

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásaitat 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.

Dobóné Tarai Éva

Rés a pajzson Az ózonréteg és az „ózonlyuk” fogalmának megértési nehézségei

*„Régen azt képzeltem, hogy egy olyan lyuk, amin az úrból bármi bejöhethet.
Mostanában inkább úgy képezem, mint egy vékonyabbra varrott függönyt,
amin átmegy kicsit több sugár, mint ahol ózonréteg van.”*
(10. évfolyamos tanuló)

Bevezetés

A természettudományos tantárgyak tanításának egyik leggyakoribb tapasztalata, hogy az mennyire nehéz és sok buktatóval járó feladat. Gyakori tanári megállapítás az, hogy a gyerekek nem ténylegesen megértett és a gondolati hálózatukba jól illeszkedő fogalmakkal rendelkeznek, hanem csak a kérdés típusából vagy a szövegkörnyezetből asszociálnak a megfelelő válaszra. Felismerik a témához kapcsolódó hívószavakat, ami pavlovi reflexként a szorgalmasabb

diákokból előhívja a tanár által várt válaszokat. Ugyanakkor sokan közülük, – ahogyan a mérési eredmények is (*National Research Council* 1997, *Vosniadou, et al.* 2008, *Barke, Hazari, Yitbarek* 2009) – bizonyítják, képtelenek egy hétköznapi problémára tudományosan helytálló választ adni, ha a kérdés nem a megszokott tanórai módon, ismert szövegkörnyezetben vagy szóhasználattal hangzik el. A szakmódszertani kutatások eredményei azt mutatják (*Korom* 1999, 2002), hogy a háttérben, sok esetben a naiv elképzelések, gyermektudományos elméletek, tévképzetek állnak. Értelmezésükre számos modell született, és kiderült, hogy mennyire általános és tantárgyakon átívelő problémakörről van szó. Bár vannak életkorhoz vagy adott témakörökhöz kapcsolódó jellemző tévképzetek, a probléma annyira általános, hogy indokolt a diagnózisával és lehetséges kezelésével részletesen is foglalkozni. Jelen tanulmány egy több tantárgyban és több évfolyamon is megjelenő fogalom, az ózonréteg és az „ózonlyuk” megértésének vizsgálati tapasztalatairól számol be és néhány olyan lehetőséget vázol fel, amellyel az ózonkérdés megértésével kapcsolatos nehézségek feltárhatók, esetleg orvosolhatók.

Tantervi kapcsolatok

Az ózon és az „ózonlyuk” kérdése az Ember és természet műveltségterület témái között már az általános iskolai tanulmányok során megjelenik természetismeret -, földrajz - és kémiaórákon. A 9-12. évfolyamokon a NAT a „Környezet és fenntarthatóság” témakörének fejlesztési feladatai között említi az ózon és az „ózonlyuk” kérdését. Biológia tantárgyból az ökológia témaköreinél, fizikából a hőtan, légkörfizika és a környezettudatos magatartás fizikai alapjai kapcsán, kémiából a szervetlen kémia tárgyalásánál találkozunk a diákok az ózonnal. A környezeti kérdések a hétköznapi életben is megjelennek, napjainkban, a médiában is gyakori szereplő az ózonprobléma. Ezzel együtt a tapasztalatok szerint a diákok jelentős része nem érti vagy félreérti az „ózonlyuk” fogalmát. Gyakran használnak olyan mondatpaneleket, amelyekben világosan felismerhetők a rádióban, televízióban használt szófordulatok vagy egy-egy jellegzetes tankönyvi mondat. Ugyanakkor a szó ismertsége nem jelenti automatikusan a fogalom tartalmi megértését is. Nagyon gyakori a környezeti kérdések összemosása, az oksági összefüggések belátásának hiánya, a téves szóhasználat.

Vizsgálatunkban azt szeretnénk volna kideríteni, hogy a különböző szinteken és évfolyamokon hogyan értik meg a diákok az ózonréteg és az „ózonlyuk” fogalmakat.

A kutatás jellemzése

Kérdésfelvetés, hipotézisek

Kutatásunkban arra voltunk kíváncsiak, hogy egy olyan, általunk ismertnek vélt fogalom és aktuális környezeti probléma, mint az ózon és az „ózonlyuk” kérdésében valójában mennyire tájékozottak a diákok.

Rendelkeznek-e a fenti fogalmakkal kapcsolatban gyermektudományos elméletekkel, tévképzetekkel?

Ha igen, van-e valamilyen összefüggés az iskolai képzésben eltöltött idő és a tévképzetek száma, tartalma, minősége között?

Előfordulnak-e olyan megfogalmazások, amelyeknél megállapítható vagy legalábbis valószínűsíthető a tévképzet forrása vagy kialakulásának oka?

Melyek lehetnek azok a célszerűen feltett kérdések vagy feladatok, amelyekkel gyorsan és hatékonyan megtalálhatók az ózonkérdéssel kapcsolatos félreértések és adott esetben alkalmasak a jobb fogalmi megértés elősegítésére?

Módszerek, eszközök

A mintavétel módszerei, eszközei

Adatgyűjtéshez egy tízkérdéses kérdőívet használtunk, aminek az egyik pontja foglalkozott az ózonkérdéssel. A kérdőív két változatban (A és B) készült, a feladatok sorrendjükben különböztek, tartalmi és formai szempontból hasonlóak voltak. A kérdések nyílt végűek voltak, annak érdekében, hogy a válaszok tartalmi és szóhasználati jegyei alapján minél több információt találjunk a diákok gondolkodásmódjáról és az adott fogalomhoz kötődő elképzeléseiről. A feladatlap kitöltésére egy tanóra állt a diákok rendelkezésére. Önállóan, segéd-eszközök használata és megbeszélés nélkül kellett a nyílt végű kérdésekre válaszolniuk.

Jelen tanulmányban az „ózonlyukkal” és az ózonréteggel kapcsolatos kérdésre adott válaszok és az azokból levonható következtetések

bemutatására vállalkozunk. Mindkét csoport esetében a „Szerinted mi az „ózonlyuk”? Hol helyezkedik el és hogyan képzeld el?” kérdésekre vártunk írásos, esetleg rajzzal kiegészített válaszokat. Az elemzések mellett összegyűjtöttünk néhány olyan kérdést és feladatot, amelyek segítségével az adott téma tanításának megkezdésekor előre tájékozódhatunk a diákok ózonnal kapcsolatos elképzeléseiről, előzetes tudásukról és az eseteleges tévképzetek jelenlétéről, típusáról. Ezek ismeretében az óra hangsúlyait célszerűen tudjuk megválasztani.

Az értékelés módszerei, eszközei

A válaszokat első lépésként tartalmi helyességük és a fogalom megértése szempontjából kategorizáltuk. A kategóriákba rendezést többféle módszertani alapon is elvégeztük. Első lépésként a tévképzet-kutatásban általánosan elterjedt csoportosítást használtuk *Abraham, Grzybowski, Renner, és Marek (1992)* szerint, amelyet *Korom Erzsébet* részletesen bemutat a „Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás” című művében (2005). Ezekkel a kategóriákkal a megértés teljes hiányától a tudományosan elvárt fogalom meglétéig a fogalmi fejlődés teljes spektrumát azonosítani tudtuk, beleértve a tévképzetek jelenlétére utaló megfogalmazásokat is.

Annak érdekében, hogy tartalmi szempontból vagy a tanulói naiv elméletek eredete szempontjából is vizsgálni tudjuk a válaszokat, a *Kádár és mtsi. (2018)* által használt kategóriáknak megfelelő tévképzeteket is kerestünk. Eszerint ötféle tévképzetet különböztettünk meg: a) vernakuláris vagy köznyelvi tévképzeteket, amelyek a mindennapi szóhasználaton alapuló tévedésekből származhatnak (*National Research Council 1997; Dolphin, és Benoit 2016; Kádár és Farsang 2018*), b) prekonceptiókat, ahol a már ismert fogalom vagy jelenség értelmezéséből fogalmazunk meg előzetes várakozásokat, anélkül, hogy az aktuálisan vizsgált jelenség minden apró részletét elemeznénk (*National Research Council 1997; Duit, et al. 2001; Kádár és Farsang, 2018*); c) kulturális tévképzeteket, amelyek a mindennapokat átható kultúrába beágyazott gondolkodásmódon vagy szóhasználaton alapulnak (*Samarapungavan, és mtsi., 1996; National Research Council, 1997 és Kádár és Farsang 2018*); d) populáris tévképzeteket, amelyek a kortárs médiában és annak hatásaiban (televízió, film, képregény, internet) gyökereznek (*Barnett, és mtsi. 2006; Lin és mtsi. 2013; Kádár és mtsi. 2015; Kádár és Farsang 2018*);

végül e) fogalomalkotási tévképzetet, ahol a tanulási folyamat szenved csorbát, az új fogalmat nem érti meg pontosan a diák vagy nem megfelelően rögzíti (*National Research Council 1997; Eryilmaz, 2002; Chang és Pascua, 2015*).

A prekonceptiókhoz kötődően egy további pontosítást tesz lehetővé a fenomenológiai primitívek, p-prímek (*diSessa, 1993*) megtalálása. A p-prímekről *Tóth Zoltán (2013)* írt részletesen *Janus-arcú axiómáink: a p-prímek* című írásában. A kémia józanésszel elnevezésű *Talanquer (2006)* nevéhez köthető és a hazai szakmódszertanban *Tóth (2009)* által bemutatott modell is a tévképzetek gyökereinek feltárást szolgálják. Mindkét modellhez kerestünk példákat a kutatásaink során.

A minta

A vizsgálatot 2018 októberében végeztük egy budapesti gimnázium 7-12. évfolyamon tanuló diákjai ($N_{\text{gimn.}} = 403$ fő), egy budapesti szakgimnázium 10. és 11. évfolyamos diákjai ($N_{\text{szakgimn.}} = 39$ fő) és egy budapesti általános iskola 7. évfolyamos tanulói ($N_{\text{alt.isk.}} = 58$ fő) részvételével (összesen 500 fős mintával). A gimnazisták között voltak speciális matematika, humán, idegen nyelv és természettudományos tantervű csoportok. A szakgimnáziumok tanulói turisztika és kereskedelem szakirányban tanultak, az általános iskolások általános tantervű iskola diákjai voltak.

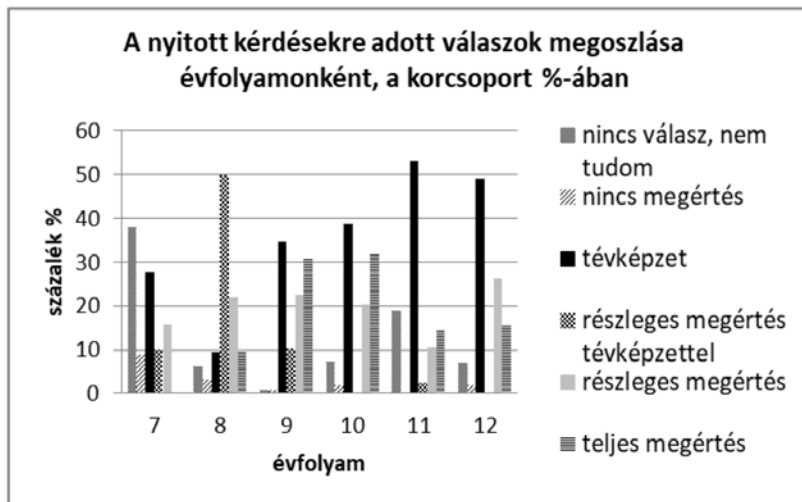
A tartalmi elemzések és a tévképzetek azonosítása mellett mennyiségi elemzéseket is végeztünk a leíró statisztika módszereivel, IBM SPSS Statistics 22 program használatával.

Eredmények

A mennyiségi elemzések eredményei

A „Szerinted mi az „ózonlyuk”? Hol helyezkedik el és hogyan képződik el? kérdésekre adott válaszok közül helyes válaszként azokat fogadtuk el, amelyekből kiderült, hogy a diák tudta, hogy az ózonréteg vagy ózonpajzs a felső légkörben található színtelen gázréteg, aminek megritkulása, elvékonyodása az „ózonlyuk”. Tehát elvárásunk szerint pontosan értenie kellett, hogy nem egy fizikailag ténylegesen létező lyukról van szó, csupán a gázréteg elvékonyodásáról. Először a tévképzetek előfordulását és azok gyakoriságát vizsgáltuk meg. A teljes minta (500 fő) 36,6%-nál (183 fő) találtunk egyértelműen tévképzetre

utaló jelet és további 7,4%-nál (37 fő) tartalmazott a válasz helytelen információt. Mindössze a diákok 21%-ának válasza volt teljesen helytálló, még ha nem is tartalmazott minden lényegi és elvárt információt, de legalább hibás állítás nem volt benne. Pontosabb képet kaptunk, ha évfolyamonként vizsgáltuk meg a válaszokat, az adott csoport létszámának megfelelően, százalékban kifejezve (1. ábra).



1. ábra: Az „ózonlyuk”-hoz kapcsolódó tévképzetek előfordulási gyakorisága az egyes évfolyamokon, százalékban kifejezve

A legkevesebb tévképzzel a nyolcadikosok rendelkeztek. Ugyanakkor, ha a következő kategóriával (részleges megértés tévképzzel) együtt vizsgáljuk, távolról sem ilyen megnyugtató a kép. Így a csoport közel 60%-a még nem érti az ózonproblémát, és helyes választ is csak néhányan voltak képesek megfogalmazni. Ez érthető is, hiszen földrajzból és kémiából is ezen az évfolyamon kerül elő a téma, bár a felmérés őszi időpontjában még nem feltétlenül tanultak mindannyian az ózonproblémáról. A hetedikeseik közül kiugróan sokan, 38%-uk nem válaszolt, a válaszadók viszont az idősebbekhez képest kevesebb tévképzzel utaló állítást fogalmaztak meg. Feltételezésünk szerint előzetes tanulmányaikból (pl. természetismeret), otthonról vagy a médiából tájékozódhattak. Erre a két évfolyamra jellemző, hogy a

válaszaik megfogalmazásában azokra a fogalmakra és kapcsolati hálókra támaszkodhattak, amelyeket eddigi hétköznapi tapasztalataik és információik alapján kialakítottak. Esetükben a tantárgyakhoz kötött fogalmi tanulás még csak most fog elkezdődni. A többi évfolyamon fokozatosan nő a tévképzetek gyakorisága, ami ellentmond előzetes várakozásainknak, viszont arányosan csökken a következő kategóriába – részleges megértés tévképzetekkel – sorolt válaszok száma. Ez utóbbi tény érthető, hiszen tanárként azt reméljük, hogy a tanulási folyamat során a fogalom egyre világosabbá válik, egyre mélyebben ágyazódik a diák jól szervezett fogalmi rendszerébe, végül megérti és tudományos alapon a maga szintjén értelmezni tudja a fogalmat. E szerint a várakozásunk szerint azonban egyre több jó válasznak kellett volna születnie a magasabb évfolyamok felé haladva, ami nem történt meg. A 9. és 10. évfolyamon tudták legnagyobb arányban (31, ill. 32%-ban) tudományos igénnyel megfogalmazni a helyes választ. Már tanulták és még emlékeztek is a földrajz és kémia órákon elhangzott ismeretekre. Összességében megállapíthatjuk, hogy ha a tévképzettel és tévképzettel társult részleges megértéssel rendelkező csoportokat együtt vizsgáljuk évfolyamonként, csak csekély számbeli eltérés mutatkozik az egyes évfolyamokon (2. ábra).

Az elvégzett statisztikai próbák közül a varianciaanalízis eredményei alapján kijelenthető, hogy a vizsgált fogalmak tanításának hatása rövidtávú. Mindössze a hetedik- és kilencedik évfolyam, valamint a hetedik- és tizedik évfolyam tanulói esetében találtunk 95%-nál nagyobb valószínűségi szintű különbséget az „ózonlyuk” fogalmának megértésében. A tanítás rövid távú hatása érinti ugyan a fogalomhoz kötődő tévképzeteket, számuk csökken és jobb fogalmi megértés, de a tizenegyedik- és tizenkettedik évfolyamra ez a hatás kimerülni látszik és alig értékelhető mértékben mutatnak jobb megértést a felsőbb évfolyamok diákjai, mint a hetedikeseek. Másképpen megfogalmazva, visszatértek ahhoz a magyarázó kerethez, fogalmi struktúrához, amivel fiatalabb korukban a jelenséget értelmezték. A tanítás sokak esetében nem eredményezett tartós fogalmi váltást, bár a válaszok szóhasználatából és a stilisztikai jegyekből kiderül, hogy a vizsgált fogalom tartalmi gazdagodáson ment át.



2. ábra: Az adott évfolyamban a megkérdezettek hány %-a képzelel el fizikai lyukként az ózonréteg elvékonyodását.

Ez a tény egybecseng a szakirodalomból ismert állításokkal a tévképzetek makacs voltát illetően. Amint a kötelező kémiaoktatás befejeződik, halványulnak az emlékek és ismét a korábbi és jól bevált fogalmi keretek kerülnek elő egy hétköznapi szánt kérdés megválaszolásakor. Tehát a hibás fogalmi hálózat rögzült, a tanítási folyamat során nem sikerült tartósan módosítani és felülírni, annak ellenére, hogy a nyolcadik és kilencedik évfolyamon legalább két tantárgy, a kémia és a földrajz is kísérletet tesz erre. Mindkét tantárgy azonban olyan szűkös időkerettel és olyan méretű ismeretanyaggal birkózik, amelyek miatt nagyon kevés idő van a kialakítandó fogalmak begyakorlására, megérlelésére.

A minőségi elemzés eredményei I. : Tévképzetek és feltételezett eredetük

Arra is kíváncsiak voltunk, hogy a válaszok stílusa, fogalmazásmódja, a használt szakkifejezések mennyisége és minősége hogyan változik az életkorral és az oktatásban eltöltött idővel. A szövegek egyenkénti elemzése során számos visszatérő elemmel találkoztunk az életkortól függetlenül, de nagyon sok egyéni megfogalmazás is felbukkant. Gyakran ismétlődő mondat volt a következő: „ez valójában nem egy igazi lyuk, csupán az ózonréteg elvékonyodása”. Vagy egy tankönyvi mondat vagy az órán sokszor elhangzott állítás rögzült szó szerinti formában sok diák esetében. A teljes mintát tekintve, a diákok fele (49,6%) úgy gondolja, hogy az „ózonlyuk” egy tényleges, fizikailag létező nyílás és csak 37%-uk válaszából derül ki egyértelműen, hogy az „ózonlyukra”, mint a gázréteg megritkulására, elvékonyodására

gondolnak. Ha évfolyamonként vizsgáljuk ezeket az elképzeléseket, alig van különbség és előrelépés az idősebb korcsoportok esetében annak ellenére, hogy több természettudományos tantárgyban is tanulhattak róla. Az „ózonlyuk” fogalmának magyarázata során a leggyakrabban *„rés, szakadás, foszlás, repedés, sérülés, hézag, hiba a pajzson, rongálódás, egy bizonyos ponton kikopás”* kifejezések bukkantak fel. Itt a félreértések hátterében az a vernakuláris tévképzet (mindennapi szóhasználaton alapuló téves elképzelés) állhat, amit maga a mérőlap is sugall a kérdésfeltevésakor. Az ózonproblémával kapcsolatos kérdések esetében általánosan az „ózonlyuk” kifejezést használjuk az „ózonréteg elvékonyodása” kifejezés helyett, ami jogosan váltja ki a diákokból a fizikailag létező nyílás elképzelését.

Tanulóságosak azok a magyarázatok, amelyek segítenek megérteni, a gyerekek gondolkodásmódját, vagy azt, hogy egy tévképzetnek ítélt fogalomalkotási hiba miben gyökerezhet. Találtunk például úgynevezett populáris tévképzetet, amely a kortárs média hatásából származhat (Kádár és Farsang 2018):

- *„Úgy képzem el, mint amikor a Harry Potter és a halál ereklyéiben Voldemort áttörte a védővarázslatot.” (7. évf.)*
- *„Mint a Harry Potterben, a legutolsó csatában a védőburok. Kör formájú, a rossz anyagokat nem engedi át, a jókat igen. És ha sok a rossz anyag, elgyengül, és a végére eltűnik.” (9. évf.)*
- *„A Földet fedő energiapajzs hiánya, elvékonyodása.” (11. évf.)*
(Tudományos – fantasztikus akció filmek visszatérő eleme a nagy energiájú mágneses vagy egyéb elven működő védőpajzs.)
- *„...az ózonréteg egy mágneses burok, ami körbeveszi a Földet és megvédi a káros – például az Nap által kibocsátott – sugaraktól. Az ózonlyuk pedig az ezen a burkon keletkezett rés, amin keresztül a káros sugarak szabadon mozoghatnak.” (9. évf.)*
- *„...kialakul egy lyuk. Ez olyan, mint amikor egy pisztollyal mondjuk, sokáig egy helyre lősz egy pajzson, az előbb utóbb "átszakad" és az ózonréteggel is ez van. Szerencsére a gázok nem egyenesen felfelé szállnak, hanem a szél fújja őket messzebbre.” (9. évf.)* (Akciófilmek hatása is lehet.)
- *„Az ózonlyukat úgy tudnám elképzelni, mint azt a levegőrészt, ahol az ózon kevesebb százalékban van jelen, mint ahány százalék a Föld*

légkörének átlaga, és ha elképzelem, az ózonlyukak elhelyezkedését illetően a 9-es földrajzkönyvben volt egy szemléltető ábra, amin az ózonlyuk az pontosan úgy néz ki, mint egy mérges emoji.”(10. évf.)
(IKT kommunikációs eszközök, rétegnyelvi szóhasználat)

Fogalomalkotási tévképzetre is találtunk példákat. Ezek esetében kifejezetten az iskolai tanulás során ismerkednek meg a diákok az adott fogalommal és közben történik valamilyen fogalomalkotási hiba (*National Research Council 1997; Chang és Pascua, 2015; Kádár, 2018*). Ez jellemzően a magasabb évfolyamra járó diákok körében fordult elő. Megkezdődik a korábbi ismeretek kibővítése, a diák fölülbírálja saját elképzeléseit és próbálja az új információkat értelmezni és beépíteni a fogalmi szerkezetébe. Ha ez sikerül, a korábbi, esetleg naiv elképzeléseket lecseréli tudományos igényű magyarázatra, megtörténik a fogalmi váltás. Ha az új magyarázat nem eléggé hihető vagy elfogadható számára, vagy együtt él a kétféle értelmezés a gondolataiban vagy az új fogalmat teljesen elveti és marad a jól bevált korábbi magyarázatainál.

- *„Egy része az ózonrétegnek, ami a szennyezett levegő miatt sérült. Odagyűlnek a szennyező gázok, amik beengedik az UV-sugarakat. Az Északi-sark felett helyezkedik el.”* (10. évf.). (Nem magát a „nyílást” tekinti aggályosnak, hanem a légszennyező anyagokra tekint úgy, mint „ajtónyitók” az UV-sugarak előtt.
- *„Az ózonréteg kb. 90 km-es magasságban helyezkedik el. Az ózonréteg többé-kevésbé egyenletesen helyezkedik el a Föld fölött. Az ózonlyuk az a rész, ahol nem vagy csak kismértékben van ózon. Az ózonlyuk keletkezhet jól oxidálható gáz, illetve lökéshullám hatására.”* (9. évf.)
- *„... az ózonréteg kilyukad attól, hogy egyre melegebb van. Ez mind teljesen jó lenne, de a "rossz" gázok túl használata miatt nem válik előnyünkre. Az ózonréteg ezt a túlzott felmelegedést nem bírja, így kilyukad.”* (9. évf.) (Egymással össze nem függő jelenségek összekapcsolása, ok-okozatiság keresése a Talanquer-féle józanész-modell szerint.)
- *„Szerintem az ózonpajzs egyik részénél nagyon sok szén-dioxid halmozódott fel és valahogy úgy, mint ahogy a papír ég, a szén-dioxid is kiégette az ózonpajzsot. Mert lett rajta egy lyuk, ami még most is tágul. Mintha egy papírlap közepére égettünk volna egy*

lyukat és nem oltjuk el.” (9. évf.) (Tipikus tanulási, fogalomrögzítési hiba: már érti, hogy a szén-dioxid az egyik felelőse a globális felmelegedésnek, de hibásan úgy értelmezi a szerepét, mintha egy ténylegesen melegítő, fűtő ágens lenne a légköri jelenségek között. A magyarázat egy másik csoportosítás szerint, a Talanquer (2006) által leírt és Tóth (2009) által ismertetett „józanész heurisztikái” - modell szerint az asszociáció és a leragadás elveket is képviseli. Előbbi arra utal, hogy anélkül, hogy alaposan végiggondolná a választ, egy rövidített gondolkodási sémát alkalmaz: Nagy biztonsággal tudja, hogy a globális felmelegedés egyik kiváltója a szén-dioxid-gázhoz kötődik, feltételezi, hogy itt is ezzel kapcsolatos a szerepe. Már, ha van egyáltalán... A leragadás elve ebben a példában úgy nyilvánul meg, hogy a válaszadó egy jól bevált panelt alkalmaz az asszociációval előhívott szén-dioxiddal kapcsolatban, és minden fontos tényező figyelembe vétele nélkül magyarázza el az „ózonlyuk” kialakulásában játszott feltételezett szerepét.

- „Szerintem az ózonlyuk egy olyan természeti jelenség, ami a végtelenségig terjed. Egy nagy fekete lyuk, aminek nincsen vége. A Földtől nagyon messze helyezkedik el. Talán a világegyetem közepén található és úgy funkcionál, mint egy nagy szemetes láda.” (7. évf.)

Kulturális (a nemzeti múltban, népi kultúrában, hitvilágban gyökerező) tévképzettel nem találkoztunk, hiszen az ózon és az „ózonlyuk” tudományos kifejezések, nincsenek ilyen jellegű megfelelőik.

A magyarázatoknál használt fogalmakat és kifejezéseket a válaszokból képzett szófelhők segítségével is összehasonlítottuk. A 3. és 4. ábrán láthatók példaként a 7. és 12. évfolyam szófelhői.



3. ábra: A 7. évfolyamos diákok válaszaiból képzett szófelhő, ahol a betűk mérete arányos a szavak gyakoriságával a válaszokban. (Forrás: saját szerkesztés, 2018.)

Megfigyelhető, hogy annak ellenére, hogy mindkét évfolyamon sok pontatlan és hibás megoldás született, az idősebbek válaszai sokkal

légszennyezéssel kapcsolatos fogalmat, mint például a globális felmelegedést, üvegházhatást, szén-dioxidot, füstöt vagy a légszennyezést általánosságban. A hetedikesek szinte kizárólag az általános légszennyező anyagok, gázok kifejezést használták, közülük egy-egy diák említette csak a szén-dioxidot vagy az üvegházhatást. Ezzel szemben mindössze 28 tanuló (a teljes minta 5,5%-a) volt, akinél a válaszadásnál inkább elvárható freont, hűtőfolyadékokat vagy a dezodorok hajtógáza fogalmakat megtaláltuk. A freonok és a hűtőfolyadékok említése 9. évfolyamon válik gyakoribbá (7 tanuló, a kilencedikesek 6,5%-a). Ők már a nyolcadik évfolyamon tanultak az ózonnál és feltehetően ennek kapcsán tettek említést az ózon környezetvédelmi vonatkozásairól és a freonokról. A tizedik évfolyamon még kissé növekszik a freonokat említők száma (12 tanuló, a tizedikesek 7%-a), ami indokolt is, hiszen éppen az adatfelvétel időpontja körül tanultak szerves kémiából a halogénezett szénhidrogénekről. Ehhez képest nem tűnik ugrásszerűnek a növekedés. Ennek ellenére néhányan ezekre az ismeretekre még a tizenegyedik és tizenkettedik évfolyamon is emlékeznek, de sajnálatos módon az 500 fős mintának ez csak a töredékére igaz, a tizenegyedikesek 4%-a, míg a tizenkettedikesek 12%-a. Azok közül a diákok közül, akik az ózonproblémával kapcsolatban valamilyen kiváltó okot kerestek a magyarázatukban (144 fő a teljes, 500 fős mintából) 82-en a füstöt vagy általában a légszennyezést említették, 11-en az üvegházhatást és 17-en a szén-dioxidot (összesen 110 diák a 144-ből). Ezek az adatok ismét azt sugallják, hogy olyan helyzetben, amikor valamilyen kérdésre nem várt szituációban kell választ találnunk, hajlamosak vagyunk a biztonsági játékra. Magyarázatként jól bevált fogalmakat, paneleket, sokszor hallott, ismételt fogalmakat és mondatokat veszünk elő. Ha a légkörrel kapcsolatos kérdésről van szó, a légszennyezés, füst, szén-dioxid jól ismert, gyakran hallott, bejáratott fogalmak. A freonok kifejezés hallatán, még ha ismerősen cseng is, nem biztos, hogy a diákoknak eszébe jut, hogy milyen környezetben és hol is tanultak róla. Ismét a fogalmak nem megfelelő rögzítésével és a gyakorlás, a fogalmi háló megfelelő módon történő gazdagításával, pontosabban annak hiányával találjuk magunkat szemben.

Feltáró és korrekciós feladatok

A fenti tapasztalatok alapján érdemes tájékozódni a diákok előzetes tudását illetően az ózonréteg és a vele kapcsolatos környezet kérdések tanításának megkezdése előtt. A következőkben néhány gyorsan megválaszolható kérdést és feladatot kínálunk erre a célra. A válaszadást akár színes kártyák felmutatásával, szavazóegységgel, Kahoot vagy Socrative programokkal kérhetjük a diákoktól. (Zárójelben a helyes válaszokat tüntettük fel.)

Relációanalízis:

- A) Az állítás és az indoklás is helyes, és ok-okozati összefüggés van közöttük.
 - B) Az állítás és az indoklás is helyes, de nincs közöttük ok-okozati összefüggés.
 - C) Az állítás helyes, az indoklás hamis.
 - D) Az állítás hibás, az indoklás önmagában helyes.
 - E) Sem az állítás, sem az indoklás nem helyes.
1. Az ózonréteg vékonyodása okozza a globális felmelegedést, mert így a Naphól több hő tudja elérni a Föld felszínét. (E)
 2. Az ózon előfordulhat az alsó légkörben is, a földfelszín közelében, mert a háromatomos oxigénmolekula nagyobb moláris tömege miatt lesüllyed a levegő alsó rétegeibe is. (C)
 3. A freonok veszélyesek az ózonrétegre, mert nagyon bomlékony vegyületek és a bomlásukkor keletkező hidrogén-fluorid kémiai reakcióba lép az ózon molekulákkal. (C)
 4. Az „ózonlyuk” kialakulása miatt elsősorban a déli félgömbön érezhető a globális felmelegedés hatása, mert ott figyelték meg először az „ózonlyukat”. (D)
 5. A szén-dioxid, a kén-dioxid és a nitrogén-oxidok a leginkább felelősek a globális felmelegedésért, mert kémiai reakcióba lépnek az ózonmolekulákkal. (E)
 6. A freonok felelősek a globális felmelegedésért, mert az ózonréteget károsítják és az „ózonlyukon” keresztül az UV-sugarak el tudják érni a Föld felszínét. (D)
- Egyszerű választás (csak egy lehetséges válasz van, vastagon szedve a jó megoldások)
7. Az ózonréteg fontos szerepet játszik a földi élővilág fennmaradásában, mert elnyeli a
 - a) világúrból érkező infravörös sugarakat,

- b) a Napból érkező infravörös sugarakat,
 - c) a Napból érkező ultraibolya sugarakat,**
 - d) a Földről visszasugárzott infravörös sugarakat,
 - e) mindegyik állítás igaz.
8. Az ózonréteget gyengítik elsősorban
- a) az oxigénmolekulák,
 - b) a szén-dioxid-molekulák,
 - c) a freonok,**
 - d) a fosszilis üzemanyagok égéstermékei.
9. Miért veszélyes az ózonréteg vékonyodása?
- a) Kevesebb lesz az ózondús levegő, több lesz a szmog.
 - b) Többen betegszenek meg rákban, mert nem lesz, ami elnyelje a nagyenergiájú sugarakat.**
 - c) Még erősebb lesz a globális felmelegedés.
10. Az ózonréteg megvédi az élőlényeket az UV-sugárzástól, ami
- a) a világúrból
 - b) a Napból**
 - c) a Holdból érkezik a Föld felé.
11. Melyik képlet jelöli az ózonréteget károsító anyagot?
- a) FFC
 - b) CCF
 - c) CFC**
12. Mi a kapcsolat az ózonréteg vékonyodása és a globális felmelegedés között?
- a) Az ózonréteg vékonyodása eredményezi a globális felmelegedést.
 - b) A globális felmelegedés okozza az ózonréteg elvékonyodását.
 - c) A globális felmelegedés késleltetheti az ózonréteg „meggyógyulását”.**
13. Miért veszélyes az UV-sugárzás növekedése a tengeri élővilág számára?
- a) Mert a halaknál bőrelváltozásokat okoz.
 - b) Elpusztítja azokat a planktonikus élőlényeket, amelyek a halak fő táplálékai.**
 - c) Megnöveli az óceánok vizének átlaghőmérsékletét.

A kérdések közül elég egyet-kettőt kiválasztani a korosztály vagy a csoport stílusa alapján. A válaszadás után egy következő lépés lehet a kérdések megbeszélése 3-4 fős csoportokban, majd egy újabb szavazás és ennek eredménye után egy osztályszintű közös megbeszélés tanári magyarázattal. A fenti séma szerinti Mazur-módszert eredetileg egyetemi fizikakurzusok hatékonyságának növelése érdekében fejlesztette ki a névadója (Mazur, 2014), de ígéretesnek tűnik és hazai kémiaórai kipróbálásáról is vannak már pozitív visszajelzések (Dobóné, 2017, Szabó, 2018).

Összefoglalás

Vizsgálatunkban két, a hétköznapi életben és a környezeti kérdésekkel is foglalkozó tantárgyakban (kémia, földrajz, biológia, fizika) előforduló fogalommal, az ózonréteggel és az „ózonlyukkal” kapcsolatos tanulói elképzeléseket és esetleges tévképzeteket igyekeztünk feltárni. Megállapítottuk, hogy várakozásainknak megfelelően a diákok jelentős aránya nem érti vagy rosszul értelmezi az előbbi fogalmakat. Sokan közülük tévképzetekkel, gyermektudományos elméletekkel rendelkeznek. Az elméletek, ahogyan feltételeztük, életkortól és a tanulási folyamat aktuális helyzetétől függően különböztek. Megállapítottuk, hogy a fiatalabb korosztály inkább a hétköznapi tapasztalatait és korai tanulmányait (pl. környezetismeret és természetismeret) során szerzett ismereteire támaszkodik. Az ő esetükben izgalmas, fantáziadús magyarázatokat találtunk az „ózonlyuk” elképzeléséről, sok populáris, médiában gyökerező tévképzetet azonosítottunk. Többeknél feltűntek a kedvelt kortárs irodalmi és filmélmények jelenetei párhuzamként állítva azzal, ahogyan pl. az „ózonlyukat” elképzelik. Az idősebbeknél a tanulási folyamat során bekövetkező hibákból adódó fogalmi tévképzetekkel találkoztunk inkább. Az éppen az adott időszak környékén tanult fogalom nem tisztázódott teljesen, hibásan rögzült, nem, vagy csak részben történt meg a fogalmi váltás. A háttérben a rögzítésre, bevésésre fordítható idő hiányát tételezzük fel. Sokaknál problémát jelenthet a szövegértés is, bár jelen kutatás ezt nem vizsgálta. Gyakoriak a helyesírási hibák, pl. az égitestek nevének írásakor vagy magának az „ózonlyuk” kifejezésnek a helyes leírásakor. Fontos és a hazai és külföldi irodalmi adatokkal egybecsengő tapasztalatunk, hogy a tévképzetek száma gyakorlatilag nem csökken az oktatásban eltöltött

idő függvényében, bár a tartalmi jellemzőik módosulnak a tanítás hatására. Megállapítottuk, hogy az idősebbek gazdagabb és rendszerezettebb fogalmi hálózattal rendelkeznek, de nagyon sok a fragmentált elem a kognitív struktúrájukban. Összeállítottunk néhány olyan kérdést, amelyek alkalmasak lehetnek a diákok előzetes tudásának gyors felmérésére, azonnali visszajelzéseket kaphatunk a téma tárgyalásának megkezdése előtt, ami reményeink és meggyőződésünk szerint elősegítheti a fogalmi váltást és növelheti az oktatás hatékonyságát.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki a Debreceni Egyetem Neveléstudományi Tanszékének, hogy intézményi támogatást nyújtanak kutatómunkámhoz.

Köszönöm Dr. Tóth Zoltán ny. egyetemi docens szakmai támogatását.

Felhasznált irodalom

Abraham, M. R. Grzybowski, E. B. Renner, J. W., Marek, E. A. (1992). Understanding and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*. 105-120.

Barke, H-D., Hazari, Al, Yitbarek, S. (2009): Misconceptions in Chemistry - Addressing Perceptions in Chemical Education. *Springer-Verlag*. Berlin, Heidelberg.

Barnett, M., Wagner, H., Gatling, A., Anderson, J., Houle, M., Kafka, K. (2006): The impact of science fiction film on student understanding of science. *Journal of Science Education and Technology*. 15. (2) 179–191.

Çimer, S., Çimer, A., Nazihan, Ursava, N.(2011): Student teachers' conceptions about global warming and changes in their conceptions during pre-service education: A cross sectional study. *Educational Research and Reviews*. 6. (8) 592-597.

Cordero, E. (2001): Misconceptions in Australian students' understanding of ozone Depletion. *Melbourne Studies in Education*, 41. 85-97.

Cooper, G. (1998): Research into cognitive load theory and instructional design at UNSW.

<http://dwb4.unl.edu/Diss/Cooper/UNSW.htm> (utolsó letöltés: 2018. 11. 02.)

diSessa, A. A. (1993): Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10. (2-3), 105-225.

Dobóné, T. (2017): Egy hatékonyabb kémiaoktatásért. A Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszer kipróbálásának néhány tapasztalata. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44. (5), 418–434.

Dolphin, G., Benoit, W., (2016): Students’ mental model development during historically contextualized inquiry: How the “tectonic plate” metaphor impeded the process. – *International Journal of Science Education* 38. (2), 276–297.

Duit, R., Roth, W., Komorek M., Wilbers, J. (2001): Fostering conceptual change by analogies – between Scylla and Chrybdis. *Learning and Instruction*, 11. (4–5), 283–303.

Eryilmaz, A. 2002: Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students’ misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39. (10), 1001–1015.

Johnstone, A. H. (2000): A kémia természete, *Magyar Kémikusok Lapja*, 55 (8-9), 298.

Kádár A., Farsang A. (2018): A láva a Föld magjából származik vagy mégsem – Néhány lemeztectonikához kapcsolódó tévképzet összehasonlító elemzése. *GeoMetodika* 2. (1), 5–24.

Korom, E: (1997): Naiv elméletek és tévképzetek a természet-tudományos fogalmak tanulásakor. *Magyar pedagógia*, 97. (1), 19-40.

Korom E. (1999): A naiv elméletektől a tudományos nézetekig. *Iskolakultúra* 9. (10), 60–71.

Korom E. 2002: Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai. – In: Csapó B. (szerk.): Az iskolai tudás. *Osiris Kiadó*, Budapest. 139–167.

Korom E. (2005): Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás. – *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest. 42.

Lin, K., Tsai F., Chien, H., Chang, L. (2013): Effects of a science fiction film on the technological creativity of middle school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, (2), 191-200.

- Mazur, E. Peer Instruction for Active Learning: (2014): <https://www.youtube.com/watch?v=Z9orbxoRofI> (utolsó megtekintés: 2018.12.31.)
- National Research Council (1997): Science teaching reconsidered: A handbook. – *The National Academies Press*, Washington. 104 p.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., Brewer, W. F. (1996): Mental models of the Earth, Sun, and Moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11. (4), 491–521
- Sójáné, G., Tóth, Z. (2017): Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 72. (2), 44-49.
- Sweller, J. (1994): Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design, *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- Szabó, B. (2018): Izomorf kérdések hatása az „egymás tanítása” (peer instruction) módszer hatékonyságára. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 45 (5), 331-340.
- 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.
- Tóth Z. (2015): A kémiai fogalmak tanításának lehetőségei és problémái. In: *A kémiatanítás módszertana*, 9-19. ELTE, Budapest <http://ttomc.elte.hu/kiadvany/kemiatanitas-modszertana-jegyzet> (utolsó letöltés: 2018. 11. 02.)
- Tóth Z. (2017): Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 72 (4), 116-121.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., S Kopeliti, I. (2008): The framework theory approach to the problem of conceptual change. In: Vosniadou, S. (szerk.): *International handbook of research on conceptual change*. Routledge, London. 3–34.