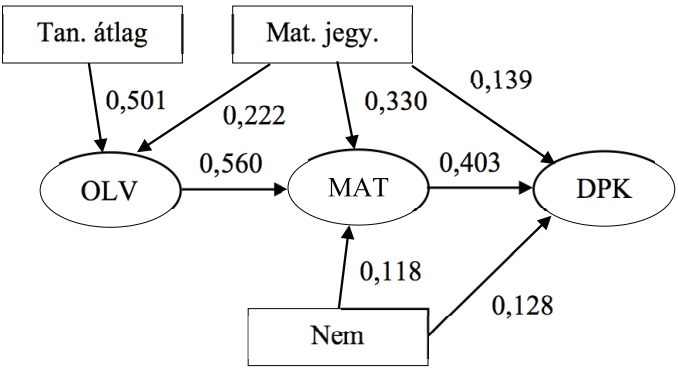
4. ábra. A DPK, az OKM matematika és szövegértés tesztjén elért teljesítmények kapcsolata (minden együttható p<0,01 szinten szignifikáns; lineáris korreláció: folytonos vonal, parciális korreláció: szaggatott vonat)

Az iskolai sikeresség és a DPK teszten nyújtott teljesítmény között gyenge-közepes kapcsolatot figyelhettünk meg (r=0,35, p<0,01). Tantárgyankénti bontásban a matematika és a történelem jegyek alakulása járt legszorosabban a DPK teszten elért teljesítményekkel (r=0,40, 0,33; p<0,01). Ezt követte a nyelvtan, a földrajz (mindkettő r=0,31, p<0,01), majd a szorgalom, az idegen nyelv és az irodalom (mindhárom r=0,29, p<0,01).

A diákok problémamegoldó képességszintje alacsony szinten függött össze édesanyjuk iskolai végzettségével (r=0,23, p<0,01), ami megerősíti a korábbi – területspecifikus és statikus problémahelyzetekre vonatkozó – kutatási eredményeket. A szülő iskolai végzettségénél meghatározóbb tényezőnek bizonyult a tervezett legmagasabb iskolai végzettség (r=0,28, p<0,01).

Összességében a vizsgált háttérváltozók mindegyike gyenge-közepes kapcsolatot mutatott a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjével, azaz iskolai jegyeik kevéssé jellemzik e fontos képességük fejlettségi szintjét. A diákok matematika teszten nyújtott teljesítménye, illetve iskolai matematika és történelem jegyük kapcsolata volt még a legerősebb. A DPK teszten elért teljesítmény alapján a fiúk – 7. évfolyamon – jobb problémamegoldók, magasabb képességszinten vannak az ismeretek elsajátítása és alkalmazása terén, mint a lányok.

A fenti összefüggés-elemzésekre építve a 2014-es longitudinális vizsgálat és a 2013-as OKM mérés adatbázisait egyesítve felépítettük az OKM által mért területek, az iskolai sikeresség és a demográfiai háttérváltozók előrejelző hatását magában foglaló modellt a diákok DPK teszten nyújtott teljesítményére. A végső SEM modell illeszkedése (CFI=0,99, TLI=0,99, RMSEA=0,04) nagyon jó volt. A modellben (5. ábra) a diákok matematika jegye, OKM matematika tesztjén nyújtott teljesítménye és neme által megmagyarázott variancia összességében alacsony volt (R^2=0,28), azaz a DPK kapcsán a variancia jelentős része megmagyarázatlan maradt.

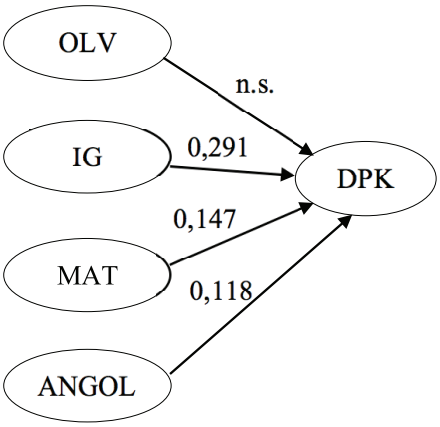


5. ábra. Az Országos kompetenciamérés, az iskolai sikeresség és a demográfiai háttérváltozók előrejelző ereje a diákok problémamegoldó képességszintjére – útelemzés (minden útvonal-együttható p<0,01 szinten szignifikáns)

Az OKM matematika tesztje a korábbiakban tapasztaltaknál erősebben jelezte előre a DPK fejlettségi szintjét. Prediktív ereje jelentősen nagyobb volt az iskolai jegyek alapján feltételezetteknél (a tanulmányi átlag nem bírt szignifikáns előrejelző erővel a DPK fejlettségi szintjét tekintve ebben a modellben). Ennek oka, hogy az OKM matematika tesztjében előforduló feladatok döntő többsége gondolkodtató, problémamegoldást kívánó feladat volt, és nem az iskolában tanultak „szó szerinti" visszaadását kérte. Erre utal a matematika jegy vártnál jóval alacsonyabb előrejelző ereje az OKM matematika tesztjére is. Az az eredmény, hogy a diákok tanulmányi átlagából egyáltalán nem következtethetünk DP képességük fejlettségi szintjére, mely képesség az OECD PISA szakértői által is kiemelkedő fontossággal bír a 21. században, és amely képesség két azonosított faktora a tudáselsajátítás és tudásalkalmazás faktora, elgondolkodtató iskolarendszerünk hatékonyságát és működését illetően.

A következő modellbe a diákok induktív gondolkodás, matematika, olvasás-szövegértés és angol teszteken mutatott, a longitudinális program keretein belül kidolgozott mérőeszközök segítségével történt adatfelvételek eredményeit vontuk be (6. ábra). A mérőeszközök felépítése mögötti keretrendszer eltért az OKM tesztekétől. Míg az OKM tesztek egyértelműen a tudás gondolkodási és alkalmazási dimenzióját mérik (*Balázsi* és *mtsai*, 2014), addig a longitudinális vizsgálatba bevont matematika tesztben nagyobb arányban szerepeltek iskolai tudást mérő itemek. Az angol nyelv feltételezett prediktív hatását a szakirodalomra alapoztuk (*Csapó* és *Nikolov*, 2009).

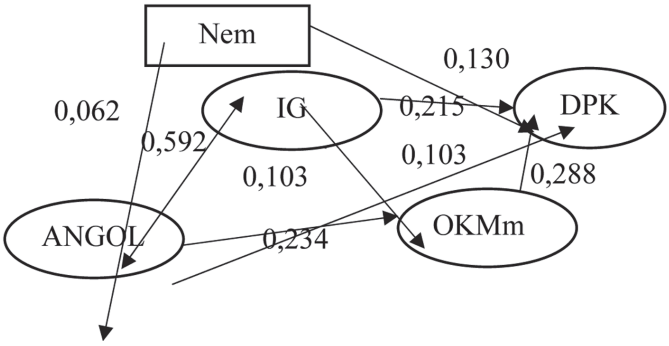
A modellilleszkedés (CFI=1,00, TLI=1,00 és RMSEA=0,00) jó volt. A diákok szövegértés teszten nyújtott teljesítménye – a vártaknak megfelelően – nem bírt prediktív erővel a problémamegoldó képességteszten nyújtott teljesítményükre, ami alátámasztja a korábbi OKM szövegértés teszt eredményei kapcsán tapasztaltakat. Ezúttal a matematika teszten nyújtott teljesítményük csak kis mértékben, míg az első generációs induktív gondolkodás teszten nyújtott teljesítményük nagyobb mértékben jelezte előre harmadik generációs problémamegoldó képességteszten nyújtott teljesítményüket, ami egybecsengett korábbi vonatkozó eredményeinkkel. Az angol nyelvtudás foka, igaz, kis mértékben, de hozzájárult a vizsgált konstruktumok által előrejelzett DP képességszint 26 százalékos megmagyarázott varianciájához.



6. ábra. A hetedik évfolyamos olvasás, induktív gondolkodás, matematika és angol teszteredmények előrejelző ereje a diákok problémamegoldó képességteszten nyújtott teljesítményére – útelemzés

A tanulmányban bemutatott utolsó SEM modellben (7. ábra) egyesítettük, egy közös modellben foglaltuk össze azokat a változókat, amelyek a korábbi modellek alapján előrejelző erővel bírtak a diákok DPK fejlettségi szintje kapcsán. Továbbra is az OKM matematika tesztje és a diákok induktív gondolkodásának fejlettségi szintje jelezte leginkább előre a DPK teszten nyújtott teljesítményt, melyek a nemmel és az angol idegen nyelvtudás szintjével együtt a DPK teszt varianciájának 30 százalékát magyarázták meg. A diákok induktív gondolkodásának fejlettségi szintje jelentős előrejelző hatást gyakorolt az OKM matematika tesztjén elért teljesítményre, ami alátámasztja a teszt korábban említett felépítését. A modell kiemeli az angol nyelvtudás és az induktív gondolkodás fejlettségi szintje közötti erős összefüggést, ami megerősíti a szakirodalomban olvasottakat (*Csapó* és *Nikolov*, 2009).

Összességében egyértelműen az OKM matematika tesztjén és a longitudinális program induktív gondolkodás fejlettségét mérő tesztjén elért eredmények előrejelző ereje került előtérbe, amit a diákok neme és angol nyelvtudása követett. Utóbbi erős összefüggést mutatott a diákok induktív gondolkodásának fejlettségi szintjével ($r=0,60$, $p<0,01$). Az iskolai jegyek és a diszciplináris tudásra építő tesztek egyáltalán nem jelezték előre a diákok DP képességfejlettségi szintjét. Az online tesztekkel történt adatfelvétel további jelentősége, hogy az instrukció meghallgathatóságának lehetőségével a mérés során sikerült teljes mértékben kiküszöbölni a diákok olvasási képessége fejlettségi szintjének teljesítménybefolyásoló hatását, ami a korábbi papíralapú kutatásokban jelentős tényezőnek bizonyult.



7. ábra. A hetedik évfolyamos diákok nemének, induktív gondolkodásuk fejlettségi szintjének, OKM matematika tesztjén elért eredményének és angol tudásszintjének előrejelző ereje a DPK teszten nyújtott teljesítményre – útelemzés (a modellben szereplő együtthatók p<0,01 szinten szignifikánsak; IG: induktív gondolkodás; DPK: dinamikus problémamegoldó képesség; OKMm: az Országos kompetenciamérés matematika eredménye)

A nemzetközi kooperációban kidolgozott harmadik generációs tesztekkel történt vizsgálatok eredményei és az elvégzett elemzések több szempont szerint is hiánypótlóak: 9–19 éves korban vizsgálták a diákok dinamikus problémamegoldó képességének fejlettségi szintjét, miközben útelemzések segítségével átfogó képet kaphattunk arról, hogy a közoktatásban elért adatok mennyire mutatják, milyen mértékben jellemzik e 21. században kulcsfontosságú képességünk fejlettségi szintjét. A tanulmányban bizonyítottuk, hogy összehasonlíthatóak egymással a különböző évfolyamon felvett DPK tesztek eredményei, ugyanis ugyanazon konstruktum mérését valósítják meg, ugyanazon képesség fejlettségi szintjét jellemzik. A megjelenő teljesítménykülönbségek kizárólag képesség-fejlettségbeli eltérésnek tulajdoníthatóak és nem más pszichometriai tényező befolyásoló hatásának.

Az induktív gondolkodás mellett a gondolkodtató, életszerűbb feladatokat, matematikai problémákat és nem a tanultak szó szerinti visszaadását kérő Országos kompetenciamérés matematika tesztjén elért eredmények előrejelző ereje is előtérbe került az elemzések során, amit a diákok neme és angol nyelvtudása követett (utóbbi jelentős mértékben összefüggött az induktív gondolkodás fejlettségi szintjével).

A DPK és empirikusan bizonyított faktorai – a tudás elsajátítása és alkalmazása – fejlődése elválik egymástól, és egyértelműen kimutatható előbbi nagyobb mértékű, igaz, még mindig nagyon lassú fejlődése. Bár nem kimondott, de implicit mind a középiskolai, mind az egyetemi szelekció nagymértékben magyarázható a diákok DPK fejlettségi szintjével.

Az útelemzések egyrészt alátámasztották a szakirodalom alapján feltételezetteket, miszerint a diákok induktív gondolkodásának fejlettségi szintje jelentős prediktív erővel bír problémamegoldó gondolkodásuk fejlettségi szintjére, másrészt felhívták a figyelmet az iskolai sikeresség és a tudás alkalmazhatósága, a problémamegoldó gondolkodás fejlettségi szintje közötti szakadékra. Az induktív gondolkodás mellett a gondolkodtató, életszerűbb feladatokat, matematikai problémákat és nem a tanultak szó szerinti vissza-

adását kérő Országos kompetenciamérés matematika tesztjén elért eredmények előrejelző ereje is előtérbe került az elemzések során, amit a diákok neme és angol nyelvtudása követett (utóbbi jelentős mértékben összefüggött az induktív gondolkodás fejlettségi szintjével). Az iskolai jegyek és a diszciplináris tudásra építő tesztek ugyanakkor egyáltalán nem jelezték előre a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjét. Az a kutatási eredmény, hogy a diákok tanulmányi átlagából, iskolai sikerességéből egyáltalán nem következtethetünk problémamegoldó képességük – beleértve a tudásuk alkalmazhatóságának képességét – fejlettségi szintjére, elgondolkodtató és komoly problémákat vet fel iskolarendszerünk hatékonyságát és működését illetően. Ezt jelzik, erre utalnak a nemzetközi (IEA TIMSS, OECD PISA) kutatási eredmények is.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány megírását az OTKA K115497 kutatás támogatta.

Irodalomjegyzék

American Educational Research Association, American Psychological Association & National Council on Measurement in Education (1999): *Standards for educational and psychological testing*. 3rd edition. AERA, Washington, DC.

Balázsi Ildikó, Balkányi Péter, Ostorics László, Palincsár Ildikó, Rábainé Szabó Annamária, Szepesi Ildikó, Szipőcsné Krolopp Judit és Vadász Csaba (2014): *Az Országos kompetenciamérés tartalmi keretei. Szövegértés, matematika, háttérkérdőívek.* Oktatási Hivatal, Budapest.

Benson, N., Hulac, D. M. és Kranzler, J. H. (2010): Independent examination of the Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition: What does the WAIS-IV measure? *Psychological Assessment*, **22**. 1. sz. 121–130.

Bollen, K. A. (1989): *Structural equations with latent variables*. Wiley, New York. DOI: 10.1037/a0017767

Byrne, B. M. és Stewart, S. M. (2006): The MACS approach to testing for multigroup invariance of a second-order structure: A walk through the process. *Structural Equation Modeling*, **13**. 2. sz. 287–321. DOI: 10.1207/s15328007sem1302_7

Csapó, B. és Nikolov, M. (2009): The cognitive contribution to the development of proficiency in a foreign language. *Learning and Individual Differences*, **19**. 2. sz. 209–218. DOI: 10.1016/j.lindif.2009.01.002

Greiff, S. és Funke, J. (2010): Systematische Erforschung komplexer Problemlösefähigkeit anhand minimal komplexer Systeme. *Zeitschrift für Pädagogik*, **56**. 216–227.

Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J. és Csapó, B. (2013): Complex problem solving in educational contexts – Something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, **105**. 2. sz. 364–379. DOI: 10.1037/a0031856

Molnár Gyöngyvér (2012): A problémamegoldó gondolkodás fejlődése: az intelligencia és szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3−11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, **112**. 1. sz. 41–58.

Molnár Gyöngyvér (2013a): Területspecifikus komplex problémamegoldó gondolkodás fejlődése. In: Molnár Gyöngyvér és Korom Erzsébet (szerk.): *Az iskolai sikerességet befolyásoló kognitív és affektív tényezők értékelése*. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, Budapest. 161–180.

Molnár Gyöngyvér (2013b): *A Rasch modell alkalmazási lehetőségei az empirikus kutatások gyakorlatában*. Gondolat Kiadó, Budapest.

Molnár Gyöngyvér és Pásztor-Kovács Anita (2015): A problémamegoldó képesség mérése online tesztkörnyezetben. In: Csapó Benő és Zsolnai Anikó (szerk.): *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában*. Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, Budapest. 279–300.

Molnár Gyöngyvér, Papp Zoltán, Makay Géza és Ancsin Gábor (2015): *eDia 2.3 Online mérési platform – feladatfelviteli kézikönyv*. SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport, Szeged.

Molnár, G., Greiff, S. és Csapó, B. (2013): Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking skills and Creativity*, **9**. 8. sz. 35–45. DOI: 10.1016/j.tsc.2013.03.002

Muthén, L. K. és Muthén, B. O. (2010): *Mplus user's guide*. Sixth edition. Muthén & Muthén, Los Angeles, CA.

OECD (2014): *PISA 2012 results: Creative problem solving. Students' skills in tackling real-life problems (Volume V)*. OECD, Paris. DOI: 10.1787/9789264208070-en

R. Tóth, K., Molnár, G., Wüstenberg, S., Greiff, S. és Csapó, B. (2011): Measuring adults' dynamic problem solving competency. Paper presented at the 14th European Conference for the Research on Learning and Instruction. Exeter, United Kingdom, August 30 – September 3, 2011. In: *Book of abstracts and extended summaries*. 1421–1422.

Ullman, J. B. (2007): Structural equation modeling. In: Tabachnick, B. G. és Fidell, L. S. (szerk.): *Using multivariate statistics*. Allyn Bacon, New York. 653–771.

Wüstenberg, S., Greiff, S. és Funke, J. (2012): Complex problem solving — More than reasoning? *Intelligence*, **40**. 1–14. DOI: 10.1016/j.intell.2011.11.003