

Czékmán Balázs – Kiss József – Tóth Zoltán

Tudásszerkezet-vizsgálat online szóasszociációs teszttel

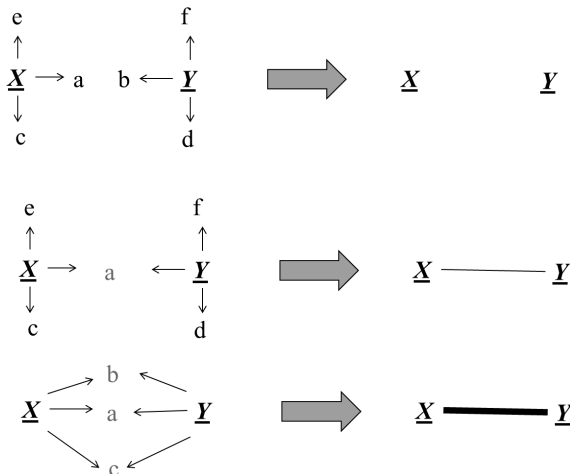
Bevezetés

A tudásszerkezet feltárására, változásának nyomon követésére számos módszer áll rendelkezésünkre.

A napi tanítási gyakorlatban is használható *fogalmi térképek* elsősorban az egyedi tanulók tudásreprezentációjának feltárására alkalmasak (Kiss és Tóth, 2002; Habók, 2008). A fogalmi térkép egy témakör legfontosabb fogalmainak kapcsolati rendszerét jeleníti meg. Az egymáshoz valamilyen módon közvetlenül kapcsolódó fogalmakat nyilakkal, a köztük lévő kapcsolatot a nyilakra írt rövid szöveggel fejezzük ki.

A Galois-gráf (Takács 1997, 2000, 2003; Fatalin, 2008) segítségével a véges számú objektum és tulajdonság közötti több-több értelmű összefüggést visszavezethetjük zárt objektumcsoportok és tulajdonságok közötti egy-egy értelmű összefüggésre úgy, hogy ezek ábrázolása megmutatja a köztük lévő hierarchiát és struktúrát is. Bár történtek erőfeszítések kollektív elemzésekre is (Takács, 2000; 2003), a Galois-gráf elsősorban fogalmi struktúrák és egyedi tanulók tudásszerkezetének vizsgálatára alkalmas (Fatalin, 2008).

Külföldi – és néhány éve hazai – kutatási eredmények szerint alkalmas a tudásszerkezet, a tudás szerveződésének és a tudásszerkezet változásának vizsgálatára a valószínűségi elemeket is figyelembe vevő sokdimenziós modell, a *tudástérelmélet* (knowledge space theory), amelyben az ismeretek kognitív szerveződését egy jól tagolt tudástérrel



1. ábra. A szóasszociációs vizsgálat alapja, hogy két fogalom (X és Y) közötti kapcsolat erőssége a rájuk adott közös asszociációk számától függ

írjuk le (Albert, 1994; Taagepera és mtsai, 1997; Doignon és Falmagne, 1999). Bár ez a módszer hazánkban is elterjedőben van (Tóth, 2005, 2007, 2012; Tóth és Kiss, 2007, 2009; Tóth és Ludányi, 2007a, 2007b; Tóth és Sebestyén, 2009; Sebestyén és Tóth, 2015a, 2015b; Abari és Máth, 2010, 2015; Máth és Abari, 2011; Bánhalmi, 2015), közvetlen tanórai felhasználásra egyelőre nem alkalmas.

Mind egyéni, mind csoportos tudásszerkezet-vizsgálatra alkalmas a szóasszociációs módszer (lásd pl. Cardellini, 2008; Kostova és Radoynovska, 2008; Nakiboglu, 2008; Kluknavszky és Tóth, 2009; Ercan és mtsai, 2010; Tóth és Sójáné, 2012; Daru és Tóth, 2014a, 2014b; Kádár és Farsang, 2012, 2014; Malmos és Revákné, 2015). A módszer lényege, hogy bizonyos témakör kulcsfogalmait, mint hívó szavakat alkalmazva, azt vizsgáljuk, hogy adott idő alatt a tanuló milyen más szavakra asszociál. Az egyes hívó szavak közötti kapcsolat erősségére a közös válaszcavakból tudunk következtetni (1. ábra). Egyszerűsége és a tesztfelvétel kis időigénye miatt a szóasszociációs módszert tanítási órán is lehet használni.

Szakirodalmi áttekintés

Tudásszerkezet vizsgálata szóasszociációs módszerrel

A 19. századi pszichológia egyik elméletének, az asszociációs pszichológiának a kulcsfogalma az asszociáció (Atkinson és mtsai, 1997). A szóasszociációs vizsgálatok több mint egy évszázada használatosak pszichológiai és nyelvészeti kutatásokra.

Első alkalmazására a lélektan területén került sor. Az ún. Kent–Rosanoff-féle (1910) asszociációs hívófogalom-lista alapján a pszichés problémákkal küzdők válaszaiból a kutatók kategóriákat képeztek, majd ezt a listát alkalmazták diagnosztikus céllal más személyek vizsgálatára is (Weiner és Greene, 2011).

A szóasszociáció módszerének igen jelentős szerepe van nyelvészeti kutatásokban is. Az idevonatkozó legfontosabb szakirodalom értékelő áttekintése Kovács (2013) monográfiájában olvasható. Ugyancsak Kovács (2012a, 2012b) mutat példát a szóasszociációs vizsgálatok eredményeinek a reklámparban való felhasználására is.

A szóasszociációnak a tudásszerkezet feltárására, változásainak vizsgálatára elsősorban a természettudományok területén került sor az 1980-as évektől (1. táblázat). Hazánkban először 2009-ben számoltunk be ilyen jellegű vizsgálatokról (Kluknavszky és Tóth, 2009).

A szóasszociációs vizsgálatok gyakorlata

A szóasszociációs vizsgálat gyakorlati alkalmazásához általánosságban öt-hat hívófogalomra van szükség. A tanulók az egyes fogalmakra meghatározott időn belül leírják azokat az asszociációkat, melyek az adott szóval kapcsolatban eszükbe jutnak. Ezután következik az összegyűjtött adatok elemzése, mely segítségével egyrészt meghatározható a Garskof–Houston-féle kapcsolati együtttható (RC), másrészt egyszerű gyakoriság számításával feltérképezhető az adott hívófogalmakra adott asszociációk. A kapcsolati együtttható kiszámítási módja, képlete már több tanulmányban (Kluknavszky és Tóth, 2009, Daru és Tóth, 2014a, 2014b, Malmos és Revákné, 2015) is bemutatásra került, így ennek ismertetésétől most eltekintünk.

A szóasszociációs vizsgálat lépései a következők:

- az adatok összegyűjtése,
- az adatok feldolgozása,
- a kapcsolati együttthatók (RC) kiszámítása,
- a leggyakoribb asszociációk meghatározása,
- az összefüggések (asszociációs háló, fogalmi háló) grafikus ábrázolása.

1. táblázat. Szóasszociációs vizsgálatok a tudásszerkezet és változásának feltárására

A kutatás tárgya	Hivatkozás
Maláj és skót gyerekek természettudományos fogalmainak összehasonlítása	<i>Isa és Maskil (1982)</i>
A tanulók reakciókinetika témakörrel kapcsolatos előzetes ismereteinek és a tanítás hatásának vizsgálata	<i>Chachapuz és Maskill (1987)</i>
Egyetemi hallgatók genetikai fogalmakkal kapcsolatos tudásszerkezete	<i>Bahar, Johnstone és Sutcliffe (1999)</i>
Elsőéves mérnökhallgatók általános kémiai fogalmakkal kapcsolatos tudásszerkezete és tévképzetei	<i>Cardellini és Bahar (2000)</i>
Fogalmi váltás vizsgálata	<i>Hovardas és Korfiatis (2006)</i>
Tanulócsoport jellemző tudásszerkezetének változása az atomszerkezet témakör tanításának hatására	<i>Nakiboglu (2008)</i>
Biológiatanárok és tanulócsoportok fogalmi rendszerének vizsgálata az élő sejt és a biodiverzitás témakörben	<i>Kostova és Radyonovska (2008)</i>
7–10. évfolyamos tanulók jellemző tudásszerkezetének változása levegőszennyezés témakörben	<i>Kluknavszky és Tóth (2009)</i>
Kooperatív technika hatása a tanulócsoportok jellemző tudásszerkezetére biotechnológia témakörben	<i>Altiparmak és Yazici (2010)</i>
7. osztályosok fogalmi rendszere csillagászat témakörben	<i>Ercan, Tasdere és Ercan (2010)</i>
Az előzetes tudás és az oktatás hatásának vizsgálata savak és bázisok témakörben kémiantanár-szakos hallgatók körében	<i>Sendur, Özbayrak és Uyulgan (2011)</i>
Óvodapedagógus-jelöltek tudásszerkezete és tévképzetei az erő és mozgás témakörben	<i>Timur (2012)</i>
Energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetek összehasonlítása 7–12. évfolyamos gimnáziumi, szakközépiskolai és szakiskolai tanulók esetében	<i>Tóth és Sójáné (2012a, 2012b)</i>
Általános iskolai és középiskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetei	<i>Kádár és Farsang (2012)</i>
Egyetemisták földrajzzal kapcsolatos tévképzeteinek összehasonlító vizsgálata	<i>Kádár és Farsang (2014)</i>
Óvodások időjárással kapcsolatos fogalmi hálójának vizsgálata	<i>Daru és Tóth (2014a, 2014b)</i>
Általános iskolások tudománnyal kapcsolatos fogalmi rendszerének vizsgálata	<i>Öner Armağan (2015)</i>
Középiskolások ökológiai fogalmakkal kapcsolatos tudásszerkezete és tévképzetei	<i>Özata Yücel és Özkan (2015)</i>
Általános iskolások biológiai fogalmakhoz kapcsolódó tévképzetei	<i>Malmos és Revákné (2015)</i>
Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezete	<i>Sójáné és Tóth (2017)</i>

IKT-eszközök a szóasszociációs vizsgálatokban

A vizsgálat lebonyolításának ideje IKT-eszközök igénybevételével jelentősen rövidíthető, mivel számos részfolyamat automatizálható. Ennek ellenére nincs tudomásunk olyan könnyen elérhető programról, melynek segítségével a szóasszociációs vizsgálat valamennyi lépését percek alatt végrehajthatnánk.

Kovács László (2007) a mentális lexikon hálózatos jelenségeinek vizsgálatára hozta létre az Agykapocs-projektet, amely már 11 nyelven képes asszociációkat gyűjteni. A program hívó szavakat generál egy listából, amely két úton jön létre. Egyrészt minden nyelvre tartalmaz egy 100 szavas kezdeti hívószó-listát. Másrészt a kísérlet vezetője a beérkezett asszociációkból válogatva bővítheti a listát. A rendszer – válaszként – nemcsak szavakat, hanem maximum 255 karakter hosszúságig szócsoportokat, kifejezéseket, mondatokat is fogad. Két szó közötti kapcsolat erősségét az határozza meg, hogy hányszor fordult elő asszociációként a kérdéses szó az adott hívó szóra. Az adatbázis lehetőséget ad az egyszerű statisztikai adatok (pl. gyakoriságok) lekérdezésén túl a kapcsolatok lekérdezésére is. Segítségével két kiválasztott szó közötti legrövidebb útvonal is lekérdezhető.

A szóasszociációs vizsgálatok adatainak értékelésére szolgáló kapcsolati együttműködő gyors számítását teszi lehetővé a Daru Katalin és Havasi Gábor által készített excelpanel (*Daru és Tóth, 2015*).

Jelen tanulmányunk egyik célja annak vizsgálata, hogy a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat mely folyamatai automatizálhatók, és mely folyamatokhoz van szükség emberi beavatkozásra.

Egy online szóasszociációs teszt létrehozása és kipróbálása

Célunk egy olyan online szóasszociációs teszt létrehozása volt, amely könnyű elérhetőségével, egyszerűségével és gyorsaságával lehetővé teszi a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálatok elterjedését, a tanítási gyakorlatban történő meghonosítását. Ennek érdekében először csak olyan online alkalmazásokat, közismert szoftvereket használtunk, melyek használata nem igényel speciális tudást. Az online szóasszociációs tesztet egy budapesti általános iskola ötödik (n = 10), hetedik (n = 13) és nyolcadik (n = 14) osztályos csoportjával próbáltuk ki a földrajz tantárgy „Alföld” témakörében. Hat hívó fogalommal (alföld, síkság, puszta, mezőgazdaság, lovak, Hortobágy) dolgoztunk. A továbbiakban a vizsgálat menetét és az eredmények értékelését a hetedik osztályos mintán keresztül mutatjuk be.

Az adatok begyűjtése

Az adatok tanulóktól való begyűjtését a Google Űrlapok [Google Forms (1)] segítségével végeztük el. Az online eszköz egyik nagy előnye, hogy platformfüggetlen, így kitöltése történhet asztali számítógépek, mobil eszközök, így laptopok, tabletek, akár a diákok saját okostelefonjaik segítségével is. Hátránya, hogy használatához internetkapcsolatra van szükség, melyről a felmérést megelőzően érdemes tájékozódni. A különböző hívó fogalmakra, az asszociációk számának megfelelő „rövid válasz” beviteli mező megadása szükséges. Praktikus minden hívó fogalom és az arra kihagyott válaszok után oldaltörést alkalmazni, így a csoportok tagjai bevárhatják egymást, és egyszerre történhet a kitöltés (2. ábra). Az űrlap létrehozása akár egy tanóra előtt is kivitelezhető, körülbelül 10-15 percet vesz igénybe. Az űrlapok által összegyűjtött adatok egy online táblázatba kerülnek (3. ábra), melyek könnyedén átvihetők más táblázatkezelő, akár statisztikai szoftverekbe is.

Az adatok összegyűjtése után érdemes a diákok által adott asszociációk helyesírását ellenőrizni, hiszen egy-egy elgépelt, ékezet nélkül írt, ragozott vagy éppen többes számban



2. ábra. Adatok bekérése a Google Űrlapok segítségével

1	Időbélyeg	ALFÖLD							
2	2016.05.24. 11:19:17	vizes					SIKSÁG		
3	2016.05.24. 11:19:52	táj	földrés				homokos		száraz
4	2016.05.24. 11:19:53	táj	növények	hely	puszta	természet	terület		növény
5	2016.05.24. 11:19:53	mező	Kisalföld				puszta		sivatag
6	2016.05.24. 11:19:54	favak	mezőgazdaság	síkság	állattenyésztés	földművelés	pusztaság		szárazság
7	2016.05.24. 11:19:54	nagy	termelnek rajta	állatok	sík		fűves		száraz
8	2016.05.24. 11:19:59	lapos	szép	békés	sok a növény	sok a állat	gazdag		síma
9	2016.05.24. 11:20:03	mező	Kisalföld				puszta		sivatag
10	2016.05.24. 11:20:09	síkság	fák	növények	állatok		fű		állatok
11	2016.05.24. 11:20:21	növények	fű	állatok	zöld	természet	sík terület		szárazság
12	2016.05.24. 11:20:42	növények	állatok	föld	erdő	természet	sík terület		szárazság
13	2016.05.24. 11:20:49	síkság	favak	puszták	állatok	mezőgazdaság	szárazság		nagy lapos terület
14	2016.05.24. 11:21:14	fű	fa	növény	állat	termés	növény		állat

3. ábra. Összegyűjtött adatok online táblázatban

írt szó jelentős befolyással van a fogalmak közötti kapcsolati együtthatókra, az asszociációk gyakoriságára, így a végeredményre is. Rokon értelmű szavak, főnév és főnévből képzett melléknévek (fű – fűves) esetén mindig a vizsgálatot végző kezében van a döntés, hogy miként módosít az adatokon. A kutatási adatok ilyen jellegű módosítása mindig egy nagyon érzékeny terület.

A Google Űrlapok segítségével összegyűjtött adatok feldolgozására és elemzésére több számítógépes lehetőség is van. A hívó fogalmakra adott szóasszociációk összegyűjtése után meghatározható a szavak közötti kapcsolati együttható, valamint a hívó fogalmakra adott szavak előfordulásának gyakorisága is.

A kapcsolati együttható számítása

A kapcsolati együtthatók automatikus kiszámítása a Microsoft Office Excel 2013 táblázatkezelő szoftver segítségével is végrehajtható. Az általunk készített sablont úgy fejlesztettük ki, hogy a Google Űrlapokból nyert adatok egy az egyben átvihetők. A sablon a bevitt szavakból automatikusan kiszámolja a hívó fogalmak közötti kapcsolati együtthatót. A jelenlegi sablon hat vagy annál kevesebb hívó fogalom, hívó fogalmanként öt vagy annál kevesebb asszociáció feldolgozására képes maximum 15 fős csoportokban. A gyakorlati tapasztalat azt támasztja alá, hogy a begyűjtött adatok Excel sablonba másolása után, a szavak közötti kapcsolati együttható kiszámolása automatikusan működik (2. táblázat).

2. táblázat. A hívó fogalmak közötti kapcsolati együtthatók végeredményként az Excelben

	SÍKSÁG	PUSZTA	MEZŐ- GAZDASÁG	LOVAK	HORTOBÁGY
ALFÖLD	0,100	0,130	0,138	0,030	0,153
SÍKSÁG		0,197	0,026	0,027	0,111
PUSZTA			0,044	0,039	0,144
MEZŐGAZDASÁG				0,011	0,037
LOVAK					0,098

Az asszociációk gyakoriságának meghatározása

A hívó fogalmakra adott asszociációk gyakoriságának meghatározására ugyancsak van lehetőség az Excel használatával, vagy az SPSS statisztikai, elemző szoftver segítségével is. Azonban a szavak előfordulásának gyakoriságára más meghatározási lehetőségek is kínálkoznak, melyek esetenként egyszerűbbek és gyorsabbak lehetnek, valamint nem igényelnek semmilyen előzetes adatsoportosítást. Adott szövegben előforduló szavak megszámlálására több online megoldás is van, mi a *wordcounter.com* oldalt vettük igénybe, mely ismeri a magyar ékezeteket, és rendkívül egyszerűen kezelhető. A Google online táblázatból kinyert adatok mindenféle formázás nélkül beilleszthetők, és egy egyszerű táblázat segítségével a szavak száma meghatározható (3. táblázat).

3. táblázat. A hívó fogalmakra adott szóasszociációk (minimum három említés, *wordcounter.com*)

ALFÖLD	SÍKSÁG	PUSZTA	MEZŐ- GAZDASÁG	LOVAK	HORTOBÁGY
állatok (4)	terület (4)	állatok 5	termelés (4)	lovaglás (4)	Kilenclyukú híd (3)
növények (4)	állatok (3)	terület (5)	állattenyésztés (3)	állatok (3)	
	fű (3)	fű (3)	gabona (3)	állat (3)	
	szárazság (3)	fűves (3)			
		növények (3)			

Az adatok vizuális megjelenítése gráfokkal történő ábrázolással is történhet. Az Excel segítségével kiszámolt és összesített adatok ábrázolására az ingyenesen használható *Gephit* (2) alkalmaztuk. A nyílt forráskódú szoftver egy interaktív vizualizációs platform, mely hálózati és összetett rendszerek megjelenítésére alkalmas, így gráfok ábrázolására is megfelelő. Ahhoz, hogy a szavak közötti kapcsolatokat és erősségeiket automatikusan ábrázolni tudjuk, két adattáblára van szükség; az első tábla a gráfok csúcsaira, míg a második a csúcsok közötti kapcsolatokra, és azok erősségére vonatkozik.

A hívó fogalmak közötti kapcsolatok (fogalmi térkép) ábrázolása

A hívó fogalmak közötti kapcsolatok meghatározásához az első adattáblának tartalmaznia kell a gráfok csúcsait (hívó fogalmak, Label) és egy ahhoz tartozó azonosítót (Id) (4. táblázat).

4. táblázat. Gráfok csúcsainak ábrázolásához szükséges adattábla

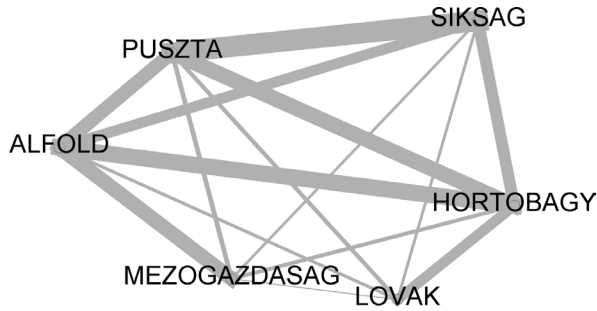
Id	Label	type	xcoord	ycoord
1	ALFOLD	person	0	0
2	SIKSAG	person	0	0
3	PUSZTA	person	0	0
4	MEZOGAZDASAG	person	0	0
5	LOVAK	person	0	0
6	HORTOBAGY	person	0	0

A gráfok csúcsai közötti kapcsolatok ábrázolásához egy második adattáblára van szükség, mely tartalmazza a csúcsok között meglévő kapcsolatokat (Source – Target = Forrás – Cél), a kapcsolatok irányát, valamint a kiszámított kapcsolatok erősségét (Weight), melyeket akár fel is címkézhetünk (Label), azonban ez el is hagyható (5. táblázat).

5. táblázat. Gráfok csúcsai közötti kapcsolatok ábrázolásához szükséges adattábla

Source	Target	Type	Id	Label	Weight
1	2	Undirected		10%	0,100
1	3	Undirected		13%	0,130
1	4	Undirected		14%	0,138
1	5	Undirected		3%	0,030
1	6	Undirected		15%	0,153
2	3	Undirected		20%	0,197
2	4	Undirected		3%	0,026
2	5	Undirected		3%	0,027
2	6	Undirected		11%	0,111
3	4	Undirected		4%	0,044
3	5	Undirected		4%	0,039
3	6	Undirected		14%	0,144
4	5	Undirected		1%	0,011
4	6	Undirected		4%	0,037
5	6	Undirected		10%	0,098

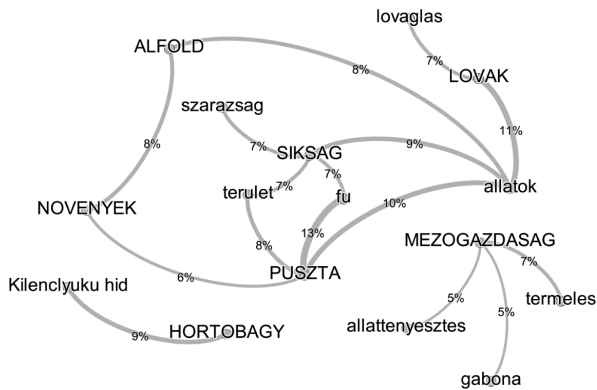
A szoftver „Data Laboratory” részében csúcsokhoz (Nodes) az első adattábla, míg a kapcsolatok erősségének (Edges) ábrázolásához a második adattábla betöltése szükséges. Így a szoftver automatikusan elkészíti a gráfot, melynek formázásával elkészíthető a kívánt vizuális megjelenés, feltüntethetők a kívánt adatok (4. ábra).



4. ábra. Hívó fogalmak közötti kapcsolatok ábrázolása Gephipel

Az asszociációk ábrázolása

Az asszociációk ábrázolásához – a fogalmi térképhez hasonlóan – ugyancsak két adat-táblára van szükség. Az első táblának tartalmaznia kell az – előzetesen már meghatározott – összes szót, melyet ábrázolni szeretnénk, majd a szavakat szintén el kell látnunk azonosítóval. A második adattáblában pedig a gráfok csúcsai közötti kapcsolatok ábrázolásához szükséges adatok kapnak helyet. Az így készített adattáblák a Gephibe az előzőekben ismertetett módon importálhatók. A kapcsolati erősségek értékei a vonalakon feltüntethetők, továbbá a vonalak vastagsága, ábrázolása (egyenes, görbe) megváltoztathatók (5. ábra).



5. ábra. Az asszociációk ábrázolása Gephipel

Összefoglalás és a fejlesztés további útjainak kijelölése

Bárki számára elérhető IKT-eszközök segítségével eljárást dolgoztunk ki a tudásszerkezet online szóasszociációs teszttel történő vizsgálatára. A kezdeti eredmények és tapasztalatok biztatóak. Részletes használati útmutatót dolgoztunk ki azok számára, akik használni vagy vizsgálni szeretnék ezt az online eljárást (3).

Ugyanakkor még nem sikerült megoldani azt, hogy a hívó szavak ne meghatározott sorrendben, hanem véletlenszerűen kövessék egymást. Szükségessé válhat a válaszként adott asszociációk száma felső korlátjának növelése is. Az eddigi tapasztalatok alapján elkészítettünk egy olyan programot is, amely lehetővé teszi, hogy az adatfelvétel és az eredmények megjelenítése közötti idő lényegesen kisebb (akár néhány másodperc) legyen. További tesztelés és fejlesztés után ezt a programot is szeretnénk közkinccsé tenni.

Irodalomjegyzék

- Abari K. és Máth J. (2015): Tudásterek alkalmazása az oktatásban: Az R statisztikai programcsomag tanítása. In: Balázs K. (szerk.): *Alkalmazott pszichológiai tanulmányok a Szociál- és Munkapszichológiai Tanszék fennállásának 25. évfordulójára*. Debrecen. 211–232.
- Abari, K. és Máth, J. (2010): A történelmi tudásérése a tudástér-elmélet segítségével. In: Münnich Á. és Hunyady Gy. (szerk.): *A nemzeti emlékezet vizsgálatainak pszichológiai szempontjai*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 191–216.
- Albert, D. (1994, ed.): *Knowledge Structures*. Springer, Berlin – Heidelberg. www.uni-graz.at/publicdocs/publications/albert1994.pdf. DOI: 10.1007/978-3-642-52064-8
- Altiparmak, M. és Yazici, N. N. (2010): Easy biotechnology: Practical material designs within team activities in learning biotechnological concepts and processes. *Procedia Social Behavioral Sciences*, **2**, 2. sz. 4115–4119. DOI: 10.1016/j.sbspro.2010.03.649
- Atkinson, R. L., Atkinson, R. C., Smith, E. E. és Bem, D. J. (1997): *Pszichológia*. Osiris, Budapest.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. és Sutcliffe, R. G. (1999): Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, **33**, 3. sz. 134–141. DOI: 10.1080/00219266.1999.9655653
- Bánhalmi Á. (2015): Az ideális tanítási út meghatározása konjunktív Bayes-hálók segítségével. In: Tóth Z. (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban 2014*. MTA PTB, Debrecen. 23–36.
- Cardellini, L. (2008): A note on the calculation of the Garskof-Houston relatedness coefficient. *Journal of Science Education*, **9**, 1. sz. 48–51.
- Cardellini, L. és Bahar, M. (2000): Monitoring the learning of chemistry through word association tests. *Australian Chemistry Resource Book*, **19**, 59–69.
- Chachapuz, A. F. C. és Maskill, R. (1987): Detecting changes with learning in the organization of knowledge: Use of word association test to follow the learning of collision theory. *International Journal of Science Education*, **9**, 4. sz. 491–504. DOI: 10.1080/0950069870090407
- Daru K. és Tóth Z. (2014a): Óvodások időjárással kapcsolatos szóasszociációinak elemzése. In: Kozma T. és Juhász E. (szerk.): *Oktatáskutatás határon innen és túl*. Belvedere Meridionale, Szeged. 39–57.
- Daru K. és Tóth Z. (2014b): A szóasszociációs módszer alkalmazhatósága óvodások időjárással kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálatára. In: Bárdos J., Kis-Tóth L. és Racsko R. (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban*. Liceum Kiadó, Eger. 51–62.
- Doignon, J.-P. és Falmagne, J.-C. (1999): *Knowledge Spaces*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-58625-5
- Ercan, F., Tasdere, A. és Ercan, N. (2010): Observation of cognitive structure and conceptual changes through word association tests. *Journal of Turkish Science Education*, **7**, 155–157.
- Fatalin, L. (2008): *Hierarchikus fogalmi struktúrák vizsgálata gráfokkal*. PhD-értekezés. DE Matematikai és Számítástechnikai Doktori Iskola, Debrecen.
- Garskof, B. E. és Houston, J. P. (1963): Measurement of verbal relatedness: An idiographic approach. *Psychological Review*, **70**, 3. sz. 277–288. DOI: 10.1037/h0041879
- Habók A. (2008): Fogalmi térképek. *Magyar Pszichológiai Szemle*, **63**, 3. sz. 519–546. DOI: 10.1556/mpszle.63.2008.3.4
- Hovardas, T. és Korfiatis, K. J. (2006): Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. *Journal of Learning and Instruction*, **16**, 5. sz. 416–432. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2006.09.003
- Isa, A. M. és Maskill, R. (1982): A comparison of science word meaning in the classrooms of two different countries: Scottish integrated science in Scotland and in Malaysia. *British Journal of Educational Psychology*, **52**, 2. sz. 188–198. DOI: 10.1111/j.2044-8279.1982.tb00825.x
- Kádár A. és Farsang A. (2012): *Általános és középiskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetek*. http://geography.hu/mfk2012/pdf/Kadar_Farsang.pdf (Letöltés 2013. 03. 23.)
- Kent, H. H. és Rosanoff, A. J. (1910): A study of association in insanity. *American Journal of Insanity*, **67**, 1–2. sz. 37–96, 317–390.
- Kiss, E. és Tóth, Z. (2002): Fogalmi térképek a kémia tanításában. In: Tóth Z. (szerk.): *Módszerek és eljárások 12*. KLTE, Debrecen. 63–69.
- Kluknavszky Á. és Tóth Z. (2009): Tanulócsoporthoz levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Pedagogia*, **109**, 4. sz. 321–342.
- Kostova, Z. és Radoynovska, B. (2008): Word association test for studying conceptual structures of teachers and students. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, **2**, 2. sz. 209–231.
- Kovács L. (2009): Irányított kapcsolatok a mentális lexikonban. *Modern Nyelvtanítás*, **15**, 1–2. sz. 29–40.
- Kovács L. (2012): Asszociációs vizsgálatok alkalmazási lehetőségei márkák kutatásában. In: Horváthné Molnár K. és Sciacovelli, A. D. (szerk.): *XXI. Magyar Alkalmazott Nyelvészeti Kongresszus*. Szombathely. 231–236. www.kjf.hu/manyel/2011_szombathely/kotet/27_kovacs_laszlo.pdf (Letöltés 2013. 08. 18.)
- Kovács L. (2013): *Fogalmi rendszerek és lexikai hálózatok a mentális lexikonban*. 2. átdolgozott, bővített kiadás. Tinta Könyvkiadó, Budapest.

- Máth, J. és Abari K. (2011): Knowledge spaces and historical knowledge in practice. *Applied Psychology in Hungary*, 124–150.
- Nakiboglu, C. (2008): Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9. 4. sz. 309–322. DOI: 10.1039/b818466f
- Sebestyén A. és Tóth Z. (2015): A tanulók feladatmegoldó stratégiái és tudásszerkezete a vegyületek összetételével kapcsolatos számítási feladatokban. *Középiszkolai Kémiai Lapok*, 42. 1. sz. 74–92.
- Sebestyén A. és Tóth Z. (2015): Hungarian students' success rate, problem-solving strategy and knowledge structure in the problem of the shifting between the macro- and sub-microscopic levels. *Hungarian Educational Research Journal*, 5. 2. sz. 112–125. DOI: 10.14413/herj.2015.02.08
- Sendur, G., Özbayrak, Ö. és Uyulgan, M. A. (2011): A study of determination of pre-service chemistry teachers' understanding about acids and bases. *Procedia Computer Science*, 3. 52–56. DOI: 10.1016/j.procs.2010.12.010
- Sójáné Gajdos G. és Tóth Z. (2017): Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 72. 2. sz. 44–49.
- Taagepera, M., Potter, F., Miller, E. G. és Lakshminarayan, K. (1997): Mapping students' thinking patterns by the use of the Knowledge Space Theory. *International Journal of Science Education*, 19. 3. sz. 283–302. DOI: 10.1080/0950069970190303
- Takács V. (1997): A tudásszerkezet mérése. Az *Iskolakultúra* 1997/6–7. számának melléklete.
- Takács V. (2000): *A Galois-gráfok pedagógiai alkalmazása*. Iskolakultúra-könyvek, 6. (Sorozatszerk.: Géczai János), Pécs.
- Takács V. (2003): *Baranya megyei tanulók tudásszerkezetének vizsgálata*. Iskolakultúra-könyvek, 20. (Sorozatszerk.: Géczai János), Pécs.
- Tóth Z. (2005): A tudásszerkezet és a tudás szerveződésének vizsgálata a tudástérelmélet alapján. *Magyar Pedagógia*, 105. 1. sz. 59–82.
- Tóth Z. (2006): Középiszkolás tanulók alapvető fizikai és kémiai mennyiségek ismeretével és alkalmazásával kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata a tudástér-elmélet segítségével. *A Kémia Tanítása*, 14. 2. sz. 12–21.
- Tóth Z. (2012): *Alkalmazott tudástérelmélet*. Gondolat, Budapest.
- Tóth Z. és Ludányi L. (2007a): Combination of phenomenography with knowledge space theory to study students' thinking patterns in describing an atom. *Chemistry Education: Research and Practice*, 8. 3. sz. 327–336. DOI: 10.1039/b6rp90036d
- Tóth Z. és Ludányi L. (2007b): Using phenomenography combined with knowledge space theory to study students' thinking patterns in describing an ion. *Journal of Baltic Science Education*, 6. 3. sz. 27–33.
- Tóth Z. és Sebestyén A. (2009): Relationship between students' knowledge structure and problem-solving strategy in stoichiometric problems based on the chemical equation. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 1. 1. sz. 8–20.
- Tóth Z. és Sójáné Gajdos G. (2012): Tanulócsoportok energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Középiszkolai Kémiai Lapok*, 39. 1. sz. 58–69.
- Tóth, Z. (2007): Mapping students' knowledge structure in understanding density, mass percent, molar mass, molar volume and their application in calculations by the use of the knowledge space theory. *Chemistry Education: Research and Practice*, 8. 4. sz. 376–389. DOI: 10.1039/b6rp90037b
- Weiner, I. B. és Greene, R. L. (2011): *Handbook of Personality Assessment*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ.