



A PROBLÉMAMEGOLDÓ ÉS TANULÁSI STRATÉGIÁK VÁLTOZÁSA 11 ÉS 19 ÉVES KOR KÖZÖTT: LOGFILE ELEMZÉSEK

Molnár Gyöngyvér

*Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet,
MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport*

A pedagógiai mérés-értékelés fejlődése új lehetőségeket teremtett a problémamegoldó képesség iskolai kontextusban történő vizsgálata előtt. A problémamegoldó képesség, mint tantárgyakat átfogó, diszciplínákat átmetsző, a tudás alkalmazhatóságát biztosító transzverzális képesség fontosságát mutatja, hogy az OECD PISA vizsgálatsorozatában is kiemelt helyet kapott. Mérték a második (komplex problémamegoldás – 2003; OECD, 2004), az ötödik (kreatív problémamegoldás – 2012; OECD, 2010; Funke, 2010) és a hatodik ciklusban (kollaboratív problémamegoldás – 2015) is. Mindemellett a legújabb nemzeti és nemzetközi, készségek és képességek definiálását célzó programok is a legfontosabb 21. századi képességek közé sorolták (Binkley et al., 2012). Az oktatási sikeresség kapcsán számos elemzés utalt jelentős mértékű prediktív szerepére (Greiff, Wüstenberg, & Funke, 2012; Schweizer, Wüstenberg, & Greiff, 2013; Molnár, 2016a), miközben explicit iskolai fejlesztése a mai napig nem valósul meg (Molnár, Greiff, & Csapó, 2013). A tanulmányban bemutatott elemzések célja 11-19 éves diákok minimálisan komplex, szimulált problémák feltérképezése során alkalmazott explorációs stratégiáinak minőségi és mennyiségi leírása, valamint azok változásának feltérképezése logfájlokra alapuló látens profil elemzések alkalmazásával.

A problémamegoldó képesség fejlettségi szintjét mérő kutatásokban más tudás- és képességterületekre vonatkozó vizsgálatokkal ellentétben kevésbé merült fel az igény arra, hogy ugyanazon konstruktum mérése valósuljon meg technológialapon, mint korábban papíralapon. E helyett a technológia adta lehetőségek minél szélesebb körű kihasználásával a problémamegoldó képesség eddig nem vizsgált részképességeinek kutatása, illetve maga a konstruktum, mint a 21. század egyik kulcsfontosságú képessége, került újradefiniálásra. A papíralapú, statikus problémák segítségével történt kutatások eredményei egyre kevésbé tükrözték azt, hogy a mai kor diákja milyen jó problémamegoldónak bizonyul a technológiai eszközökkel telített mindennapi életében. Ennek hatására a problémamegoldó képesség újabb dimenzióinak kutatása indult el számítógép-alapon, lehetővé vált a problémamegoldó képesség korábban nem vizsgált aspektusainak (l. Molnár, 2012; Greiff et al., 2013; Wüstenberg, Greiff, Molnár, & Funke, 2014), mint például a probléma

feltérképezése, megoldása során alkalmazott explorációs stratégiák minőségi különbözőségének feltérképezése.

A korábban nem tapasztalt mennyiségű interaktivitás és dinamikusság mesterséges környezetből fakad, a körülöttünk lévő, hihetetlen gyorsasággal fejlődő technológiai eszközök és programok okozzák. Ennek ellenére e környezet méréselméleti szempontból történő – mesterséges – modellezése jelentős feladatot és kihívást ró és rótt a kutatókra. Az interaktív problémamegoldó képesség mérésének két elfogadott megközelítése létezik: a valós élethez hasonlóan számos változót tartalmazó, szimulált mikrovilágok [l. pl.: a 2000-nel is több változót tartalmazó Lohhausen probléma (Dörner, Kreuzig, Reither, & Stäudel, 1983); vagy Gardner és Berry (1995) orvosi rendszert modellező problémája], vagy a mesterségesen egyszerűsített, bizonyos szabályokat követő, minimális komplex rendszer (*minimal complex system*) alkalmazása [pl.: a lineáris egyenletekre épülő DYNAMIS megközelítés MicroDYN modellje (Funke, 1992)]. Utóbbi méréselméleti szempontból kedvezőbb tulajdonságokkal bír, alapvetően nagymintás, számítógép-alapú tesztelést alkalmazó pedagógiai kutatások kivitelezésére került kidolgozásra.

Az OECD PISA kutatásban és a jelen kutatásban is alkalmazott MicroDYN modell alapján fejlesztett interaktív problémák 3-4 perc alatt megismerhetők, feltérképezhetők (1. fázis), felépítésük és működésük modellezhető (2. fázis), majd a megadott cél elérése érdekében működtethetők (3. fázis). A szakirodalomban elérhető elemzések a teszt problémáinak második és a harmadik megoldási fázisában nyújtott teljesítményeken alapulnak, és azt kötik közvetlenül a tudás elsajátítása és tudás alkalmazása faktorokhoz (Greiff et al., 2013; Wüstenberg et al., 2014). A logfájl-elemzések (a tesztelt személy által adott és rögzített konkrét válaszokon túli, a teszt kiköszvetítése során az online rendszer által rögzített adatok – pl.: mikor és hova, melyik feladatelemre kattintott a tesztelt személy az adott problémaszcenárión belül – elemzése) segítségével azonban közvetlenül feltérképezhetők és mind mennyiségi, mind minőségi szempontból jellemezhetők az első fázisban alkalmazott stratégiák, mely terület mind hazai, mind nemzetközi szinten hiányterületnek számít.

Célok, kutatási kérdések

A logfájl-elemzések célja a minimálisan komplex, interaktív problémák feltérképezése, megoldása során alkalmazott explorációs stratégiák minőségi és mennyiségi leírása. Annak meghatározása, hogy (RQ1) az alkalmazott explorációs stratégia függvényében azonosíthatók-e a 6-8. évfolyamos diákok és az egyetemisták körében különböző típusú problémamegoldók. (RQ2) Milyen profillal jellemezhetők a különböző problémamegoldó, felfedező stratégiát alkalmazó diákok? (RQ3) Hogyan változnak az alkalmazott explorációs stratégiák a teszt megoldása közben? (RQ4) Változnak-e az illesztett látens profilsoportok tulajdonságai az életkor előrehaladtával, (RQ5) mennyiben tér el a leendő értelmiségiek, az egyetemisták profilelemzésének eredménye az általános iskolások által alkalmazott explorációs stratégiáktól?

Módszerek

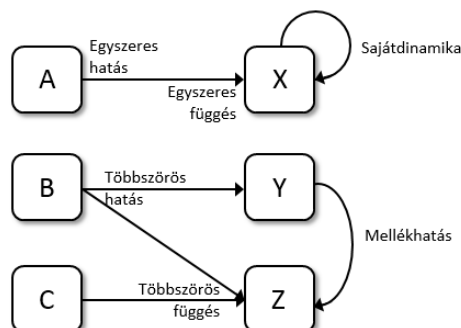
Minta

Az elemzéseket egy 6-8. évfolyamos ($n_6=677$; $n_7=607$; $n_8=942$) és egy első évfolyamos egyetemista mintán felvett kutatás adataira alapoztuk ($n=1259$). A mintaválasztás okát egyrészt a korábbi elemzések alapján (Molnár, Greiff, & Csapó, 2013; Molnár & Pásztor-Kovács, 2015) a fejlődés szempontjából szenzitív és gyorsan változó 6-8. évfolyamra eső korszak, másrészt a kötelező iskoláztatás után az ország egyik vezető egyetemére felvett, a jövő értelmiségét alkotó fiatalok problémamegoldó stratégiáinak elemzési lehetősége adta.

Mérőeszköz

Az interaktív problémamegoldás teszt 10-10 problémája különböző komplexitású, a MicroDYN modellen alapuló (Funke, 1992; Greiff et al., 2013), minimálisan komplex rendszer volt. Felépítésükben azonosak voltak a PISA 2012 kreatív problémamegoldás kutatásban alkalmazott interaktív problémákkal (OECD, 2014). Az elméleti keretrendszernek megfelelően korlátozott mennyiségű változót (jelen esetben maximum három bemeneti – A, B, és C – és három kimeneti – X, Y és Z l. 1. ábra) tartalmazó, a tesztelt személy számára előre ismeretlen függvényekkel leírható nem valós kontextusú problémahelyzeteket tartalmaztak. A problémák megoldása során a diákok csak a bemeneti változók értékeit manipulálhatták, aminek hatására a probléma háttérében lévő összefüggérendszer szerint változtak a kimeneti változók értékei. Mindezen információk alapján – a bemeneti változók szisztematikus kontrollálásával, megfelelő problémamegoldó és felfedező stratégia alkalmazásával, maximum 180 másodperc alatt – a tesztet megoldó személyeknek a probléma megoldásának első fázisában (l. 2. ábra) fel kellett fedeznie a rendszer működését, azaz a bemeneti és a kimeneti változók közötti összefüggéseket (Wüstenberg et al., 2014).

Például a 2. ábrán bemutatott probléma esetében („Este, hazaértve, a bejáratotok előtt kuporogva találtak egy cicát. Nagyon kimerült szegény, mozogni is alig bír. Elhatározod, hogy segítesz rajta. Etetni fogod, amíg vissza nem nyeri az erejét. A szomszéd néni kétféle macskaeledelt javasol, egy Brekon és egy Mikas nevűt. Vajon hogyan hat a kétféle macskaeledel a cica mozgásának és dorombolásának mennyiségére?”) a problémamegoldás első fázisában a diákoknak fel kellett fedezni, hogy a két bemeneti változó (bal oldali változók: Brekon és Mikas) kapcsolatban áll-e, hatást gyakorol-e a két kimeneti (jobb oldali változók: Dorombolás és Mozgás) változóra. Ennek érdekében 180 másodperc alatt a Brekon és a Mikas nevű bemeneti változók értékeinek változtatásával, majd a beállított értékek alkalmazásával (‘Alkalmazás’ gombra való kattintás) és a kimeneti változóknál történt értékváltozás megfigyelésével szabadon, irányítás nélkül fedezhették fel a rendszert.



1. ábra

Egy tipikus MicroDYN probléma szerkezete három bemeneti (A, B, C) és három kimeneti (X, Y, Z) változóval, valamint különböző típusú hatásmechanizmusokkal (egy és többszörös hatás, egyszeres és többszörös függés, sajátdinamika és mellékhatás) (Forrás: Greiff et al., 2013)

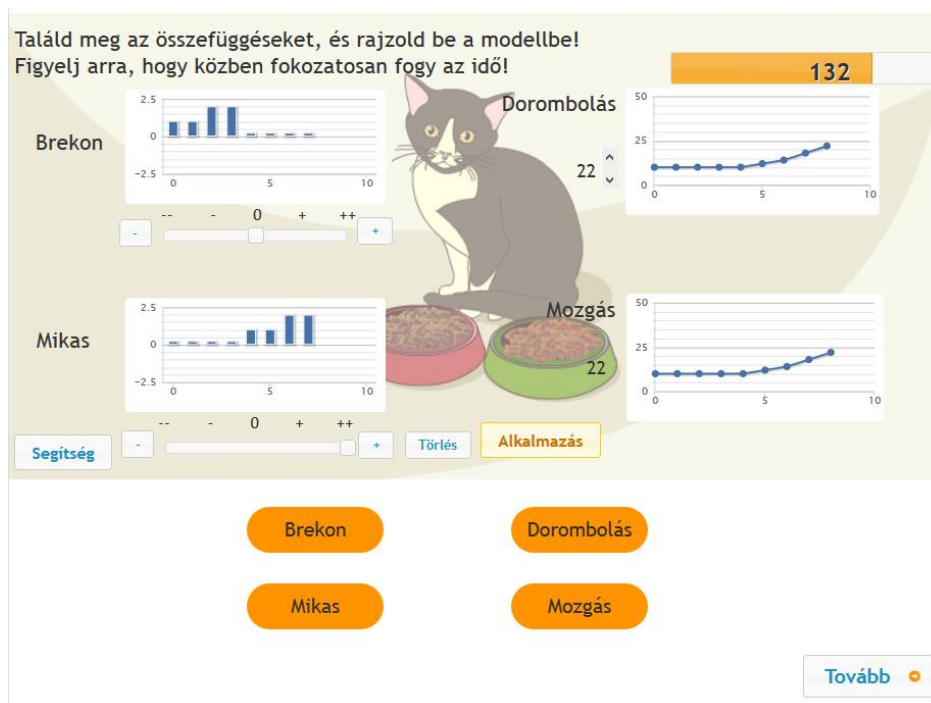
A problémamegoldás második fázisában a probléma alatt található modellben nyilak segítségével ábrázolni kellett a felfedezett összefüggésrendszert (melyik bemeneti változó melyik kimeneti változóra van hatással – sajátdinamika és mellékhatás (l. 1. ábra) nem szerepelt a tanulmányban elemzésre került problémák között). Végül a harmadik fázisban működtetni kellett a rendszert: megismerve a valódi összefüggéseket a bemeneti változók értékeit változtatva elérni a kimeneti változók előre meghatározott célértékeit. Mindezt maximum 4 lépésben (az 'Alkalmazás' gomb maximum négyszeri használatával – l. 1. ábra) és 180 másodperc alatt.

Eljárások

A 6-8. évfolyamos diákok azonos tesztet kaptak az adatfelvétel során, melynek jelentős részét tartalmazta az egyetemisták részére kiköszvetített teszt. A diákok mindkét esetben fülhallgató segítségével meghallgathatták az instrukciókat.

Az adatfelvételre az intézmények számítógépes termeiben, tanári, illetve adatfelvételi biztos jelenlétében került sor. A teszt megoldására egy tanítási órányi idő, azaz 45 perc állt a diákok rendelkezésére.

A jelen tanulmányban kizárólag a problémamegoldás folyamatának első fázisában mutatott, az online rendszer segítségével rögzített, loggolt viselkedésre alapozzuk elemzéseinket és nem foglalkozunk a második és harmadik fázisban megjelölt megoldásokkal. A teszt elején három videó és egy 2 bemeneti és 2 kimeneti változót tartalmazó próbaprobléma segítségével ismerhették meg a diákok a szimulált rendszerek működtetésének alapjait.



2. ábra

A MicroDYN problémák első fázisának feltérképezése (2 bementi, 2 kimeneti változó)

A szimulált rendszerek működése bár számos stratégiával felfedezhető volt, mégis a korábbi kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy az úgynevezett VOTAT stratégia (*very vary-one-thing-at-a-time*, Tschirgi, 1980; Funke, 2014; vagy változók kontrollja: Greiff, Wüstenberg, Csapó, Demetriou, Hautamäki, Graesser, & Martin, 2014) és a VOTAT stratégián belül is az elszigetelt változókezelést alkalmazó stratégia (Wüstenberg, Stadler, Hautamäki, & Greiff, 2014) a leghatékonyabb, leginkább a helyes megoldáshoz vezető stratégia. A VOTAT stratégia alkalmazása során egyszerre mindig csak egy változó kerül változtatásra, a többi változatlan marad. A VOTAT stratégián belül az elszigetelt változókezelést alkalmazó stratégia lényege, hogy egyszerre minden esetben csak egy bemeneti változó értéke kerül változtatásra, a többi változó értéke semleges, jelen esetben 0 értéken van. Ezen eredményre alapozva alakítottuk ki a logfájlok alapján generált 0, 1, 2 kategóriákat tartalmazó látens profil elemzés kategorikus megfigyelt indikátor változóit. A logfilék kódolásának módszerét l. Molnár (2016b) tanulmányában.

Minden egyes probléma kapcsán hozzárendeltünk a diákokhoz egy-egy változót, ami azt jellemezte, hogy az adott diák az adott probléma kapcsán mennyire alkalmazta a teljes mértékben elszigetelt változókezelésre építő VOTAT stratégiát. Ha egyáltalán nem tette, akkor az új változó értéke 0 lett. Ha részlegesen tette, azaz például nem mind a három

bemeneti változó kapcsán, hanem csak kettő vagy egy változóra alkalmazva, akkor 1-el kódoltuk az új változó értékét. Ha a problémában szereplő összes bemeneti változóra alkalmazta, akkor pedig 2-es kódolást kapott az új változó.

Az elszigetelt változókezelés megvalósítását néző elemzésekbe nem vettük bele a melékhatással (kimeneti változó hatása másik kimeneti változóra, l. 1. ábra) vagy saját-dinamikával (a rendszer mindenféle külső beavatkozás nélkül is változik, l. 1. ábra) rendelkező problémákat, miután azok pontos feltérképezéséhez más stratégiára is szükség volt, valamint nem vettük bele a legegyszerűbb, a korábbi elemzések alapján a helyes találgatás magas valószínűsége miatt kicsit máshogy viselkedő problémát sem. Ennek következtében összesen hat probléma logadatainak elemzésére került sor, melyek – más szempontból nézve – mind az általános iskolások, mind az egyetemisták számára kiközvetített tesztekben előfordultak.

Az 1. táblázat összefoglalja az elemzésbe bevett, mindkét tesztben azonos (és azonos helyen, pozícióban előforduló) 6 probléma komplexitási fokát, azaz a bemeneti és kimeneti változók és a változók között lévő kapcsolatok számát, valamint az adott rendszer működésének feltérképezéséhez szükséges különböző beállítások optimális mennyiségét.

1. táblázat. A látens profil elemzésbe bevont problémák minimális komplexitása

<i>A probléma tesztben elfoglalt helye</i>	<i>Bementi változók száma</i>	<i>Kimeneti változók száma</i>	<i>Kapcsolatok száma</i>	<i>A különböző beállítások optimális száma, amivel a rendszer felfedezhető</i>
2	2	2	2	2
3	2	2	2	2
4	2	2	2	2
5	3	2	3	3
6	3	3	3	3
8	3	3	4	4

A problémamegoldók látens osztályaink meghatározása érdekében mindkét korosztályban külön-külön látens profil (Collins & Lanza, 2010) elemzést végeztünk. Kettőtől nyolcosztályos megoldásokat vizsgáltunk. A látens profil elemzés eljárása hasonló a klaszteranalízishez. Feltételezett, de nem mérhető, azaz látens osztályokhoz való tartozást vizsgál diszkrét vagy folytonos megfigyelt változók elemzésével. Modell alapú statisztikai elemzési eljárás. A tanulmányban ismertetett látens profil elemzés a problémamegoldók olyan típusait keresi, akik az alkalmazott problémamegoldó stratégiák tekintetében hasonló mintázatot mutatnak. A megfigyelt indikátor változók a hat különálló probléma feltérképezése során használt stratégiák átkódolt pontértékei voltak.

A látens csoportok számának meghatározása során több kritériumot is alkalmaztunk: relatív illeszkedésindexeket, mint az AIC (*Akaike Information Criterion*, Akaike Információs Kritérium), a BIC (*Bayesian Information Criterion*, Bayesi Információs Kritérium) és az aBIC (*adjusted Bayesian Information Criterion*, korrigált Bayesi Információs Kritérium) mutatókat. Mindhárom esetében az alacsonyabb értékek a jobban illeszkedő

modellt jellemzik. [A három leggyakrabban használt illeszkedésmutató leírását, működésükben lévő eltéréseket I. Dzia, Coffman, Lanza és Li (2012) tanulmányában.] Az entrópia segítségével megállapítható, hogy milyen pontosan tudjuk a személyeket a megfelelő csoportokba sorolni, kategóriákhoz hozzárendelni, azaz mennyire homogének a csoportok. Minél közelebbi az entrópia értéke 1-hez, annál tökéletesebb a személyek látens csoportokba sorolása. A besorolás pontosságát négy szinten definiálhatjuk (Clark & Muthén, n.d.): tökéletes, magas, közepes és alacsony entrópia. Ideális esetben az entrópia értéke 1, azaz a személyek látens csoportokhoz történő besorolása tökéletes. Ha az entrópia átlagos értéke 0,8, akkor a személyek 80%-át lehetett pontosan egy látens osztályhoz hozzárendelni. Közepes entrópia esetén (az entrópia átlagos értéke 0,6) ez az érték 60%, míg alacsony entrópián (az entrópia átlagos értéke 0,4) 40%. Végül a Lo-Mendell-Rubin valószínűségi hányados teszttel (*Lo-Mendell-Rubin Adjusted Likelihood Ratio Test*) összehasonlítottuk az n számú látens osztályt tartalmazó modellt, az $n-1$ számúval. A szignifikáns p -érték ($p < 0,05$) azt jelzi, hogy az $n-1$ számú modell elvetésre kerül az n csoportot tartalmazó modell javára, ugyanis az aktuálisan tesztelt modell jobban illeszkedik, mint az azt megelőző (Muthén & Muthén, 2012). Az elemzéseket az MPlus 6.0 programmal végeztük.

Eredmények

A logfájlok alapuló, a problémamegoldás első fázisa során alkalmazott stratégiákat jellemző, 0, 1 és 2 kódolású, generált új változók segítségével számolt megbízhatósági mutató értéke az elemzésbe bevont 6 item vonatkozásában $\alpha = 0,89$. A diákok felfedező stratégiáinak e típusú kódolása megbízhatóan jellemzi az alkalmazott felfedező stratégia minőségét.

A 2. táblázat mutatja a látens osztályok számától függően az információ alapú kritériumokat és az entrópiát. Mind az AIC, a BIC és az elemszámra kontrollált a BIC is folyamatos csökkenést mutatott az egyes osztályok hozzáadásával. A hatosztályos megoldás után azonban kiegyenlítődés mutatkozott. Az entrópiát tekintve a kettő és háromcsoportos megoldások érték el a maximum szintet. Az L-M-R Teszt (Lo-Mendell-Rubin valószínűségi hányados teszt) alapján azonban a hat egymástól elkülöníthető profillal jellemezhető csoportot tartalmazó modellt fogadtuk el. Az alkalmazott explorációs stratégia függvényében egyértelműen azonosíthatóak a különböző típusú problémamegoldók (RQ1).

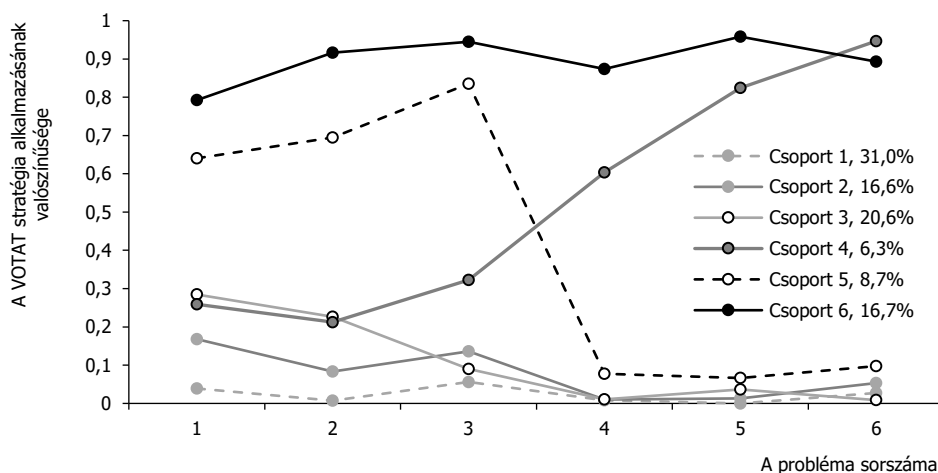
A hat, egymástól elkülöníthető problémamegoldó profillal leírható csoportok jellemzőit a 3. ábra mutatja. A diákok köze harmada (31,0%) a legegyszerűbb rendszereket sem kezelő problémamegoldók csoportjába tartozott (Csoport 1), az ide sorolt diákok 92%-os biztonsággal jellemezhetőek ezzel a problémamegoldó profillal. Tőlük kicsit sikeresebbek (Csoport 2) a legegyszerűbb rendszereket alacsony fokon átlátó problémamegoldók (16,6%). A jelen modellben ide sorolt diákokról 88% biztonsággal jelenthető ki, hogy ebbe és nem egy másik profilú csoportba tartoznak. Őket az alkalmazott problémamegoldó stratégiák alapján az egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátó problémamegoldók (20,6%) követték (Csoport 3). Az e három profillal jellemezhető problémamegoldók, a

diákok közel 70%-a, alapvetően nagyon alacsonyszintű képességekkel rendelkeznek és a teszt megoldása közben sem tanultak.

2. táblázat. A látens profil elemzések illeszkedési mutatói a 6-tételes stratégiaelemzés esetén (6-8-os minta)

A látens osztályok száma	AIC	BIC	aBIC	Entrópia	L-M-R teszt	p
2	12043	12168	12089	0,910	2305	0,0001
3	11041	11232	11111	0,872	1016	0,0001
4	10902	11158	10996	0,829	162	0,0001
5	10827	11148	10944	0,832	100	0,0001
6	10761	11148	10903	0,824	90	0,0001
7	10748	11199	10914	0,802	39	0,3162
8	10746	11263	10936	0,806	27	0,4608

Megjegyzés: AIC: Akaiké Információs Kritérium, BIC: Bayesi Információs Kritérium, aBIC: korrigált Bayesi Információs Kritérium, L-M-R teszt: Lo-Mendell-Rubin valószínűségi hányados teszt



3. ábra

A problémamegoldó stratégiákra alapuló látens profil elemzés

(Jelmagyarázatban lévő feliratok: Csoport 1: A legegyszerűbb rendszereket sem kezelő problémamegoldók; Csoport 2: A legegyszerűbb rendszereket alacsony fokon átlátó problémamegoldók; Csoport 3: Egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátó problémamegoldók; Csoport 4: A gyorsan tanuló problémamegoldók; Csoport 5: Az egyszerű rendszereket jól átlátó, de a bonyolultabbnál alulteljesítő problémamegoldók; Csoport 6: Magas szintű stratégiahasználók, problémamegoldók)

A profilelemzés alapján a 6-8. évfolyamosok 6,3%-a nagyon hatékony tanulási képességgel rendelkezik, ugyanis, míg a teszt elején az egyszerűbb rendszerek áttekintésével, feltérképezésével is problémájuk volt, addig az utolsó, legbonyolultabb (sajátdinamikával nem rendelkező) problémát már közel 95% valószínűséggel oldották meg (Csoport 4, 1. 3. ábra). E gyorsan tanuló diákok 85%-os biztonsággal sorolhatóak e profilba. A diákok 8,7%-a (Csoport 5, 1. 3. ábra) az egyszerű rendszereket jól átlátta, de a bonyolultabbnál már az alulteljesítő problémamegoldók csoportjához tartozott. Végül a 6-8. évfolyamosok 16,7%-a magas szintű problémamegoldó képességekkel (Csoport 6), jó problémamegoldó stratégiákkal rendelkezett, ők azok, akik hatékonyan térképezték fel mind az egyszerű, mind a legbonyolultabb rendszereket is. 95%-os biztonsággal állítható ezen diákokról, hogy ez a profil jellemző rájuk (3. táblázat) és nem másik csoportba sorolhatóak (RQ2).

3. táblázat. Az adott profillal jellemezhető csoporthoz tartozás valószínűsége (6-8. évfolyam)

Látens csoport	Látens csoport					
	Csoport 1	Csoport 2	Csoport 3	Csoport 4	Csoport 5	Csoport 6
1	0,920	0,006	0,071	0,001	0,001	0,000
2	0,006	0,878	0,056	0,012	0,047	0,000
3	0,093	0,044	0,827	0,001	0,035	0,000
4	0,008	0,026	0,010	0,846	0,018	0,092
5	0,002	0,106	0,067	0,013	0,779	0,032
6	0,000	0,000	0,000	0,040	0,011	0,949

Az évfolyamonkénti elemzések egyrészt alátámasztották a 6-8. évfolyam vonatkozásában együttesen végzett látens profilelemzések eredményeit, másrészt megmutatták a változás tendenciáit (4. táblázat). Előzetes hipotézisünkkel ellentétben hatodikról nyolcadik évfolyamra nőtt a legalacsonyabb szintű stratégiahasználók aránya, ami a minta összetételéből is adódhatott, miután évfolyamonkénti bontásban nem reprezentatív mintaválasztásról volt szó.

Jelentős mértékben csökkent a másik két átlag alatt teljesítő profillal rendelkező diákok aránya. Kis mértékben nőtt a gyorsan tanulók és az egyszerű rendszereket átlátó, de a bonyolultabbakkal kevésbé boldoguló stratégiahasználók aránya. Végül hatodikról nyolcadik évfolyamra jelentős mértékben, közel kétszeresére növekedett a magas szintű stratégiahasználattal rendelkező diákok előfordulása. Az ő eredményeik járulhattak hozzá főképp az évfolyamonkénti átlagos teljesítményben tapasztalt növekedéshez (RQ4).

A fejlődési folyamatok jellegének pontosabb megértése és értelmezése végett lefuttattuk a látens profilelemzéseket az egyetemista korosztályban felvett logfájlokon is. A középiskola után erős szelekción átesett és az ország egyik vezető egyetemén első évfolyamot kezdő diákok problémamegoldó képességeik és az alkalmazott stratégiák alapján az L-M-R teszt eredménye szerint négy, különböző profillal jellemezhető csoportba sorolha-

tók (5. táblázat). A diákok 11,1%-a kisebb sikereket ért el az egyszerűbb problémák megoldása során, de a komplexebbekkel már nem boldogultak. A diákok egy másik 10,0%-a az egyszerűbb problémák megoldása során képes volt fejlődni, tanulni a teszt megoldása során, de a bonyolultabb, komplexebb rendszereket már nem látták át. A diákok 16,9%-a sorolható a gyorsan tanulók közé, ők azok, akik a teszt elején csak kisebb sikereket értek el az egyszerűbb problémák megoldása során, ugyanakkor a teszt végére megtanulták kezelni még a legbonyolultabb rendszereket is. Végül, a diákok 62,0%-a a profilelemzés által képzett legmagasabb szintű problémamegoldók és stratégiahasználók csoportjába tartozik (4. ábra, RQ5).

4. táblázat. A különböző profillal jellemezhető problémamegoldó csoportokhoz tartozás gyakorisága évfolyamonkénti bontásban

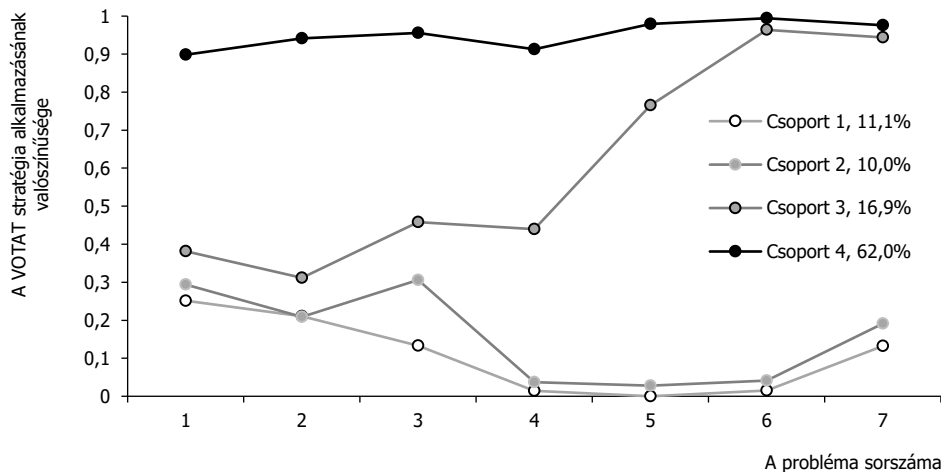
Profilok	Évfolyam (gyakoriság, %)			Sum
	6	7	8	
A legegyszerűbb rendszereket sem kezelő problémamegoldók	28,5	32,5	31,8	31,0
A legegyszerűbb rendszereket alacsony fokon átlátó problémamegoldók	17,1	10,4	12,5	16,6
Egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátó problémamegoldók	26,8	28,2	14,1	20,6
A gyorsan tanuló problémamegoldók	3,7	4,4	5,7	6,3
Az egyszerű rendszereket jól átlátó, de a bonyolultabbnál alulteljesítő problémamegoldók	11,3	8,0	12,4	8,7
Magas szintű stratégiahasználók, problémamegoldók	12,5	16,5	23,5	16,7

5. táblázat. A látens profil elemzések illeszkedési mutatói a diákok problémamegoldó stratégiáinak elemzése alapján (egyetemista minta)

A látens osztályok száma	AIC	BIC	aBIC	Entrópia	L-M-R teszt	p
2	10071	10220	10128	0,960	3344	0,0001
3	9611	9837	9697	0,938	486	0,0001
4	9337	9640	9453	0,888	300	0,0001
5	9287	9667	9432	0,896	79	0,8848
6	9267	9724	9441	0,893	49	0,8697
7	9253	9788	9457	0,894	43	1,0000

Megjegyzés: AIC: Akaike Információs Kritérium, BIC: Bayesi Információs Kritérium, aBIC: korrigált Bayesi Információs Kritérium, L-M-R teszt: Lo-Mendell-Rubin valószínűségi hányados teszt

A problémamegoldó és tanulási stratégiák változása 11 és 19 éves kor között: logfile elemzések



4. ábra

Egyetemisták problémamegoldó stratégiáinak látens profilelemzése

(Jelmagyarázatban lévő feliratok: Csoport 1: Egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátó, azokon tanulni képes problémamegoldók, de a bonyolultabb rendszereken alulteljesítők és lassan tanulók; Csoport 2: Egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátó, de a bonyolultabb rendszereken alulteljesítők; Csoport 3: A gyorsan tanuló problémamegoldók; Csoport 4: Magas szintű stratégiahasználók, problémamegoldók)

A teszten belül a 6-8. évfolyamos mintán, mindössze a diákok 6%-a, a gyorsan tanulók váltottak, fejlesztették jelentős mértékben az alkalmazott stratégiát, a többi diák helyes vagy kevésbé sikeres stratégiahasználata változatlan marad. Ez az arány az egyetemista mintán közel háromszorosára nőtt, azaz a diákok 17%-a tudta azt megvalósítani, hogy a kezdeti helytelen stratégiát helyes stratégiává alakítsa át, a többiek stratégiahasználata alapvetően, minőségileg nem változott meg a teszt szimulált, hasonló felépítésű problémáinak megoldása közben (RQ3).

Diszkusszió

A logfájlokkal végzett látens profilelemzések lehetőséget biztosítottak arra, hogy kvalitatív szempontból jellemezzük a diákok által interaktív problémamegoldó helyzetekben alkalmazott felfedező stratégiákat. Az eredmények alapján egy a legelemibb rendszereket sem kezelő, a legegyszerűbb rendszereket alacsony fokon átlátó, az egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátó, a gyorsan tanuló, az egyszerű rendszereket jól átlátó, de a bonyolultabbnál alulteljesítő és a magas szintű stratégiahasználók, problémamegoldók hatosztályos rendszerrel írhatóak le, jellemezhetőek leginkább az adatok. Keresztmetszetileg a magasabb évfolyamra járó diákok csak kis mértékben mutattak szofisztikáltabb felfedező

stratégiákat, nagyon alacsony mértékű volt a 6. és 8. évfolyam között megfigyelhető fejlődés.

Eredetileg, a szakirodalom alapján egy négyosztályos eredményt feltételeztünk. Három osztályt a diákok teszten nyújtott teljesítménye alapján: alacsony szintű, a közepes és a magas szintű problémamegoldó, azaz minél magasabb szintű felfedező stratégiákkal rendelkezik, annál jobban teljesít a teszten; valamint a hasonló struktúrájú, felépítésű problémák miatt feltételeztük, hogy lesz egy, a gyorsan tanuló diákokat tömörítő osztály is.

A gyenge, közepes és magas szintű hármas osztályozás a szakértősség mennyiségi különbségeivel is megfogható, amire korábbi kutatások már felhívták a figyelmet (Sonnleitner et al., 2012; Greiff, Wüstenberg, & Avvisati, 2015; OECD, 2014). Ugyanakkor a tipikus közepes szintű problémamegoldó profil meglétét nem támasztották alá elemzéseink. A mennyiségi jellemzőkkel is leírható csoportokhoz tartozó diákok vagy a kiemelkedően jó (átlag_{evf7_teszt}=4,62; átlag_{evf7_stratégia}=5,8), vagy összességében az alacsony szintű problémamegoldókhoz tartoztak (átlag_{evf7_teszt}=1,32; átlag_{evf7_stratégia}=1,08).

A látens profilelemzések alapján egyértelműen hat különböző tulajdonságokkal jellemezhető csoportot különíthettünk el egymástól: a legegyszerűbb rendszereket sem kezelő problémamegoldók, ide sorolható a 6-8. évfolyamos diákok harmada. Náluk kicsit sikerebbek a legegyszerűbb rendszereket alacsony fokon átlátó és kisebb fokú tanulást mutató problémamegoldók csoportja (16%), akik azonban a bonyolultabb rendszereknél már a legalacsonyabban teljesítők eredményeit mutatják. Hozzájuk tulajdonságukban egyrészt közel állnak, de mégis külön profillal jellemezhetőek az egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátó, de a bonyolultabb rendszerekkel nem boldoguló problémamegoldók (21%). Ők nem mutattak fejlődést, tanulást a teszt problémái megoldása közben. Azon diákok, akik e tulajdonságokkal leírható csoportok valamelyikébe sorolhatóak, alapvetően nagyon alacsony szintű problémamegoldó, feltérképező, explorációs képességekkel rendelkeznek (a diákok 70%-a) és tanulási képességük is alacsony szintű. Ezzel szemben a profilelemzés alapján a 6-8. évfolyamosok kb. 6-8%-a nagyon hatékony tanulási képességekkel rendelkezik. Ők azok, akiknek a teszt elején az egyszerűbb rendszerek áttekintésével, feltérképezésével is problémájuk volt, ugyanakkor a teszt megoldása közben megtanulták annak használatát, a minimálisan komplex rendszerek hatékony feltérképezésének módszerét. A teszt végére a legbonyolultabb (sajátdinamikával még nem rendelkező) problémákat is már közel 95% valószínűséggel oldották meg. Az egyszerű problémák megoldás kapcsán náluk jobban teljesített a diákok azon 8-10%-a, akik az egyszerű rendszereket jól átlátták, de a bonyolultabbnál már az alulteljesítő problémamegoldók csoportjához tartoztak. Végül a 6-8. évfolyamosok közel 17%-át sorolhattuk a magas szintű problémamegoldó képességekkel, jó problémamegoldó stratégiákkal rendelkező diákok közé, ők azok, akik hatékonyan térképezték fel mind az egyszerű, mind a legbonyolultabb rendszereket is. Az egyetemista korosztályban, az érettségít követő szelekció hatására arányuk meghaladta a 60%-ot, de a gyorsan tanuló diákok rátája is jelentősen, duplájára emelkedett a vizsgált mintán.

A látens profilelemzés alapú megközelítés igazi előnye, hogy rávilágított arra, megerősítette azon hipotézisünket, hogy a fejlődés nemcsak mennyiségi, hanem minőségi változással is leírható. A stratégiahasználat szakértőssége kapcsán nem elegendő egy kizáró-

lag mennyiségi elvű elemzés, sőt jelen esetben téves következtetések levonását eredményezné. Például a gyorsan tanulók csoportja a teszt elején úgy viselkedett, mint a legalacsonyabb szintű problémamegoldók, majd a problémákkal dolgozva egy jelentős tanulási fázison, minőségi változáson estek át és a teszt második felére már a magas szintű problémamegoldóknál tapasztalt teljesítményt mutatták. Egy kizárólag mennyiségi elvű elemzés a kezdeti alacsony teljesítmény miatt nem mutatná ki a valóságban elért és mutatott szakértőségi szintet, miután átlagban a szakértő problémamegoldók eredményei alatt teljesítettek. Sőt összességben az alacsony és a magas szintű problémamegoldók teljesítménye között definiálható átlagos stratégiahasználatuk (átlag_{evf7_teszt_gyorsan_tanuló}=3,09; átlag_{evf7_stratégia_gyorsan_tanuló}=5,17) miatt őket sorolná a rendszer a közepes teljesítményű problémamegoldók közé, akik viszont profilelemzéseink alapján nem alkotnak külön osztályt. A másik, átlagos teljesítménye alapján ide sorolt osztály (a diákok 9%-a) a kezdetben magasan teljesítők, majd a komplexebb rendszereken alulteljesítők csoportja lenne (átlag_{evf7_teszt}=2,02; átlag_{evf7_stratégia}=5,00). Az ő átlagos teljesítményük szintén közepes szintű, azonban jelentős minőségi eltérés van a két csoporthoz tartozó diákok között.

A gyorsan tanulók feltételezhetően sok, igény szerint, speciális helyzetekben könnyen adaptálható kognitív sémával rendelkeznek (Markman, 1999), ugyanakkor az adaptációhoz időre van szükségük. A szakértő problémamegoldók velük szemben sokkal kidolgozottabb, explicitebb sémákat érhetnek el, amelyekre alapozva már a kezdetektől fogva képesek a leoptimalisabb felfedező stratégia alkalmazására. A kezdetben magasan, majd bonyolultabb rendszerek esetén alacsonyan teljesítőknél feltételezhetően a kognitív túlterhelés jelent meg.

A diákok közel 40%-át a profilelemzés további két, korábban nem feltételezett csoportba sorolta. Az első csoport tagjai a teszt elején, a legegyszerűbb problémák kapcsán kismértékű tanulásról tettek bizonyosságot, majd a bonyolultabb rendszereknél egyértelműen a legalacsonyabbban teljesítők csoportjába kerültek át. A diákok 21%-a már alacsony-közepes szinten teljesített a teszt elején, majd semmilyen fejlődést nem mutatva a problémamegoldó helyzetek komplexitásának növekedésével párhuzamosan fokozatosan a legalacsonyabbban teljesítők táborához csatlakoztak.

Az évfolyamok közötti fejlődés az elvártnál, a feltételezettnél kisebb mértékű volt. Az egyedüli jelentős változást a közel kétszeresére növekedett magas szintű stratégiahasználattal rendelkező diákok előfordulása jelentette, ugyanakkor még 8. évfolyamon is a diákok 45%-a a két legalacsonyabb képességszintű csoportba tartozott. Ők azok, akik gyakorlatilag semmilyen szinten sem képesek az elszigetelt változókezelés alkalmazására.

Az egyetemisták között történt adatfelvétel eredményeire építő elemzés alapvetően alátámasztotta a korábbi megállapításainkat (Csapó & Molnár, 2012), miszerint bár oktatási rendszerünk kevésbé fejleszti a diákok gondolkodási képességeit, beleértve problémamegoldó gondolkodásukat, de az iskolai szelekció jelentős mértékben magyarázható a diákok problémamegoldó képességeinek fejlettségi szintjével (Molnár, 2016a). A látens profilelemzés – feltételezhetően az erős szelekció miatt – már csak négy csoportba osztotta a diákokat: magasan teljesítők; gyorsan tanulók; kezdetben átlag alatt teljesítők, de az egyszerű rendszereken tanulni képes és végül a kezdetben átlag alatt, alacsonyabbban teljesítők, majd a problémák bonyolultsági fokával párhuzamosan egyre alacsonyabbban teljesítő

diákok. Az egyetemisták között mindössze 20% volt azon diákok aránya, akik gondolkodási képességük alapján ezen legalacsonyabban teljesítők közé sorolhatóak. Feltételezésünk szerint egy azonos korosztályú reprezentatív mintán kialakultak volna az általános iskolás mintán tapasztalt legalacsonyabban teljesítő osztályok is.

A diákok stratégiahasználatát és interaktív problémamegoldás teszten nyújtott teljesítményét számos képesség, egyéni jellemző határozza meg. Ilyen képességek például az általános gondolkodási képességek és a fluid intelligencia (pl.: Greiff et al., 2013; Wüstenberg et al., 2012). Ugyanakkor a látens profilelemzések rámutattak arra, hogy a különböző tanulási típusok, stílusok (Jonassen & Grabowski, 1993) területe is releváns kutatási kérdésként merülhet fel a kapcsán, hogy a diákok milyen felfedező stratégiákat használnak problémamegoldó helyzetekben és hogyan tanulnak a teszt megoldása során.

Következtetések

A strukturális egyenletek módszeréhez tartozó profilelemzésekkel nemcsak a fejlődés mennyiségi, hanem minőségi változását is detektálni tudtuk és definiálni a különböző tulajdonságokkal jellemezhető diákokat problémamegoldó képességük fejlettségi szintje szerint. Az alkalmazott stratégia és tanulási képességek fényében a diákok hat csoportja különíthető el egymástól: a legegyszerűbb rendszereket sem kezelő, a legegyszerűbb rendszereket alacsony fokon átlátó, az egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátó, a gyorsan tanuló, az egyszerű rendszereket jól átlátó, de a bonyolultabbnál alulteljesítő és a magas szintű stratégiahasználók. Ezen elemzések az interaktív problémamegoldó képesség korábban nem vizsgált aspektusát (Greiff et al., 2013; Wüstenberg, Greiff, Molnár, & Funke, 2014), a probléma feltérképezése és megoldása során alkalmazott explorációs stratégiák minőségi különbözőségeit és azok tág életkori intervallumban történő változását térképezték fel.

A diákok által alkalmazott felfedező és problémamegoldó stratégiák mintázatának elemzése a pedagógusoknak fontos információt szolgáltat az azon diákokról, akik összességében egymáshoz közel álló teljesítményt mutatnak, ugyanakkor azt különböző úton, utakon érik el. Ez a megkülönböztetés a tanítás módszereinek kiválasztásában és személyre szabásában, a gondolkodási képességek célzott fejlesztésében is szerepet játszhat. Az elszigetelt változókezelésre alapozó felfedező stratégiák alkalmazása nemcsak a problémamegoldással kapcsolatos kutatásokban került előtérbe, hanem meghatározó tényezőnek bizonyult a természettudományos gondolkodás elsajátítási folyamatában is.

Az eredmények alapján felmerült lényeges oktatási vonatkozású kutatási kérdés, hogy mi különbözteti meg azon diákokat egymástól, akik a teszt elején még gyengébben teljesítettek, nem ismerték az elszigetelt változókezelésre alapozó stratégiát, majd gyorsan fejlődő, gyors tanulásra képes diákként a teszt végére már a legbonyolultabb problémákat is sikeresen oldották meg, illetve akik nem is tudtak továbblépni és megmaradtak az alacsonyan teljesítők között. Előre lehet-e jelezni egyéb képességek alapján, hogy kik lesznek a magas képességszintű, illetve a tanítás szempontjából legizgalmasabb csoportba, a gyorsan tanuló diákok csoportjába tartozó tanulók? Vajon melyek azok a kevésbé komplex,

ezért könnyebben fejleszthető képességek – a problémamegoldás komponensképességei – , amelyek befolyásolják azt, hogy valaki jó vagy rossz problémamegoldónak bizonyul? Ezen képességek (pl.: az induktív gondolkodás, I. Molnár, Greiff, & Csapó, 2013) tanórai fejlesztése nélkülözhetetlen lenne. Teljes körű feltérképezésük további kutatásokat igényel.

A korábbi eredmények alapján a fejlődés szempontjából szenzitív szakaszban lévő 6-8. évfolyamos diákok és az erős, kétszeres (általános iskola és középiskola után) szelekció is átesett egyetemisták eredményein alapuló látens profilok alapján megállapíthatjuk, hogy bár oktatási rendszerünk kevésbé fejleszti a diákok gondolkodási képességeit, beleértve problémamegoldó gondolkodásukat, de az iskolai szelekció egyértelműen, jelentős mértékben magyarázható a diákok problémamegoldó képességeinek, explorációs stratégiáik és tanulási képességeik fejlettségi szintjével. Mindezen eredmények egyre inkább felhívják a figyelmet a közel teljes mértékben ismeretek közvetítésén alapuló oktatással szemben a gondolkodási képességek fejlesztését is fókuszba állító probléma-alapú tanulás és tanítás megközelítésének iskolai alkalmazására.

Ezek az eredmények új megvilágításba helyezik a korábbi, nemzetközi, főképp egy specifikus stratégia használatának vizsgálatára fókuszáló MicroDYN környezetben történt elemzéseket és azok értelmezését. A látens profilelemzések alátámasztották azt az elméletet, miszerint a képességek fejlődése mind mennyiségi, mind minőségi változáson alapul (Csapó, 2003). A technológiaalapú tesztelés és az új elemzési eljárások segítségével mindkettő számszerűsíthető és objektív eszközökkel jellemezhető.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány megírását az OTKA K115497 kutatás támogatta.

Irodalom

- Binkley, M., Erstad, E., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining 21st century skills. In P. Griffin, B. McGaw & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st Century skills* (pp. 17–66). Dordrecht: Springer. doi: [10.1007/978-94-007-2324-5_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2)
- Clark, S. L., & Muthén, B. (n.d.). *Relating latent class analysis results to variables not included in the analysis* [PDF document]. Retrieved from <http://statmodel2.com/download/relatinglca.pdf>
- Collins, L. M., & Lanza, S. T. (2010). *Latent class and latent transition analysis: With applications in the social, behavioral, and health sciences*. Wiley: New York.
- Csapó, B. (2003). *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Csapó, B., & Molnár, G. (2012). Gondolkodási készségek és képességek. In B. Csapó (Ed.), *Mérlegen a magyar iskola* (pp. 407–440). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Dörner, D., Kreuzig, H. W., Reither, F., & Stäudel, T. (1983). *Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität*. Bern: Hans Huber.
- Dziak, J. J., Coffman, D. L., Lanza, S. T., & Li, R. (2012). *Sensitivity and specificity of information criteria. Technical Report Series #12-119* [PDF document]. Retrieved from <https://methodology.psu.edu/media/techreports/12-119.pdf>

- Funke, J. (1992). *Wissen über dynamische Systeme: Erwerb, Repräsentation und Anwendung*. Heidelberg: Springer. doi: [10.1007/978-3-642-77346-4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-77346-4)
- Funke, J. (2010). Complex problem solving: A case for complex cognition? *Cognitive Processing*, *11*, 133–142. doi: [10.1007/s10339-009-0345-0](https://doi.org/10.1007/s10339-009-0345-0)
- Funke, J. (2014). Analysis of minimal complex systems and complex problem solving require different forms of causal cognition. *Frontiers in Psychology*, *5*, 739. doi: [10.3389/fpsyg.2014.00739](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00739)
- Gardner, P. H., & Berry, D. C. (1995). The effect of different forms of advice on the control of a simulated complex system. *Applied Cognitive Psychology*, *9*(7), 55–79. doi: [10.1002/acp.2350090706](https://doi.org/10.1002/acp.2350090706)
- Greiff, S., Wüstenberg, S., & Avvisati, F. (2015). Computer-generated log-file analyses as a window into students' minds? A showcase study based on the PISA 2012 assessment of problem solving. *Computers & Education*, *91*, 92–105. doi: [10.1016/j.compedu.2015.10.018](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.018)
- Greiff, S., Wüstenberg, S., & Funke, J. (2012). Dynamic problem solving: A new assessment perspective. *Applied Psychological Measurement*, *36*(3), 189–213. doi: [10.1177/0146621612439620](https://doi.org/10.1177/0146621612439620)
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Csapó, B., Demetriou, A., Hautamäki, H., Graesser, A. C., & Martin, R. (2014). Domain-general problem solving skills and education in the 21st century. *Educational Research Review*, *13*, 74–83. doi: [10.1016/j.edurev.2014.10.002](https://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.10.002)
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J., & 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), 364–379. doi: [10.1037/a0031856](https://doi.org/10.1037/a0031856)
- Jonassen, D. H. & Grabowski, B. L. (Eds.). (1993). *Handbook of individual differences, learning, and instruction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. doi: [10.4324/9780203052860](https://doi.org/10.4324/9780203052860)
- Markman, A. B. (1999). *Knowledge representation*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Molnár, G. (2012). A problémamegoldó gondolkodás fejlődése: az intelligencia és szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3-11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, *112*(1), 41–58.
- Molnár, G. (2016a): 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. *Iskolakultúra*, *26*(5), 3–16. doi: [10.17543/iskkult.2016.5.3](https://doi.org/10.17543/iskkult.2016.5.3)
- Molnár, G. (2016b): Interaktív problémamegoldó környezetben alkalmazott felfedező stratégiák hatékonysága és azok változása: logfájlelemzések. *Magyar Pedagógia*, *116*(4), 427–453. doi: [10.17670/mped.2016.4.427](https://doi.org/10.17670/mped.2016.4.427)
- Molnár, G., & Pásztor-Kovács, A (2015). A problémamegoldó képesség mérése online tesztkörnyezetben. In B. Csapó & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp. 279–300). Budapest: Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet.
- Molnár, G., Greiff, S., & Csapó, B. (2013). Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking skills and Creativity*, *9*(8), 35–45. doi: [10.1016/j.tsc.2013.03.002](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.03.002)
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2012). *Mplus User's Guide (7th edition)*. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- OECD (2010). *PISA 2012 Field trial problem solving framework* [PDF document]. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/8/42/46962005.pdf>.
- OECD (2014). *PISA 2012 results: Creative problem solving. Students' skills in tackling real-life problems* (Volume V). Paris: OECD. doi: [10.1787/9789264208070-6-en](https://doi.org/10.1787/9789264208070-6-en)
- Schweizer, F., Wüstenberg, S., & Greiff, S. (2013). Validity of the MicroDYN approach: Complex problem solving predicts school grades beyond working memory capacity. *Learning and Individual Differences*, *24*, 42–52. doi: [10.1016/j.lindif.2012.12.011](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.011)

A problémamegoldó és tanulási stratégiák változása 11 és 19 éves kor között: logfile elemzések

- Sonnleitner, P., Brunner, M., Greiff, S., Funke, J., Keller, U., Martin, R., Hazotte, C., Mayer, H., & Latour, T. (2012). The Genetics Lab. Acceptance and psychometric characteristics of a computer-based microworld to assess complex problem solving. *Psychological Test and Assessment Modeling*, *54*, 54–72.
- Tschigi, J. E. (1980). Sensible reasoning: A hypothesis about hypotheses. *Child Development*, *51*, 1–10. doi: [10.2307/1129583](https://doi.org/10.2307/1129583)
- Wüstenberg, S., Greiff, S., & Funke, J. (2012). Complex problem solving – More than reasoning? *Intelligence*, *40*, 1–14. doi: [10.1016/j.intell.2011.11.003](https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.11.003)
- Wüstenberg, S., Greiff, S., Molnár, G., & Funke, J. (2014). Cross-national gender differences in complex problem solving and their determinants. *Learning and Individual Differences*, *29*, 18–29. doi: [10.1016/j.lindif.2013.10.006](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.10.006)
- Wüstenberg, S., Stadler, M., Hautamäki, J., & Greiff, S. (2014). The role of strategy knowledge for the application of strategies in complex problem solving tasks. *Technology, Knowledge, and Learning*, *19*, 127–146. doi: [10.1007/s10758-014-9222-8](https://doi.org/10.1007/s10758-014-9222-8)

Molnár Gyöngyvér

ABSTRACT

LEARNING AND PROBLEM SOLVING STRATEGIES USED BY 11–19-YEAR-OLD STUDENTS:
LOGFILE ANALYSES

Gyöngyvér Molnár

Problem solving is a transversal skill that transcends individual disciplines and explores the applicability of knowledge. Mapping certain aspects of this skill which had not been investigated previously became a reality with computer-based testing. The aim of log file analyses is to provide both a qualitative and quantitative description of exploration strategies used in mapping minimally complex, simulated problems. The participants in the study were sixth- to eighth-graders (n=2226) and first-year university students (n=1259). A latent profile analysis was conducted to ascertain the exploration strategies employed by the latent classes as they worked to understand the problems. Solutions were examined in two to eight classes. Based on the findings of this study, a distinction can be made between (A) six qualitatively different groups in the primary age group: (1) cannot process even the most fundamental systems; (2) grasps the simplest systems at a low level; (3) grasps simple problems with some success; (4) learns fast; (5) grasps simple systems well, but underperforms when working with more complex systems; and (6) uses advanced strategies; and (B) four qualitatively different groups at the university level: (1) low-performing strategy users; (2) proficient strategy users; (3) slow learners; and, finally, (4) rapid learners, the most valuable group from an educational point of view. No so-called intermediate strategy users were detected. The analyses bear out the assumption that school selection can be significantly explained by the developmental level of students' problem solving abilities. The true benefit of the latent profile analysis-based approach is that it has confirmed the hypothesis that development can be described not only with quantitative change, but also with qualitative change. An exclusively quantitative analysis is insufficient, as it would lead to false conclusions in this case.

Magyar Pedagógia, 117(2). 221–238. (2017)
DOI: 10.17670/MPed.2017.2.221

Levelezési cím / Address for correspondence: Molnár Gyöngyvér, SZTE Neveléstudományi Intézet, Oktatáselméleti Kutatócsoport. H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 30–34.