

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékleteként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4002 Debrecen, Pf. 400.

E-mail: tothzoltandr@gmail.com.

Tóth Zoltán

A kémiai részecskékkel kapcsolatos tanulói definíciók elemzése a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat eszközeivel

Bevezetés

A tudásszerkezet feltárására, változásának nyomon követésére számos módszer (fogalmi térképezés, Galois-gráf, tudástérelmélet, szóasszociációs teszt) áll rendelkezésünkre.

Mind egyéni, mind csoportos tudásszerkezet-vizsgálatra alkalmas a szóasszociációs teszt (lásd pl. Cardellini, 2008; Kostova és Radoynovska, 2008, 2010; Nakiboglu, 2008; Kluknavszky és Tóth, 2009; Ercan és mtsai, 2010; Altiparmak és Yazici, 2010; Sendur, Özbayrak és Uyulgan, 2011; Timur, 2012; Gulacar et al. 2015; Armagan, 2016; Derman és Eilks, 2016; Karatekin, Topcu és Aydinli, 2016; Yildirim és Demorkil, 2018.). A szóasszociációnak a tudásszerkezet feltárására, változásainak vizsgálatára elsősorban a természettudományok területén került sor az 1980-as évektől. Hazánkban először 2009-ben számoltunk be ilyen

jellegű vizsgálatokról (Kluknavszky és Tóth, 2009) és azóta számos tanulmány jelent meg elsősorban a kémia, a biológia és a földrajz területéről (Tóth és Sójáné, 2012; Daru és Tóth, 2014a, 2014b; Kádár és Farsang, 2012, 2014; Malmos és Revákné, 2015; Sójáné és Tóth, 2017; Malmos, Jász és Revákné, 2017; Czékmán, Kiss és Tóth, 2017; Revák-Markóczi et al., 2019).

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 válaszsavakból (asszociációkból) tudunk következtetni. Egyszerűsége és a tesztfelvétel kis időigénye miatt a szóasszociációs módszert tanítási órán is lehet használni.

Hipotézisünk

Amennyiben a definíciót (meghatározást, leírást) úgy fogjuk fel, mint a definiálandó fogalomra, mint hívó szóra adott válaszsavak (asszociációk) összességét, akkor az egyes definiálandó fogalmak közötti kapcsolat erősségét a rájuk adott definícióban szereplő közös szavak száma és sorrendje alapján számolt kapcsolati együtthatóval jellemezhetjük.

A kutatás körülményei

Hipotézisünk teszteléséhez egy korábbi kutatás során (Ludányi, 2008) felvett, a kémiai részecskékkal (*atom, molekula, ion, egyszerű ion, összetett ion, kation, anion, elemmolekula, vegyületmolekula*) kapcsolatos tanulói válaszokat („definíciókat”) használtuk. Az ország 17 hat- és nyolcosztályos gimnáziumának 7. és 9. évfolyamáról véletlenszerűen kiválasztott 20-20 tanuló válaszait értékeltük.

Két példa a tanulók által írt „definíciók” asszociációkká alakítására:

1) *Atom*: „Az anyag legkisebb kémiailag oszthatatlan része.”

Asszociációkra bontás:

- atom*
- anyag
- legkisebb
- kémiailag
- oszthatatlan
- rész

2) *Atom*: „Proton-, neutron és elektron halmaz. 2 része az atommag (n^0 , p^+) és az elektronfelhő (e^-). Az anyagok főbb alkotói az atomok.”

Asszociációkra bontás:

<i>atom</i>
proton
neutron
elektron
halmaz
kettő
rész
atommag
elektronfelhő
anyag
fő
alkotó
atom

A hívó szavak (fogalmak) közötti kapcsolat erősségére jellemző ún. Garskof-Houston-féle kapcsolati együtthatót (RC) a következőképpen számoltuk (1. táblázat): A két hívó szó (fogalom) közül kiválasztottuk a több asszociációt tartalmazót (esetünkben az A fogalom), majd annak az asszociációit beszámoltuk úgy, hogy maga a hívó szó kapta a legnagyobb rangszámot. És ugyanezt a rangszámot használtuk a másik (B) fogalom esetében is. Ezek után kiválasztottuk a közös asszociációkat, majd azok rangszámát összeszoroztuk, a szorzatokat összeadtuk és ezt az összeget osztottuk a teljes egyezést jelentő négyzetösszeg -1-gyel csökkentett értékével. Ezt az értékelést elvégeztük minden egyes tanulóra, majd az így kapott kapcsolati együtthatókat átlagoltuk, és ezt tekintettük a vizsgált csoportra jellemzőnek. (A kapcsolati együtthatók számítására a *Bodnár Eszter* kémia-fizika szakos hallgató által készített Orákulum excel programot használtuk, amely segítségével egyszerre 12 kapcsolati együttható számítható – az asszociációs lista beírása után.)

Eredmények

A tanulócsoporthoz jellemző kapcsolati hálók

A hívófogalmak közötti kapcsolati együtthatók csoportokra átlagolt értékét a 2. és a 3. táblázatok tartalmazzák. Ezek alapján megrajzolhatjuk a hívófogalmak közötti kapcsolati hálót, amely jellemzi a vizsgált csoport tudásszerkezetét. A szemléletesség és a könnyebb áttekinthetőség kedvéért a kapcsolatok erősségét különböző vonalakkal (vastag, vékony, szaggatott) jelöltük. A szakítási pontok a következők voltak: RC: > 0,24 (vastag vonal), 0,15 – 0,24 (vékony vonal), 0,05 – 0,14 (szaggatott vonal), <0,05 (nincs jelölve). Az ilyen módon kapott kapcsolati hálókat láthatjuk az 1. ábrán.

<i>Asszociációk</i>	<i>Rangsorszám</i>	<i>Asszociációk</i>	<i>Rangsorszám</i>
Hívófogalom (A) MOLEKULA	6	Hívófogalom (B) ATOM	6
atom	5	semleges	5
áll	4	kémiai	4
semleges	3	részecske	3
kémiai	2		
részecske	1		

$$RC = \frac{\bar{A} \cdot \bar{B}}{\sum n^2 - 1}$$

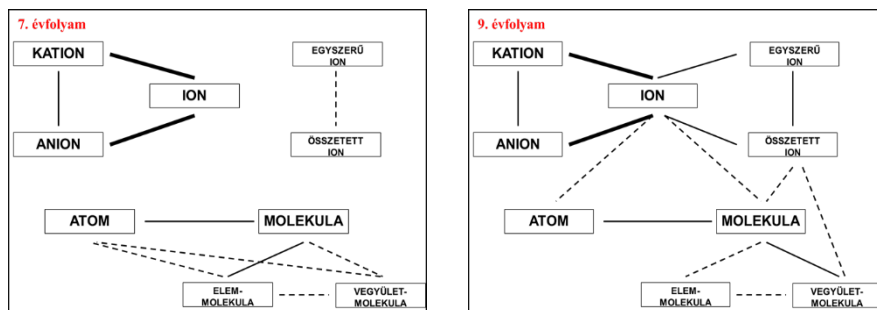
$$\bar{A} = [5 \ 3 \ 2 \ 1]$$

$$\bar{B} = [6 \ 5 \ 4 \ 3]$$

$$n = 6$$

$$RC = \frac{5 \times 6 + 3 \times 5 + 2 \times 4 + 1 \times 3}{6^2 + 5^2 + 4^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 - 1} = 0,62$$

1. táblázat. A kapcsolati együttható (RC) számításának bemutatása egy példán keresztül.



1. ábra. A 7. és a 9. évfolyam kapcsolati hálója (szakítási pontok: 0,05; 0,15; 0,25).

7. évf.	anion	atom	egyszerű ion	elem-molekula	ion	kation	molekula	összetett ion	vegyület-molekula
anion	1	0,02	0,03	0,01	0,23	0,15	0,01	0,03	0,00
atom		1	0,03	0,09	0,05	0,02	0,19	0,02	0,09
egyszerű ion			1	0,02	0,04	0,03	0,02	0,11	0,01
elem-molekula				1	0,02	0,01	0,15	0,03	0,12
ion					1	0,23	0,06	0,03	0,01
kation						1	0,01	0,03	0,01
molekula							1	0,03	0,12
összetett ion								1	0,01
vegyület-molekula									1

2. táblázat. A 7. évfolyamos csoport átlagos kapcsolati együtthatói (RC).

[2]

9. évf.	<i>anion</i>	<i>atom</i>	<i>egyszerű ion</i>	<i>elem-molekula</i>	<i>ion</i>	<i>kation</i>	<i>molekula</i>	<i>összetett ion</i>	<i>vegyület-molekula</i>
<i>anion</i>	1	0,01	0,06	0,01	0,26	0,17	0,04	0,06	0,01
<i>atom</i>		1	0,05	0,05	0,08	0,03	0,19	0,06	0,06
<i>egyszerű ion</i>			1	0,04	0,15	0,05	0,06	0,20	0,03
<i>elem-molekula</i>				1	0,02	0,01	0,13	0,05	0,13
<i>ion</i>					1	0,27	0,10	0,17	0,02
<i>kation</i>						1	0,04	0,06	0,01
<i>molekula</i>							1	0,12	0,16
<i>összetett ion</i>								1	0,11
<i>vegyület-molekula</i>									1

3. táblázat. A 9. évfolyamos csoport átlagos kapcsolati együtthatói (RC).

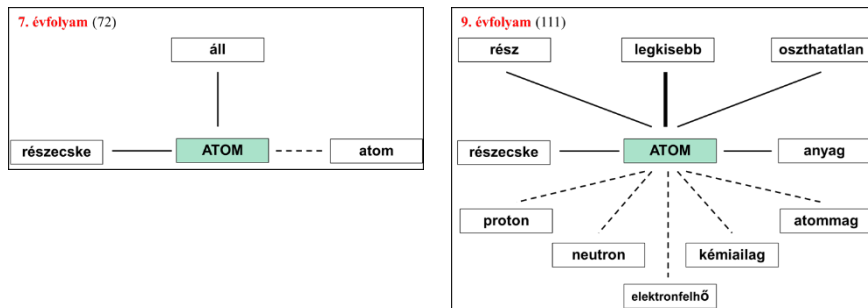
Látható, hogy a 7. évfolyamosok kapcsolati hálója három, egymástól jól elkülönülő részből áll. Viszonylag erős kapcsolat jellemzi az *ion* – *anion* – *kation* fogalmakat, ugyanakkor az *egyszerű ion* – *összetett ion* fogalompár a többitől elkülönülve, egymással is gyenge kapcsolatban jelenik meg a fogalmi hálóban.

Ezzel szemben a 9. évfolyamosok fogalmi hálója sokkal strukturáltabb, kapcsolatdúsabb, nem tartalmaz szigeteket. Határozott kapcsolat látható az *ion* – *egyszerű ion* – *összetett ion*, valamint a *molekula* és az *összetett ion* fogalmak között.

A kémiai részecskékkal kapcsolatos fogalmi struktúrában tehát jelentős gazdagodás, új kapcsolatok kialakulása következik be 7-9. évfolyam között.

Atom

A két csoport esetében az „atom” hívó szóra kapott leggyakoribb asszociációkat láthatjuk a 2. ábrán. Az egy tanulóra jutó átlagos asszociációk száma a kezdeti 3,6-ról (7. évfolyam) 5,6-ra (9. évfolyam) nőtt. A növekedés 54%-os.

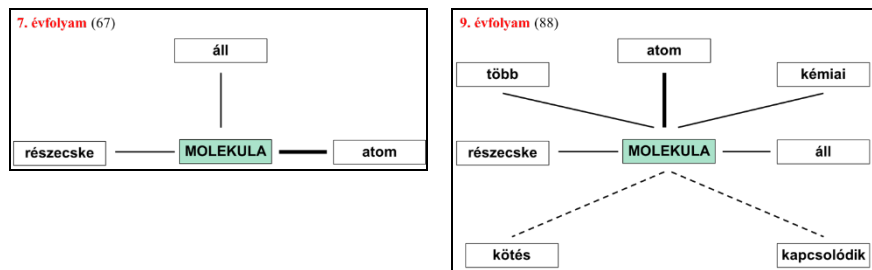


2. ábra. Az „atom” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

A 7. évfolyamosok esetében az asszociációs háló igen szegényes, lényegében csak az atom részecske jellege tűnik ki belőle. Ezzel szemben 9. évfolyamon már megjelennek az atom jellemzői (legkisebb, kémiaailag, oszthatatlan) és összetevői (elektronfelhő, proton, neutron, atommag) is. Úgy tűnik tehát, hogy az *atom* fogalom ismeretében jelentős fejlődés következik be 7-9. évfolyam között.

Molekula

A *molekula* hívó szóra adott asszociációk átlagos száma 7. évfolyamtól 9. évfolyamig 3,4-től 4,4-re (31%-kal) nőtt.



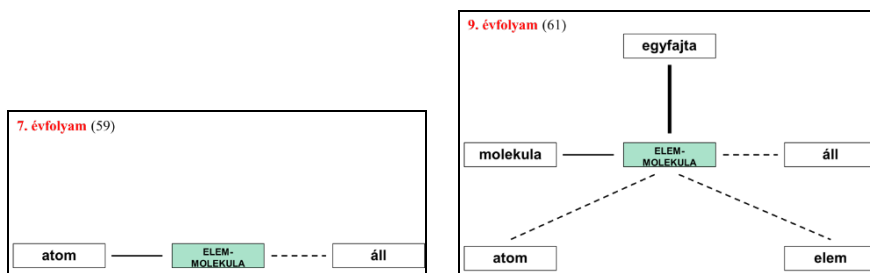
3. ábra. A „molekula” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

A kezdeti, szegényes kapcsolati háló 9. évfolyamra kapcsolatdúsabb lett (3. ábra). A „részecske” és az „atom” szavakon kívül megjelenik a

felépítésre utaló „több”, „kötés” és „kapcsolódik” asszociáció is. Az *atom* fogalomhoz hasonlóan, a *molekula* fogalom esetén is megfigyelhető az összetétellel, felépítéssel kapcsolatos jellemzők megjelenése 9. évfolyamon.

Elemmolekula

Bár az elemmolekula hívó szó esetén az átlagos asszociációk száma mindössze 3%-kal (3,0-ról 3,1-re) nőtt, a 4. ábrán látható asszociációs hálók tanúsága szerint a kezdeti, atomokból való felépülés hangsúlyozása helyébe a felépítő atomok „egyfajtasága” lép.



4. ábra. Az „elemmolekula” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

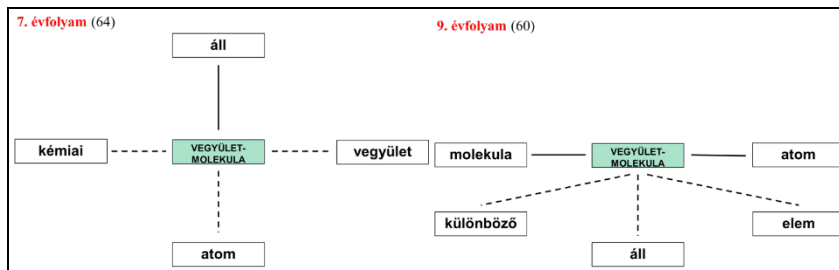
Vegyületmolekula

A *vegyületmolekula* esetén az átlagos asszociációk száma 6%-kal (3,2-ről 3,0-ra) csökkent. A kapcsolati hálók lényegében csak annyiban térnek el, hogy 9. évfolyamon erőteljesebb lesz a „különбözőség” hangsúlyozása. Úgy tűnik, az *elemmolekula* és a *vegyületmolekula* fogalmak esetén nincs számottevő jelentésgazdagodás 7-9. évfolyam között.

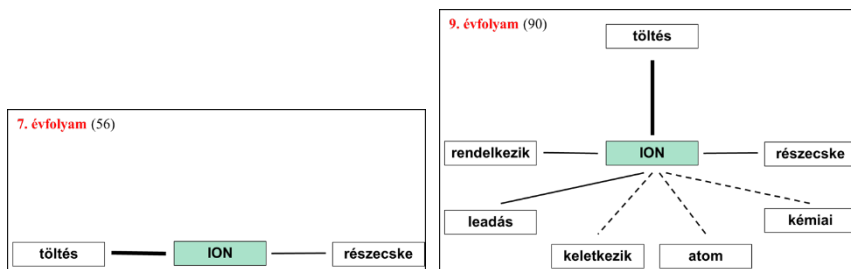
Ion

Az *ion* hívó fogalommal kapcsolatos asszociációk átlagos száma 61%-kal (2,8-ről 4,5-re) nőtt 9. évfolyamra. A 6. ábrán látható asszociációs hálók tanúsága szerint 7. évfolyamon a „töltés” a meghatározó eleme a fogalomnak, ugyanakkor 9. évfolyamon már megjelennek az ion képződésével kapcsolatos asszociációk is (atom, leadás, keletkezik).

Ezek az asszociációk azonban az *ionnak* az *egyszerű ionnal* történő azonosítását sugallják.



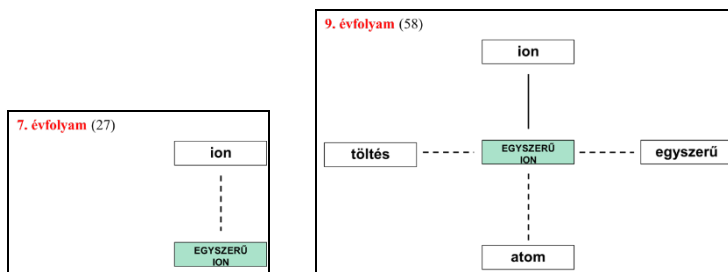
5. ábra. A „vegületmolekula” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).



6. ábra. Az „ion” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

Egyszerű ion

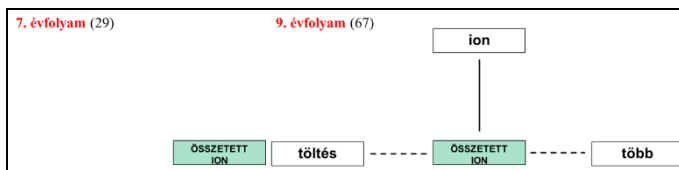
Az egyszerű ion esetében 115%-kal nőtt az átlagos asszociációs szám (1,4-ről 2,9-re) 7-9. évfolyam között. A 7. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a 7. évfolyamosok igazából nem tudtak mit kezdeni ezzel a fogalommal – hasonlóan az összetett ion fogalmával sem. 9. évfolyamon már megjelennek az ionra általában jellemző asszociációk (pl. töltés) mellett az egyedi sajátosságot kifejező szavak is (atom, egyszerű).



7. ábra. Az „egyszerű ion” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

Összetett ion

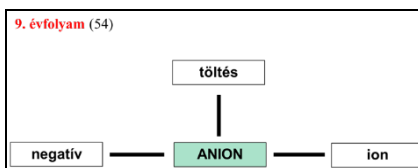
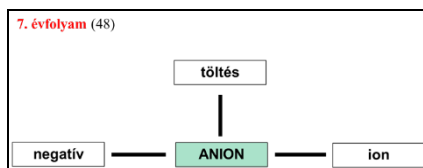
Hasonlóan az egyszerű ionhoz, az *összetett ion* esetében is igen nagy mértékben (131%-kal) nőtt az asszociációk száma: az 1,45-os átlagról 3,35-ra. Láthatóan (8. ábra) a 7. évfolyamos diákoknak nem volt ismerős ez a fogalom, viszont 9. évfolyamra már a legjellemzőbb asszociációk az „ion”, a „töltés” és a „több”.



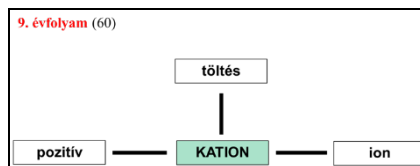
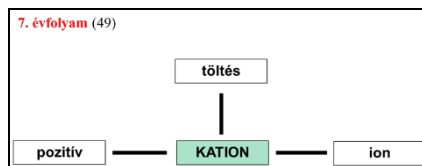
8. ábra. Az „összetett ion” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

Anion és kation

Az *anion* és a *kation* hívó fogalmak esetén mind az egy főre jutó asszociációk száma, mind az asszociációs háló (9-10. ábra) gyakorlatilag megegyezik a két fogalom, illetve a két évfolyam esetében (*anion*: 2,40 és 2,70; *kation*: 2,45 és 3,00).



9. ábra. Az „anion” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).



10. ábra. A „kation” fogalommal kapcsolatos asszociációs háló a 7. és a 9. évfolyam esetén (szakítási pontok: 6, 8, 10).

Úgy tűnik tehát, hogy ez a két fogalom már 7. évfolyamon kellő mértékben megszilárdul.

Összefoglalás

Kutatásunkban 7. és 9. évfolyamos tanulóknak a kémiai részecskékkel kapcsolatos definícióit (meghatározásait, leírásait) elemeztük a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat eszközeivel és módszereivel.

Megállapítottuk, hogy a 7. évfolyamos tanulócsoporthoz kapcsolati hálójában három, egymástól többé-kevésbé elszigetelt fogalomcsoport (*ion – anion – kation*; *egyszerű ion – összetett ion*; *atom – molekula – elemmolekula – vegyületmolekula*) található. A fogalmi fejlődés eredményeként a 9. évfolyamosok kapcsolati hálójában megszűnik ezen fogalomcsoportok elszigeteltsége.

Az egyes hívó fogalmakra kapott asszociációk száma – az *elemmolekula* és a *vegyületmolekula* kivételével – számottevően nő 7-9. évfolyam között. Különösen látványos gazdagodás figyelhető meg az *atom*, *molekula* és *ion* fogalmak esetében. A 7. évfolyamon még szinte ismeretlen *egyszerű ion* és *összetett ion* fogalmak 9. évfolyamra töltődnek meg tartalommal. Ugyanakkor a *kation* és *anion* fogalmak már 7. évfolyamon kialakulnak, és lényegében változatlanok maradnak 9. évfolyamban is.

Eredményeink azt mutatják, hogy a hipotézisünk helyes volt, lehet alkalmazni a szóasszociációs tudásszerkezet-vizsgálat eszközeit és módszereit definíciók, rövid meghatározások elemzésére is.

Irodalom

- Altıparmak, M. és Yazıcı, N. N. (2010): Easy biotechnology: Practical material designs within team activities in learning biotechnological concepts and processes. *Procedia Social Behavioral Sciences*, 2. 4115–4119.
- Armagan, F.Ö. (2016): Cognitive structures of elementary school students: What is science? *European Journal of Physics Education*, 6. 2. sz. 54–73.
- 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. 491–504.
- 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*. Líceum Kiadó, Eger. 51–62.
- Derman, A. és Eilks, I. (2016): Using word association test for the assesment of high school students' cognitive structure on dissolution. *Chemistry Education Research and Practice*, 17. 4. sz. 902–913.
- 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.
- Garskof, B. E. és Houston, J. P. (1963): Measurement of verbal relatedness: An idiographic approach. *Psychological Review*, 70. 3. sz. 277–288.
- Gulacar, O., Sinan, O., Bowman, C.R. és Yildirim, Y. (2015): Exploring the changes in students' understanding of the scientific method using word associations. *Research in Science Education*, 45. 717–726.

- 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**. 416–432.
- Isa, A. M. és Maskill, R. (1982): A comparison of science word meaning in the classrooms of two different countries: Scottis integrated science in Scotland and in Malaysia. *British Journal of Educational Psychology*, **52**. 188–198.
- Karatekin, K., Topcu, E és Aydinli, B. (2016): The determination of cognitive structure of candidate teachers about energy centrals. *International Electric Journal of Environmental Education*, **6**. 2. sz. 76–91.
- Kádár A. és Farsang A. (2012): Általános és középiskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetei. geography.hu/mfk2012/pdf/Kadar_Farsang.pdf (Letöltés 2013. 03. 23.)
- Kluknavszky Á. és Tóth Z. (2009): Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Pedagógia*, **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.
- Kostova, Z. és Radoynovska, B. (2010): Motivating students' learning using word association test and concept maps.. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, **4**. 1. sz. 62–298.
- Ludányi L. (2008): *A tanulók kémiai részecskékkal kapcsolatos fogalmi rendszere*. Doktori (PhD) értekezés- (Témavezető: Dr. Tóth Z.), Debreceni Egyetem, Kémia Doktori Iskola, Debrecen, 141 oldal.
- Malmos E. és Revákné Markóczi I. (2015): Biológia fogalmakhoz kapcsolódó tévképzetek vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Iskolakultúra*, **25**. 5-6. sz. 190–199.
- Malmos E., Jász E. és Revák-Markóczi I. (2017): Using a word association method to assess knowledge structure of renewable energy sources at primary level. *Journal of Science Education*, **18**. 109–113.
- 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**. 309–322.
- Revák-Markóczi I., Jász E., Kovács E., Teperics K., Visi-Ütő J. és Máth J. (2019): Primary and secondary school students' knowledge related to renewable energy and some of its influencing factors. *Journal of Baltic Science Education*, **18**. 6. sz. 924–942.

- 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.
- 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.
- Timur, S. (2012): Examining cognitive structures of prospective preschool teachers concerning the subject „force and motion”. *Educational Sciences: Theory & Practice*, Special issue, Autumn, 3039–3049.
- Tóth Z. és Sójáné Gajdos G. (2012): Tanulócsoporthok energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Középiskolai Kémiai Lapok*, **39**. 1. sz. 58–69.
- Yildirim, H.E. és Demorkil, H. (2018): Revealing students' cognitive structure about physical and chemical change: use of a word association test. *European Journal of Educational Studies*, **4**. 1. sz. 134–153.

Dobóné Tarai Éva

Távoktatás után – középiskola előtt

A Covid okozta pandémia rendkívüli intézkedéseket követelt, amelyek nem kerültek el az iskolákat sem. A digitális oktatás minden szereplő számára nagy kihívást jelentett, hiszen még abban a szerencsés esetben is, ha a tárgyi feltételek rendelkezésre álltak, csak nagyon kevesen rendelkeztek / rendelkeznek megfelelő digitális módszertani felkészültséggel.

Ilyen hosszú iskolabezárásokra csak háborúk és természeti katasztrófák miatt kerül sor. A hosszú távú hatásokat vizsgálva *Andrabi és mtsai* (2020) arra a megállapításra jutottak, hogy a bezárásokat elszenvedő diákok olyan tanulási veszteséget halmoznak fel, ami akár évtizedek múlva is negatívan befolyásolja a munkaerőpiaci esélyeiket. Az UNESCO adatai szerint világszerte 1,5 milliárd diák kényszerült online oktatásra 2020 tavaszán, ami rendkívüli terheket rótt a tanulókra, a családokra és a tanárookra is. A McKinsey intézet kutatásai szerint (2022. 01. 31.) a világ diákjai nyolc hónapnyi lemaradásban vannak a pandémia nélküli szinthez képest. Magyarországon négy-hat hónapra becsülik ezt az értéket. Ugyanakkor tudott, hogy már tíznapnyi kiesés után is statisztikailag kimutathatóan gyengébben teljesítenek a tanulók diszciplináris, alkalmazási és gondolkodást mérő teszteken is (*Burgess, Sieverten, 2020.*)

Hazai mérési eredményekről számolnak be *Molnár és mtsai.* (2020). Második osztálytól nyolcadikig vizsgálták a tanulók matematika, olvasás-szövegértési és természettudományok területét érintő teljesítményét mindhárom dimenzióban. 2020-ban szinte minden évfolyamon mérhetően gyengébb eredmények születtek a 2018-as és 2019-es eredményekhez képest.

Ezek után egy kémia tanárban jogosan vetődik fel a kérdés, hogy érzékelhető-e ez a tudásbeli kiesés a kémia tantárgyat illetően, ráadásul úgy, hogy az online oktatás miatti lemaradás az égető szaktanárhiánnyal is párosul, különösen az általános iskolákban.

Tervek, választások, mindenki a rajtvonalon

2022. szeptember 1-én egy különleges korosztály kezdte meg a középiskolai tanulmányait. Ők azok a diákok, akik az elmúlt két évben úgy kezdtek ismerkedni a kémia tantárggyal, hogy a tanóráik jelentős hányada az online térben zajlott.

Vizsgálataimban arra voltam kíváncsi, hogy a különböző tagozatokra jelentkező diákok előzetes kémiatudásában megfigyelhető-e valamilyen különbség, és hogy a kémiatagozatra jelentkezők esetében mennyire befolyásolja a teszten elért eredményt a vélhetően erősebb motiváció.

Arra a kérdésre is szerettem volna választ kapni, hogy a látott vagy elvégzett kísérletek száma, valamint a szaktanár jelenléte vagy hiánya befolyásolta-e a tantárgyi ismeretek elsajátítását és megértését vagy összefüggésbe hozható-e a tévképzetek megjelenésével, típusaival és számával.

A vizsgálat részét képezte a kémia tantárgy és a kémia tudomány fontosságának és hasznosságának társadalmi és egyéni megítélése, illetve az erről alkotott vélemény.

Mivel a Covid-19 felbukkanása váratlanul és felkészületlenül érte a kutatót, nem állnak rendelkezésemre olyan adatsorok a járvány előtti időszakból, amelyek lehetővé tennék az eredmények összehasonlítását. Másrészt az elmúlt években annyi negatív hatás érte a közoktatást, ezen belül különösen a kémiaoktatást, hogy ez a mérés nem alkalmas a hatások egyenkénti vizsgálatára. Mindezek miatt ez a tanulmány inkább egy pillanatnyi állapotfelmérés az érintett korosztály egy kisebb csoportjára vonatkozóan.

A vizsgálat körülményei

Az adatgyűjtéshez felhasznált feladatlapot 100 diák töltötte ki. Közülük 14-en 2022 őszén a tizedik évfolyamot kezdték, a többiek a kilencedik évfolyam humán, speciális matematika, illetve biológia-kémia tagozatos osztályainak tanulói. A mintavétel nem reprezentatív, hiszen egyetlen intézmény tanulói voltak az adatközlők, de a vizsgálat eredményei személyes kutatói kíváncsiságom kielégítésén túl talán szélesebb körű érdeklődésre is számot tarthatnak.

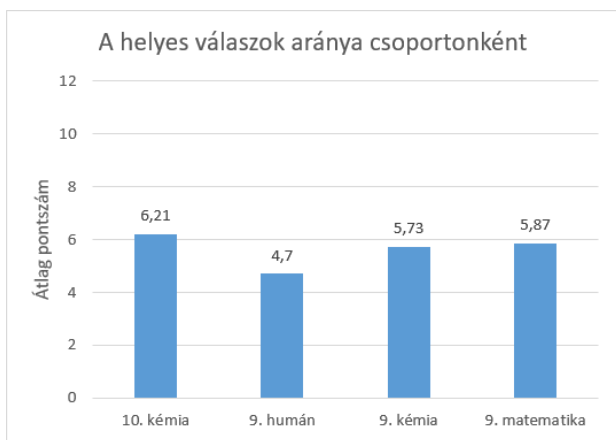
A feladatlap 12 kérdést tartalmazott. Közülük három a szaktárgyi tudást vizsgálta, öt alkalmazásszintű, négy pedig gondolkodtató feladat volt.

Háttérváltozókként az előző évi heti kémia óraszám, a szaktanári jelenlét, a megtartott vagy elmaradt kémiaórák aránya, az elvégzett vagy demonstrációs kísérletként látott kísérletek száma, kémia iránti attitűd, szaktárgyi eredmény és a kémia fontosságának egyéni és társadalmi megítélése szerepelt.

Az adatok digitalizálása után tartalmi és statisztikai elemzések következtek.

Eredmények

Elsőként az egyes csoportok átlagteljesítményét hasonlítottam össze. A tizedik évfolyam adatait kontrollként használtam a többi csoporthoz képest. Érettségiben és tantárgyi tudásban is a többiek előtt járnak, ahogyan az 1. ábrán látható. A csoportokat páronként összehasonlítva két esetben adódott a diákok teljesítménye között szignifikáns különbség: a humán tagozatúakhoz képest a matematika tagozatos diákok érték el jobb eredményt ($t = 3,33$, $p = 0,004$), míg a humán tagozatúak és a tizedikes kémia tagozatúak közül az utóbbiak ($t = 2,828$, $p = 0,007$).



1. ábra. A feladatlapon nyújtott teljesítmények átlaga csoportonként

Feladatonként:

1. kérdés: A következő molekulapárok közül melyik tartalmaz több atomot molekulánként?

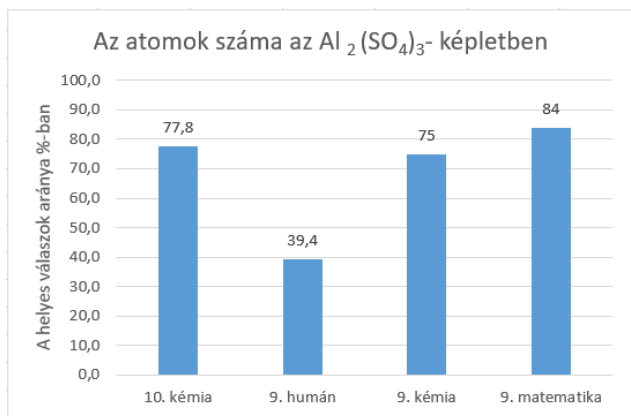
A) H_2O , B) H_2O_2 .

A helyes, B) választ szinte mindenki megtalálta. Összesen hatan gondolták úgy, hogy a vízben van több atom. Feltehetően az a téves elgondolás állhat a háttérben, ami szerint a vegyületek képletében szereplő indexszámok vegyületté összekapcsolódó molekulákat jelölnek. Pl. a hidrogén-peroxidban egy hidrogénmolekula és egy oxigénmolekula „tapad össze”, ezért egyetlen atom sincs benne, hiszen két molekulából áll.

2. kérdés: Összesen hány atom szerepel a következő képletben: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$?

A) 3, B) 5, C) 17.

A helyes, C) válasz megtalálása statisztikailag kimutathatóan kevésbé sikerült a humán beállítottágú diákoknak ($\chi^2 = 22,005$, $df = 6$, $p = 0,001$). (2. ábra) Nem pontosan ismerik és értik a kémiai szimbólumok jelentését, és a tisztázatlan atom- és ionfogalom miatt szinonimaként használják a két kifejezést.



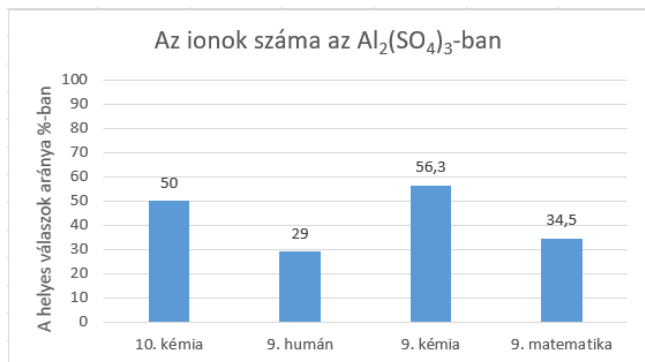
2. ábra. A vegyületben szereplő atomok számának megállapítása a képlet alapján

3. kérdés: Hány mól ion van összesen a következő képlettel megadott vegyület 1 móljában: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$?

A) 2, B) 3, C) 5.

A helyes válasz az 5 mól. Az előbbi kérdéshez sok tekintetben hasonló feladat megoldása a kémia jelrendszer és az atom- és ion fogalmának

pontosabb ismeretét várta el a diákoktól (3. ábra). A kémia tagozatra felvettek teljesítettek a legjobban, de az egyes csoportok eredménye között nincs statisztikailag értelmezhető különbség.



3. ábra. A vegyületben szereplő ionok számának megállapítása a képlet alapján.

4. kérdés: A nikkel moláris tömege kb. kétszerese az alumínium moláris tömegének. Reakciójukat a következő egyenlettel írhatjuk le: $\text{Ni} + \text{Al} = \text{NiAl}$. Hozzávetőlegesen milyen tömegarányban kell a reagenseket alkalmaznunk?

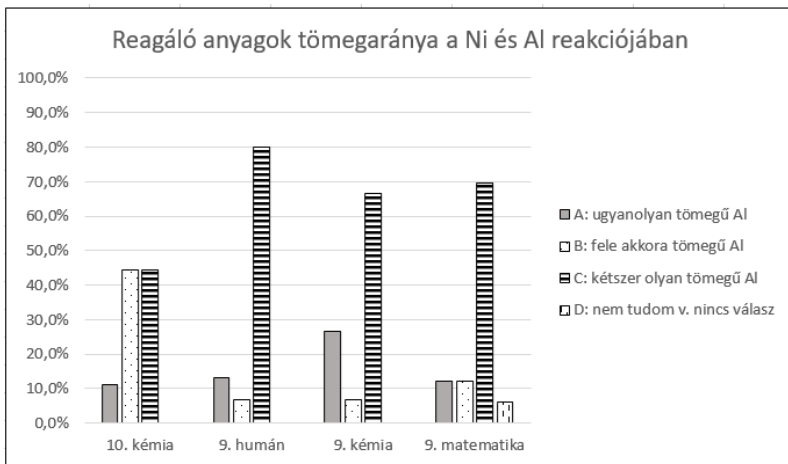
A) Ugyanolyan tömegű alumíniumot kell vennünk, mint nikkelt.

B) Fele akkora tömegű alumíniumot kell vennünk, mint nikkelt.

C) Kétszer olyan tömegű alumíniumot kell vennünk, mint nikkelt.

A helyes, B) választ látványosan többen találták meg a tizedik évfolyamon, mint a fiatalabbak. A statisztikailag is mérhető különbség ($\chi^2 = 19,907$, $df = 9$, $p = 0,018$) vélhető oka részben a természetes érettség, másrészt az egy tanévnyi magasabb óraszámú kémiaoktatás lehet. Érdekes megfigyelni a 4. ábrán, hogy a C) választ milyen nagy arányban választották a diákok minden csoportban. Ennek a döntésnek a hátterében egy „p-prím” (fenomenológiai primitív) állhat, egy olyan gondolkodási séma, ami a probléma alapos átgondolása helyett egy más szituációban már jól vizsgázó, gyors választ húz elő. Ha a nikkel tömege kétszerese az alumíniuménak, akkor az 1:1 arányú reakcióhoz kétszer

annyi alumíniumot kell venni. Csakhogy itt a mólarányoknak kell egyenlőnek lenniük, nem a tömegarányoknak.

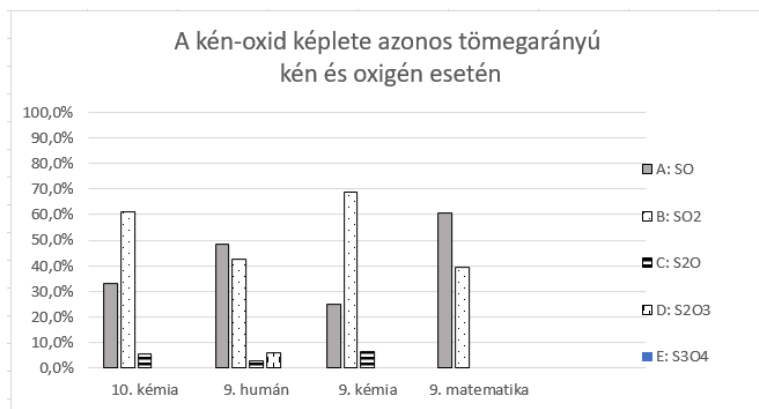


4. ábra. A reagáló anyagok tömegaránya a nikkal és az alumínium reakciójában

5. kérdés: Egy vegyület tömegének 50%-át kén és 50%-át az oxigén adja. Melyik képlet írja le helyesen a vegyület összetételét?

A) SO , B) SO_2 , C) S_2O , D) S_2O_3 , E) S_3O_4

A helyes válasz a B), aminek megtalálásához a tömegarányok és a mólarányok fogalmának pontos ismeretére lett volna szükség, valamint a kémiai szimbólumok jelentésében és alkalmazásában való nagyobb fokú jártasságra. Az 5. ábrán látható, hogy a kilencedik évfolyam kémia tagozatos diákjainak közel 70%-a adott helyes választ és a tizedikes, tagozatos diákoknál is nagyobb arányban adták meg a SO_2 -ot, mint a szintén népszerű SO választ. A kérdés tartalmi részét illetően az előző feladathoz hasonlóan itt is a mólarányok és tömegarányok közötti különbség megértése és a kémiai szimbólumrendszer szabályainak ismerete vezethetett el a jó megoldáshoz.



5. ábra. A kén-oxid képlete azonos tömegarányú kén és oxigén esetén

Mivel a felmérés idején még egyik évfolyam sem tanult szerves kémiai, csak a nyolcadik osztályból hozott tudásukra építhettek. A kémia tagozatúak jobb teljesítménye mögött az a feltételezett tény állhat, hogy a kémia iránti elkötelezettségük miatt nagyobb motivációval tanulták a kémiát és így alaposabb és mélyebb ismeretekkel rendelkeznek. Ezt a feltételezést a statisztikai elemzések is igazolták. A humán tagozatra felvett diákok kémia irányában megmutatkozó attitűdjé (érthető módon) szignifikánsan kisebb, mint akár a kilencedikes, akár a tízedikes kémia tagozatúaké.

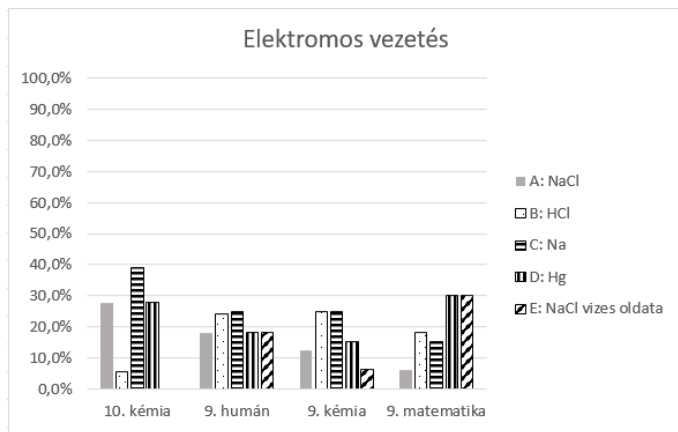
6. kérdés: Elektromos vezetése tiszta, cseppfolyós állapotban igen rossz:

A) NaCl, B) HCl, C) Na, D) Hg, E) NaCl vizes oldata

A helyes válasz a B): HCl. Az eredmények alapján mindegyik vizsgált csoportban a tanulók legalább 15%-a azt gondolja, hogy a folyékony higany és a folyékony nátrium rossz áramvezető. Aggasztó, hogy a kilencedikes matematika tagozatúak nem tudják, hogy a sóoldat vezeti az áramot.

Az elektromos vezetés szabad, töltéssel rendelkező részecskék elmozdulásaként valósul meg, hiányzó vagy pontatlanul rögzült természettudományos fogalom. Meglepő módon a nem kémia tagozatú csoportok jelölték meg nagyobb arányban a hidrogén-kloridot. Nem feltétlenül annak a tudásnak a birtokában, hogy a hidrogén-klorid molekuláris anyag és folyékony halmazában is csak semleges

molekulákat tartalmaz. Feltételezem, hogy kizárásos alapon hozták meg ezt a döntést. A csoportok válaszait khí-négyzet-próbával elemezve szignifikáns különbség mutatkozott ($\chi^2 = 21,806$, $df = 12$, $p = 0,04$) a csoportok között.



6. ábra. Melyik anyagi halmaznak a legrosszabb az elektromos vezetése tiszta, cseppfolyós állapotban?

7. kérdés: Hogyan lehet kinyerni a cukrot és a vizet egy cukor-víz keverékből (cukoroldatból): A) szűréssel, B) desztillálással, C) kristályosítással? Melyik módszer vagy módszerek használhatók?

Csak az A)

Csak a B)

Csak a C)

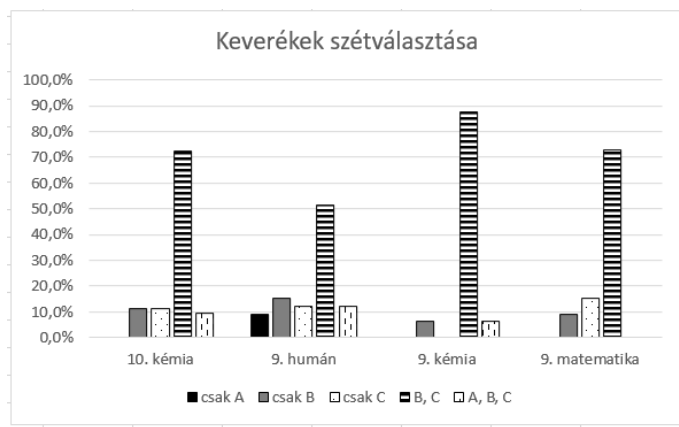
B és C)

A), B), és C)

A feladat kifejezetten a gyakorlati tapasztalatokra épít. A négy csoport között a válaszaik alapján nincs statisztikai különbség ($\chi^2 = 17,808$, $df = 15$, $p = 0,273$). Meglepő módon a humán tagozatos diákok választották legnagyobb arányban a helyes választ: B), csak desztillációval lehet a cukoroldatból a cukrot is és a vizet is kinyerni. Minden csoportban nagy arányban választották a B) és C) lehetőséget, a desztillálással és kristályosítással módszereket. Ők eltévesztették a kristályosítás vagy a

bepárlás egy fontos mozzanatát, miszerint az oldószer akadály nélkül távozik a rendszerből, és bepárláskor nincs törekvés az oldószer felfogására és összegyűjtésére. A humán tagozatos diákok közel 10%-a a szűrést is elképzelhető módszernek tartja. Nyilvánvalóan ők nincsenek tisztában a szűrés elvi lényegével és nincsenek ez irányú tapasztalataik illetve hétköznapi tevékenységekkel való párhuzamba állításra sem képesek.

Nehéz értelmezni a válaszok arányát az egyes tanulócsoportokban. A humán tagozatra érkezők több, mint 60%-a, a kémia tagozatra érkezőknek pedig több, mint 50%-a nem végzett tanulókísérleteket az általános iskolában. A tanári bemutató kísérletek tekintetében pedig a humán tagozatúak 21%-a, a kémiatagozatra érkezők 19%-a nem látott ilyeneket. Mégis a humán tagozatúak adták – ha nem is sok, de arányaiban legtöbb helyes választ. A mérés nem reprezentatív, inkább egy pillanatfelvétel egy adott, speciális pedagógiai helyzetről.



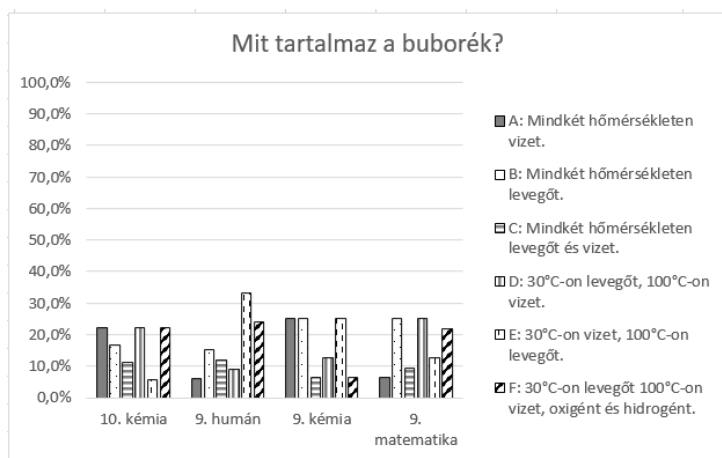
7. ábra. A keverékek szétválasztásának lehetséges módszerei

8. kérdés: Két edényben víz van, az egyiket 30 °C-ra, a másikat 100 °C-ra melegítettük fel. Mindkét esetben buborékok figyelhetők meg a vízben. Milyen anyagot (anyagokat) tartalmazhatnak ezek a buborékok?

- A) Mindkét hőmérsékleten vizet.
 B) Mindkét hőmérsékleten levegőt.

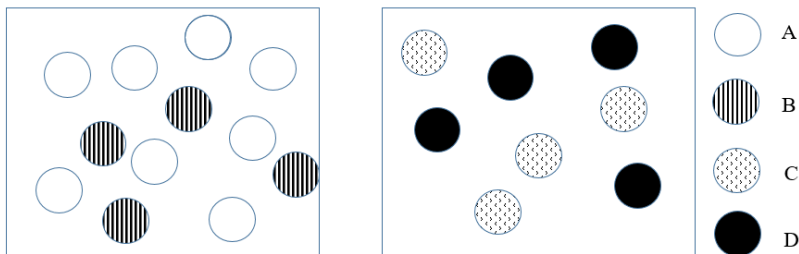
- C) Mindkét hőmérsékleten levegőt és vizet.
 D) 30 °C-on levegőt, 100 °C-on vizet.
 E) 30 °C-on vizet, 100 °C-on levegőt.
 F) 30 °C-on levegőt, 100 °C-on vizet, oxigént és hidrogént.

Ebben a feladatban a D) válasz volt a helyes megoldás. A tanulóknak két ismeretet kellett mozgósítani a sikeres válaszhoz: 1. a levegő kismértékben oldódik vízben, de az oldhatósága a hőmérséklet emelkedésével csökken, kipárolog (buborékol) a vízből; 2. A forráspont definíció szerint az a hőmérséklet, amikor már a folyadéktest belsejében is megjelennek a folyadék részecskéit tartalmazó buborékok. A kérdés nehéznek bizonyult, mindegyik csoport esetében minden lehetőséget választotta valaki (8. ábra). A tizedikesek és a matematika tagozatos kilencedikesek voltak a legsikeresebbek a helyes válasz megtalálásában, de mindkét csoport esetében ez alig több mint 20%, tehát a tanulók zöme nem érti pontosan a fenti jelenségeket. Különösen figyelemre méltó, hogy a kémia tagozatos kilencedikesek kivételével mindhárom másik csoportban 20%-nál többen gondolják, hogy a 100 °C-os vízben keletkező buborékokban víz, oxigén és hidrogén is van. Feltételezhető az a tévképzet, hogy elképzelésük szerint ezen a hőmérsékleten a vízmolekulák alkotó elemeikre bomlanak.

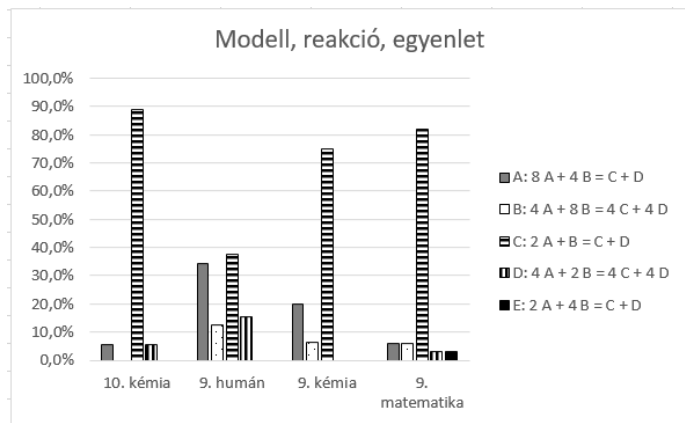


8. ábra. Milyen anyagokat tartalmaz a buborék?

9. kérdés: Melyik egyenlet fejezi ki legjobban az ábrán bemutatott reakciót?



- A) $8 A + 4 B = C + D$
 B) $4 A + 8 B = 4 C + 4 D$
 C) $2 A + B = C + D$
 D) $4 A + 2 B = 4 C + 4 D$
 E) $2 A + 4 B = C + D$



9. ábra. Kémiai reakciót bemutató modell leírása reakció egyenlettel

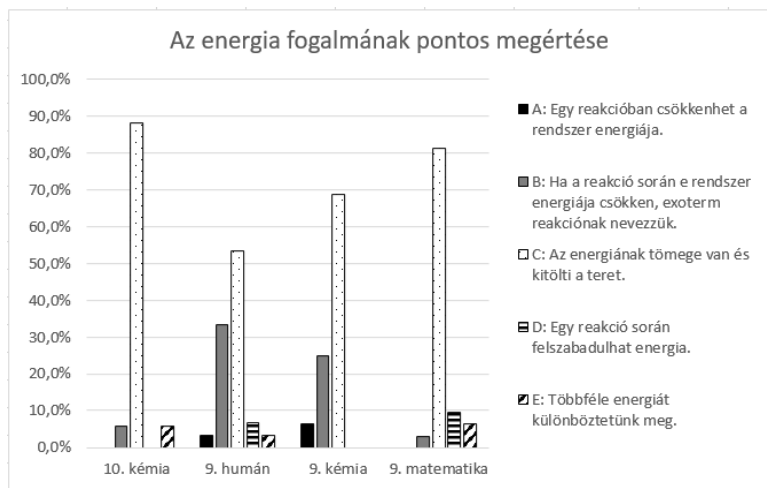
Az ábra értelmezése és a modellszintnek a szimbólum szinttel való összekapcsolása egy bizonyos fokú érettséget és absztrakciós készséget igényel. A 9. ábrán látható megoszlások elég beszédesek. Egyértelműen látszik, hogy a kémia tagozatúak, akár már egy éve emelt óraszámban tanulják a kémiát, akár új belépőként, de a kémia irányában

elkötelezetten, nagy valószínűséggel megtalálták a helyes választ, a C) jelű egyenletet. A matematika tagozatúak jó eredménye is érthető, hiszen az elvont gondolkodás nem áll tőlük távol. A humán csoport viszonylag nagy arányban választott egyéb lehetőségeket is. Elmondásuk szerint ilyen mélységekig nem jutottak el eddigi tanulmányaik során. Voltak, akik egyáltalán nem találkoztak a kémia szimbólumrendszerével vagy csak minimális mértékben. Az egyenletrendezés szabályairól is csak kevesen hallottak, vagy ha igen, kívül esett az érdeklődési körükön, ezért nem fordítottak rá annyi figyelmet, hogy próbálják megérteni. A statisztikai számítások is igazolják ezeket a különbségeket ($\chi^2 = 25,863$, $df = 12$, $p = 0,011$).

10. kérdés: Melyik állítás hibás az energiával kapcsolatban?

- A) Egy reakcióban csökkenhet a rendszer energiája.
- B) Ha a reakció során a rendszer energiája csökken, exoterm reakciónak nevezzük.
- C) Az energiának tömege van és kitölti a teret.
- D) Egy reakció során felszabadulhat energia.
- E) Többféle energiát különböztetünk meg.

Az energia fogalmának pontos nem megértése számos tévképzet forrása. Sokan anyagként értelmezik, és különböző anyagokként tekintenek egy hideg és egy meleg tárgyra. Mások szerint a hő egy testhez kötődik, és áramlásszerűen terjed egyik anyagról a másikra. A test aktuális hideg vagy meleg voltát az adott anyag természetes tulajdonságának tekintik. A melegebb tárgyakat nehezebbnek gondolják, mert melegítéskor hőt adtunk hozzá (Erickson és mtsai, 1985). Nehéz elfogadni és megérteni az exoterm-endoterm reakciópárok esetében a rendszerközpontú szemléletmódot, valamint a kötések kialakulása és felszakadása és a reakciót kísérő energiaváltozások közötti kapcsolatot (Baker és Miller 2000).

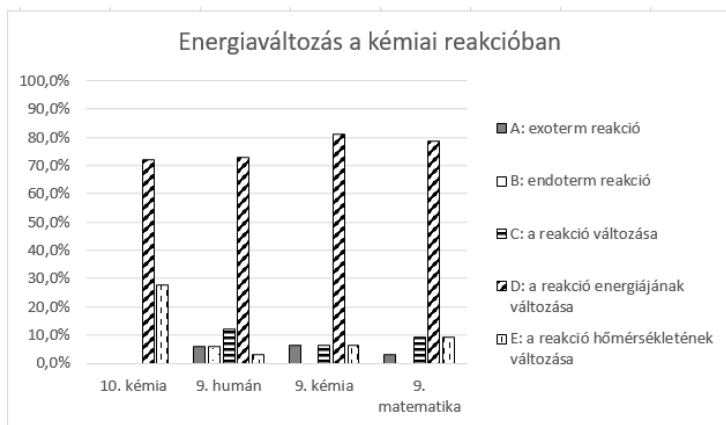


10. ábra. Az energia fogalmának pontos megértése

A válaszadók nagy része, mindegyik csoportban megtalálta a helyes C) választ, de itt is látható, hogy a humán tagozatúak kisebb arányban válaszoltak helyesen, mint a többi osztályba járók. Az is feltűnő, hogy esetükben népszerű volt a B) választása. Ez egyszerűen a szaktárgyi tudás hiányát jelzi, nem rögzült pontosan a fogalom. Az a tény, hogy a kilencedikes kémia tagozatúak kivételével minden csoportban többen hibásnak gondolják az állítást, hogy többféle energia létezik, tévképzetek jelenlétére utal.

11. kérdés: Egy reakcióban a kiindulási anyagok és a termékek energiájának különbségét úgy hívjuk, hogy

- A) exoterm reakció
- B) endoterm reakció
- C) a reakció változása
- D) a reakció energiájának változása
- E) a reakció hőmérsékletének változása

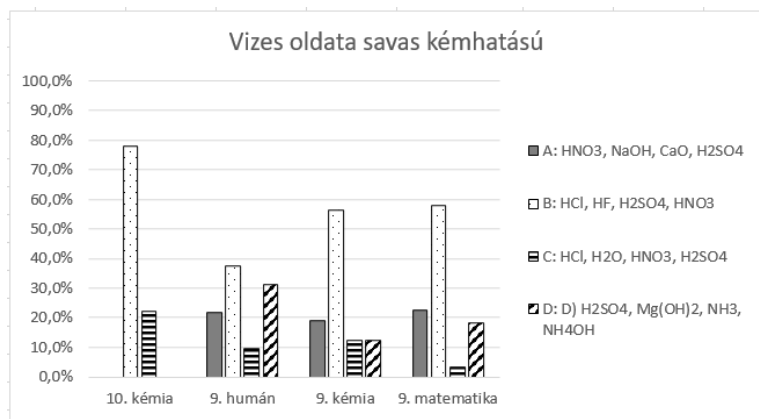


11. ábra. A reakcióhő fogalma

Mindegyik vizsgált csoportban nagy arányban (70 %-nál többen) találták meg a tanuló a helyes D) választ (11. ábra). Ugyanakkor azonban érdemes megfigyelni, hogy az E) lehetőség is mindegyik csoportnál fölmerül. Viszonylag gyakori tapasztalat, hogy a diákok közül nem mindenki érti a hő(energia) és a hőmérséklet közötti különbséget és kapcsolatot, és gyakran egymás szinonimájának tekintik a két fogalmat (Bodner, 1991). A tizedikesek közel 30%-ánál jelentkezik ez a válasz. Feltehetően éppen egy fogalmi váltás közben érte őket a felmérés. Valamilyen, még nem teljesen tisztázott vagy pontatlanul megértett fogalom okozhatja a téves elgondolást.

12. kérdés: Melyik sor tartalmazza olyan anyagok képletét, amelyeket vízben oldva savas kémhatású lesz az oldat?

- A) HNO_3 , NaOH , CaO , H_2SO_4
- B) HCl , HF , H_2SO_4 , HNO_3
- C) HCl , H_2O , HNO_3 , H_2SO_4
- D) H_2SO_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NH_3 , NH_4OH



12. ábra. Vizes oldatuk savas kémhatású

A tizedik évfolyam válaszai meggyőzően magabiztosak, közel 80%-uk választotta ki helyesen a csak savak képletét tartalmazó B) sort. A másik válaszuk a C) jelű volt, ahol a víz is szerepelt a felsorolásban. Valóban, a tizedikesek túl az általános kémiai tanulmányaikon, már ismerik a víz amfoter tulajdonságát, de a helyes válaszadáshoz pontosabb szövegértés is szükséges lett volna. Mindhárom másik csoportban is legnagyobb arányban a helyes választ jelölték meg a válaszadók, de a másik két lehetőség is sok szavazatot kapott. Esetükben a diszciplináris tudás hiányzott, jellemzően ismét a humán tagozatúak mutattak kisebb jártasságot a képletek jelentésének értelmezésében.

Ok és okozat – Eredmények és összefüggéseik a háttérváltozókkal

A vizsgálat egyik célja, adatokat gyűjteni a középiskolába lépő diákok kémiai előismereteiről. A másik: megérteni, hogy vajon hogyan befolyásolják a kémia tantárgyi eredményeket és szaktudást a külső, iskolai körülmények és a belső tényezők.

A 12 feladatlapból álló kérdőívén összesen 12 pontot lehetett szerezni. Egyetlen hibátlan megoldás sem akadt a válaszok között, 11 pont volt a legmagasabb és 2 pont a legalacsonyabb pontszám. Mindegyik csoportot összehasonlítottam a háttérváltozók és a teljesítmény összefüggésében és egyedül a tanári bemutató kísérletek és a teljesítmény kapcsolata esetén találtam szignifikáns összefüggést ($\chi^2 = 27,19$, $p = 0,04$). A teljes mintát tekintve a „mennyire érdekli a kémia” és a teljesítmény között

nincs kimutatható összefüggés. Ha azonban páronként vizsgáljuk meg a négy csoportot, kiderül, hogy a humán tagozatú diákok teljesítménye esetében mindhárom másik csoporttal szemben statisztikailag kimutatható a különbség.

Vizsgált változó párok	r	szignifikancia szint	A kapcsolat erőssége
Kémiaórák száma – Végzett-e tanulói kísérleteket	0,321	$p = 0,001$	biztos, de gyenge
Kémiaórák száma – A teszten nyújtott teljesítmény	0,233	$p = 0,025$	biztos, de gyenge
Most kémia tagozatos-e? – Kémiaoktatás helyzete az előző iskolájában	-0,22	$p = 0,026$	biztos, de gyenge
Most tagozatos-e? – Végzett-e tanulói kísérleteket az általános iskolában?	0,256	$p = 0,010$	biztos, de gyenge
Kémiaoktatás helyzete az általános iskolájában – Végzett-e tanulókísérleteket?	-0,391	$p = 0,001$	biztos, de gyenge
Kémiaoktatás helyzete az általános iskolájában – A teszten nyújtott teljesítmény	-0,296	$p = 0,004$	biztos, de gyenge

1. táblázat. A technikai háttérváltozók közötti összefüggések

Egy következő elemzésben a teszten nyújtott teljesítmény és a technikai háttérváltozók (kémia tagozatos-e, az előző tanévekben hány kémiaórája volt hetenként, látott-e bemutató kísérleteket és végzett-e tanulókísérleteket, volt-e a tanév jelentős részében kémia szakos tanára) között kerestem korrelációt. A várakozásoknak megfelelő irányú kapcsolatokat találtam. A teljes mintára nézve hét változó pár tekintetében tapasztaltam statisztikailag kimutatható összefüggést. Egyértelmű és erős pozitív kapcsolat van az általános iskolai kémiaórák száma és aközött, hogy jelenleg kémiatagozatra jár-e a tanuló ($r = 0,905$, $p = 0,01$). Gyenge kapcsolatokat a következő változó párok esetében mértem (1. táblázat).

A táblázat adataiból kiderül, hogy azok a diákok választották a kémia tagozatot vagy a nem kémia tagozatúak közül azok érték el jobb eredményt a teszten, akik az általános iskolában heti két órában tanultak kémiát, ahol a tanév jelentős részében volt szakos kémiatanár, nem maradt el jelentős számban kémiaórájuk, és ha végezhettek tanulói kísérleteket. A szubjektív változók közötti összefüggések közül a statisztikailag igazolható kapcsolatokat mutatja be a 2. táblázat.

Vizsgált változópárok	r	szignifikanciaszint	A kapcsolat erőssége
Teszten nyújtott teljesítmény – Mennyire érdekli a kémia?	0,243	$p = 0,019$	biztos, de gyenge
Teszten nyújtott teljesítmény – Mennyire szereti a kémiatananyagot?	0,214	$p = 0,04$	biztos, de gyenge
Mennyire érdeklik a kémiai ismeretek? – Számára mennyire fontos a kémia?	0,678	$p = 0,000$	közepes, jelentős
Mennyire érdekli a kémia? – Társadalmi szempontból mennyire tartja fontosnak?	0,339	$p = 0,001$	biztos, de gyenge
Mennyire érdekli a kémia? – Mennyire szereti a kémia tantárgyat?	0,822	$p = 0,000$	erős
Mennyire fontos számára a kémia? – Társadalmi szempontból mennyire tartja fontosnak?	0,390	$p = 0,000$	biztos, de gyenge
Számára mennyire fontos a kémia? – Mennyire szereti a kémiát?	0,702	$p = 0,000$	erős
Társadalmi szempontból mennyire tartja fontosnak a kémiát? – Mennyire szereti a kémia tantárgyat?	0,306	$p = 0,002$	biztos, de gyenge

2. táblázat. A szubjektív háttérváltozók közötti összefüggések

Ahogy az várható volt, a kémia iránti pozitív attitűd a teljesítményben is megmutatkozik és az sem véletlen, hogy akit a kémia érdekel, az általában szereti is, és társadalmi szempontból is hasznosnak és fontosnak ítéli a kémiatanítást és a kémia tudományt.

Összegzés

A 2022 szeptemberében felvett adatok elemzése a várakozásoknak megfelelő eredménnyel zárult. A 12, zömében általános kémiai témájú feladatot tartalmazó mérőlap megoldásában azok a diákok bizonyultak sikeresebbnek, akik kémia tagozaton tanulnak. A tagozatválasztásnál szerepet játszhatott az a tény, hogy milyen lehetőségeik voltak megismerni a kémiával, milyen óraszámokban tanulták, volt-e folyamatosan szaktanáruk és láttak-e, végeztek-e kísérleteket. Ha volt elegendő lehetőségük kémiával foglalkozni, akkor nagyobb valószínűséggel alakult ki a tantárgy iránti pozitív attitűd, ami a kémiának az egyéni és társadalmi hasznosságáról alkotott véleményekben is tükröződött.

Tagozattól függetlenül több tévképzetre utaló válasz is született, pl. az energia és a hőmérséklet, a halmazállapot-változások vagy a kémiai szimbólumrendszer megértésével kapcsolatban.

Úgy tűnik, hogy az online oktatás az igazán elszántakat nem tudta eltántorítani a kémiától. A tévképzetek és félreértések típusai hasonlóak a jelenléti oktatás során tapasztaltakhoz. Számszerű összehasonlításra a bevezetőben említett okok miatt nincs lehetőségem.

Irodalom

Andrabi, T.–Daniels, B.–Das, J. (2020): *Human capital accumulation and disasters: Evidence from the Pakistan earthquake of 2005*. RISE Working Paper Series, 20/039. 9.

Barker, V., Miller, R. (2020): Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171-1200.

<https://doi.org/10.1080/09500690050166742>

Bodner, B. M. (1992): I have found you an argument: the conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students, *Journal of Chemical Education* 68 (5), 385-388.

- Burgess, S. – Sievertsen, H. H. (2020): *Schools, skills, and learning: The impact of COVID19 on education*. <https://voxeu.org/article/impact-covid-19-education> [letöltés ideje: 2022.10.20.]
- Erickson, G., Tiberghien, A. (1985): „Heat and Temperature” in Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A szerk. *Childrens’ Ideas in Science, Milton Keynes: Open University Press*.
- McKinsey (2022): How Covid-19 caused a global learning crisis
<https://www.mckinsey.com/industries/education/our-insights/how-covid-19-caused-a-global-learning-crisis> [letöltés ideje: 2022.10.20]
- Talanquer, V. (2006): Commonsense chemistry: A model for understanding students’ alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83. (5), 8-11.
- Tóth, Z. (2009) Kémiai tévképzetek. *Természet Világa*, 140. (1), 25-27.
- Tóth, Z. (2013): Janus-arcú axiómáink: a p-primek. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 40. (4), 297–304.
- Varga, Júlia (2021): *Tanulási veszteség a covid következtében – szimulációs eredmények*. In: Munkaerőpiaci tükrő, 2020. Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont, ELKH, Budapest, pp. 220-223.

Ludányi Lajos

Természettudományos alapú döntéshozatalt vizsgáló kérdéssor

A tudományos döntéshozatali képesség

A tudományos műveltség nem azt jelenti, hogy az illető ismeri a tudományos elméleteket és módszereket, és ezt követően maga is a tudományok aktív művelője lesz. A tudományos műveltség a természettudomány, a társadalom és a humán tudományok közötti összefüggésekre, valamint a tudomány és a technológiai megvalósítás közötti különbségekre fókuszál. A tudományosan művelt egyének a természettudományos ismereteiket, az ott elsajátított érvelést használják tudományos kontextusban; felismerik a tudomány és a társadalom kapcsolatát, valamint a tudomány hozzájárulását a társadalmi problémák megoldásához. A természettudományos oktatás célja nem csupán a diákok lexikális ismereteinek bővítése, hanem az olyan gyakorlati készségek fejlesztése is, mint amilyen például a kritikai gondolkodás képessége, illetve a tudományos érvelési és tudományos alapokon nyugvó döntéshozatali képesség. A tudományos érveléshez, a döntéshozatalhoz szükséges tudás intellektuális készségek összességéként adható meg. Olyan készségek tartoznak ide, mint például egy feladatban a változók felismerése, kezelése; a többváltozós problémák esetén a lehetséges kombinációk előállítása; egy adott probléma megoldására kísérlet vagy teszt tervezése; a kísérleti eredmények értékelését követően az új ismeretek alapján a hipotézis módosítása. Ilyen problémákkal a mindennapok során is szembesülünk, például egy új autó vásárlására készülve, amikor a változók közül nem csak az ár és az állapot kerül előtérbe; vagy aktuális szociális, politikai események helyes megítélése során is előnyösebb, ha a formális érvelés szabályaira hagyatkozunk, mintsem informális módon, bizonytalan premisszákra, előítéleteinkre építkezve hozunk döntést.

A tudományos döntéshozatali képesség vizsgálata

Annak vizsgálatára, hogy diákjaink a tudományos szintű döntéshozatalban milyen képességekkel rendelkeznek, több teszt is létezik: így a „Group Assessment of Logical Thinking” GALT

(*Roadrangka et al.*, 1982), a „The Test of Logical Thinking” TOLT (*Tobin és Capie*, 1981). De a legelterjedtebb a *Lawson* (1978) munkásságához kötődő „Classroom Test of Scientific Reasoning” (LCTSR), amelyet a szerző alapján csak *Lawson*-tesztként említene. A teszt 24 iteme hat alskálát alkotva a következő gondolkodási képességeket méri: tömeg- és térfogatmegmaradás, arányossági gondolkodás, változók kontrollja, valószínűségi gondolkodás, korrelatív gondolkodás, hipotetiko-deduktív gondolkodás. *Lawson* 2000-ben átdolgozta tesztjét, amely így praktikusabbá vált az osztálytermi használatra, és megfelelő akár a 8. osztályos tanulók kognitív fejlettségi szintjéhez is. A teszt tudományos alapját *Piaget* elmélete jelenti, ezért tradicionális szempontból megjelennek benne az eredeti *piaget*-i feladatok. Magyarországon 2018-ban vizsgálták a teszttel a 9. és 10.-es diákok természettudományos gondolkodását (*Orosz és Korom*, 2019).

Piaget kognitív fejlődési elmélete

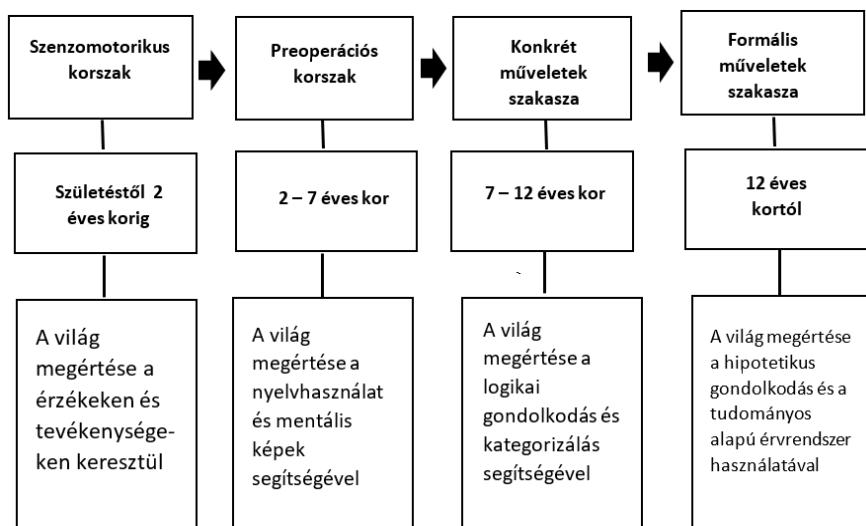
A gyermekek kognitív fejlődéséről szóló *piaget*-i elképzelés (*Piaget*, 1952) nagy hatással volt a pszichológusok és oktatással foglalkozó kutatók nézeteire. Az elmélet meglehetősen tág területet ölel fel, a születéstől kezdve serdülőkoron át próbálja értelmezni a nyelvvel kapcsolatos fogalmak, a memória, a tudományos érvelés és az erkölcsi fejlődés lépcsőfokait.

Elméletének alapvetése volt, hogy a gyerekek saját maguk építik fel a tudásrendszerüket a mindennapok során bekövetkező élményeikre, tapasztalataikra alapozva, nem szükséges hozzá a nagyobbak vagy a felnőttek hatása. Gyerekkorban a tanulás igénye belülről fakad, a világ megismerésének és magyarázatának a vágya hajtja, és nincs szükség motivációként a felnőttektől jövő jutalmazásra. A testi fejlődés kölcsönhatásban van a neveléssel, ezért az agy és a test növekedésének, az érzékelés finomodásának, a tanulás iránti fogékonyságnak egy adott fokánál lehet csak megtanítani bizonyos dolgokat. Ennek értelmében *Piaget* szerint a gyermekek intellektuális fejlődése négy – korosztályilag jól behatárolható – szakaszon keresztül történik meg (1. ábra). Ezekben közös, hogy minden esetben minőségi változás következik be a gondolkodásban; az átmenet a magasabb szintre nem szükségszerűen folytonosan történik meg; és a szakaszok sorrendje minden ember számára ugyanaz, nem hagyható ki egyik sem. *Piaget* a konkrét és a formális szinten történő gondolkodás különbözőségének érzékel-

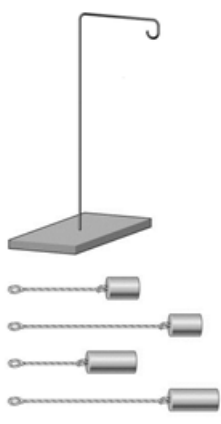
tetésére például a következő nyitott végű kérdést használta: Ha lenne egy harmadik szemünk, azt hová helyeznénk el, és miért oda?

A kilencévesek erre szinte egyöntetűen azt válaszolják, hogy a homlokunk közepére, míg a tizenegy évesek jóval ötletesebbek, mert ott például már megjelenik válaszként, hogy a kezünkre, hiszen akkor például beláthatnánk a kereszteződésekre (Schaffer, 1988). Piaget elméletében nagy szerepet kapott a gyerekek manuális tevékenysége. Ezért az elméleti kérdéseken túl gyakorlati feladatokat is ajánlott annak eldöntésére, hogy egy diák a formális vagy a konkrét szakaszban van-e. Az egyik ilyen, a 2. ábrán látható „ingateszt” néven ismert feladat.

Ennek során a diák két-két különböző hosszúságú és párban különböző tömegű ingát kap, és a feladata meghatározni, hogy az inga lengésideje milyen tényezőktől függ (ingahossz, súly, kitérítés mértéke).



1. ábra. A Piaget-féle kognitív fejlődés négy szakasza

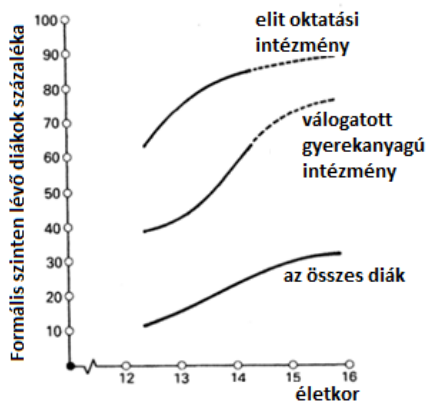


2. ábra. Piaget ingával kapcsolatos tesztje

A megoldáshoz arra kell rájönnie a diáknak – ami a tudományos kísérleteknél ismert módszer –, hogy egy időben csak egy változót szabad változtatnia. Aki próba-szerencse alapon próbál meg összefüggést találni, valószínűleg rossz eredményre jut. A formális szakaszban lévő diákok szisztematikusan közelítették meg a problémát, míg a fiatalabbakra az volt a jellemző, hogy véletlenszerűen próbálták ki az egyes variációkat. A kísérletet különböző korosztályoknál is elvégezték, és egyértelmű volt, hogy a feladat sikeres elvégzése csak bizonyos életkor után történik meg. Piaget szerint a szisztematikus megközelítés arra utal, hogy a gyerekek logikusan, absztrakt módon gondolkodnak, látják a dolgok közti kapcsolatokat – ezek pedig a formális műveletek szakaszára jellemző tevékenységek. Az ilyen személyek gondolkodását a hipotetiko-deduktív jellemzővel lehet leírni. A formálisan gondolkodó diák képes arra, hogy a probléma megoldására hipotézist állítson fel, jelen példánál maradva, például feltételezi, hogy a hosszabb inga nagyobb lengésidejű, majd teszteli hipotézise helyességét az elvégzett kísérlettel. Az ezen a szinten gondolkodó diák képes a változók szisztematikus kombinációiból adódó összefüggéseket is megállapítani. A formális szinten történő gondolkodásra ugyanakkor az is jellemző – ami ebből a kísérletből nem következik –, hogy logikai alapon képes döntéseket hozni különböző állítások alapján, úgy, hogy figyelmen kívül tudja hagyni annak valóságtartalmát. Például két állításunk az, hogy „az elefántok kisebbek a tevéknél”; és „a tevék kisebbek, mint a macskák”. Ebből képes levonni azt a következtetést,

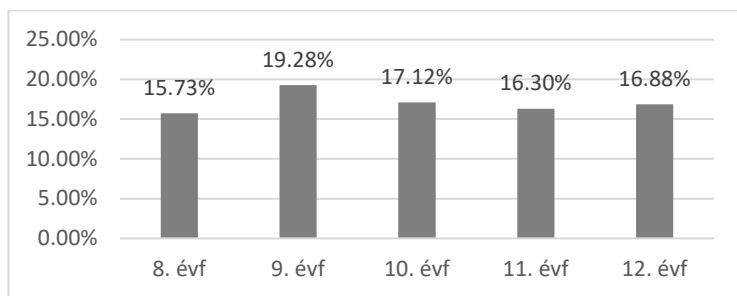
hogy „a macskák nagyobbak, mint az elefántok”, annak tudatában, hogy állítása logikailag helyes, bár nem fedi a valóságot. E feladat során egy konkrét szintű diák zavarba jön, mivel nem tud túllépni a „konkrétumokon”. A pszichológiai felmérésekben ezért gyakran támaszkodnak ilyen fiktív alanyokat magában foglaló feladatokra a konkrét/formális szint eldöntése során. Pl.: “Ha néhány flikflok az jadukos. És minden jadukos az muckos. Akkor igaz-e, hogy egyik flikflok sem jadukos; vagy az az igaz, hogy néhány muckos az flikflok?” A konkrét szakaszban lévő számára nehéz megtanítani olyan fogalmakat, amelyek szemléletes, képi módon nem érzékeltethetők. Ezeket számára „kézzelfogható” tartalommal kell megtölteni. Erre rezonál, hogy miközben sikerrel boldogul a pár vagy a tucat fogalom számszerűségével, a mól már nem értelmezhető kategória számára. Előszeretettel alakít ki és használ algoritmusokat egy probléma megoldására anélkül, hogy tisztában lenne a probléma lényegével; például sikerrel tud rendezni egy kémiai egyenletet úgy, hogy a jelölések számára pusztán betűket és matematikai jeleket jelentenek. A matematikai ismeretek szintje korrelál a formális szakaszba tartozással. Piaget szerint annak egyik ismérve, hogy valaki elérte-e a formális szakaszt az, hogy kezelni tudja-e a törteket. Tapasztalat, hogy a konkrét szakaszba tartozó diákok számára nehézséget okoznak a hányadosképzéssel definiált fogalmak: sűrűség, molaritás. Ugyanígy nehézséget okoz két változó egyidejű változtatása, ami például akkor történik, ha át kell váltani g/cm^3 -ből kg/m^3 -be a sűrűség értékét, vagy különböző koncentrációegységek között kell a váltást megtenni. *Herron* (1975, 1978) azt a véleményt képviseli, hogy a kémia absztraktsága, a három szinten történő értelmezése, nyelvezetének nehézsége miatt csak azok a tanulók képesek valódi mélységében megérteni a tárgyat, akik a formális szinten vannak.

Shayer és *Adey* 1981-ben elvégzett felmérése szerint az átlagos populáció negyede képes csupán elérni ezt a szintet (3. ábra). A 2006-os felmérésük során már azt tapasztalták, hogy a 11-12 évesek kognitív és konceptuális képességei két-három évvel visszaestek ahhoz a szinthez képest, amit 15 évvel korábban mértek (*Crace*, 2006).



3. ábra. A formális szakaszba tartozó diákok aránya életkor és iskolatípus függvényében (Shayer és Adey, 1981)

Ő ennek okaként (2006-ban) az óvodai szakaszból hiányzó gyakorlati, kézzelfogható építő, alkotó játékok hiányát, a későbbi életkorban pedig a túlzott mértékű videójáték használat és média hatását jelölte meg. Korábbi felmérésem alapján (Ludányi, 2019), a megye legjobb gimnáziumában azon tanulók aránya, akik képesek a kémia mindhárom szintjén (makro, atomi-molekuláris, szimbólum) interpretálni a jelenségeket, váltani köztük, így bizonyosan a formális szinten vannak, közel ugyanezt a százalékos eredményt mutatja (4. ábra).



4. ábra. Azon diákok aránya, akik képesek a kémia három szintje közti váltásra

A piaget-i elmélet széleskörű elfogadása mellett napjainkra szembesültünk hibáival is (Driver, 1978; Lourenco és Machaldo, 1996).

Elméletében hibásnak bizonyult, hogy a társadalmi tényezők hatásának nem tulajdonított kellő jelentőséget. Vizsgálatának alanyai Genf egy jónevű iskolájának tanulói voltak, ami jelentős mértékben befolyásolta például a konkrét szakasz időtartamát. Piaget azon állításáról, hogy aki már elérte a formális gondolkodási szintet, nem lép vissza alacsonyabb szintre, a kutatások kiderítették, hogy nem állja meg a helyét. Gyakran tapasztalható, hogy a formális szintűek is többször visszalépnek, és egy-egy feladat esetében a logikai következtetés helyett például a képletekkel történő megoldást választják. Mint a kutatások kiderítették, általa feltételezettel szemben a formális műveletek szintjét sem éri el mindenki. Ezt az állítását úgy módosította (*Piaget, 1972*), hogy a formális szint elérése tudásterület specifikus, ott érhető el, ahol az illető már kellő tapasztalatot szerzett.

A Lawson-teszt módosított változata

A teszt 1978-ban még relevánsnak és naprakésznek tűnő kérdései a ma diákja számára idejétmúltnak, érdektelennek tűnnek. Ezért többen is módosították a kérdéssort, vagy ennek iránymutatása alapján teljesen új, – több esetben tantárgyspecifikus – tesztet alkottak (*Novia és Riandi, 2017; Cepni et al., 2003; Kalinowski és Wiloughby, 2019*). Ezek a tesztek többnyire 20-24 eldöntendő kérdésből állnak, és a (papíralapú) kitöltésre 20 és 40 perc közti időt adnak. A Lawson-féle LCTSR, a TOLT illetve ezek klónjai alapján két saját kérdéssel kiegészítve állítottam össze az alábbi, 12 itemes mérőlapot annak eldöntésére, hogy az egyes évfolyamokon mennyire volt hatásos a természettudományos oktatás. A mérőlapot 9-12. évfolyamos gimnazista diákok töltötték ki. A kitöltésére adott idő 20 perc volt.

Természettudományos alapú döntéshozatalt vizsgáló kérdéssor

1. A Tisza-tó partján nagy számban találtak elhullott kormoránokat. Egy biológus ennek az okát szeretné megtudni. Amikor megvizsgálta a tetemeket, sokuk gyomrában talált műanyag szemetet. Azon gondolkodott, hogy ez veszélyes lehet-e a madarakra? Milyen további irányú kutatás lenne hasznos a kérdés megválaszolásához?

A) Fel kell kutatnia még több döglött állatot, és megvizsgálni, van-e műanyag szemét a gyomrukban.

B) Olyan kormoránokat kell keresnie, amelyek gyengék vagy betegek, és ezek gyomrát ultrahanggal megvizsgálni, hogy van-e bennük műanyag.

C) Egészségesnek látszó kormoránokat kell elfogni, és ultrahanggal megvizsgálni, hogy ezeknek van-e a gyomrában műanyagszemét.

2. Kockajátékot játszunk két dobókockával. A nyertes az, akinél a két dobás eredményét összeadva nagyobb érték jön ki. Melyiknek nagyobb a valószínűsége, hogy kijön?

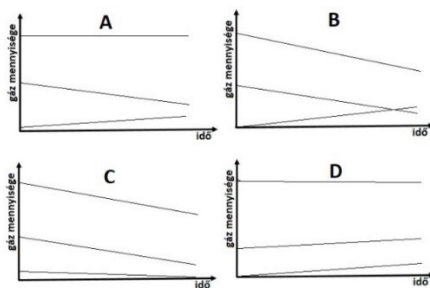
A) a 10-es B) a 12-es C) mindkettő ugyanolyan valószínűségű

3. A testmozgáskor használt telefonos applikáció a megtett távolságon, időn, szintemelkedésén túl a következő adatot adta meg a futás jellemzésére: 6,0 perc/km.

Hány km/óra sebességgel futott a futó?

A) 10 km/h B) 3,6 km/h C) 6 km/h D) 36 km/h E) kb. 20 km/h

4. Egy egérre ráhelyeztünk egy üvegburát. Kezdetektől fogva mértük, hogy a bura alatti gázok közül háromnak a mennyisége miként változik. Melyik az a grafikon, amely a kísérletünk mért eredményeihez leginkább tartozhat?



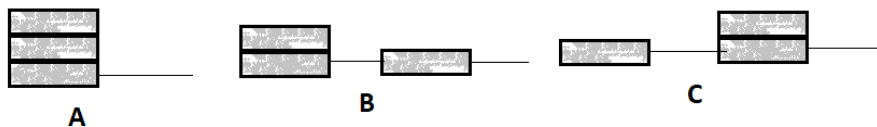
5. Egy mixertől két vendége is Cuba Libre koktélt rendel. Ez cola és rum keveréke. A két vendég a következő keverési arányt kéri a mixertől:

	Rum	Cola
Vendég1	1 mérőpohár	2 mérőpohár
Vendég2	2 mérőpohár	3 mérőpohár

Melyik vendég itala a nagyobb alkoholkoncentrációjú?

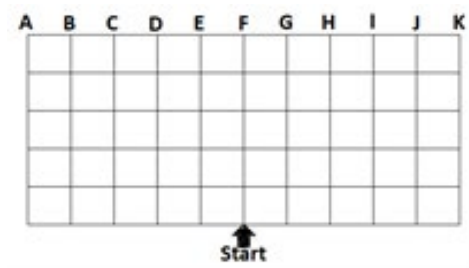
A) A Vendég1 itala. B) A Vendég2 itala. C) Mindkettőjüké ugyanolyan.

6. Téglákat helyeztünk egymásra az alábbi három módon. Az összekötő szálak gumiból vannak. Elkezdjük húzni a jobboldali szálnál. Melyik esetben mozdul meg először a rendszer bármelyik eleme, ha nincs súrlódás?



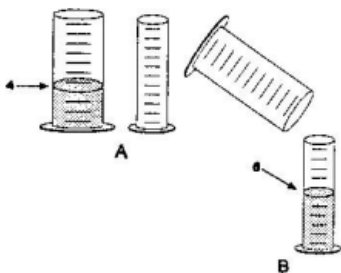
A) az A esetben B) a B esetben C) a C esetben D) mindegyik megmozdul

7. Egy úszó keresztül akarja úszni a folyót. Az úszó sebessége v . Az úszó tudja, hogy a folyó sebessége is v , de nem tudja, melyik irányba folyik a folyó. Ennyi információból állapítsa meg, melyek a lehetséges partot érési pontok!



A) F B) A vagy K C) B vagy J D) C vagy I E) D vagy H

8. Amint a rajzon látható, egy vastag és egy vékony mérőhengerünk van. Nincs rajtuk számozás, de a beosztásuk megegyezik. A szélesebb mérőhengerbe a 4. beosztásig vizet töltünk. Majd ezt a vizet áttöltjük a vékonyabb hengerbe. Ott a vízszint a 6. beosztásnál lesz. Kiöntjük a vizet. Ha második kísérletként a vékony hengerbe töltünk a 9. osztásig vizet, és ezt öntjük át a vastag hengerbe, ott mi lesz a víz szintje?



A) 4 B) 5 C) 6 D) 7 E) nincs köztük a jó válasz

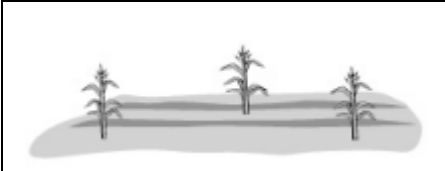
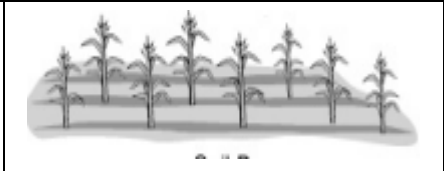
9. Egy kutatóorvos azt vizsgálja, hogy az elhízott embereknél a koleszterinszint közrejátszik-e a magas vérnyomás kialakulásában. 240 túlsúlyos férfi páciensből vesz vérmintát a koleszterinszint meghatározásához, és ugyanezen alkalommal méri a páciensek vérnyomását. Az egyes csoportokba sorolt páciensek számát a következő táblázat rögzíti:

	Vérnyomásérték	
	Magas	Alacsony
Koleszterinszint határérték fölötti	150 páciens	50 páciens
Koleszterinszint határérték alatti	30 páciens	10 páciens

Összefüggés mutatkozik-e a koleszterinszint és magas vérnyomás között ezek ismeretében?

A) igen B) nem C) Ezekből az adatokból nem állapítható meg.

10. Egy agrártudományi egyetemre járó diák azt szeretné megállapítani, hogy a kukorica termesztéséhez melyik talaj a jobb: a löszös vagy a tőzeges. Ugyanakkor azt is szeretné tudni, hogy a kereskedelemben kapható két műtrágya közül (Xperience és Yandex) melyik a hasznosabb a növény számára. Az alábbi két kép a tesztelésre használt kukoricaültetvény képét mutatja a nyár végén. (A két ültetvény egymás mellett volt, ugyanannyi napsütést és esőt kapott!)

	
löszös talajtípus	tőzeges talajtípus
Xperience műtrágyával	Yandex műtrágyával

Milyen következtetést vonhat le az egyetemista ebből a kísérletből?

- A) A tőzeges talajtípus jobb a kukoricatermesztéshez.
- B) A Yandex műtrágya a jobb a kukoricatermesztéshez.
- C) A tőzeges talajtípus és a Yandex műtrágya jobb a kukoricatermesztéshez.
- D) Ebből a kísérletből nem lehet megállapítani, melyik talajtípus vagy melyik műtrágya a hasznosabb.

11. Egy pörgettyűnk van, amelynek mutatója a pörgés után a színes mezők fölött áll meg. Mekkora az együttes valószínűsége, hogy az első pörgetéskor a zöld mező fölött, másodikra pedig a piros mező fölött áll meg a mutató?



- A) egy a kilenchez ($1/9$)
- B) egy a nyolchoz ($1/8$)
- C) egy a négyhez ($1/4$)
- D) három a négyhez ($3/4$)
- E) a jó válasz nincs a felsoroltak között

12. Egy diák a halak viselkedését befolyásoló tényezőket vizsgálja. Nyolc halat tett egy akváriumba, hatot egy másikba, négyet a harmadikba és kettőt a negyedikbe. Minden akváriumot ugyanúgy világított meg, és mindegyiknek a hőmérsékletét 15°C -on tartotta.

Mit tudhat meg a diák ebből a kísérletből? Azt, hogy

- A) a halak száma befolyásolja-e a viselkedésüket.
- B) az akvárium hőmérséklete hogyan befolyásolja a halak viselkedését.
- C) a fényhatás és a hőmérséklet miként befolyásolja a halak viselkedését.
- D) a halak száma, a fényhatás és a hőmérséklet hogyan befolyásolja a halak viselkedését.

A feladatlap iskolai használata

A mérőlap kérdései közül az arányossági gondolkodást vizsgálta a 3., az 5., a 8.; a változók kontrollját a 10. és a 12.; a valószínűségi gondolkodást a 2. és a 11.; a korrelatív gondolkodást a 4. és 9.; a hipotetiko-deduktív gondolkodást pedig az 1., a 6. és a 7. kérdés. A mérőlapot 9-12. évfolyamos gimnazista diákok töltötték ki. A kitöltésére adott idő 20 perc volt, ami minden évfolyam esetén elegendőnek bizonyult.

A feladatlap megoldása:

Feladat	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10	11.	12.
Válasz	C	A	A	A	B	D	B	C	B	D	B	A

A feladatlap új szerkesztésű, más mérőlapok kérdéseit is tartalmazza, az eredeti Lawson-teszteknél tapasztalt eredményekkel nem vehető maradéktalanul össze, nemzetközi összehasonlításra csak korlátozottan használható. Mivel gyorsan elvégezhető tesztről van szó; arra szolgál számomra, hogy a tanév elején és a tanév végén elvégezve, információt kapjak iskolánk természettudományos oktatásának hatékonyságáról.

Irodalom

- Çepni S.; Özsevegec T. és Cerrah L. (2004): Turkish middle school students' cognitive development levels in science Asia-Pacific Forum on *Science Learning and Teaching*, Volume 5, Issue 1, Article 1, p.1
- Crace, J., (2006):. 'Children are less able than they used to be'. *The Guardian*, 24/1/06. Elérhető: <https://www.theguardian.com/education/2006/jan/24/schools.uk> 2022.11.1
- Driver, R. (1978): When is a stage not a stage? A critique of Piaget's theory of cognitive development and its application to science education. *Educational Research*, 21, 54-61.
- Herron, J.D. (1975): Piaget for Chemists. *Journal of Chemical Education*. 52(3), 146-150.
- Herron, J.D (1978): Piaget in the Classroom. *Journal of Chemical Education*. 55(3) 165-170.
- Kalinowski S. T. és Wiloughby S., (2019): Development and Validation of a Scientific (Formal) Reasoning Test for College Student. *Journal of Research in Science Teaching*, v56 n9 p1269-1284 Elérhető: <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?I=485&A=FORT> 2022.11.01
- Lawson A. E., (1978): The development and validation of a classroom test of formal reasoning, *Journal Research Science Teaching*. 15(1), 11-24
- Lawson A. E. (2000): Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (CTSR) Elérhető:

- <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=CTSR>
2022.11.01
- Lourenco, O., és Machaldo, A. (1996): In defense of Piaget's theory: A reply to 10 common criticisms. *Psychological Review*, 103, 143-164.
- Ludányi L. (2019). *A tanulók kémiai fogalomrendszerének vizsgálata választókérdéssel*. In: Kaposi – Szőke-Milinte (Eds.) *Pedagógiai változások – a változás pedagógiája*. Pázmány Péter Katolikus Egyetem. Budapest. 442-460.
- Novia N. és Riandi R. (2017): The Analysis of Students Scientific Reasoning Ability in Solving the Modified Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (MLCTSR) Problems by Applying the Levels of Inquiry Elérhető: https://www.researchgate.net/publication/330838964_The_Analysis_of_Students_Scientific_Reasoning_Ability_in_Solving_the_Modified_Lawson_Classroom_Test_of_Scientific_Reasoning_MLCTSR_Problems_by_Applying_the_Levels_of_Inquiry 2022.11.1
- Orosz G. és Korom E. (2019): A természettudományos gondolkodás mérése: A Lawson-teszt hazai kipróbálásának tapasztalatai Elérhető: https://acta.bibl.u-szeged.hu/66240/1/pek_2019_071.pdf 2022.11.01
- Piaget, J. (1952): *The origins of Intelligence in Children*. New York: International Universities Press.
- Piaget, J. (1972): *Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood*. Human Development 15 1-12.
- Roadrangka V.; Yeany, R.H., és Padilla M.J. (1982): *GALT. Group Test of Logical Thinking*. University of Georgia
- Schaffer, H. R. (1988): *Child Psychology: the future*. In S. Chess & A. Thomas (eds), *Annual Progress in Child Psychiatry and Child Development*. NY: Brunner/Mazel.
- Shayer M. és Adey P.(1981): *Towards a science of science teaching*. London , Heinemann Idézi: Sheehan (2010)
- Sheehan Maria 2010. *Identification of difficult topics in the teaching and learning of Chemistry in Irish schools and the development of an intervention programme to target some of these difficulties*. –Doctoral thesis– Elérhető: <https://www.semanticscholar.org/paper/Identification-of-difficult-topics-in-the-teaching-Childs-Sheehan/e0730d8af3bff60d0b2ee4f51f996488bc808835> 2022.11.1
- Tobin, K.G., és Capie, W. (1981): Development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), 413-414.