

MAKRÓ FEJLESZTÉSE SZÓASSZOCIÁCIÓS TESZT GARSKOF-HOUSTON KAPCSOLATI EGYÜTTHATÓVAL VALÓ KIÉRTÉKELÉSÉRE

DEVELOPMENT OF A MACRO FOR EVALUATING A WORD ASSOCIATION TEST USING THE GARSKOF-HOUSTON RELATIONSHIP COEFFICIENT

KOVÁCS Mihály

Abstract: Word association tests can be useful if we base our work on constructivist, or connectivist learning theories. They are easily feasible in classrooms, however, their evaluation is rather challenging. One possibility for it is to calculate the Garskof-Houston relatedness coefficient. I have developed a macro for LibreOffice Calc with which the process proved to be much easier. The results of the macro have been compared with the calculations of a previously created Excel file. The macro's calculations were correct in every case and reduced the number of errors due to human mistakes. My next goal is to enhance the usability of the program.

Keywords: word association test, Garskof-Houston relatedness coefficient, macro, constructivism

1. Irodalmi áttekintés

Mentális lexikonnak nevezzük azt a tároló rendszert, amiben a nyelv és a beszéd különféle egységeit, szabályait tároljuk. Ennek felépülésére többféle elmélet létezik, egyik ezek közül a háló-, vagy pókhálóelmélet, ami szerint az egyes szemantikai egységek (Gósynál szavak, Careynél fogalmak) úgy vannak összekötésben más fogalmakkal, hogy egy egységnek akár többel is lehet közvetlen kapcsolata. Emellett más egységeken keresztül akár közvetett kapcsolatban is állhatnak a szavak egymással (Carey, 2000, Gósy, 2005).

Az egyes fogalmak kijelentéseken (pl. minden állat meghal) és elméleteken keresztül (pl. természetes kiválasztódás elmélete) kapcsolódhatnak egymáshoz, ami az adott rendszeren belül segít különböző következtetéseket levonni. (Carey, 2000). Kovács (2013) továbbfejleszti a háló-modellt abban, hogy irányokat és súlyokat is feltételez, azaz lehetséges, hogy csak egyik fogalomtól van kapcsolat a másik irányába, visszafelé nincs, illetve jellemezni tudja a kapcsolatok erősségét is.

Amikor az oktatás kapcsán kognitív struktúrákról beszélünk, akkor viszont szűkíteniünk kell a pszicholingvisztika mentális lexikon definícióján, hiszen egy tananyaghoz kapcsolódó probléma megoldásában nem mindig fontos a fonetikai hasonlóság, azaz amikor a hasonló hangalak teremt meg a kapcsolatot két szó között (pl. kék - szék). Ez bizonyos tantárgyak, például a természettudományok esetén szinte minden esetre igaz. Ilyenkor csak az úgynevezett szemantikai lexikon érdekes számunka, azaz amikor az értelmezés jelenti a kapcsolatot, sőt, azon belül is leginkább azok a kapcsolatok lehetnek a fontosok, amiket valamilyen az adott tantárgyhoz kapcsolódó elmélet hoz létre.

Ezen megfontolások mentén ma is aktualizálható Shavelson (1972) meghatározása a kognitív struktúrára. Definíciója szerint a struktúra azonosítható elemek halmaza és a köztük értelmezhető

kapcsolat. Ezen belül a kognitív struktúrán egy hipotetikus konstrukciót ért, ami a fogalmak kapcsolódását jelenti a hosszú távú memóriában. Az egyes fogalmak a tanulóban egy feldolgozási folyamat részeként jönnek létre, amire befolyással van a tudomány jelenlegi állása, a tanár kognitív struktúrája, a figyelme stb. A hálózat csomópontjaiban tehát különböző fogalmak szerepelnek, ezek közt pedig akár egyirányú, vagy akár többszörös kapcsolat is létrejöhet. Shavelson az egyes fogalmak jelentését azon csomópontok listájaként határozza meg, amelyekkel kapcsolatban áll. Fontos megjegyezni, hogy az általa használt példákban csak és kizárólag szemantikai jellegű kapcsolatokat használ, fonetikaiakat nem, így elmélete az előzőek alapján egy szemantikai lexikont ír le. Ma már léteznek ennél összetettebb modellek is, azonban a program eredményeinek értelmezéséhez ez most számunkra elegendő.

A konstruktivista tanulásmélet szerint a tudás egyéni módon konstruált (Falus és Szűcs, 2021), tehát személyfüggő kognitív struktúrákkal rendelkezünk. Fontosak azok a stratégiák, melyekkel ez meghatározható, tanulmányozható, (Tsai és Huang, 2002) hiszen például ezek segítségével azonosíthatóvá válik a tanulóban lezajló fogalmi váltás, ami Shavelson (1972) meghatározása alapján épp azt jelenti, hogy megváltoznak azon csomópontok, amikkel az adott fogalom kapcsolatban áll. Az egyik lehetséges módszer ennek a kérdésnek a vizsgálatára a szóasszociációs teszt. (Daru és Tóth, 2014)

Ez a mintavétel gyors és egyszerű módja miatt osztálytermi munkában is használható, vagy online űrlapok segítségével is elvégezhető (Czékmán, Kiss és Tóth, 2017). Mind az egyén, mind a csoport egyfajta átlagos kognitív struktúrájának feltárására alkalmas. (lásd pl. Daru és Tóth, 2014; Tóth, 2022; Tóth, 2024). A teszt során a diákok egy témakör legfontosabb fogalmait kapják hívószóként, és azt vizsgáljuk, hogy ezek kapcsán milyen szavakra asszociálnak. Lehet korlátozni az időt, pl. egy perc van egy szóra, vagy a megadható szavak számát, pl. a három legfontosabb szót kell leírni, fontossági sorrendben. A nehézséget a kiértékelés okozza, ami többféle módon lehetséges, pl. faktoranalízissel, gyakoriság vizsgálatokkal, vagy a Garskoff-Houston távolsági együttható kiszámításával, ami e cikk szempontjából a legfontosabb.

Garskoff és Houston (1963) egy olyan képletet adott meg, aminek a segítségével megbecsülhető az egyes válaszadók kognitív struktúrájában a hívószavak közti kapcsolat erőssége a két szóra adott asszociációk közti átfedés alapján egy 0-tól 1-ig terjedő intervallumon. A skálán a 0 érték azt jelenti, hogy nincs kapcsolat a két fogalom között, az 1 pedig azt jelenti, hogy a két hívószó gyakorlatilag azonos jelentéssel bír a válaszadó számára. Akkor lesz tehát 1 az eredmény, ha az összes asszociáció megegyezik, kivéve a legelsőt, ami kölcsönösen a másik hívószó. Azaz a vörös és a piros közt 1 a kapcsolati együttható, ha a két hívószóra például az alábbi asszociációkat adná valaki:

- *vörös*: piros, szín, gyümölcs, közlekedési lámpa
- *piros*: vörös, szín, gyümölcs, közlekedési lámpa

Ezt a fajta felsorolást, ami a hívószóval kezdődik, majd a válaszadó által adott sorrendben az egyes asszociációkkal folytatódik, asszociatív jelentésnek nevezzük. (Garskoff és Houston, 1963)

Az együtthatót az alábbi módon számoljuk ki (a bonyolultsága miatt később konkrét példával is szemléltetem):

$$RC = \frac{\bar{A} \cdot \bar{B}}{n^p(n-1)^p + (n-1)^p n^p + (n-2)^p(n-2)^p + \dots + 1} = \frac{\bar{A} \cdot \bar{B}}{A \cdot B - [n^p - (n-1)^p]^2}$$

Ahol:

- \bar{A} vektor azoknak az első hívószó asszociációs jelentésében szereplő szavak rangszámának a p-edik hatványát tartalmazza, amelyek a második hívószó asszociációs jelentésében szerepelnek, míg \bar{B} vektor ugyanezeknek a szavaknak a második hívószó asszociációs jelentéséből képzett rangszámainak p-edik hatványát tartalmazza, ugyanebben a sorrendben.
- Az A és a B vektorok megegyeznek egymással, egy idealizált állapotot jeleznek, amiben az egyes koordináták n-től csökkennek 1-ig egyesével lépkedve, minden koordinátát a p-edik hatványra emelve, tehát $[n^p \quad n-1^p \quad \dots \quad 1^p]$ alakú mindkettő.

- n a két hívószóra adott asszociációk számának a maximuma
- p pedig egy nem negatív hatvány, amivel súlyozható az egyes szavak fontossága
- Az egyes rangszámokat úgy képezzük, hogy a két hívószó kapja $n-t$, majd az első asszociációk az $n-1$ -et, és így tovább, amíg az összes asszociáció el nem fogy.

Lássuk mindezt egy konkrét példán keresztül is $p=2$ választással:

	Rangszám		Rangszám
<i>piros</i>	5	<i>kék</i>	5
vörös	4	szín	4
szín	3	piros	3
gyümölcs	2		
közlekedési lámpa	1		

$$RC = \frac{[5^2 \quad 3^2] \cdot \begin{bmatrix} 3^2 \\ 4^2 \end{bmatrix}}{[5^2 \quad \dots \quad 1^2] \begin{bmatrix} 5^2 \\ \vdots \\ 1^2 \end{bmatrix} - (5^2 - 4^2)^2} = \frac{5^2 \cdot 3^2 + 3^2 \cdot 4^2}{5^2 \cdot 5^2 + \dots + 1^2 \cdot 1^2 - (5^2 - 4^2)^2}$$

A látszólagos bonyolultság mögött egyébként viszonylag egyszerű koncepció rejlik. A számlálóban található skalárszorzat a két hívószó közti tényleges átfedést írja le, míg a nevezőbe a lehetséges maximális átfedés kerül. A nevező megválasztásának a célja a normálás, azaz annak elérése, hogy 0 és 1 közti értéket kapjunk végeredményül. A nevezőben egyébként a fent már példával említett esethez tartozó skalárszorzat került, amikor a két hívószóra érkező asszociációk az első kivételével megegyeznek, az első asszociáció pedig a másik hívószó mindkét esetben. Ez a legjobban a képlet első módon való felírásban látható, de egy egyszerű, nevezetes azonosságok segítségével történő átalakítás után, egy tömörebben leírható változatot kapunk, amit a legtöbb cikk közölni szokott $p=1$ választással.

A p értéke, azaz a hatvány súly az asszociációként adott szavak fontosságát fejezi ki. Nagyobb p esetén a korábban adott válaszok nagyobb súllyal szerepelnek a végeredmény meghatározásában. Ha az első szó, vagy szavak valamilyen fontosabbak, érdemes a p értéket nagyobbak, azaz 2-nek választani, ez következhet a válaszadó tulajdonságaiból, a hívószóból, vagy a szituációból is. Pl. azokra a résztvevőkre jobb közelítést adott a $p=2$ képlet, akik tipikusan kevés szót adnak válaszul egy-egy hívószóra. Azokra a szavakra is igaz ez, amelyek jelentése szempontjából az első szó kitüntetett szereppel bír, Garskoff és Houston példája az asztal-szék pár. (Garskoff és Houston, 1963) A fent említett adatgyűjtési módok közül pl. annál is érdemes lenne tesztelni, hogy melyik a megfelelő p -érték, amiben ki kell választaniuk a válaszadóknak a legtalálhatóbb asszociációikat és azokat fontosság szerint rangsorolniuk kell. Ez hasznos lehet későbbi kutatások során, mivel a jelenleg elérhető online űrlapoknál a válaszadási idő korlátozása nehezebben megoldható, vagy egyáltalán nem megoldható, szemben a válaszok számának a korlátozásával.

A neveléstudományi kutatások során azonban általában $p=1$ választással dolgozunk (Cardellini, 2008), ennek ellenére a makróban 0-tól 5-ig állítható az értéke, hogy legyen lehetőség használni esetleg a későbbiekben más p értékű vizsgálatok során is. Ennél nagyobbak gyakorlati okokból nincs értelme, ugyanis $p>2$ esetben nagyobb elemszámú asszociációs jelentések olyan nagy számokkal való számításokat igényelnének, amik a választott technikai lehetőségek közt nem tárolhatók. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a program leáll, mivel nem tudja a számolásokat elvégezni. Ugyanakkor 2-nél nagyobb p -értékkel dolgozó kutatást nem találtam, így ez a gyakorlati használatot aligha befolyásolja.

2. A makróról

A fenti számítások kézzel való elvégzése meglehetősen körülményes, hosszan tartó munka, így érdemes ezt automatizálni. A Bodnár Eszter által készített Orákulum Excel program segítségével egyszerre egy

válaszadó 12 hívószóra adott válaszaihoz tartozó együttható számítható ki, $p=1$ hatványsúly mellett. (Tóth, 2022) A most fejlesztett RC_Calculator nevű LibreOffice Basic makró azonban egyszerre tudja kezelni az összes diák összes választát, 0 és 5 között választható p értékek mellett. Mivel az Excel program már működőképesnek bizonyult, így az új makró eredményeit az Orákuluméval vettem össze Tóth (2024) egy kutatásából származó asszociációs gyűjtemény alapján, melynek eredményei részben már publikálásra kerültek. Ennek a cikknek nem célja az eredmények bővebb publikálása, csupán a makró bemutatása és tesztelése.

	A	B	C	D	E
1	Hívószó 1	A 11	A 12		
2	Hívószó 2	A 21	A 22	A 23	
3	Hívószó 3	A 31			

1. ábra. Az asszociációs szótárakat tartalmazó munkalap felépítése

A hívószavakat egy LibreOffice munkalapba, közvetlenül egymás alatti sorokban kell megadni, közvetlenül melléjük kerülnek a hozzájuk tartozó asszociációk a résztvevő által megadott sorrendben. [1. ábra] Az egyes résztvevők válaszai közvetlenül egymás alá kerülnek. Ezután a hívószavakat tartalmazó munkalapon el kell indítani a makró az Eszközök/Makrók/Makró futtatása... párbeszédablakban, a StartRCCalculator makró kiválasztva. Ekkor egy újabb párbeszédablak indul el [2. ábra], amiben meg kell adni a kutatásban használt hívószavak számát, ami 2-20-ig terjedhet. Ha ezt valaki elvéti, a makró lefut, csak éppen hibás eredményeket ad. Emellett itt lehet átállítani a p értékét is, ami alapértelmezetten 1, mivel neveléstudományban ez a leggyakoribb választás (Cardellini, 2008). Ha ezzel végeztünk, akkor a Start gombot kell megnyomni.

2. ábra. A makró elindításakor megjelenő párbeszédablak

A makró futása során létrehoz egy új munkalapot, aminek a nevét a hívószavakat tartalmazó munkalapról képezi, hozzáátéve a „-RC” karakterláncot. Amennyiben ilyen névvel már létezik munkalap, például korábbi számításokból, akkor azt felülírja. Egy párbeszédablak jelzi, amikor a program elkészül a munkával. A számolási eredményeket tartalmazó munkalap minden válaszadó eredményét egy-egy felső háromszög mátrixban tárolja közvetlenül egymás alatt. [3. ábra]

	A	B	C	D
1		Hívószó 1	Hívószó 2	Hívószó 3
2	Hívószó 1		0,2222222222	0,2962962963
3	Hívószó 2			0,0563380282
4	Hívószó 3			
5	Hívószó 1		0	0,0625
6	Hívószó 2			0,6471494607
7	Hívószó 3			

3. ábra. A számítási eredményeket tartalmazó munkalap felépítése

3. A teszt menete

A tesztelés során négy különböző évfolyam összesen 131 diákjának, hat hívószóra adott asszociációit használtam. Egy szóra maximum 15 választ adhattak a válaszadók. Az asszociációs jelentéseket az

eredeti Excel fájlból egy LibreOffice fájlba vittem át a makró által használt formátumba, majd elvégeztem vele a számításokat. Az eredményeket páronként összehasonlítottam, és ahol eltérést tapasztaltam, megvizsgáltam az okát. Mivel a makró a $p=1$ esetben is elvégzi a hatványozást, csak éppen az első hatványra emelés nem változtat a szám értékén, a többi p -értékre véletlenszerűen választott diákok eredményeit számoltam újra a táblázatkezelő segítségével. A választást befolyásolta, hogy nagyobb p értékek esetén a több választ adó diákokat ki kellett zárni a korábban már említett technikai okokból, ebben a megvalósításban nem tárolható a memóriában akkora szám, ami a számítások elvégzéséhez kellene.

4. A teszt eredményei

A számolási eredmények nagy része megegyezett, az eltéréseket véletlen elírások okozták. Az első feltűnő jelenség az volt, hogy a 2. és a 4. hívószó közti kapcsolati együttható az esetek nagy részében következetesen eltért, csak néhány véletlenszerűnek látszó esetben volt azonos. Kiderült, hogy az Orákulumban egy helyen elírásra kerültek az oszlopok betűjelei. Ennek javítása után ez az eltérés megszűnt, a két program azonos eredményeket produkált.

Hat diák esetén tapasztaltunk amiatt eltérő távolsági együtthatót, hogy szó végi szóközők maradtak a cellákban, azaz például az egyik sorban azt tartalmazta a cella, hogy „alma”, a másikban pedig, hogy „alma ”. Az Excel, amikor összehasonlítja két cella tartalmát, itt eltérést állapít meg, tehát nem fogja egyező szóként beleszámolni a végeredménybe. Ez egy emberileg szinte észrevehetetlen hiba, hiszen a szóközőket alapértelmezésben nem jelöli a program, így azok nem láthatóak, viszont a különböző programok gyakran a gépelést segítő kiegészítik a szövegeinket szóközőkkel, így akaratlanul hibát okozhatnak számításainkban. Épp emiatt az automatizmus miatt készült a makró úgy, hogy azzal kezdi a két szó összehasonlítását, hogy az esetleges szóeleji és szóvégi szóközőket törli. A teszt rámutatott ennek fontosságára, a makró ellenállóbbnak bizonyult az ilyen jellegű hibákkal szemben.

Egy esetben emberi hiba okozta az eltérést, amit csak véletlen sikerült észrevenni. Az Orákulum úgy működik, hogy be kell másolni a hívószavakat és az azokra adott asszociációkat az Orákulum Excel fájljába. Az egyik résztvevőnél gyakorlatilag az összes számolási eredmény különbözött. Emiatt mind a makróval, mind az Orákulummal, mind kézzel újra számítottam. A kézi számítás a makróval igazolta, de az Orákulum által adott számítási eredmények sem változtak, megmaradtak az eltérések. Ekkor derült ki, hogy mind az első számolás során, mind a mostani teszt során véletlenül kimaradtak a hívószavak a kijelölésből, csak az asszociációk lettek bemásolva, ez vezetett a hibás eredményekhez. Ez újra jelzi, hogy a nagyobb fokú automatizálás segít elkerülni az emberi hibákat.

Egy esetben az okozott eltérést, hogy az egyik asszociációs jelentésben egy szó kétszer szerepelt. Ezt a két program másként kezeli, az Orákulum hátulról kezdi az összehasonlítást, így a kisebb rangszámmal számol, az RC_Calculator előlről, így a nagyobbal. Mivel minden szó csak egyszer szerepelhetne, így ez adatfeldolgozási hiba, tehát az eredmények eltérése nem lényeges a makró működőképességének szempontjából.

Még egy eltérést tapasztaltam, mivel az adatfelvétel szóban történt, voltak érthetetlen válaszok. Ezeket különböző számú kérdőjellel voltak jelölve az adatokat tartalmazó fájlban, ez azonban eltérést adott a két program eredményei között. Ezeket betűkre cserélve az eltérés megszűnt. Mivel azonban ilyenkor nem számítható úgysem a kapcsolati együttható, ez gyakorlati szempontból szintén lényegtelen különbség. A teszt tehát azt mutatta, hogy ahol nem szerepelt valamilyen elírás vagy emberi hiba, ott a két program azonos eredményeket adott $p=1$ esetre.

Ezután véletlen generátor segítségével három résztvevő került kiválasztásra, akiknek az asszociatív jelentéseivel elvégeztem a különböző számításokat minden p értékre mind a makró segítségével, mind kézzel kigyűjtve az egyezéseket egy LibreOffice munkalap segítségével. Ahhoz, hogy $p=5$ értékkel is lefusson a program, maximum nyolc elemű asszociatív jelentések jöhettek szóba. A kisorsolt diákok közül csak egynek volt egy kilenc hosszúságú asszociatív jelentése, ennek utolsó elemét elhagytam. Ez a szó nem szerepelt más hívószóra adott asszociációként, így csak a rangként kapott értékeket befolyásolta. Minden esetben, amikor eltérést tapasztaltam kiderült, hogy a kézi számítás eredménye volt hibás, a makróé pedig helyes volt. Volt, amikor nem sikerült kigyűjteni az összes egyezést, illetve volt, hogy egy-egy szám, vagy cellának a címe került elgépelésre.

5. Összefoglalás

Az LibreOffice-hoz írt RC_Calculator makró eredményeit összevetve a korábban készült Orákulum Excel táblázatával azt tapasztaltam, hogy a számításai hibátlanok. Az esetleges emberi hibák esélyét csökkentette a makró használata. Ezek fő forrása az, hogy a programok által a szavak végére illesztett automatikus szóközöket az ember nem veszi észre, ezt azonban a makró kezeli, és mind a szóeleji, mind a szóvégi szóközöket levágja a számítások elvégzése előtt.

A különböző hatványsúlyokra kapott eredmények is hibátlanok voltak, ezt három véletlenszerűen kiválasztott diákra teszteltem, mivel a program a $p=1$ esetén is elvégzi a hatványozást, ugyanazon algoritmus szerint halad, így elégségesnek tűnt a szűrőpróba szerű ellenőrzése. Ezekben az esetekben is az derült ki, hogy az emberi hibák hatását lényegesen csökkentette a makró használata, megbízhatóbb eredményeket produkált a kézi számolásnál.

Miután a program számolási eredményei helyesnek bizonyultak, így algoritmikusan rendben levőnek mondható. A következő lépés a használhatóságának javítása lesz, különböző kényelmi funkciók beépítésével. Ehhez egy-két kisebb módosítás kerül majd elvégzésre, amiből a leglényegesebb, hogy mind a hívószavakat tartalmazó munkalapon, mind a számolási eredményeket tartalmazó munkalapon beszúrásra kerül majd egy új oszlop a hívószavak elé. Ebben egy kódot lehet majd megadni, ami meghatározza, hogy az adott hívószavakból álló blokk melyik válaszadóhoz tartozik, ezt pedig majd megjeleníti a makró a kimenetben is, így könnyebb lesz visszakeresni, hogy az egyes számolási eredményekhez melyik asszociációs jelentések tartoznak. Ezt jelenleg csak a sorok számából lehet megtenni, ami kissé nehézkes. Az Orákulum használata esetén ez könnyedén megoldható, hiszen a felhasználó olyan felépítést ad a fájljának, amelyet csak szeretne, amiből a legkönnyebben tud dolgozni.

Emellett a kimeneti munkalap többször tartalmazza majd a hívószavakból álló vízszintes sort is, hogy a felső háromszög mátrix jobban átlátható legyen, könnyen tudható legyen, hogy melyik hívószóparhoz tartozik az adott együttható. A jelenlegi egy címsoros megoldás szintén nehézkesen olvasható. Azért csak egyszer szerepel, hogy a sorszámok alapján könnyen visszakereshető legyen melyik számolási eredmény melyik asszociatív jelentésekhez tartozik. Ehhez csupán egyet ki kellett vonni a kapcsolati együtthatókat tartalmazó munkalap sorszámából, így meg is kapjuk a hívószavak munkalapján hányas sorban kell keresnünk.

Végezetül bizonyos egyszerű statisztikai vizsgálatokat is érdemes elvégeztetni a makróval: átlag, szórás és módusz számítást a csoport jellemzésére. Ezeket egy-egy felső háromszög mátrixba tárolná majd a kapcsolati együtthatókat tartalmazó munkalap végén. Ezt azért érdemes ebben a formában megtenni, mert ha szükség van rá, körülményes képletekkel kigyűjteni az adott hívószóparhoz tartozó értékeket az akár több tucat felső háromszög mátrixból. Ezt a feladatot sokkal egyszerűbb egy makróban, ciklusokkal megoldani.

Irodalomjegyzék

Cardellini, L (2008): A note on the calculation of the Garskof-Houston relatedness coefficient. *Journal of Science Education*, 9 (1), 48–51.

Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of applied developmental psychology*, 21(1), 13-19.

Czékmán, B., Kiss, J., Tóth, Z. (2017). Tudásszerkezet-vizsgálat online szóasszociációs tesztel. *Iskolakultúra*, 27(1-12), 56-65.

Daru, K., Tóth, Z. (2014). Óvodások időjárással kapcsolatos szóasszociációinak elemzése. In E. Juhász, T. Kozma (Szerk.), *Oktatáskutatás határon innen és túl* (o. 39-57.). Belvedere Meridionale.

Falus I. (főszerk.), Szűcs I. (szerk.) (2021). *Didaktika*. Akadémiai Kiadó. <https://doi.org/10.1556/9789634547211>. (Letöltve: 2024. 08. 06. https://mersz.hu/dokumentum/m872d_63/#m872d_59_p3)

Garskoff, B. E., Houston, J. P. (1963). Measurement of verbal relatedness: An idiographic approach. *Psychological Review*, 70(3), 277-288.

Gósy, M. (2005). *Pszicholingvisztika*. Osiris.

Kovács, L. (2013). *Fogalmi rendszerek és lexikai hálózatok a mentális lexikonban* (2., átd., bőv. kiadás). Tinta Könyvkiadó.

Shavelson, R. J. (1972). Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction. *Journal of educational psychology*, 63(3), 225.

Sójáné Gajdos, G., Tóth, Z. (2017). Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőtisztasággal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 72(2), 44–48.

Tóth, Z. (2022). A kémiai részecskékkel kapcsolatos tanulói definíciók elemzése a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat eszközeivel. *Középiskolai Kémiai Lapok (KöKÉL)*, 49(5), 315-328.
<https://doi.org/10.24360/KOKEL.2022.5.315>

Tóth, Z. (2024). Examining the cognitive structure of elementary school students regarding science, energy sources, and health using the word association method. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(7), em2479.

Tsai, C. C., Huang, C. M. (2002). Exploring students' cognitive structures in learning science: a review of relevant methods. *Journal of biological Education*, 36(4), 163-169.

Szerző

Kovács Mihály, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Csillagvizsgáló és Tudományos Élményközpont, Eger (Magyarország), e-mail: kovacs2.mihaly@uni-eszterhazy.hu

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm a cikk megírása során nyújtott segítségét dr. Tóth Zoltánnak. Különösképp köszönöm a rendelkezéseimre bocsátott adatokat, valamint az Orákulum programot.