

**A kémiai fogalmak fejlődésének és  
a kémiai számításokkal kapcsolatos  
tévképzeteknek vizsgálata  
a 7. osztály végén**

**Témavezető:**

Dr. Szalay Luca  
egyetemi adjunktus

**Készítette:**

Kissné Menkó Orsolya  
kémia-matematika  
osztatlan tanári szak

TDK dolgozat  
Budapest, 2017

# Tartalomjegyzék

Köszönetnyilvánítás .....	3
1. Bevezető .....	4
2. Irodalmi áttekintés .....	5
3. A kémiai és fizikai fogalmak épülésének mérése .....	8
3.1 A minta .....	8
3.2 A vizsgálat .....	8
3.3 A teszt felépítése és kérdései .....	9
3.4 Kutatási kérdések és hipotézisek .....	10
4. Eredmények: A talált tévképzetek csoportosítása .....	12
4.1 A 2016 őszén írt előtesztekben is kimutatott néhány érdekes tévképzet vizsgálata.....	12
4.2 Oldódás, ami már „nem azonos az olvadással”? .....	13
4.3 Az apoláris és poláris fogalmak kialakulása.....	17
4.4 A kromatográfia fogalmi háttere .....	22
4.5 Gázok előállítása.....	26
4.6 Százalékszámítás a kémiában .....	28
5. Konklúzió .....	31
6. Összefoglalás.....	35
7. Irodalom jegyzék.....	36
8. Mellékletek.....	38
1. melléklet: Feladatlap.....	38

# Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, aki segítettek abban, hogy ez a dolgozat elkészüljön.

Közöttük témavezetőmnek, Dr. Szalay Luca tanárnőnek, aki szakmailag támogatott. Valamint az MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia tanítás Kutatócsoportban dolgozó munkatársainak, akik kutatásuk keretében lehetőséget adtak e tesztekben levő tévképzetek megfigyelésére és elemzésére. Köszönettel tartozom a „Megvalósítható kutatásalapú kémia tanulás” című projektben résztvevő tanároknak és diákoknak, akik nélkül nem jöhetett volna létre ez a dolgozat. További sok sikert kívánok nekik!

Köszönettel tartozom még szüleimnek, akik segítették, hogy ez a munka ilyen formában jelenjen meg.

# 1. Bevezető

Az egy évvel ezelőtti kutatásom során azt vizsgáltam, hogy a diákok mit tudnak, hogyan gondolkodnak, mielőtt megkezdik kémiai tanulmányaikat. Azt szerettem volna föltérképezni, hogy milyen fizikai és kémiai fogalmakat ismernek. Továbbá kíváncsi voltam arra is, hogy adott fogalmak pontosan és helyesen épültek-e be a tanulók fogalomrendszerébe, vagy valamilyen téves elképzelést eredményező torzítás kísérte a folyamatot. Ezzel kapcsolatban korábbi tudományos diákköri dolgozatomban<sup>1</sup> hivatkoztam a Nahalka István által publikált elméletre (Nahalka, 1997), amely a tanulás folyamatának hét lehetséges kimenetelét mutatja be aszerint, hogy mi történik a kapott információval. Ezt tekintettük fő rendszerező elvnek, ami alapján vizsgáltuk, hogy egy adott fogalomról mit írtak le a diákok. Az akkor vizsgált témák: a halmazállapot változás (forrás, olvadás), az oldódás és a részecskeszemlélet kialakulása. Munkám során sok téves elképzelést találtam a diákok válaszainak kategorizálásakor.

A 2016/2017. tanévben az általam vizsgált mintában szereplő tanulók elkezdték kémiai tanulmányaikat. A tesztet, amelyre adott válaszaik elemzését a jelen dolgozat tartalmazza 2017 májusában-júniusában írták. Addigra már a tantervek szerint meg kellett tanulniuk a 7. osztályos kémia tananyagot, azaz, az általános kémiai ismeretek alapjait. A tanulók által megfogalmazott elképzeléseket tanulmányozva újabb információkat nyerhettünk arról, hogyan alakult gondolkodás módjuk, fogalomrendszerük a tanév során megszerzett kémiai ismeretek segítségével.

---

<sup>1</sup> Menkó Orsolya (2016): Fizikai és kémiai fogalmak vizsgálata a 7. évfolyam elején, tudományos diákköri dolgozat, ELTE, Budapest (Témavezető: Dr. Szalay Luca),

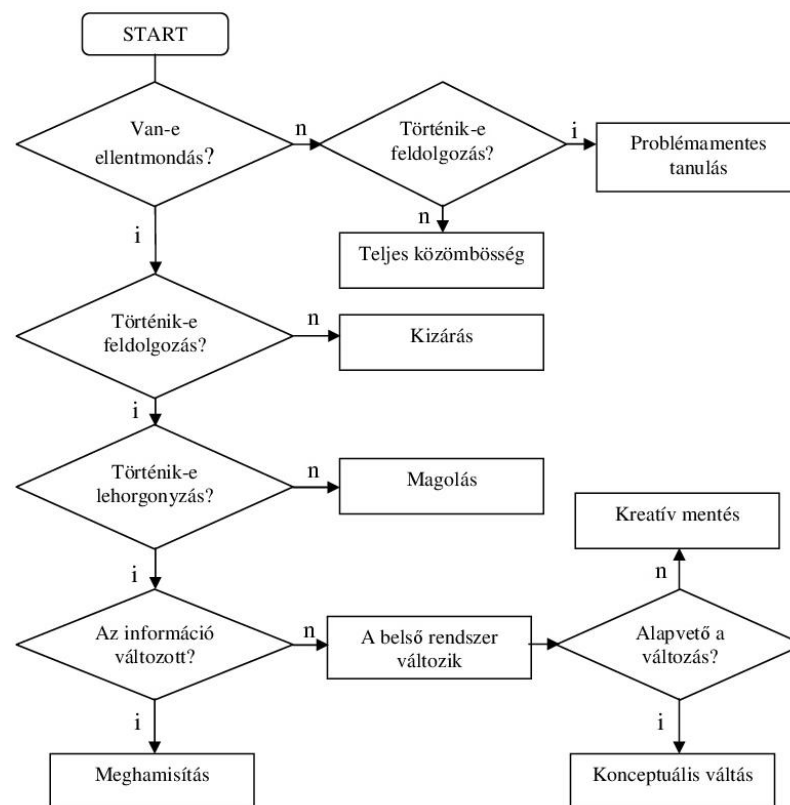
[http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/tevkepzetek2017\\_03\\_25menko\\_orsolya.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/tevkepzetek2017_03_25menko_orsolya.pdf)

(Utolsó letöltés: 2017. 11. 21.)

## 2. Irodalmi áttekintés

Az értelmes tanulás (és nem csak magolás) közben nagy szerepe van az előzetes ismeretnek. Hiszen nem „fehér lap” van a diákok fejében, amikor valaki tanítani akarja őket, hanem jelen van több előzetes elképzelés, „előfogalom” is. Azzal a gondolattal, hogy mennyire fontos az előzetes tudás, több neves szakember is foglalkozott (vagy épp a saját kutatásukkal alapozták meg, hogy mások ezzel tudjanak foglalkozni):

- Piaget – Az értelmi fejlődésben a fogalmi rendszer alakulását, illetve az értelmi fejlődés és a gondolkodás fejlődése közötti kapcsolatot vizsgálta. A fogalmi fejlődést, a tanulók fogalmi rendszerét vizsgáló kutatók gyakran támaszkodnak Piaget munkáira.
- Vigotszki – A gondolkodás fejlődését és annak a nyelvvel való kapcsolatát kutatta. Véleménye szerint kétéves korig a gondolkodás és a nyelv külön fejlődik. E kor elérése után 3 szakaszra bontotta a fejlődést. Kezdetben szervezetlen, egyéni fogalmak, majd szubjektív benyomás alapján összekapcsolások és végül a fogalmi struktúrák közötti alapelvek megtalálására.
- Nahalka István – Konstruktivista megközelítéssel nézett a tanulásra. „A tanulás aktív folyamat, amelyben nagy jelentősége van az előzetes tudásnak”. Ezek alapján a tanulásnak 7 lehetséges kimenetelt adott, melyet az 1. ábra tartalmaz. (Korom, 2005)



1. ábra Nahalka szerint a tanulás folyamatának hét lehetséges kimenetele (Kiss, 2008)

Többek között a főntebb példaként megemlített elméletek alapján történtek azon kutatások, amelyek arra irányultak, hogy a diákok gondolkodásában milyen téves elképzelések, alternatív fogalmak alakultak ki.

Ennek a kutatási területnek a terminológiája igen bonyolult. Ez azért alakult így, mert a kutatók a saját megközelítésüknek megfelelően más és más elnevezést használnak ugyanarra a jelenségre. Minden elnevezés két részből tevődik össze. Az első fele a fogalomnak a tudomány általánosan elfogadott álláspontjához való viszonyát adja meg (téves, naiv, alternatív), a második fele pedig a diák tudásában elfoglalt helyét mutatja meg (felfogás, meggyőződés, elmélet). Az alábbiakban néhány elnevezést sorolok fel (zárójelben mindegyik mögött az angol megfelelője szerepel):

- tévképzet (misconception)
- alternatív elképzelés (alternative conception)
- naiv meggyőződés (naive belief)
- naiv elmélet (naive theory)
- gyermeki nézet (children's view)
- gyermektudomány (children's science)
- spontán gondolkodás (spontaneous reasoning)
- oktatás előtti tudás (preinstructional knowledge)... (Korom, 2005)

A kémia területén belül is találhatóunk tévképzet-kutatásokat, pl.:

- Prieto, Blanco és Rodrigues (1989): A spanyol tanulók háromnegyede egyenműinek (azaz egykomponensűnek), a fele pedig folytonosnak tartja az oldatot. Illetve az oldatról alkotott fogalmuk leszűkül „a szilárd anyagot feloldunk folyadékban” esetre.
- Longden, Black és Solomon (1991): Angol tanulókat vizsgáltak. A 11-12 éves diákok 20%-a, a 13-14 éves diákok 30%-a tudta helyesen megmagyarázni az oldódás jelenségét a részecskék szintjén.
- Krajcik (1991): Kutatása során arra a megállapításra jutott, hogy a diákok jelentős része nem érti az alapvető kémiai fogalmakat, és nem képes összekapcsolni azokat a mindennapi jelenségekkel. A kémiai problémák megoldását gyakran csak memorizálják. Ezért nem képesek olyan fogalmi rendszert felépíteni, aminek segítségével a mindennapi életben tapasztalt jelenségeket meg tudják magyarázni. (Korom, 2005)

A téves elképzelésekkel foglalkozó kutatások mára már a tévképzetek több jellemzőjét gyűjtötték össze.

- A tanulóknak a formális közoktatásba való belépésük idején már számos elképzelésük van a világ jelenségeiről. (Azaz „nem tiszta lappal” érkeznek a tanulók az iskolába.)
- A tévképzetek széles körben elterjedtek korra, nemre, képességre és nemzetiségre való tekintet nélkül. (A spanyol és az angol gyerekek hasonló téves elképzelésekkel gondolkodnak az oldódásról, és ezek a hibák a magyar diákok esetében is előfordulnak.)
- A tévképzetek tartósak, a hagyományos tanítási módszerekkel a tanulók jelentős hányadánál nem, vagy csak igen nehezen változtathatók meg. Sőt a tanulási folyamat vagy a kérdés megfogalmazásában történt változás eredményeként egyes tévképzetek kimutatható előfordulási aránya még növekedhet is (ld. például a később részletesen tárgyalandó 3. táblázatban az oldódással kapcsolatos tévképzetek egy tanév alatt történt százalékos változását.)
- A tévképzetek változatos forrásból származhatnak: hétköznapi tapasztalatok, hétköznapi nyelv, szociális környezet, oktatás. („A cukor felolvad a teában.”)
- A tanulók elképzelései gyakran párhuzamba állíthatók a tudomány történetében korábban elfogadott, de mára már meghaladott nézetekkel. („A föld lapos.”)
- A tévképzetek **gátolhatják a tanulást.** (Korom, 2005)

## 3. A kémiai és fizikai fogalmak épülésének mérése

### 3.1 A minta

A vizsgálathoz – az előző évi kutatásunk módszerével megegyezően – egy nagy projekt keretein belül megíratott tesztet használtam fel. A Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja adott lehetőséget a MTA-ELTE Kutatásalapú Kémia-tanítás Kutatócsoport megalakítására és a „Megvalósítható kutatásalapú kémiatanulás” című projekt megkezdésére. Ennek keretei között 855 hetedik osztályos diák írta meg az első utótesztet a 2016/2017-es tanév végén azok közül a tanulók közül, akik a korábbi tudományos diákköri dolgozatomban (Menkó, 2016) elemzett 2016 őszi előtesztet megírták. Azóta az utótesztek megoldásait is volt alkalmam megismerni. Így összegezni tudtam, hogy a diákok válaszai mennyire felelnek meg a kémia, illetve a fizika jelenleg elfogadott álláspontjának, illetve milyen módokon térnek el attól.

A kutatás 13 budapesti és 5 vidéki középiskola közreműködésével valósul meg. A vizsgált iskolák mindegyike hatosztályos gimnázium, válogatott diákjaik gyakran vesznek részt különféle versenyeken. Így a minta nem tekinthető az összes ilyen életkorú magyar tanuló szempontjából reprezentatívnak. Ám, az itt előforduló hibákra azért érdemes figyelni, mert ha még a „versenyistállóban” is előfordulhatnak ilyen jellegű téves elképzelések, akkor valószínűsíthető, hogy ezek az átlagos magyar iskolák tanulóinak gondolkodásában is megjelennek.

Az elemzések során tehát nem szabad szem elől tévesztenünk azt a tényt, hogy az utóteszt megírásakor a diákok már tervezett körülmények között és rendszerezett módon foglalkoztak a különböző kémiai fogalmakkal (még ha csak a kémiai alapismeretek szintjén is).

### 3.2 A vizsgálat

Az 1. számú mellékletben megtalálható a teljes teszt, amelyet a 7. osztályos diákok 2017 májusában-júniusában oldottak meg. Első lépésként elolvastam közel 90 diák kitöltött feladatlapját, majd azok alapján eldöntöttem, hogy mely kérdésekkel érdemes foglalkozni, és melyekkel nem.

A következő lépésben összegyűjtöttem, hogy milyen téves elképzelések fordultak elő az addig átnézett dolgozatokban az általam vizsgált kérdések válaszai között. Ezeket külön kategóriákba soroltam. A tapasztalataim alapján javaslatokat tettem arra, hogyan lehet kiküszöbölni ezek kialakulását, vagy a már meglévő helytelenül kialakult fogalmakat, összefüggéseket milyen módon lehet korrigálni.

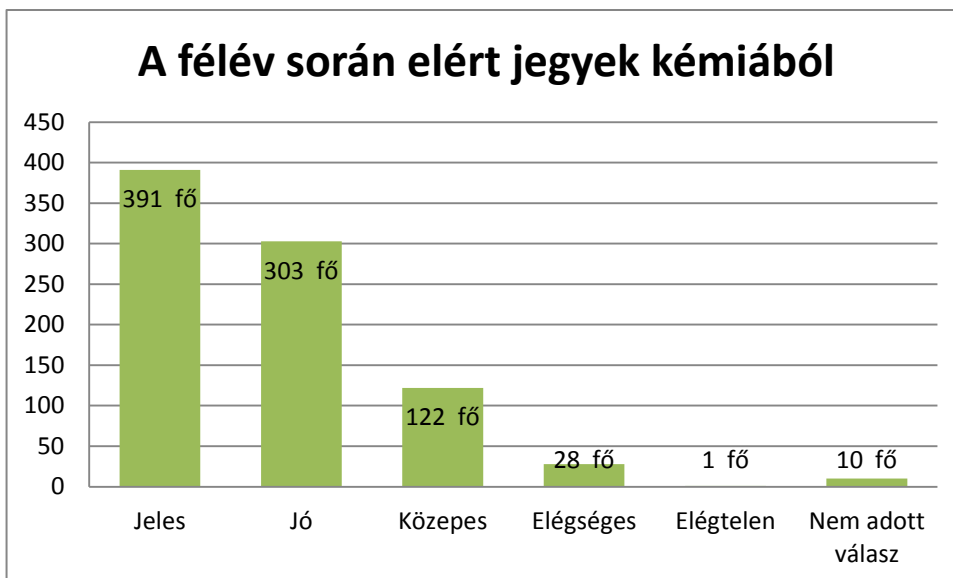


Az utótesztben csak olyan kérdések szerepeltek, amelyekkel a 2016/2017. tanévben minden tanuló találkozott, az általuk kitöltött 6 feladatlapon. Így egyértelmű, hogy ezek a diákok az általunk vizsgált fogalmakat megismerhették az iskolai keretek között folyó tanulmányaik során. Az őket tanító kémia szakos tanárok túlnyomó többsége az életrajzaik tanúsága szerint nagy tapasztalatú, komoly szakmai múlttal rendelkező pedagógus. Így okkal feltételezhető, hogy nem hagytak szakmai pontatlanságot munkájuk során, vagy kijavíthatatlanul az évközben írt dolgozatokban.

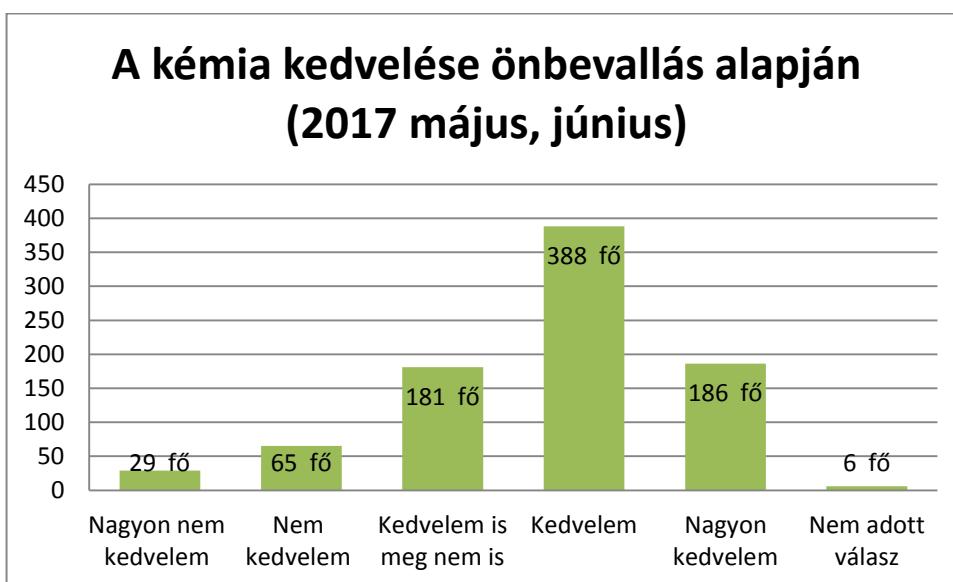
### **3.3 A teszt felépítése és kérdései**

A feladatlapok mintegy tizedének átnézése után arra a következtetésre jutottam, hogy az 1.b, a 4.a, a 4.b és az 5. feladatokban fordultak elő a szakirodalom áttekintésekor általam megismert, vagy azokhoz hasonló téves elképzelések. A többi feladatot a továbbiakban nem vizsgáltam, mivel azokban a kérdések jellege miatt nem jelent meg tévképzet, vagy a hibás választakat nem lehetett a tévképzetek alapján egyértelműen kategóriákba sorolni. Ugyanis a tesztben szerepeltek egyrészt alapvető ismeretek egyszerű reprodukálását igénylő kérdések. Másrészt olyan összetettebb, a Bloom taxonómia alapján a magasabb rendű műveletek körébe sorolható, kísérlettervezést igénylő feladatok is voltak, amelyekre adott válaszok jellemzően nem a tévképzetek, hanem inkább a ténybeli ismeretek, illetve a az algoritmikus gondolkodás hiányosságai miatt különböztek. A teszt végén szereplő kérdésekre adott válaszokból az is kiderült, hogy melyik diák milyen jegyet szerzett félévkor kémiából, illetve hogy mennyire kedveli a kémiát. (ld. 2-3. ábra)

Az ábrákból egyértelműen látható, hogy a diákok tanáraik megítélése alapján összességében igen jól teljesítenek kémiából. A tesztet megíró diákok több mint 80%-a jeles vagy jó eredménnyel zárta a 2016/2017. tanév első félévét. Mindösszesen egy diák van, akinek nem sikerült legalább elégséges érdemjegyet elérnie az értékeléskor. A kémiatanárok körében sajnos közismert, hogy országos viszonylatban a kémia nem szerepel a diákok kedvelt tantárgyai között, sőt az utóbbi időben egyre lejjebb csúszik ezen a ranglétrán (Albert, 2013). Azonban a jelenleg vizsgált teszt megfelelő kérdésére adott válaszokból az derül ki, hogy a diákok kevesebb, mint 11%-a gondolja úgy, hogy nem szereti, vagy nagyon nem szereti a kémiát. Ezzel szemben a diákok 67%-a szereti, vagy nagyon szereti ezt a tantárgyat.



2. ábra: A 2016/2017-es tanévben félévkor megszerzett érdemjegyek (önbevallás alapján)



3. ábra: A kémia kedvelése önbevallás alapján

Ezeket az adatokat a hétköznapi tanítási gyakorlatban tapasztaltakkal összevetve valószínűsíthető, hogy ezek a válogatott diákok az átlagosnál jobb eredményeket érnek el kémiából és az átlagnál jobban is szeretik a tantárgyat. Ezért (bár nem bizonyított), de joggal feltételezhető, hogy a többi tanuló esetében az általam vizsgált mintánál is gyakrabban fordulnak elő az egyes tévképzetek.

### 3.4 Kutatási kérdések és hipotézisek

A következőkben azokat a kérdéseket sorolom fel, amelyekre a választ keresem a munkám során:

1. Milyen alternatív, vagy kifejezetten téves elképzelések mutathatók ki a vizsgálatban részt vevő 7. osztályos magyar tanulók esetében azok közül, amelyeket az előző évtizedek folyamán a szakirodalomban más szerzők megfogalmaztak?
2. Az egy évvel ezelőtt vizsgált fogalmak, a megjelenő téves elképzelések milyen változáson mentek keresztül (a minta egészét tekintve)?
3. Jelennek-e meg új téves elképzelések a válaszokban, melyek az előző teszt során nem fordultak elő, illetve nem voltak kimutathatók?

Ismét hangsúlyozom, hogy a szakirodalom és az előző mérés során tapasztaltak alapján a diákok nem „üres lappal” a fejükben érkeztek a kémiaórákra. A kémia tanulmányok előtt és alatt megszerzett tudás lehet pontos és a tudomány mai állása szerint is helytálló, de gyakran előfordul, hogy hibás elképzelések alakulnak ki. E hibás „képeket” nehéz, sőt gyakran szinte lehetetlen „kiradírozni”. Azzal se ér el sok sikert a pedagógus, ha megpróbálja azokat „átfirkálni”. Tehát körültekintő diagnózis alapján végzett, alapos és célirányos korrekciókra van szükség.

## 4. Eredmények: A talált tévképzetek csoportosítása

### 4.1 A 2016 őszen írt előtesztben is kimutatott néhány érdekes tévképzet vizsgálata

A 2016 őszen megírt előteszt elemzésekor a feldolgozott fogalmak között szerepelt az „oldódás”. Konkrétan a kérdés nem az oldódás definíciójára vonatkozott, hanem arra, hogy a diákok meg tudják-e fogalmazni az oldódás és az olvadás közötti különbséget:

„4. a) Magyarázd meg, miben különbözik az olvadás és az oldódás!”

Erre a kérdésre a tanulók akkor adott válaszát az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: 2016 őszen adott válaszok a 4.a. kérdésre (százalékos eloszlásban) (Menkó, 2016)

A kérdésre adott válasz	Relatív gyakoriság
<b>5. Két anyag keveredik. / Kell hozzá oldószer és oldott anyag.</b>	<b>29,3%</b>
4. Nem halmazállapot változás. (A kérdés szempontjából ez a válasz teljes értékű.)	1,0%
3. Az oldódás fogalma téves, vagy hiányos elképzelésen alapul (a megfogalmazás alapján).	42,9%
2. Példát ad a jelenségre.	12,0%
1. Változást fogalmaz meg ám nem a kérdéssel kapcsolatban.	8,3%
0. Nincs válasz.	6,5%

A táblázatban jól látható, hogy a diákoknak 42,9%-a kifejezetten hibás, vagy téves fogalom alapján próbálta megközelíteni, mit jelent az „oldódás”. Ekkor több téves elképzelést emeltem ki, ami viszonylag nagy gyakorisággal fordult elő a diákok között, pl.:

- Semmivé válik az oldott anyag.
- Egyesülés történik.
- Halmazállapot-változás.

A jelenleg elemzett év végi utótesztben már úgy volt megfogalmazva az oldódásra vonatkozó kérdés, hogy a tanulóknak a helyes válaszhoz az oldódás mechanizmusát is ismerni és érteni kellett. Természetesen ez a kérdés jóval összetettebb az előzőhöz képest, de a diákok a két teszt között eltelt időben tanultak arról, hogy mi történik a részecskék szintjén az oldódás-

kor. A 2017. május-júniusban megíratott első utóteszt oldódásra vonatkozó kérdése így hangzott.

*„4. a) Indokold meg az anyag szerkezetéről tanult ismereteid alapján, hogy miért oldódik a cukor lassabban hideg vízben, mint meleg vízben. (A hideg és a meleg víz ugyanakkora térfogatú, és pontosan ugyanannyi, ugyanolyan cukrot teszünk mindkettőbe. Egyik folyadékot se kevergetjük.)”*

A következő fejezetben kitérek arra, hogy a diákok milyen helyes vagy éppen téves válaszokat adtak erre a kérdésre.

A másik nagyon érdekes feladat a 2016 őszi előtesztben a „3. a) *Mi van egy gáz részecskéi között?*” kérdés. Ezzel azt vizsgáltam, hogy a diákok részecskeszemlélete kialakult-e már, vagy még a folytonos anyagszemléleti modell alapján gondolkodnak. A részecskeszemlélet fejlődését ugyan közvetlenül nem tudtam elemezni az utóteszt alapján, de az vizsgálható volt, hogy a tanév végén íratott utóteszt 4.a feladatára adott válaszok megfogalmazásához milyen gyakorisággal és mennyire helyesen használták a tanulók az anyag részecskemodelljét.

## **4.2 Oldódás, ami már „nem azonos az olvadással”?**

Mielőtt a kétféle tesztet kitöltő tanulók kémiát kezdtek tanulni, az oldódást a lehető legkülönbözőbb módokon képzeltek el. Érdekes megfigyelni, hogy a tanév végén megírt utóteszt idején a diákok még mindig milyen sokféleképpen gondolkodnak erről a fogalomról, ha egy adott jelenséget kell megmagyarázni az oldódás mechanizmusának segítségével. A diákok válaszai alapján alkotott kategóriákat a 2. táblázatban foglaltam össze.

A táblázat adatai alapján jól látható, hogy a diákok 44%-a tudott helyesen válaszolni. Ebből az következik, hogy a tanulók több mint fele még mindig nem képes arra, hogy az oldódással kapcsolatos konkrét jelenséget az oldódásról tanultakat alkalmazva helyesen magyarázza.

2. táblázat: Cukor oldódása meleg/hideg vízben (a tipikus válaszok százalékos megoszlása)

A kérdésre adott válasz	Relatív gyakoriság
<b>6. A részecskék magasabb hőmérsékleten gyorsabban mozognak. A részecskék alacsonyabb hőmérsékleten lassabban mozognak.</b>	<b>43,6%</b>
5. A cukor <b>olvadásával</b> magyarázza meg a jelenséget.	11,6%
4. Molekulák közötti távolság, ill. kötéserősség változása a hőmérséklet függvényében, vagy hasonló jellegű magyarázatot ad a jelenségre.	5,0%
3. Sűrűségkülönbség, hőtágulás alapján eltérő az oldódás sebességgel magyarázza meg a jelenséget.	4,8%
2. Kémiai reakcióként írja le a jelenséget.	3,4%
1. Változást fogalmaz meg, ám nem a kérdéssel kapcsolatban. (Hibás magyarázatot ad.)	22,8%
0. Nincs válasz.	8,8%

A tanév eleji előteszt alapján viszonylag kicsi (1,6%) gyakorisággal mutattuk ki azt a tipikus téves elképzelést, hogy „Az olvadás és az oldódás ugyanaz a folyamat. – Lee (1993)” (Dobóné 2008: 137-140). Ezt ekkor a kérdés jellegének tudtuk be, hiszen pusztán a két fogalom közötti különbség megadását kértük. A mostani kérdésekre adott válaszok alapján jól látható, hogy ez a feltételezésünk jogos volt, hiszen sokkal nagyobb arányban (11,6%) jelenik meg e téves elképzelés az utóteszten. A diákok 11,6% próbálta megmagyarázni, hogy a meleg vízben **olvad** (tehát nem **oldódik**) gyorsabban a cukor. Ezt az alábbiakban a tanulók néhány konkrét válaszána idézetével támasztjuk alá:

- „Mert a cukor meleg hatására elolvad és a meleg vízben olvad is.”
- „Hő hatására elkezd „olvadni” a cukor.”
- „Meleg vízben gyorsabban elolvad.”
- „A cukor a meleg víz hatására elolvad, jól oldódik vízben. A hideg vízben lassan olvad.”
- „A hideg víz hideg ezért lassabban olvad el, lassabban oldódik fel.”
- „A hideg vízben **megfagy** és kevesebb a részecske a hidegben, mint a melegben.”

Volt olyan diák, akinél nem csak az oldódás és az olvadás között volt fogalmi zavar:

- „Meleg víz hatására a cukor kicsit „párolog”.”

A legutóbbi esetben az is probléma, hogy a tanuló nincs tisztában azzal, hogy a cukor milyen hőmérsékleti sávban lenne képes párologni vagy, hogy képes-e egyáltalán a párolgásra. Nem zárható ki, hogy a fõnt idézett diákok egy része ismeri az oldódás részecskeszintû magyarázatát, és csak a helytelen hétköznapi fogalomhasználat akadályozta meg õket a helyes válasz leírásában. Az a tény azonban, hogy a kérdésben explicit szerepelt az „oldódik” szó, és ennek ellenére keverték össze a tanulók az oldódást az olvadással, azt valószínûsíti, hogy ezeknek a diákoknak nincs helyes képük az oldódás és az olvadás mechanizmusáról. Sõt egyes idézeteket olvasva az is látható, hogy magukkal a jelenségekkel (a makroszkopikus folyamatokkal) sincsenek tisztában.

Egy másik tipikus téves elképzelést Kokotas írt le 1998-ban: „Amikor a só feloldódik, folyékony sóvá válik.” (Dobóné 2008: 137-140). Erre is volt példa a javított tesztek között:

- „A cukor melegben folyadékká válik, míg a hidegben megszilárdul.”

Lényegében a fõnti megfogalmazás is az oldódásnak az olvadással való összetévesztését mutatja.

A 3 táblázatban látható, hogy másik, a szakirodalom által szintén leírt tipikus téves elképzelés az utóteszt válaszai között viszont már nem fordult elõ. „Oldódáskor eltûnnek az anyagok (só, cukor). – Prieto (1989)” (Dobóné 2008: 137-140). Pedig a 3. táblázatban látható, hogy a 2016 õszi elõteszt alkalmával még 38 ilyen jellegû választ kaptunk. Meglehet, hogy ebben a kérdés megfogalmazása segített, de én bízom benne, hogy a diákok 7. osztályos kémiai tanulmányai is nagyban hozzájárultak ehhez.

Jelentõs fejlõdésnek tûnik továbbá, hogy az utóteszt alkalmával az oldódást már csak 3 tanuló értelmezte „egyesülés”-ként, szemben az elõtesztben 56 tanulóól kapott hasonló értelmû válasszal.

3. táblázat: A kapott (gyakori) téves válaszok változása 1 év kémiatanulás után

	2016. õsz (fõ)	2016. õszi (%- a teljes mintához viszonyítva)	2017. tavasz (fõ)	2017. tavasz (%- a teljes mintához viszonyítva)
Egyesülés történik	56	9,1%	3	0,4%
Megsemmisülnek a cukor molekulái	38	6,2%	0	0
Kémiai reakció zajlik le	14	2,3%	6	0,7%
Kötésfelbomlás történik	0	0	20	2,3%
Hõtágulás történik	0	0	18	2,1%
Olvadással egyenlõ	10	1,6%	99	11,6%
Teljes minta:	617		855	

Azonban így is figyelmeztető jel, hogy „az oldódás során egyesülés történik” tévképzet még nem tűnt el teljesen. Például az egyik érintett tanuló válasza így hangzott:

- »Azért, mert a meleg vízben a részecskék távolabb helyezkednek el egymástól, mint a hidegben, ezért könnyebben „egyesül” vele.«

Reménykeltő viszont az, hogy válaszbán az „egyesülés” szó idézőjelben szerepel. Hiszen ez alapján arra következtethetünk, hogy maga a tanuló is érezte, ez nem szerencsés megfogalmazás.

Az a téves elképzelés is többször megjelent az utóteszt 4. a kérdésre adott válaszok között, ami szerint a tanulók szubmikroszkopikus részecskéket makroszkopikus tulajdonságokkal ruházzák fel. Így a következő idézetek alapján egyes tanulók hőtágulással próbálták megmagyarázni a jelenséget.

- » A meleg vízben „nagyobbak” a részecskék.«
- „A meleg vízben a részecskék nagyobbak lesznek így abban gyorsabban oldódik.”
- „Meleg vízben lazább a víz szerkezete és könnyebben elegyednek a részecskék egymással.”
- „A hideg víz részecskéi nagyon „szorosan” helyezkednek el, a meleg vízé pedig nem olyan „szorosan” és ez a cukorral egyszerűbben elkeveredik.”
- „A meleg vízben lazább a részecskék közötti kölcsönhatás, mint a hidegben és emiatt a cukor részecskéi könnyebben elegyednek a víz részecskéivel.”
- „A melegtől nő a folyadékmolekulák közt a távolság, több fér bele.”

A szakirodalomban is leírtak szerint (amelyet az előteszt válaszainak elemzésekor magam is tapasztaltam), a tanulók időnként megszemélyesítik a részecskéket. Azonban jó jel, hogy a diákok közül voltak, akik érezték, valószínűleg nem a helyes kifejezést használják. Így ők idézőjelek közé írták az alábbi állításokban a kérdéses szavakat:

- „ A hideg vízben összetartóbbak a molekularészecskék.”
- „A meleg víz részecskéi távolabb vannak egymástól ezért a cukor könnyebben beágyazódik azok közé.”
- „Meleg vízben, mert a meleg víz sűrűsége kisebb ezért könnyebb az oldódás, és gyorsabban szaporodnak a részecskék.”
- „Mert a hideg víz részecskéi lassabban dolgoznak.”

A részecskék „szaporodása” első hallásra egy elég riasztó tévképzetnek hangzik, de valószínűleg csak a **vízben oldott** részecskék szaporodására gondolt a tanuló. Továbbá figyelmesen olvasva a fenti idézeteket, olyan elképzelést tükrözőket is találunk közöttük, hogy a meleg



vízben a részecskék ritkábban helyezkednek el, így a cukor részecskéi könnyebben beférnek közéjük. (Erre utal a sűrűségkülönbséget említő tanuló is.) Örömteli tény viszont az, hogy az összes főntebb idézett válaszból kimutatható az, hogy ezek a tanulók már biztosan az anyag részecskemodelljét használták a gondolkodás során.

Szerencsére a 2. táblázatban látható, hogy a tartalmilag helyes válaszok is elég nagy arányban szerepeltek (kerekítve 44%), bár ezekben az esetekben is előfordult, hogy a tanulók megszemélyesítették a részecskéket.:

- „A hidegben lassabban mozognak az atomok, a melegben gyorsabban, ezáltal többet ütköznek.”
- »Hidegen a részecskék mozgása lassul, melegen gyorsul, így a cukor részecskéi könnyebben „utat találnak”. «
- »A meleg folyadék részecskéi gyorsabban mozognak így hamarabb „szétszedik” a cukrot. «

### **4.3 Az apoláris és poláris fogalmak kialakulása**

A 7. osztályosok számára előírt kémi tananyagban több új fogalom is megjelenik, amivel korábban nem találkozhattak a tanulók. Az egyik ilyen fogalompár a poláris/apoláris. E fogalmakat több tanár a zsírdékony/vízoldékony fogalompárral együtt használja, azokkal mintegy értelmezve az idegen eredetű szavakat. Ennek oka, hogy így a diákok tudják makroszkopikus jelenségekhez kötni a számukra új kifejezéseket. Ennek következtében nagyobb valószínűséggel emlékeznek rá később (Csapó, 2005). Az év végi utóteszt 1.b feladatának megoldásakor is ezt a fogalompárt kell alkalmazni. Ám itt a feladat annyival nehezedik, hogy egy belőlük származtatott harmadik fogalmat, „a kettős oldékonyság”-ot is használni kell. Ezt már nehezebb a makroszkopikus jelenségekhez kötni, még akkor is, ha az egyik feladatlapon szerepelt olyan tanulókísérlet, amelynek elvégzésekor kiderült, hogy az alkohol vízzel és benzinnel is elegyedik. Nem lehet ugyanis könnyű részletes molekulaszervezeti magyarázat nélkül elfogadni, hogy egy anyag részecskéinek apoláris és poláris részei is vannak 9. osztályban ez már sokkal könnyebb, mert akkor a molekula polaritás bevezetése a kötés polaritásra, az pedig az elektronegativitás-különbségekre és a molekulák alakjára építhető. A tesztet megoldó 7. osztályos diákok 4. táblázatban összefoglalt válaszaiban azonban jól tükrözik, hogy a részletes anyagszerkezeti magyarázat hiányában a megértés komoly nehézségekbe ütközött.

4. táblázat Az 1.b feladatra kapott válaszok (a tipikus válaszok százalékos megoszlása)

A kérdésre adott válasz	Relatív gyakoriság
<b>7. Az alkohol részecskének/molekuláknak vannak poláris/vízoldható és apoláris/zsíroidható részei is. Mert az alkohol részecskéi kettős oldékonyságúak.</b>	<b>18,0%</b>
6. Csak a hasonlóságot emeli ki, de nem mondja meg hogy miben.	17,0%
5. A részecskék méretével/tömegével/sűrűségével/a molekulákat felépítő atomok minőségével történő indoklás.	8,4%
4. A poláris/apoláris fogalmak ismeretében próbálja megmagyarázni a jelenséget, de a kettős oldékonyságot figyelmen kívül hagyja.	7,8%
3. A részecskék laza/szoros szerkezetével magyarázza a jelenséget.	6,0%
2. Kémia reakciót, kémiai kölcsönhatást feltételez, és ezzel magyarázza a jelenséget.	5,4%
1. Tényt fogalmaz meg, és nem a kérdésre válaszol.	11,8%
0. Nincs válasz.	25,6%

„1. b) *Hogyan magyarázható az alkohol részecskéinek szerkezetével, hogy a víz részecskéivel és a benzín részecskéivel is elegyednek?*”

A feladatban a diákok 25,8%-a ismerte fel, hogy az apoláris/poláris fogalmakkal kell dolgozni, de csak a teljes minta 18%-ának válasza volt teljes értékűnek tekinthető. A többi 7,8% tanuló mindhárom oldatnak egyazon tulajdonságot tulajdonított. Vagy mindháromat polárisnak vagy mindháromat apolárisnak tekintette. Másik 16 diák (1,8%) a „hasonló a hasonlóban oldódik” elvet említette, de nem magyarázta meg, hogy ebben a konkrét esetben az hogyan érvényesül. Ezek a tanulók tehát felismerték, hogy melyik fogalomkörrel kell magyarázni a feladatban szereplő elegyedést, viszont a fogalmakat még nem tudják helyesen alkalmazni.. Így ők nem tudták megmagyarázni, hogy mi történik a kérdésben leírt kísérletekben, melyik folyadék részecskéi miben hasonlítanak egymásra, illetve különböznek egymástól.

Nagyon érdekes, hogy a diákok között azért volt 18 fő (2,1%), akik emlékeztek arra, hogy az alkohol az apoláris és poláris is, de nem tudták elfogadni, hogy egy részecske egyszer-

re mindkét tulajdonsággal bírjon. Ezért úgy gondolták, hogy vannak poláris és apoláris részecskéi is az alkoholnak.

- „Az etil-alkohol két felépítő részecskéi közül az egyik poláris a másik pedig apoláris.”
- „Az alkohol részecskéi között vannak olyanok, amelyek a víz, és olyanok is, amelyek a benzin részecskére hasonlítanak.”
- „Vannak olyan részecskéi, amik vízdoldhatók és vannak olyan részecskéi amik zsírdoldhatók.”

A diákok 17%-a csak arra emlékezett, hogy kell valami hasonlóság ahhoz, hogy a folyadékok oldódjanak egymásban. Így ők csak annyit írtak, hogy „hasonlóak a folyadékok”. Ők nem tudták megmagyarázni, hogy miben. Illetve volt 1 tanuló, aki elektronszerkezeti okokkal próbált magyarázatot adni:

- „Mert a vízhez és a benzinhoz is hasonlít az elektronszerkezete.”

Annyiban ez természetesen igaz, hogy az apoláris molekuláknak, ill. közel apoláris molekularészleteknek időbeli és térbeli átlagban azonos az elektronsűrűsége, a polárisaké pedig nem. Azonban a 7. osztályok előzetes fizikai és kémiai ismeretei alapján nem valószínű, hogy a választ adó tanuló erre gondolt volna. Inkább azt tételezhetjük föl, hogy a diák a hasonlóság követelményére emlékezett, és azt kapcsolta össze tévesen azzal, hogy a hasonló vegyértékhéj-elektronszerkezetű atomokat tartalmazó elemek hasonló kémiai (és alkalmanként fizikai) tulajdonságokkal bírnak. (Erről ugyanis tanulhatott 7. osztályban a periódusos rendszer kapcsán.) Ez utóbbi válasz tehát jól példázza, hogy hogyan alakulnak ki tévképzetek a tanulási folyamat során.

Előfordult olyan gondolat is hogy a folyadékok halmazszerkezete eltérő az egyes oldatokban. A diákok 6%-a gondolta úgy, hogy vannak „laza szerkezetű” oldatok, ahol a részecskék nem kötődnek szorosan egymáshoz (ezért akár távolabb is helyezkednek el egymástól és olyanok is, ahol szoros az elrendeződés). Többen gondolták úgy, hogy a „laza szerkezetű” alkohol könnyen ’széteshet’ és így könnyen oldódik mindkét folyadékban.

- „Az alkohol részecskéi nem annyira összetartóak.”
- „Az alkohol részecskéi lazábban helyezkednek el, mint a víz és a benzin részecskéi.”

A fenti kijelentések mögött meghúzódhat egy olyan tévképzet, amelyik az egyik feladatlapon a homok oldhatatlanságára adott magyarázataból született. Aszerint ugyanis a homok részecskéi között olyan erős kötések vannak, hogy amiatt nincs oldószere. Az oldódás energiaviszonyainak alaposabb magyarázatára és megértésére azonban csak 9. osztályban, a rácsenergia és a szolvatációs energia egymáshoz való viszonyának (és az oldódás/oldhatatlanság tényének,

illetve az oldáshő előjelének) tárgyalásakor kerülhet sor. Remélhetőleg akkor sikerül majd megérteniük a tanulóknak, hogy nem csak a szilárd anyagban lévő kölcsönhatások erőssége számít, hanem azok összességének viszonya az oldatban kialakuló kölcsönhatások összességének nagyságához.

Több diáknál (8,4%) is előfordult, hogy a régebbi ismereteikhez próbáltak visszanyúlni és sűrűségkülönbséggel, méretkülönbséggel vagy épp tömegkülönbséggel próbálták megmagyarázni a jelenséget.

- „Az alkohol és a víz részecskéi különböző méretűek, ezért a nagyobb részecskék közé beférnek a kisebbek.”
- „Az alkohol részecskéi nagyon aprók a víz és a benzin részecskéihez képest, így könnyen elfér köztük.”
- „Úgy hogy a részecskék kicsik és így könnyen el tud elegyedni.”
- „Az alkohol könnyebb, mint a víz, így könnyebben feloldódik más folyadékokban.”

Két nagyon gyakori téves elgondolást találtam az alkohol oldódására:

1. **Kicsik** az alkohol részecskék, ezért könnyen beférnek a nagyobb részecskék között az oldódás során.
2. A **könnyű** folyadék **könnyű** részecskéi **könnyen** oldódnak.

Mindkét indoklás nagyon érdekes. A hazai szakirodalomban még nem talákoztam velük. Nem valószínű, hogy az első annak a kísérletnek a magyarázatából származik, amely során az alkohol és víz elegyítésekor bekövetkező térfogatcsökkenést éppen a különböző szemcseméretű szilárd anyagok (pl. babszemek és mákszemek) keverésével modellezzük. Hiszen ott éppen az hangzik el, hogy az alkohol részecskéi nagyobbak a víz részecskéinél. Előfordulhat persze az is, hogy a diákok látták ezt, az anyag részecskemodelljének bevezetéséhez gyakran használt kísérletet (vagy olvastak róla valahol), de csak a méretkülönbség tényére emlékeztek, a méretviszonyokra nem, és ebből született a tévképzet.

A második téves gondolat oka pedig akár a hasonló hangzás is lehet. A „*könnyű*” (azaz kis sűrűségű) folyadék „*könnyű*” részecskéi *könnyen* oldódnak. Meglehet, hogy ezt az állítást egy olyan „naiv axiómának” tekinthetjük, amelynek az igazságtartalmát gondolkodás nélkül el szoktuk fogadni. Hasonló lehet „A több az jobb (hatékonyabb)” jellegű axiómához (Tóth 2015): ami könnyű annak az oldódása is könnyű/könnyebb. Előfordulhat azonban, hogy az illékony anyagok részecskéit kisebb tömegűnek/térfogatúnak vélik a tanulók, ezért a más részecskékkel való elegyedésüket is akadálymentesebbnek gondolják.

Tetten érhető a megoldások között a tanulók azon törekvése, hogy a magyarázatot valamelyik, a kémiaórán tanult fogalomhoz kapcsolják, még akkor is, ha nincs – és ezért ők sem láthatnak – logikai összefüggést. A diákok 5,4%-a magyarázta a kémiai kötések felhasadásával, kémiai reakciókkal, hogy a kérdésben leírt kísérleti tényeket. Ezen esetekben a diákok a legkülönbözőbb fogalmakat hozták elő, amivel kémia órán találkoztak.

- „Az alkohol semleges oldat”.
- Az alkohol „lúgos”.
- Az alkohol „amfoter anyag”.
- „A vízzel és a benzinnel is el tudja érni a nemesgáz szerkezetet”.

Mivel ilyen összefüggésekkel egészen biztosan nem találkoztak, két eset lehetséges. Előfordulhat, hogy „próba-szerencse” alapon beírtak bármit, ami az eszükbe jutott. Ez valószínűsíthető a fenti idézetek közül az első, a második és a negyedik esetében. Azonban az „amfoter” és az „amfipatikus” kifejezések hangzása gyanúsán hasonló. Ezért a harmadik kijelentés magyarázata akár az is lehet, hogy ha mindkét szóval találkozott korábban a tanuló, akkor fölcserélte azokat. Ezért sem érdemes túl sok idegen eredetű szóval leírt fogalmat bevezetni a természettudományos tárgyak tanításának kezdetén. Ezt a tényt sajnos sok tankönyv figyelmen kívül hagyja, és például anélkül használják a poláris/apoláris fogalom párt, hogy fizikából a diákok tanulták volna, mit jelent a „pólus”. Tóth Zoltán 1999-ben cikket írt arról, hogy a tankönyvek hogyan „segíthetik” elő a tévképzetek születését. Lehet, hogy ebben az esetben a sok idegen eredetű szóval leírt, de kellő alaposítással meg nem értett fogalom rossz rögzítése eredményezett tévképzeteket.

Már említettem a pl. 4.2 alfejezetben azt a gyakran előforduló hibát, hogy a részecskéket megszemélyesítik a diákok. Ezzel a jelenséggel az itt elemzett válaszokban is többször lehetett találkozni. Álljon itt erre néhány példa:

- „Az alkohol részecskéi nem annyira összetartóak.”
- „Az alkohol alkalmazkodó folyadék nem zárkózik el a különböző fajtájú oldatoktól.”
- „A legnyíltabb részecskéjű folyadék.”
- „Részecskéi alkalmazkodóak.”

Végül pedig a számunkra nyilván érdekes tévképzetek felsorolása után idézek egyet a 18%-nyi helyesnek elfogadott megoldás közül:

- „Az alkohol egy kivételes anyag, részecskéi egyszerre vízdoldhatóak és zsírdoldhatóak, szerkezete a vízhez és a benzinhoz is hasonló.”

Pontosítani még ezt is lehetne úgy, hogy a „... szerkezetük a víz és a benzin részecskéinek szerkezetéhez is hasonló”, de a tartalmi lényegét illetően a válasz megfelelő.

#### 4.4 A kromatográfia fogalmi háttere

Sajnos valószínűleg nem sok diáknak adatik meg a lehetőség, hogy egyszerű papír- vagy kréta kromatográfiával találkozzanak általános iskolás tanulmányaik során. Sőt minden bizonnyal vannak olyan tanulók is, akik a középiskolában sem tanulnak a keverékek szétválasztásának erről az érdekes módszeréről, amelynek az analitikában napjainkban óriási jelentősége van.

A tesztben megíró tanulóknak volt lehetőségük megfigyelni a papírkromatográfiával összetevőire szétválasztott barna filctoll-festék által okozott csíkokat, mert ezt a kísérletet minden osztályban legalább egy csoportnak el kellett végeznie. A megfigyelés és az ezt követő megbeszélés után minden tanuló számára kiderülhetett, hogy az adott összetevő részecskéinek poláris/apoláris szerkezetétől függ, milyen erősen kötődnek az egyes részecskék a papíron, és hogy az erősebben kötődő részecskék lassabban haladnak. Ezek alapján kellett volna válaszolniuk az utóteszt következő kérdésére:

*„4. b) Növények leveleiből zöld színanyagokat tartalmazó oldatot készítünk. Ennek az oldott anyagait úgy választjuk szét, hogy a rajzon látható módon bele állítunk az oldatba egy fehér táblakrétát. Az oldat felszívódik a krétába és az oldott anyagok különböző magasságban elhelyezkedő, színes csíkokra válnak szét. Miért nem azonos sebességgel haladnak az oldott anyagok részecskéi a krétában?”*

A megoldókulcs szerinti teljes és helyes válasz szerint a jelenség magyarázata abban rejlik, hogy: „Az oldott anyagok részecskéi különböző erősséggel/módon kötődnek a kréta részecskéihez/különböző erősségű kölcsönhatás alakul ki a kréta és a részecskék között. A részecskék eltérő polaritása/szerkezeti felépítése miatt.” Ezt a gondolatmenetet a diákok 12,6%-a tudta elfogadhatóan produkálni, és így helyes választ adni a kérdésre. Például:

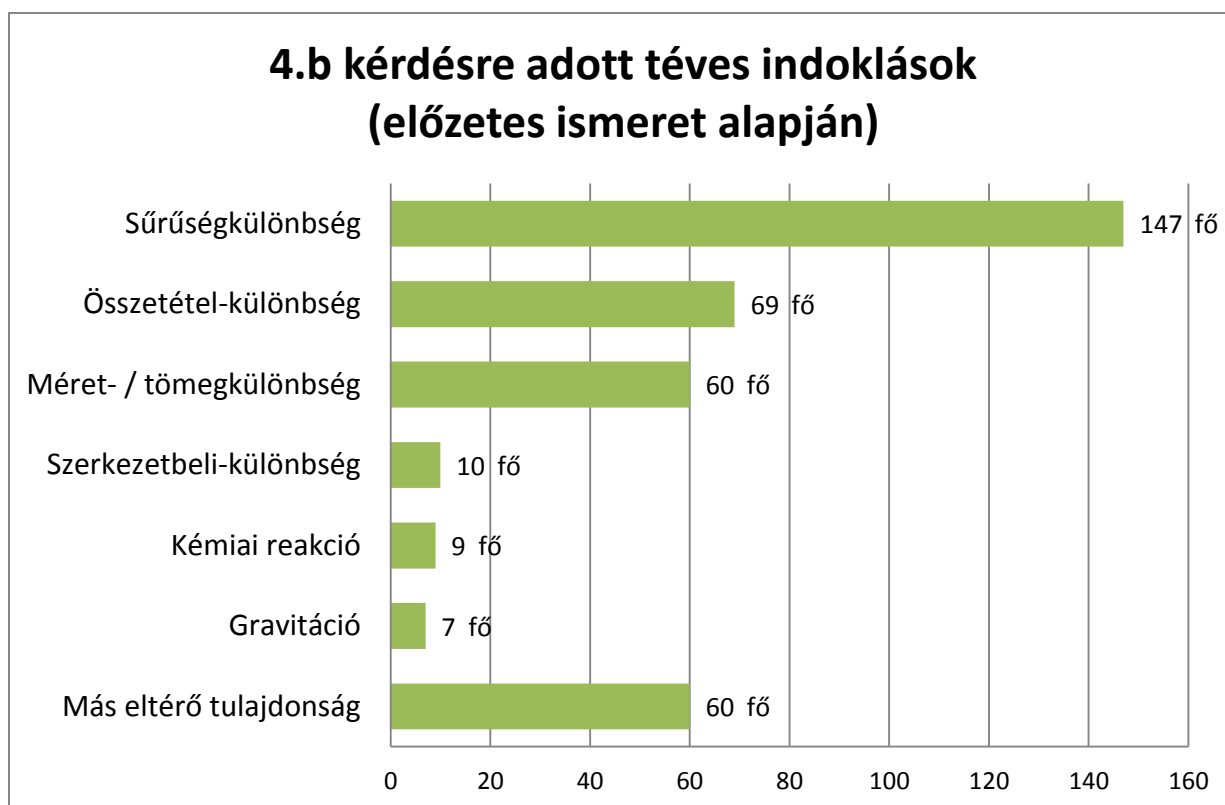
- „A kréta és az oldott anyagok közti kölcsönhatás különböző erősségű.”
- „Mert van, amelyik anyag jobban oldódik a folyadékban, kevésbé köti meg a kréta. kis megkötés=gyors ellentéte=lassú”

Azonban többen vagy téves gondolatmenetet írtak le, vagy nem is adtak választ a kérdésre (ld: 5. táblázat).

5. táblázat A 4. b kérdésre adott válaszok (a tipikus válaszok százalékos megoszlása)

A kérdésre adott válasz	Relatív gyakoriság
<b>6. Az oldott anyagok részecskéi különböző erősséggel/módon kötődnek a kréta részecskéihez/különböző erősségű kölcsönhatás alakul ki a kréta és a részecskék között. A részecskék eltérő polaritása/szerkezeti felépítése miatt.</b>	<b>12,6%</b>
5. Korábbi ismereteket alkalmazott, melyek a jelenségeket nem, vagy elhanyagolható mértékben befolyásolják.	39,5%
4. A jelenséget az esetlegesen fellépő vonzást/taszítást segítségével magyarázza.	6,9%
3. Egyszerű oldódásbeli különbséggel magyarázza a jelenséget.	6,6%
2. A jelenséget a kréta tulajdonságaival próbálja megmagyarázni.	4,2%
1. Nem a kérdésre válaszol.	6,9%
0. Nincs válasz.	23,3%

A legérdekesebb, és tévképzetekben gazdag kategóriába azon diákok tartoznak, akik korábbi ismereteket alkalmaztak, melyek a jelenség szempontjából nem meghatározók. Hiszen a részecskék tömege, mérete stb. valóban befolyásolja azt, hogy milyen sebességgel haladnak a krétában, de önmagukban ezek a tényezők nem magyarázzák a haladási sebességek közötti különbséget. Ebbe a kategóriába többféle téves gondolat került, ezek százalékos megoszlását a 4. ábra tartalmazza.



4. ábra 4. b kérdésre adott téves indoklások (előzetes ismeret alapján)

Az ábrán látható, hogy legtöbben a sűrűségkülönbségből indultak ki, s azzal próbálták megmagyarázni a jelenséget. Többször előfordult, hogy a diákok többféle magyarázatot is adtak, de azok egyike sem ragadta meg a lényegét, pl.:

- „Mert mindegyik oldott anyagnak más *tömege* és *sűrűsége*, ami befolyásolja az anyag sebességét.”

Számomra nagyon meglepő téves elképzelés a gravitációval való magyarázat. Ez a tömegkülönbség egyfajta továbbgondolásaként jelenhetett meg a válaszok között. A diákok kevesebb, mint 1%-ánál fordult elő, de nyilvánvaló, hogy ez a „mutáció” a már a formális tanulás eredménye. Azzal, hogy az iskolában megismert fogalmak nem kerültek teljes mértékben a helyükre, olyan kapcsolatot épített ki köztük a tanuló, ami a valóságban nem létezik (ill. hatása a folyamat lejátszódására elhanyagolható).

- „Azért, mert a gravitáció lehúzza, és a kréta nehezen szívja fel a folyadékokat.”
- „A tömegük és a gravitáció miatt.”

Más, teljesen abszurdnak tűnő téves kapcsolás is volt a diákok elképzelései között. Az egyik ilyen gondolat például az, hogy a világos színű összetevők gyorsabban haladnak:

- „Felül lesznek a világosabb színek, a világos színt tartalmazó részecske jut távolabb.”

Meglehet, hogy az adott osztályban használt filctoll-festék összetevői esetében ez igaz volt, és egy téves extrapolációval jutott a tanuló erre a következtetésre. (A tesztkérdés mellé



rajzolt ábra alapján ilyen megállapítást nem lehetett tenni.) Az is előfordulhatott azonban, hogy ebben az esetben is a „próba-szerencse” módszer alkalmazásával találkoztunk.

Több diák jó irányban indult el, de nem sikerült megtalálniuk a helyes választ (vagy hibásan következtettek). Ilyen volt például az oldódáskülönbség, vagy épp a kötése erősségkülönbség. E kifejezésekben fellelhető, hogy a diák emlékszik arra, amit tanult, s részlegesen fel is tudja eleveníteni azt.

- „Van, amelyik jobban oldódik vízben, az hamarabb kiválik, van, ami kevésbé, az később.”
- „Mert a különböző anyagok különbözően jól oldódnak, a párolgás során először a legkönnyebb csapódik ki.”
- „Mert valamelyik rosszabban elegyedik a krétával.”
- „Mert a krétában az tud feljebb kerülni, aki gyorsabban könnyebben szívódik fel.”  
A legmeglepőbb gondolatok a krétát okolják a tapasztalt jelenségért:
- „Mert nem hibátlan a kréta.”
- „A kréta változó sűrűsége.”

Természetesen e válaszok között is előfordultak megszemélyesítések. Viszont itt is volt néhány tanuló, aki érezte, hogy nem teljesen helyes a megfogalmazása, ezért idézőjelet használt:

- »Mert az oldatban található olyan összetevő, amely jobban „*tapad*” vagy „*csúszik* feljebb” a kréta részecskéi között.«
- „Másfajú motorral rendelkeznek, és az egyik nem képes olyan gyorsan menni, mint a másik.”
- »Mert különböző gyorsasággal oldódnak és különböző mértékben „*ragaszkodnak*” a részecskéi a krétához. «

Végül fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a papírkromatográfiás kísérletet nem minden tanuló végezte el személyesen. A tanári útmutató szerint a kísérlet eredményét ugyan mindenkinek látnia kellett, és a magyarázat is elhangzott osztály szinten, de nem biztos, hogy ez az összes diákban olyan mély nyomott hagyott, mintha saját maga végezte volna el, és kereste volna a helyes magyarázatot. Ez befolyásolhatta a kapott válaszokat, amint azt egy-két tanár helyesen meg is jegyezte a javítás után.

## 4.5 Gázok előállítása

Az eddigiekben vizsgált feladatok a Bloom-taxonómia besorolása szerint megértés és alkalmazás színű feladatok voltak. Az előző feladatokkal szemben az 5. kérdés csak egy egyszerű ismeret szintű feladat:

„5. *Hogyan állítható elő hidrogéngáz egy kémcsőben?*”

Azt hihetnénk, hogy az ilyen típusú feladatra valaki vagy tudja a választ, vagy nem. Azonban az általam elemzett megoldások ettől mégis bonyolultabb képet mutatnak. Voltak szép számmal (31,8%) olyan tanulók, akik helyesen tudták a választ. Ők emlékeztek rá, hogy cink és sósav reakciójával állítottak elő hidrogéngázt a tanév során. Nyilván sokan hallottak a vízbontásról, ami elektrolízissel akár kis méretben is megvalósítható. Így ez a kétféle helyes válasz a diákok harmadánál megjelent.

Azonban a helyes válaszok között is volt olyan is, aminek a kivitelezése igen veszélyes lenne:

- „Cinkporra sósavat öntünk, és bedugaszoljuk, rázzuk.”

Ez a tanuló nyilván azzal a kísérlettel tévesztette össze a hidrogéngáz fejlesztését, mikor a benzines oldatokat bedugaszolt kémcsövekben rázták össze. Azonban a zárt térben történő gázfejlesztés óriási túlnyomáshoz, s így robbanáshoz is vezethet, ezért szigorúan tilos. Remélhetőleg a későbbi tanulmányai során ezt is meg fogja érteni ez a diák.

6. táblázat Az 5. kérdésre adott válaszok (a tipikus válaszok százalékos megoszlása)

A kérdésre adott válasz	Relatív gyakoriság
<b>6. Helyes válasz</b>	<b>31,8%</b>
4. Olyan kémiai reakciót írt le, melyben más termék keletkezik.	8,5%
5. Forralással (víz, alkohol, NaOH) próbál hidrogént előállítani.	5,6%
3. Kimutatást írt le.	3,0%
2. Hidrogénnel töltjük meg a kémcsövet, és nem előállítást ír le.	2,8%
4. Égetési folyamattal próbál hidrogént előállítani.	1,8%
1. Nem a kérdésre válaszolt.	11,5%
0. Nincs válasz.	35,0%

Több diák esetén (8,5%) fordult elő, hogy más kémiai reakciót írtak le, mely során más anyag keletkezik. Ők a feladatnak csak azon részét teljesítették, hogy „*Hogyan állítható elő*”, de a kérdés második felét nem teljesítették.

- „Klorgázt hevítve.”
- „Sósav és klorgáz reakciójával.”
- „Sósav és víz.”
- „Elégetjük az oxigént.”
- „HCl + NaOH”
- O<sub>2</sub> előállítása (20 fő)
- CO<sub>2</sub> előállítása (35 fő) – itt gyakori válasz volt a „mészke + sósav”

Több diák esetén fordult elő az az alapvetően jó gondolat, hogy valamelyik vegyületének bontásával történhet meg a hidrogéngáz fejlesztése, de azzal a téves befejezéssel, hogy nem kémiai reakció, hanem fizikai folyamat (pl. halmazállapot-változás, oldás) segítségével tudjuk ezt megvalósítani:

- „A vízből elpárologtatjuk az oxigént.”
- „Vízből kioldjuk a hidrogént.”
- „Vizet melegítünk.”
- „Vizet teszünk bele, majd elpárologtatjuk.”
- „Vizet öntünk a kémcsőbe. Elkezdem párologtatni és ezért hidrogén keletkezik.”

Egy másik tipikus téves megoldás-típus szerint a diákok azt hagyták figyelmen kívül, hogy előállításról van szó. Voltak közöttük olyanok, akik számára az előállítás egyenértékű azzal, hogy (pl. a palackból) kiengedjük a (többségében) folyékony hidrogént és elpárologtatjuk:

- „A hidrogént melegítjük, amíg gázzá nem válik.”
- „Hidrogént teszünk bele, és felmelegítjük, és kipárolog az üvegből.”

Ebben alapján jól látható, hogy vannak olyan tanulók, akik számára még nem egyértelmű, hogy a hidrogén esetében az előállítás kémiai reakcióval történik, és nem például a halmazállapot változással. A zavart talán az okozhatta, hogy a keverékek szétválasztásakor tanulhattak a desztillációról, amely bizonyos anyagok esetében megfelelő megoldás. A hidrogén a Földön azonban természetes körülmények között nem fordul elő. Így nincs olyan elegy sem, amelyből fizikai módszerekkel kinyerhető. Később, a szerves kémia tanítása során föl kell majd hívni erre a tanulók figyelmét.

## 4.6 Százalékszámítás a kémiában

A százalékszámítással a diákok már viszonylag korán megismerkednek a matematikai tanulmányaik során. A Nemzeti alaptanterv (NAT) e téren a következőt írja elő az 5-6. osztályos tanulók számára:

„A százalék fogalmának megismerése gyakorlati példákon keresztül. Az alap, a százalékkérték és a százalékláb értelmezése, megkülönböztetése. Egyszerű százalékszámítási feladatok arányos következtetéssel.” (Nat, 2012)

Annak ellenére, hogy a 7. osztályos tanulók nagy része már matematikaóra keretében minden bizonnyal ügyesen tud megoldani százalékszámítással kapcsolatos feladatokat, a kémiaórán való alkalmazása sajnos nehézkesen megy. Ezt az utóteszt alábbi feladatára adott válaszok alapján állapítottam meg:

„6. A szüleid 1 dl (azaz  $100\text{ cm}^3$ ) 12 **térfogatszázalék** alkoholt tartalmazó borból és 3 dl (azaz  $300\text{ cm}^3$ ) szódavízből fröccsöt készítenek. Számold ki, hány térfogatszázalék alkoholt tartalmaz ez a fröccs!”

A tanulók 39,4%-a helyesen meg tudta oldani ezt a feladatot, viszont a többieknek nehézséget okozott. A diákok 20,4%-a meg se próbálta kiszámolni. Sajnos, akik gondolkodtak, és próbálkoztak a számolással, azok között is gyakran előfordult olyan gondolatmenet, ami téves, hiányos vagy épp túlbonyolított.

A feladat megalkotása során szempont volt, hogy olyan számok szerepeljenek, amelyekkel nagyon könnyen megkapják a diákok a végeredményt. Ennek ellenére 24 tanuló esetében igaz az, hogy fel tudták írni a helyes képletet, de a behelyettesítés, vagy épp a behelyettesített számokkal való számolás nehézséget okozott.

Szintén nagyon érdekes, hogy 12 fő szerint nem változik az alkoholtartalom a hígítást követően. Felmerül a kérdés, hogy ezek a diákok vajon értik-e a hígítás lényegét, vagy tévesen gondolkodnak róla. Az ő esetük azért is elszomorító, mert az egyik feladatlap megoldásakor ezek a tanulók egy egész tanórán át foglalkoztak azzal a gyakorlati problémával, hogy milyen térfogatszázalékos az a leghígabb alkohol-víz elegy, amely még éppen meggyújtható. Ennek ellenére született pl. az alább idézett válasz:

- „Attól, hogy összekeverjük, a bor alkohol százaléka ugyanannyi marad.”

Az elegy összetételéről a kémiában tanultfogalmak és/vagy a matematikai százalékfogalom tisztázatlanságára utalhat, hogy a diákok több mint 23%-ának a feladat megoldásában a kiindulási alkoholtartalom feletti érték jött ki, s ezt az eredményt teljesen nyugodt szívvel húz-

ták alá és mentek tovább a következő feladatra. Azonban ennél is megdöbbentőbb az, hogy 8 tanulót az sem zavart, hogy 100%, vagy a feletti érték lett a végeredmény.

7. táblázat A 6. kérdésre adott válaszok

A kérdésre adott válasz	Gyakoriság
<b>Helyes válasz:</b> $\frac{100}{400} \times 12\% = 3\%$	<b>337 fő</b>
Helytelen gondolatmenetet ír le: $\frac{12}{3} = 4$ vagy $\frac{12}{300} * 100 = 0,4.$	47 fő
Helytelen gondolatmenetet ír le: $12 * 3 + 1 * 12 = 48.$	44 fő
Helytelen gondolatmenetet ír le: $100 * \frac{100}{3} = 33,3.$	33 fő
Helytelen gondolatmenetet ír le: $\frac{3}{12} \times 100 = 25.$	28 fő
Helyes képlet, de rossz, hiányos behelyettesítést ír le.	24 fő
Helytelen gondolatmenetet ír le: $12 * 3 = 36.$	19 fő
Az alkoholtartam állandóságát írja le.	12 fő
Helytelen gondolatmenetet ír le: $100: 12 = 8,3.$	12 fő
Helytelen gondolatmenetet ír le: $\frac{12}{388} * 100 = 3,1.$	10 fő
Egyéb eredmény, más gondolatmenetet ír le.	67 fő
Nincs válasz.	174 fő

Ezek alapján jól látható, hogy a matematikaórán megtanult tananyag nehézségeibe ütközik a kémiaórán. Megfigyelhető az is, hogy a diákok az önellenőrzést ebben a korban még nem használják, így nem tudják ellenőrizni, hogy reális-e a kapott értékük. Lehet, hogy a megoldást az is nehezítette, hogy a feladat szövegében az szerepelt, hogy „*hány térfogatszázalék*” és nem az, hogy a térfogatának hány százaléka. Azonban (mint fentebb említettem) a térfogatszázalék fogalmát minden diáknak ismernie kellett.

A tanulók a kémiai számításokat általában nem szeretik, és többnyire haszontalannak is tartják, s gyakran komoly nehézséget okoz számukra a számolási feladatok megoldása. Sokszor emiatt érzik a diákok nehéznek a kémiát. Van olyan felmérés, ami kimutatta, hogy a diákoknak kevesebb, mint 9%-a kedveli a számolási példákat (Sebestyén, 2017). Le kell azonban szögeznünk, hogy a diákok ellenőrzései ellenére is szükség van a kémiaoktatásban a számolási példák megoldására.

Az alábbiakban a kémiai számítások 3 fő célját emelem ki:

- Konkrét témakörökhöz tartozó tudásterület fejlesztése.
- A tanulók problémamegoldó kompetenciájának fejlesztése.
- Rutin elsajátítása (vizsgákra, versenyfeladatokra való felkészülés). (Sebestyén, 2017)

A módszertani szakirodalom többféle tanácsot is ad azzal kapcsolatban, hogy hogyan érdemes a számolási feladatokat tanítani. Az egyik ilyen a *fokozatosság elvének* szem előtt tartása. (Szalay, 2015) A fenti kérdésre adott válaszok nagy tanulsága az, hogy az ilyen típusú százalékszámításos hígítási feladatoknál bonyolultabb elegyösszetétellel kapcsolatos példákkal 7. osztályban nem érdemes foglalkozni, hiszen már ez is a diákok többségének (mintegy 60%-ának!) problémát okozott (a gyakorlatban is elvégzett hígításos kísérletek ellenére).

## 5. Konklúzió

A tanulók válaszaiban megmutatkozik, hogy már tanultak kémiát. Több kérdésre jelentős arányban meg tudták adni a helyes választ, illetve a hozzájuk szükséges kémiai fogalmakat is jól ismerték. Azonban az is látható, hogy sajnos sokan vannak az olyan tanulók is, akiknél az egyes fogalmak hibásan, tévesen vagy egyáltalán nem épültek be a fogalmi rendszerbe, hiszen azokat nem, vagy csak bizonytalanul, hibásan tudták előhívni. Ezért azt gondolom, hogy az összesített eredményekről általam írt elemzések tanulságos olvasmányként szolgálhatnak minden, a 7. osztályban kémiát tanító tanárnak.

Mindemellett jó volt látni, hogy a kémiát ezeknek a diákoknak a többsége szereti (legalábbis a saját bevallásuk alapján). Így ezekben az osztályokban valószínűleg nem azzal a kimondottan vagy kimondatlanul a levegőben lévő véleménnyel kell harcolni a tanároknak minden órán, hogy „nem szeretem a kémiát”. Ezért minden bizonnyal több idő juthat arra, hogy a tanulókkal alaposan megbeszéljék, begyakorolják a tananyagot, és így ők mélységében is megértsék és elsajátítsák a nekik szánt tudást. Nem szabad elfelejtenünk azonban, hogy azokban az esetekben, amikor az osztály kémia tantárgy irányába tanúsított hozzáállása negatívabb, bizonyára kevesebb idő jut/juthat az alaposabb megértésre, hiszen sokat kell noszogatni, fegyelmezni. Mindenképpen fontos azonban, hogy ne magoltassuk be a követelményként előírt ismereteket, hanem inkább vezessük rá azok megértésére a diákokat. Hiszen *a természettudományok alapja a logikus gondolkodás*. Ha nem értik a tanultakat, annak a következménye a sikertelenség, ami gyorsan elvezethet a tantárggyal szembeni averzióhoz. S ha ez az érzés egyszer már hatalmába kerítette a tanulót, akkor attól kezdve sokkal kevesebb lehetősége van az őt oktató tanárának arra, hogy valódi eredmények elérésére sarkallja őt.

Lényeges az absztrakt fogalmak szemléltetése is, amelyre többféle lehetőség van. Az infokommunikációs eszközök segítségével, hagyományos ábrákkal, tanári, illetve tanulói kísérletekkel, modellekkel, a diákok változatos, aktív, önálló és csoportos tevékenységeivel szemléltetett fogalmak pontosabban alakulhatnak ki, és jobban, helyesebben épülhetnek be a diákok gondolkodásába. (Például: szövegértéssel és -írással, ábra, grafikon, fénykép, prezentáció, videó értelmezésével, illetve készítésével, releváns problémamegoldó és számolási feladatokkal, a játék, a vetélkedő és a drámapedagógiai módszerek megfelelő módon történő alkalmazásával.) Legyen arra lehetőség, hogy a tanulók a kontextusba helyezett kémia tananyag minél nagyobb részével kapcsolatban saját tapasztalatokat szerezzenek annak érdekében, hogy , minél valóság-közelibbnek érezzék az adott témaköröket, s ezáltal is segítsük az elvont fogalmak és

absztrakt gondolkodás kialakulását. Annak érdekében, hogy mindegyre legyen idő, nagy szükség lenne a tantervekben kötelezően előírt tananyag csökkentésére.

A tesztek elemzése során több tipikus téves elképzelést gyűjtöttem össze, és az azokkal összefüggő, általam fontosnak ítélt gondolatokra is felhívtam a figyelmet. Az alábbiakban témakörönként sorolom föl az azokhoz kapcsolódó tesztfeladatokra adott válaszokban talált tipikus tévképzeteket, amelyek kiküszöbölése érdekében véleményem szerint érdemes küzdenie minden kémiatanárnak.

#### I) Anyagi változások – Oldódás

- 1) Oldódáskor az anyag elolvad. – (Lee, 1993) Mind a mai napig jelen van a magyar és a külföldi diákok gondolkodásában is ez a tévképzet. Sajnos a 7. osztály végén írt utótesztre adott válaszokban is jelentős arányban (11,6%) szerepelt. Mivel a hétköznapi életben ez a szóhasználat a magyar nyelvben teljesen elfogadott, ezért az olvadás és az oldódás mechanizmusának értelmezésére, sokoldalú (pl. valós kísérletekkel, animációkkal, szimulációkkal) történő szemléltetésére, a két folyamat közötti különbség értelmezésére nagy gondot kell fordítani. . Ennek hiányában a későbbi tanulmányok során komoly zavarok keletkezhetnek a kémia más területein is (pl. a fizikai/kémiai változások megkülönböztetésekor).
- 2) Szubmikroszkopikus részecskéknek makroszkopikus tulajdonságok tulajdonítása – Csak néhány százaléknyi arányban, de kimutatható volt, hogy a tanulók a kémiai részecskék szintjén történő változásokat a számukra közvetlenül, érzékszervileg is megtapasztalható jelenségekkel (pl. hőtágulás) magyarázták.
- 3) A szubmikroszkopikus részecskékkel kapcsolatban tanult absztrakt fogalmak helytelen vagy pontatlan használata – Ez is előfordult, de szerencsére viszonylag kis számban (pl. a fizikai oldódás kémiai reakcióval, kötésfelbomlással történő értelmezése).
- 4) Oldódáskor eltűnik/megsemmisül az anyag. – (Prieto, 1989) A diákok előtesztre adott válaszai között előfordult ez a gondolat a kémiai tanulmányok megkezdése előtt, viszont a 7. évfolyam végén nem volt olyan diák, aki ezt írta volna le. Így ez bátran tekinthető a kémiaoktatás egyik sikerének.

#### II) Poláris, apoláris fogalomkör

- 1) „Hasonló a hasonlóban oldódik elv” – De miben is hasonló? Ez sajnos nem minden diák számára egyértelmű (nagy arányban nem is írták le a tanulók), és így ezzel kapcsolatban születhetnek furcsa, illetve nem kellően megalapozott elképzelések (Például az elektronszerkezetben való hasonlóság ebben az életkorban bizonyára



nem a kötés- és molekulapolaritás fogalmaival kötődik össze, hiszen azokról még nem tanultak a diákok. Sokkal valószínűbb, hogy a periódusos rendszer elektronszerkezeti értelmezésekor elhangzó „hasonló vegyértékhéj-elektronszerkezet – hasonló kémiai, illetve fizikai tulajdonságok” összefüggés „hasonló a hasonlóban oldódik” elvvel való téves összekapcsolása történt, a „hasonló” szó mindkét kontextusban való előfordulása miatt. Ezért célszerűnek látszik a hasonlóságot a konkrét kísérletekre utaló szóhasználatához („vízoldékony”/”zsíroidékony” vagy „zsíroidószer”) kötni, mint az „apoláris/poláris” kifejezésekhez, hiszen a diákok a fizikában még nem tanulták a „pólus” fogalmát.

- 2) Kettős oldékonyságú molekula – Vannak olyan tanulók, akik számára ez azt jelenti, hogy az adott anyagnak (pl. alkoholnak) vannak olyan molekulái, amelyek polárisak és vannak olyanok, amik apolárisak. Hangsúlyozni kell tehát, hogy a vízoldékony és a zsíroidékony rész egy molekulán belül található.
- 3) Kicsik az alkohol részecskék, ezért jól elférnek a nagyobb részecskék között az oldódás során. Ezzel kapcsolatban érdemes elvégezni azt, az anyag részecskemodelljét szemléltető kísérletet, amely során az alkohol és víz elegyedésekor bekövetkező térfogatkontrakciót azzal magyarázzuk, hogy a nagyobb alkoholmolekulák közé beférnek a kisebb vízmolekulák, és ezt egy nagyobb (pl. bab) és kisebb (pl. mák) szemcseméretű anyag keverésekor bekövetkező térfogatcsökkenéssel is modellezzük.
- 4) Könnyű részecskék könnyen oldódnak. Ez egyfajta naiv is axióma lehet, ami egyszerűen a „könnyű” szó használatán alapul. Előfordulhat azonban az is, hogy az illékony anyagok részecskéit kisebb tömegűnek/térfogatúnak vélik a tanulók, ezért a más részecskékkel való elegyedésüket is akadálymentesebbnek gondolják. Ezért a halmazállapot-változások és az oldódás tanításakor hangsúlyozni kell, hogy a részecskék közötti kölcsönhatások megváltozása játszik döntő szerepet. Azt, hogy ezt mennyiben befolyásolják maguknak a részecskéknek a tulajdonságai csak középiskolában lehet mélységében megtanítani, és erre utalni kell már 7. osztályban is.

### III) Előállítás – Fizikai-, kémiai változás

- 1) A fizikai és a kémiai változások közötti különbség – A hidrogén előállítását több diák vélte fizikai folyamattal (pl. párolgás) megvalósíthatónak. Meglehet, hogy ezt a keverékek fizikai módszerekkel (pl. desztilláció) való szétválasztásának alkalmazásával előállított tiszta összetevőkre gondolva tették. A hidrogén tanításakor hangsúlyozni kell, hogy természetes körülmények között a Földön nem fordul elő jelen

tős mennyiségben elemi állapotban, és az ilyen anyagokat kémiai módszerekkel kell előállítani.

#### IV) Százalékszámítás

- 1) Ismét megerősítést nyert az, a szakirodalomból jól ismert tétel, hogy a matematikai módszerek alkalmazása hasznos és szükséges a matematikaórán kívül is. A természettudományos tárgyak (mint a kémia) tanításakor igen fontos a mennyiségi szemlélet kialakítása és az egyszerű, lehetőleg a mindennapi életben is előforduló problémákhoz kapcsolt számolási feladatok megoldása.
- 2) A fokozatosság elvét érdemes szem előtt tartani, hiszen e diákok jelentős részének nehézséget okozott az utótesztben szereplő hígítási feladat megoldása. Ebben az életkorban tehát nem érdemes az elegyek összetételéhez kapcsolódóan túl bonyolult és nehéz (az egyszerű százalékszámításon túlmutató) példákat adni a kémiaórán a tanulóknak addig, amíg azokat a többségük nem tudja megoldani, mivel a sikertelenség csak frusztrációt, a kémiától való elfordulást okoz.
- 3) Az önellenőrzés hiánya komoly hibák rögzülését eredményezheti. A diákok még nem tudják alkalmazni azt, hogy a kémiában reális értékekkel számolunk és így reális eredményeket várunk. Itt nem fiktív példák vannak, mint az a matematikaórán (gyakran) előfordulhat, Ezért az eredményt olyan szempontból is meg kell vizsgálni, hogy előfordulhat-e az a valóságban. Például nyilvánvalóan lehetetlen az, hogy hígítás után az oldat töménysége nő.



5. ábra: Forrás:

<http://kozepsuli.hu/matek-szoveges-feladatok-fail-ezekkel-a-feladatokkal-az-eletben-nem-talalkoznal/>  
(Utolsó letöltés: 2017. 11. 27.)

## 6. Összefoglalás

Dolgozatom középpontjában a 7. osztályos tanulók által már tanult néhány fizikai és kémiai kulcsfogalomról, illetve alapvető összefüggésről alkotott téves elképzelések felderítése és elemzése áll. Egy, a diákok által kitöltött teszt elemzése során dolgoztam föl, hogy milyen típusú válaszokat adtak a kérdésekre. A tapasztaltak alapján kijelenthető, hogy a tanulók tudása a 7. osztályos kémia tanulás után is igen heterogén, és gyakoriak a tévképzetek is. A konklúziót tartalmazó fejezetben felsoroltam az előforduló tévképzetekre néhány tipikus példát, amelyekre a tanároknak érdemes figyelnie annak érdekében, hogy kialakulásukat megelőzhessék, elkerülhessék vagy a meglévő tévképzeteket korrigálhassák.

Vizsgálataim igazolják, hogy sok diák esetében előfordul a szakirodalom által nevesített tévképzetek valamelyike (és olyanok is, amelyekkel korábban nem találkoztam). Pedig a teszt feladatainak megoldásához szükséges fogalmakkal és összefüggésekkel a diákok megismerkedtek a tanév során, sőt a félévi érdemjegyeiket tekintve elvben többnyire jól meg is tanulták azokat. Mégis, valamilyen okból ezek tévesen épültek be sokuk tudatába. A korábbi tudományos diákköri dolgozatomban írtakhoz hasonlóan az ez évi kutatásom eredményei is bizonyítják, hogy a szakirodalomban már leírt téves elképzelések helytől és időtől függetlenül tovább élnek. Szerencsére találtam olyat is, amely a tanulási folyamat során eltűnt, de ugyanakkor előfordultak a tanulás közben születő tévképzetek is. Ennek nyomán fenntartom azt a véleményemet, hogy a tévképzetek forrásainak kiküszöbölésére nagyobb hangsúlyt fektetve eredményesebben végezhetjük oktatómunkánkat. Továbbra is hiszem, hogy ezzel lehetőséget adhatunk a diákjainak arra, hogy ők is alaposabban megértsék – és ennek nyomán megszeressék – a mi szívünknek oly kedves tantárgyat, a kémiát.

## 7. Irodalom jegyzék

- ALBERT VIKTOR: (2013. augusztus): A kémia tantárgy legnagyobb problémáit okozó területek [https://ofi.hu/sites/default/files/attachments/kemia\\_tantargy\\_problemai\\_szakmai\\_hatter\\_7\\_10.evf1\\_.doc](https://ofi.hu/sites/default/files/attachments/kemia_tantargy_problemai_szakmai_hatter_7_10.evf1_.doc) (Utolsó letöltés: 2017. 11. 09.)
- CSAPÓ BENŐ (2005): Az előzetesen megszerzett tudás mérése és elismerése, Budapest [http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/CSB\\_ElozetesTudas.pdf](http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/CSB_ElozetesTudas.pdf) (Utolsó letöltés: 2017. 11. 27.)
- DOBÓNÉ TARAI ÉVA (2008): Általános iskolai tanulók anyagszerkezettel és anyagi változásokkal kapcsolatos fogalmainak fejlődése, Doktori (PhD) értekezés
- FALUS IVÁN (szerk., 2007): Didaktika - Elméleti alapok a tanítás tanulásához, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Kémia Tanítása. MOZAIK XIII. évfolyam 2005/1. 3-9. oldal: A kémiaoktatás problémái <http://members.iif.hu/rad8012/kemia/MOZAIK-kem-probl.doc> (Utolsó letöltés: 2017. 11. 09.)
- Kerettantervek, 2012: [http://kerettanterv.ofi.hu/02\\_melleklet\\_5-8/index\\_alt\\_isk\\_felso.html](http://kerettanterv.ofi.hu/02_melleklet_5-8/index_alt_isk_felso.html) (Utolsó letöltés: 2017. 11. 21.)
- KISS EDINA (2008): A tanulók tévképzeinek és fogalmi fejlődésének vizsgálata a kémia néhány alapfogalma területén, Doktori (PhD) értekezés
- KOROM ERZSÉBET (2005): Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás, Műszaki könyvkiadó, Budapest
- MENKÓ ORSOLYA (2016): Fizikai és kémiai fogalmak vizsgálata a 7. évfolyam elején, tudományos diákköri dolgozat, ELTE, Budapest (Témavezető: Dr. Szalay Luca), [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/tevkepzetek2017\\_03\\_25menko\\_orsolya.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/tevkepzetek2017_03_25menko_orsolya.pdf) (Utolsó letöltés: 2017. 11. 21.)
- SEBESTYÉN ANNAMÁRIA (2017): A tanulók sztöchiometriai számítási feladatokkal kapcsolatos megoldási módszerei és tudásszerkezete, Doktori (PhD) értekezés
- SZALAY LUCA (2015): A kémiatanítás módszertana, ELTE, Budapest [http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas\\_modszertana\\_jegyzet.pdf](http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf) (Utolsó letöltés: 2017. 11. 21.)
- TÓTH ZOLTÁN (1999): A kémia tankönyvek mint a tévképzetek forrásai. Iskola-kultúra, 9 (10), 103–108. [http://epa.oszk.hu/00000/00011/00031/pdf/iskolakultura\\_EPA00011\\_1999\\_10\\_103-108.pdf](http://epa.oszk.hu/00000/00011/00031/pdf/iskolakultura_EPA00011_1999_10_103-108.pdf) (Utolsó letöltés: 2017. 11. 21.)

TÓTH ZOLTÁN (2015): Korszerű kémia tantárgy-pedagógia Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között, Debreceni Egyetemi Kiadó

[http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru\\_kemia\\_tantargypedagogia.pdf](http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tantargypedagogia.pdf) (Utolsó letöltés: 2017. 11. 21.)

## 8. Mellékletek

### 1. melléklet: Feladatlap

Iskola sorszáma: ..... Tanár sorszáma: ..... Csoport sorszáma: ..... Tanuló sorszáma: .....

Kutatásunknak az a célja, hogy a kémia tanítását minél érdekesebbé és hatékonyabbá tegyük.

Köszönjük, ha a legjobb tudásod szerint töltöd ki ezt a tesztet, mert azzal segíted a munkánkat.

Kérjük, csak erre a lapra írd a válaszaidat, **külön papírra ne dolgozz!**

1. a) Milyen színnel oldódik a jód sebbenben?

.....

1. b) Hogyan magyarázható az alkohol részecskéinek szerkezetével, hogy a víz részecskéivel és a benzinnel részecskéivel is elegyednek?

.....

2. a) A tengervíz elpárologtatásakor először homokkal szennyezett tengeri só marad vissza. A további feldolgozáshoz fontos tudni, hogy mekkora tömegű sót tartalmaz a homokkal szennyezett só 100 grammja. Hogyan tudnád a sót elválasztani a homoktól, és meghatározni az így tisztított só tömegét? Írd le a tervezett folyamat lépéseit!

.....

.....

.....

2. b) Írj egy hibalehetőséget, ami miatt nem lesz teljesen pontos a fenti mérés eredménye!

.....

3. a) Hogyan tudnád kimutatni, hogy megtelt-e egy pohár szén-dioxid-gázzal?

.....

3. b) Hogyan tudnád kimutatni, hogy a krumpli keményítőt tartalmaz?

.....

4. a) Indokold meg az anyag szerkezetéről tanult ismereteid alapján, hogy miért oldódik a cukor lassabban hideg vízben, mint meleg vízben. (A hideg és a meleg víz ugyanakkora térfogatú, és pontosan ugyanannyi, ugyanolyan cukrot teszünk mindkettőbe. Egyik folyadékot se kevergetjük.)

.....

4. b) Növények leveleiből zöld színanyagokat tartalmazó oldatot készítünk. Ennek az oldott anyagait úgy választjuk szét, hogy a rajzon látható módon bele állítunk az oldatba egy fehér táblakrétát. Az oldat felszívódik a krétába és az oldott anyagok különböző magasságban elhelyezkedő, színes csíkokra válnak szét. Miért nem azonos sebességgel haladnak az oldott anyagok részecskéi a krétában?

.....

.....

.....

.....

