

MŰHELY



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

Ludányi Lajos

Amikor a „feleltető gépet” nem feleltetésre használjuk

A legtöbb aktív táblához telepíthető egy interaktív feleltető rendszer (szavazórendszer), amely a válaszokon kívül méri a válasz beérkezéséig eltelt időt is. Ezek az időtartamok segítségünkre lehetnek a tudás mélységének feltárásában.

A kémiatanítás Bermuda-háromszögének tekinthető a makro-szubmikro-szimbólum rendszer által határolt háromszög (Tóth, 2000). A kémia egyszerre három szinten írja le a világot: a szemmel látható világ szintjén (makroszint), egy modellrendszer segítségével az atomok, molekulák szintjén (szubmikroszint) és mindezt egy speciális jelölésrendszerrel (szimbólumszint). A három szint közötti váltás teszi lehetővé, hogy például egy reakcióegyenlet láttán modellezni tudjuk azt, hogy atomi szinten mi történik, és ugyanakkor el tudjuk képzelni, hogy ennek a reakciónak a valóságban történő lejátszódásakor mit is tapasztalhatnánk. Egy kémiában jártas személy számára természetes folyamat az, hogy mindhárom szinten értelmezni tudja a folyamatokat, és folyamatosan váltani képes a három szint között, míg a diákok

számára ez komoly kihívás (Johnstone, 2000). Hogy diákjaink számára az egyes szintek között mennyire sikeres a váltás, azt nem csupán az ezt felmérő kérdésre adott helyes válaszok aránya jellemezheti, hanem a válaszadás sebessége is. Minél gyorsabban születik meg a helyes válasz, annál sikeresebben hívható elő a diák fogalmi rendszerében az adott kapcsolat. Vizsgálatom során éltem azzal az egyszerűsítéssel, hogy a fogalom rögzülését a hosszú távú memóriában (számítógépes hasonlattal élve) „egyetlen cím” alatt tárolódónak fogtam fel, annak ellenére, hogy a modern orvosi képalkotási módszerek egyértelművé tették, hogy ez nem igaz. Macskák tanulásának vizsgálatakor például kiderült, hogy egy geometriai forma felismerése esetén a macska agyában szétszórtnan, mintegy ötmillió sejtből váltódott ki válasz a tanulással kapcsolatosan. De az emberi tanulás esetében is a **p** és a **b** betű megkülönböztetéséhez szükséges képesség huszonkét, egymástól igen távol eső hely aktiválásával történik (Gopnik, 2009). Nyilvánvaló, hogy meg kell különböztetni egy fogalom tárolódásának fizikai megvalósulását az agyban (neuronhálózat) és a fogalom kapcsolat-rendszere felépülésének modelljét (kognitív struktúra). Bár egy adott fogalom megalkotásához szükséges alkotók különböző agyi területekről származnak, az adott kérdésre adott válaszadás ideje mégis jellemzést adhat a kapcsolatrendszer fejlettségéről. Minél rövidebb idő alatt következik be a helyes válasz a kognitív struktúra segítségével, annál „kijártabb”, többször használatos a megoldási útvonal a valóságos neuronhálózatban is.

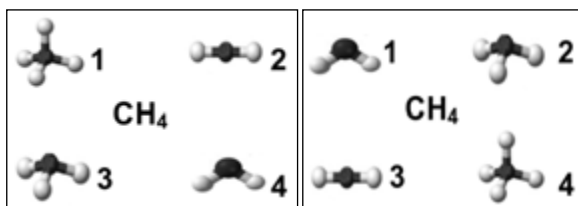
Felmérésem során a kémiai fogalmak képi és szöveges reprezentánsai közötti válaszütemet vizsgáltam, és ebből próbáltam következtetéseket levonni arra, hogy a már említett „háromszög” csúcsai közötti kapcsolatok milyen erősek. Gyorsabb válaszadás erősebb kapcsolatot feltételez. A mérést 7 iskola 494, 12-18 éves diákjának bevonásával végeztem, a 2017/18-as tanév során. A felmérésben való részvétel önkéntes volt és névtelenül történt.

A módszer

A válaszütemmel (reakcióidővel) kapcsolatos vizsgálatok mindegyike a számítógéphez kapcsolódó, nagy pontosságú időmérést használja. A felmérésemet arra építettem, hogy az iskolák jó részében található szavazógépek mindegyike méri a válaszadás idejét, illetve beállítható rajtuk a válaszok időkorlátja is. Én az ActiveInspire, digitális táblával

összekapcsolt, alfanumerikus billentyűzetű szavazórendszerét használtam.

Az aktív táblán számozott ábrák jelentek meg egy fogalommal kapcsolatban. Kellő időt hagytam arra, hogy az ábrákkal kapcsolatos képzetek aktiválódjanak a tanulók agyában, betöltődjenek a munkamemóriába. Ezt követően megjelent a kivetítőn az ábrákkal kapcsolatos kifejezés, ábra, és a felmérésben résztvevőnek azt a számot kellett válaszként bevinni a billentyűzeten, amelyik ábrára ez szerintük vonatkozott. Ugyanez visszafelé is megtörtént, például egy középén látható képlethez kellett a megjelenő alakzatokból kiválasztani a neki megfelelőt. A számítógép azt az időt mérte, ami a kérdés felvillanásától a válasz beérkezéséig tartott. Egyidejűleg négy fogalom, ábra jelent meg a táblán; az előfelmérés tapasztalatai alapján ennyi egységet képes kezelni egy átlagos tanuló munkamemóriája. Az alábbi két ábra a felmérés két kérdését mutatja be:



Az első táblaképen a négy molekulaalakzat látszott, és később jelent meg kérdésként középén a CH_4 képlet, míg a felmérés későbbi szakaszában, az újabb kérdésnél a CH_4 felirat látszódott, majd ezt követően jelent meg a négy molekulaalakzat. Jelen esetben az volt a kutatási kérdés, hogy vajon a molekulaszervezetről a képlethez való eljutás ideje ugyanolyan időtartamú-e, mint a képlet alapján a megfelelő molekulaszervezet kiválasztása?

A felmérés 11 kérdése kiterjedt olyan kérdéskörre is, hogy a diákok mennyire kötődnek a tankönyvi ábrák hivatalos jelölésrendszeréhez, képesek-e elvonatkoztatni, ha más színkóddal, vagy csak kétdimenziósan jelenítünk meg például egy reakciót; vagy ugyanazon fogalom esetén milyen népszerűséget élvez annak makro-, molekuláris vagy szimbólumszintű megjelenítése.

A válaszadáshoz két gomb egymást követő megnyomása kellett (a válasz kódja és a „Küldés”), ami sajnos a kelletténél bonyolultabbá tette

a mérést. A szoftver az órajelet egy tizedes pontossággal jelenítette meg. Ez a pontosság elégséges, hiszen a válaszadás idejét olyan tényezők befolyásolták, akár több másodperces eltéréseket okozva, mint a beviteli mód (hány ujjal dolgozott a tanuló), testhelyzet (kézben a készüléke vagy a padon), téves gombnyomás javítása stb. A közel harmincperces felmérés ideje alatt nem lehetett elvárni, hogy ugyanazon mozdulatsorral történjen a bevitel, ezért az abszolút válaszütemek semmiképpen nem használhatók fel közvetlenül értékelésre. Másik probléma a memóriaeffektus, azaz hogy az egymás utáni kérdések nem származhattak ugyanazon témakörből, hiszen azok egy része már betöltődött a memóriába korábban. Hogy minden fogalom kötődését zavarmentesen lehessen vizsgálni, a memóriából el kell tüntetni a korábbi kérdés esetleges kapcsolatait. A „memóriatörlésre” népszerű sportlogók, rajzfilmfigurák, ételek, ismert festmények képnégyeseire történő rákérdezés volt a célravezető. A felmérés releváns kérdései és ezek a „törlő” kérdések váltva követték egymást. A memóriaeffektus elkerülésén túl ez arra is alkalmas volt, hogy már „bejáratott”, a napi rutinhoz kötődött reakcióidőkre adjon felvilágosítást. Ezek a többnyire kommersziális ikonokhoz, jelképekhez kötődő reakcióidők referenciaként szerepelnek a feldolgozás során.

A felsorolt problémák miatt a kiértékeléskor a relatív reakcióidőt kellett figyelembe venni. A tanuló 18 válaszáinak reakcióidejéből került megállapításra az átlagos reakcióidő (ÁR). Az átlagos reakcióidőből az adott kérdésre adott válasz reakcióidejének kivonása után az így kapott különbség és az átlagos reakcióidő hányadosa adja meg a relatív reakcióidőt (RR).

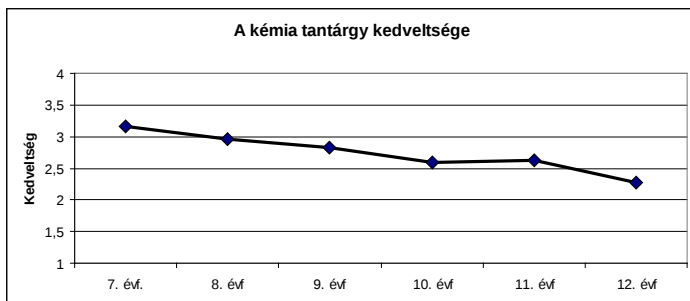
$$\text{relatív reakcióidő (RR)} = \frac{\text{átlagos reakcióidő (ÁR)} - \text{válasz reakcióideje (VR)}}{\text{átlagos reakcióidő (ÁR)}}$$

A formula számlálójában szereplő két időtartam felcserélése az emberi szemléletmód beállítódása miatt szükséges. Ez ugyanis azt sugallja, hogy minél nagyobb pozitív értéket kapunk, annál gyorsabban válaszolt a diák; ennél fogva a negatív értékek az átlagos válaszütemhez képest történő késésére utalnak. Az átlagos reakcióidő kiszámolásakor kihagyásra kerültek a 20 másodpercet meghaladó reakcióidők. Ennyi idő nem szükséges a válasz megadásához, és ezeknél az eseteknél többnyire valami technikai malőr történt.

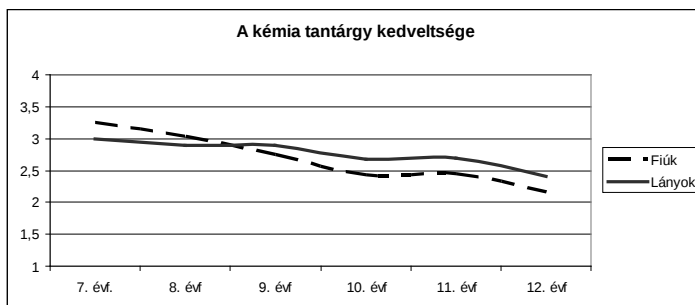
A felmérés érdekesebb eredményei

A felmérés során rákérdeztem a válaszadó nemére, korára, a kémia tantárgyhoz fűződő attitűdjére. A kedveltség megállapításához 4-es fokozatú skálát használtam, ahol a négyes fokozat a nagyon kedveli, az egyes fokozat pedig a nagyon elutasító állapotot jelképezte. A négyes skála használatával nem lehetett semleges állapotot felvenni a kérdés megválaszolásakor.

A kémia kedveltsége a kezdeti, 7. évfolyamos 3,16 pontos elég jó megítélésről a középiskolai évek végére az inkább nem kedvelt térfélre kerül át, 2,28-as értékkel. A diákok részéről minden évben kicsit romlik a tantárgy megítélése. Még akkor is tart ez a tendencia, mikor már nem is szerepel a tanított tantárgyak között a kémia.



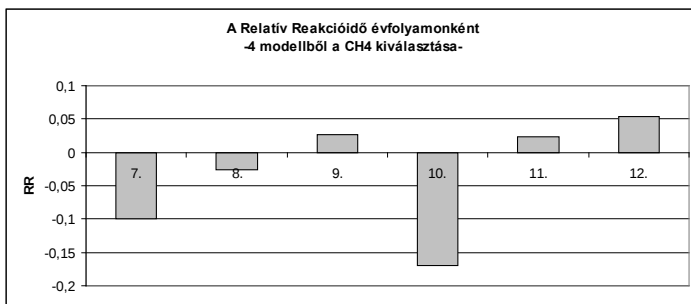
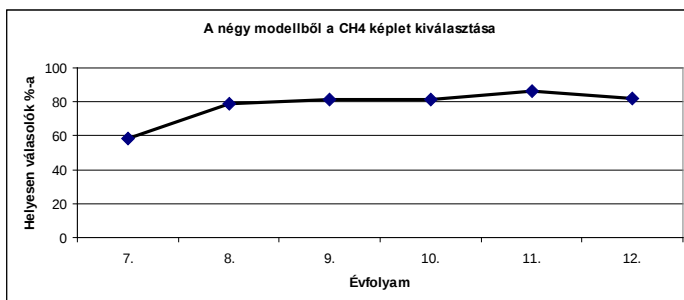
Ha külön vizsgáljuk a fiúk és lányok esetében a kémia tantárgy megítélését, a két görbét hasonló lefutásúnak találjuk:



A módszer bemutatásánál már példaként említett négy molekulaalakzatból a CH_4 képlet megtalálásához szükséges idő a következő volt:

Évfolyam	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Helyes válaszok %-a	58,5	78,8	81,5	81,5	86,2	81,7
Relatív reakcióidő	-0,099	-0,026	0,026	-0,170	0,023	0,054

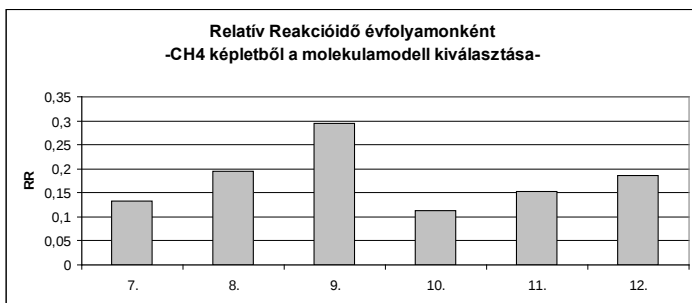
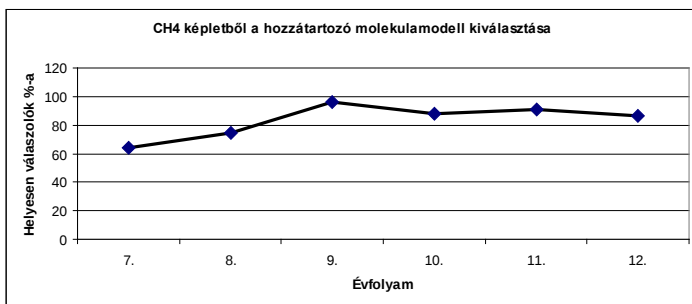
Látható, hogy a meghatározás sikeressége a 8. évfolyamtól kezdve körülbelül 80%-os. Ugyanakkor a felismerés sebességében az látszik, hogy évről évre javul a modell ismertsége, de 10. évfolyamon történik egy nagy visszaesés. Ugyanolyan a helyes válaszok százaléka 9. és 10. évfolyamon, de jóval tovább tart megtalálni a jó választ a 10.-eseknek. Ez egyelőre magyarázatra szorul, hiszen a szerves kémia tantárgy alpmolekulájaként tekintünk a metánra, és ekkor várnánk talán a legpozitívabb RR értéket. Ugyanakkor az is látszik, hogy a válaszadás ideje az iskolai évek végére a pozitív sávba kerül, ami azt jelenti, hogy az átlagos válaszadásuknál öt százalékkal gyorsabban találták meg a helyes választ.



A visszafelé tartó folyamat, azaz amikor a CH_4 képletből kiindulva kellett kiválasztani a lehetséges négy molekulamodellből a metánét, a következő eredményt adta:

Évfolyam	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Helyes válaszok %-a	64,0	74,7	96,2	87,9	90,6	86,4
Relatív reakcióidő	0,132	0,195	0,294	0,114	0,153	0,186

Láthatóan sokkal sikeresebben történik meg a metán képletéből kiindulva a modell megtalálása, mint azt a korábbi esetben mértem.



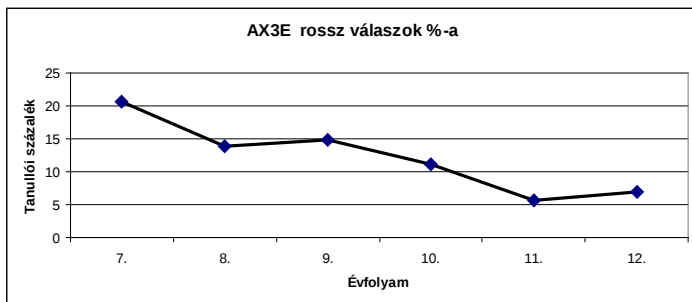
Az eredmény azzal magyarázható, hogy először a képletet tanulták meg a diákok, és ehhez kapcsolták később a neki megfelelő modellt. Tanulásmódszertani vizsgálatok eredménye, hogy a legelőször megismert képlet-modell kapcsolatok a legmélyebbek (Bethge és Niedderer, 1996). Ez a képlet→szimbólum útvonal a természetes az oktatásunkban, és nem a modelltől vezetjük le a képletet. Ennélfogva a diákok gyorsabban érték el a megfelelő információt, hiszen az agyukban a képlet láttán felidéződhetett a neki megfelelő molekula-

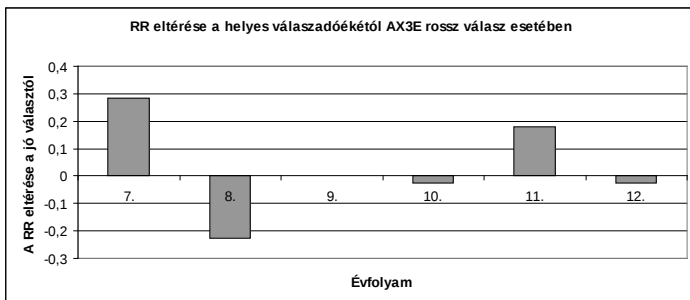
modell. Ellenkező esetben a négy molekulamodellből kiindulva valószínűleg a később megjelenő képlet alapján próbálták illeszkedést találni, mintsem mindegyik modellhez megjelenhettek volna reprezentánsok a tanulók munkamemóriájában.

Ugyanakkor felfedezhető a megoldáshoz vezető útvonal abban, hogy miként történt a legtöbb rontás. A megjelenő CH_4 képletből az egyetlen, elsőre érzékelhető számadat a hidrogénatomok négyes kitevője. Ebből többen jutottak arra a helytelen következtetésre, hogy a probléma megoldása az, ha olyan molekulamodellt találunk, amely négy gömböt tartalmaz. Így az AX_3E modell volt a helyes választ követő legnépszerűbb rossz válasz.

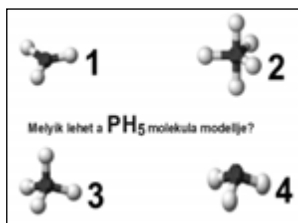
Évfolyam	7.	8.	9.	10.	11.	12.
AX_3E válaszok %-a	20,7	13,8	14,8	11,1	5,7	7,0
Relatív reakcióidő	-0,383	0,20	0,0250	-0,146	-0,156	0,079
RR eltérése a helyes válaszadókétól	0,284	-0,226	0,001	-0,024	0,179	-0,025

Mint látható, a helyes és a rossz válaszok közötti válaszadás sebessége között nincs egyértelmű összefüggés. Azaz nem igazolódik az a feltételezés, hogy a rossz választ adók „gyorsan rávágta a választ”, ezért rontottak (pozitív eltérés mutatkozna az RR értékek eltérése sorban); vagy éppen többet is gondolkodtak, mivel nem tudták biztosan (ez esetben végig negatív értékű eltérés mutatkozna az RR értékek eltérése sorban). A hat évfolyamból három esetben a helytelen válaszok megadása gyakorlatilag ugyanazon sebességgel történt (9.; 10.; 12.) mint a jó válaszokra történő válaszadás.

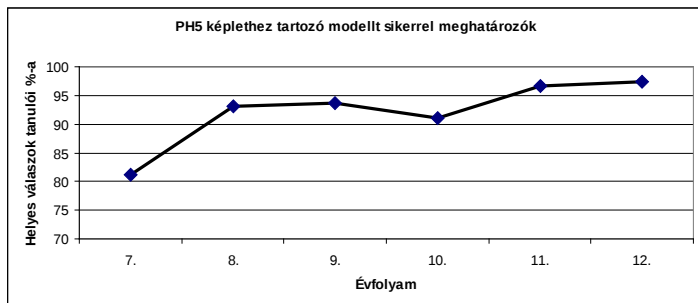




Ugyanakkor nem felejtkezhetünk el arról a tényről sem, hogy az első ilyen feladat, amelyben a vegyület és modelljének felismerése történt, előhívta, aktivizálta a tanuló agyában a megoldáshoz szükséges lépéseket. Bár a második ilyen típusú kérdés csak átlagosan két perccel később hangzott el – közben ugyanis volt egy „memóriatörlő” kérdés is –, de az aktívvá vált tudás hamarabb jutott érvényre. Ez utóbbi feltételezést bizonyítja, hogy az utolsó ilyen típusú kérdésre az előzetes várakozást felülmúlóan sok sikeres válasz született, nagyon jó reakcióidővel. Ez a négy képernyőn látható modell közül a megjelenő PH_5 képlethez tartozónak a kiválasztása volt. A vegyület hipotetikus, nagy valószínűséggel ismeretlen a diákok előtt, de a már bejáratott módszerük – a központi atomhoz tartozó ligandumok számlálása – vezethetett eredményre.



Évfolyam	7.	8.	9.	10.	11.	12.
PH_5 -re adott helyes válaszok %-a	81,1	93,1	93,7	91,1	96,6	97,3
Relatív reakcióidő	0,046	0,156	0,074	0,082	1,90	0,143



Következtetések

A mentális folyamatok reakcióidejének meghatározása a 70-es évek óta ismert módszer (Donders, 1969). A természettudományok oktatásával kapcsolatban eddig nem jelentek meg ilyen jellegű kutatással kapcsolatos eredmények. Jelen vizsgálat ebből a szempontból úttörő jelentőségű. Ugyanakkor láthatóvá vált a mérés során, hogy a reakcióidők vizsgálata sokkal precízebb laboratóriumi körülményeket igényel ahhoz, hogy valóban megbízható eredményekhez jussunk. Az eredmények viszont tanulságosak lehetnek a pedagógusok számára, hiszen megismerhetik, hogy tanítványaik esetében mekkora mentális befektetéssel jár tantárgyának egyes fogalmai közti váltás.

Köszönetnyilvánítás

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

Hivatkozott források

Donders F.C. (1969) On the speed of mental processes. *Acta Psychologica* Volume 30, 1969, Pages 412-431

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0001691869900651> Elérh.:2018. okt.

Bethge, T.; Niedderer, H.(1996): Students' conceptions in quantum physics Idézi: Unal R.; Zollman D. (1999): Students' description of an Atom: A Phenomenographic Analysis

https://www.researchgate.net/publication/228800849_Students'_description_of_an_atom_A_phenomenographic_analysis Elérh.: 2018. okt.

Gopnik A. (2009) : The Philosophical Baby: What Children's Mind Tell Us About Truth, Love, and Meaning of Life, New York : Farrar, Straus and Giroux pp.17 In: David Brooks: A társas lény Libri Kiadó 2013, pp. 76.

Johnstone, A. H. (2000): Chemical Education Research: Where from Here?, *University Chemistry Education*, 4 (1) 34-38.

Tóth Z. (2000): „Bermuda háromszögek” a kémiában. *Iskolakultúra* 2000/10 71-76.

Szabó Bence Farkas

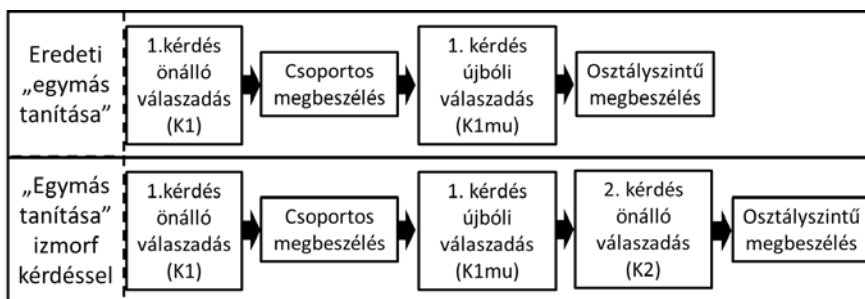
Izomorf kérdések hatása az „egymás tanítása” (peer instruction) módszer hatékonyságára

A 21. században az oktatással szemben támasztott igények változása az oktatási módszerek fejlesztését követeli meg. Ezt az elvárást mintegy kiegészíti a gyermekek körül folyamatosan egyre ingergazdagabbá váló környezet, ahol az ingerek minősége is nagyban megváltozott a különböző mobileszközök térhódításával. Ezeket az igényeket tanulóközpontú konstruktivista módszerekkel tudjuk kielégíteni, ahol a tevékenységek interaktívak és azonnali visszacsatolásra adnak lehetőséget. A Mazur-féle „egymás tanítása” egy a szakirodalomban megtalálható módszerek közül, amely e célok elérésében segítséget adhat.

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszert a Harvard Egyetem fizikaprofesszora, Eric Mazur dolgozta ki, hogy hallgatói alaposabban megértsék az órai során elsajátítandó új fogalmakat. A módszer olyan sikeresnek bizonyult, hogy a szemeszter végi vizsgát sikeresen teljesítő hallgatók száma megduplázódott a professzor kurzusain (Crouch & Mazur, 2001). Ezt követően a módszer széles nemzetközi érdeklődésre tett szert egyetemi körökben, első körben fizika tantárgyból, ami aztán bővült az informatika, matematika és biológia területeivel.

A kidolgozást követően, az „egymás tanítása” létjogosultságáról, más tantárgyak során való alkalmazásáról és a módszer egyes lépéseinek fontosságáról és finomításáról szóló munkák jelentek meg. A módszer lépéseiről és a nemzetközi szakirodalom áttekintéséről magyarul

olvashatunk Tóth Zoltán munkáiban: (Tóth, 2017a-d). 2009-ben viszont megjelent az első szakirodalmi cikk, amely a Mazur-féle „egymás tanítása” továbbfejlesztését tartalmazta. A munkafolyamat során (Smith és mtsai, 2009) ugyanis nem kapunk választ arra, hogy a diákok azért változtattak a válaszaikon, mert elfogadták egy megbízhatónak tartott társ választát, vagy a megbeszélés során tényleg jobban megértették a fogalmat és saját döntésük alapján módosították a választ (Smith és mtsai, 2009). Ennek a jelenségnek a tisztázására Smith és munkatársai egyetemi genetika kurzusukon az „egymás tanítása” munkafolyamatát módosították. Egy izomorf kérdést építettek be. Az izomorf kérdés azt jelenti, hogy a feladat megoldásához ugyanazon ismeretek, fogalmak alkalmazása szükséges, de más a „fedősztori”. A társmegbeszélést követő válaszadás után (K1mu), így egy plusz izomorf kérdéshez tartozó szavazással (K2) ellenőrizték a tényleges megértést, a jó válasz lemásolásával szemben. A kutatók azt a megfigyelést tették, hogy azok a tanulók, akik az önálló válaszadás (K1) során rosszul válaszoltak, de a társmegbeszélést követően (K1mu) a jó megoldásra módosították válaszukat (összes válaszadó 20%-a), nagyobb részt olyanok voltak, akik a második (izomorf) kérdésnél (K2) is helyesen válaszoltak (összes válaszadó 16%-a). Ugyanilyen módosítással vizsgálták a módszer fogalmi megértésre gyakorolt hatását informatika kurzusokon, és hasonló eredményre jutottak (Porter, Lee, Simon, & Zingaro, 2011).



1. ábra. Az eredeti és az izomorf kérdésekkel kiegészített „egymás tanítása” egyszerűsített blokksémája Porter és mtsai (2011) nyomán

Ezekből a munkákból látható, hogy az „egymás tanítása” még rejt magában kiaknázatlan lehetőségeket, amivel olyan diákokat is

elérhetünk, akiket eddig nem tudtunk az eredeti Mazur-féle módszerrel, vagy nem láttuk az egymás tanítása után még mindig fennálló hiányosságukat. Ezt a vonalat követve Smith és Porter kutatócsoportjai tovább módosították a munkafolyamatot. Az utolsó két lépés felcserélésével megfigyelték, hogy a gyengén teljesítő tanulók esetén a tanári megbeszélés, míg a jól teljesítő tanulók esetén a társakkal való megbeszélés eredményez nagyobb sikerességet (Smith és mtsai, 2011; Zingaro & Porter, 2014).

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer kipróbálására és adaptálására a középiskolai kémiatanításban az előbb felsorakoztatott igények és eredmények mind létjogosultságot adnak. A szakirodalomban erre a törekvésre már több példát is találhatunk (Dobóné Tarai, 2017; Tóth, 2017c). A módszer mellett szól még, hogy csak kis mértékben változtatja meg a hagyományos óravezetést, interaktív és azonnali visszacsatolást biztosít a diákoknak és tanároknak, kiegészíti a frontális tanítást problémaalapú és kooperatív tanítással, valamint épít a tanulók közötti aktív kommunikációra, így a teljes osztály aktívabb részvétele valósítható meg a tanórán. Segítségével fogalmi megértés és problémamegoldás elmélyítésére, fejlesztésére és ellenőrzésére van lehetőségünk.

Jelen vizsgálatban a „egymás tanítása” kipróbálását és az izomorf kérdések hatásvizsgálatát tűztem ki célul, hogy kiindulópontot találjak, melyik munkafolyamat adaptálása lenne célszerűbb a középiskolás korosztály számára.

Módszerek

A csoport

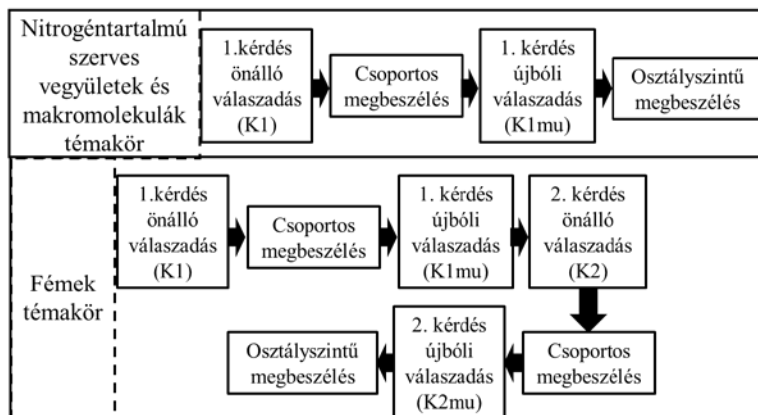
A vizsgálatokat egy 10. osztályos biológia-kémia specializációs csoportban végeztem el ($n = 18$, 3 fiú 15 lány), a nitrogéntartalmú szerves vegyületek és makromolekulák, valamint a fémek témakörében.

A módszer időkerete

Az órák során a részösszefoglalásokat helyettesítve alkalmaztam a társtanítást. Az időkeretet ehhez úgy biztosítottam, hogy a diákok a tankönyv soron következő leckéjének elolvasását kapták házi feladatul, amihez a tanórát megelőzően egyszerű ismeret jellegű kérdéseket kaptak a Redmenta online rendszeren keresztül.

A témakörök során alkalmazott munkafolyamat

A nitrogéntartalmú szerves vegyületek és makromolekulák témakör (első témakör) során 12 alkalommal használtam az „egymás tanítása” módszert a szakirodalomban szereplő eredeti munkafolyamat szerint (Lasry, Mazur, & Watkins, 2008). A fémek témakör (második témakör) során pedig 10 esetben alkalmaztam az „egymás tanítása” módszert a 2. ábrán látható módosított munkafolyamat szerint. Ebben az esetben, ha a jó válaszok aránya az önálló válaszadás során nem érte el a 75%-ot és társmegbeszélésre, majd újbóli szavazásra került sor, akkor a diákok egy izomorf feladatot is kaptak, ami formailag és megoldásmenetében megegyezett az elsővel. A második kérdést követően is csak akkor következett társmegbeszélés és újbóli szavazás, ha a jó válaszok aránya nem érte el a 75%-os küszöböt. A feladatok mindkét témakörnél alkalmazás szintű kérdések voltak egyszerű választás formájában (A-D). A kérdésekre a diákok színes, nagyméretű válaszkártyákkal válaszoltak, amiket egyszerre mutattak fel a válaszadás során, így minél kevésbé befolyásolva egymást. A válaszokat minden alkalommal gyorsan összeszámoltuk.



2. ábra. A két témakör során alkalmazott munkafolyamat egyszerűsített bloksémája

Smith és Porter vizsgálataikhoz tantermi szavazórendszereket használtak, amivel tanulónként volt lehetőség az adatgyűjtésre és így nyomon tudták követni a válaszadás változását. A szavazókártyák

viszont nem adnak lehetőséget személyenkénti adatgyűjtésre, így az idézett szerzők által kidolgozott munkafolyamaton módosítottam, hogy az adatgyűjtés a rendelkezésre álló eszközökkel ne legyen túlzottan bonyolult, mégis a maximális mennyiségű adatot szolgáltatassa. Eltértem továbbá a szakirodalomtól abban is, hogy olyan feladatok esetében, ahol az első kérdésre az önálló szavazást (K1) követően a jó válaszok aránya 75% fölött volt, nem alkalmaztam izomorf kérdést. Ennek a változásnak az oka az idő szűkössége, amit így nem emésztettek fel olyan kérdések, ahol a tanulók fogalmi megértése megfelelő, hanem olyan feladatokra maradt időkeret, ahol a fogalom megértése még időt és energiát igényelt. Ez a változtatás összhangban van a fent említett szerzők munkáinak eredményeivel, ahol ezek a feladatok (jó válaszok aránya 75%) mint „könnyű” kérdések kerülnek tárgyalásra és a vizsgálataik alapján itt a legkisebb a változás a jó válaszok irányába izomorf kérdés alkalmazása esetén.

Izomorf kérdések a dolgozatok során

A hagyományos és az izomorf kérdésekkel megtámogatott „egymás tanítása” összehasonlítását továbbá elvégeztem a témakörök végi témazáró dolgozatok segítségével. Itt mindkét esetben a tanulók öt izomorf egyszerű választásos feladatot kaptak a dolgozatban.

A jutalmazás kérdése

Mint minden plusz feladatnál, itt is motiválni kell a tanulókat. A tanórát megelőző olvasási feladat kérdéseinek kitöltésével és az órák során végzett aktív válaszadással pontokat gyűjthettek a tanulók, amelyeket, ha egy fejezet esetén elérték az összegyűjthető maximális pont 80%-át jeles érdemjeggyel jutalmaztam.

Eredmények

A társmegbeszélés során elvégzett munkafolyamat

Az „egymás tanítása” folyamata során több alternatív forgatókönyv is lehetséges. Ezeket a tanulók helyes válaszai szabályák meg. Az első témakör során a Mazur-féle módszert alkalmazva 3 alkalommal a diákok legalább 75%-a jól válaszolt az önálló válaszadás (K1) során, így nem került sor társmegbeszélésre. 9 alkalommal az önálló válaszadás során viszont nem érték el a jó válaszok a 75%-os küszöböt, ennek

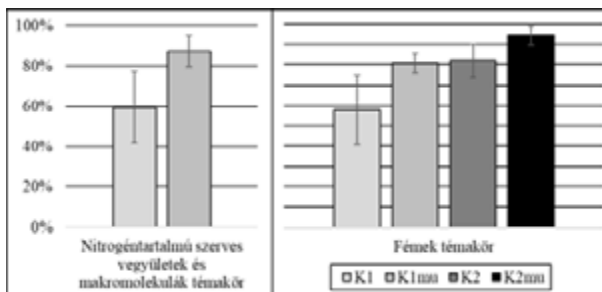
megfelelően társmegbeszélést végeztünk, majd újbóli szavazás következett (K1mu). A második témakör esetében 2 alkalommal az önálló válaszadás (K1) során 75% fölött volt a helyes válaszok aránya, így nem került sor társmegbeszélésre. 5 alkalommal az önálló válaszadás során a jó válaszok aránya nem érte a 75%-ot, ezért társmegbeszélést végeztünk (K1mu), amit izomorf kérdés követett (K2), ahol már a jó válaszok aránya 75% fölött volt. 3 alkalommal pedig a teljes módosított munkafolyamat megvalósításra került sor, ugyanis se az első (K1) se a második egyéni válaszadást (K2) követően sem volt 75% felett a jó válaszok aránya.

	Nitrogéntartalmú szerves vegyületek és makromolekulák témakör	Fémek témakör
1. kérdés önálló válaszadás (K1)	3	2
1. kérdés újbóli válaszadás (K1mu)	9	0
2. kérdés önálló válaszadás (K2)		5
2. kérdés újbóli válaszadás (K2mu)		3
Összes "egymás tanítása"	12	10

3. ábra. A társmegbeszélések során alkalmazott munkafolyamatok és ezek száma az egyes témakörök során

Az „egymás tanítása” során adott válaszok arányai:

A jó válaszok arányát vizsgálva látható, hogy az első témakör esetében az első egyéni válaszadás (K1) során a jó válaszok aránya átlagosan 59%, majd a társmegbeszélést követően emelkedett a jó válaszok (K1mu) száma 28%-kal.

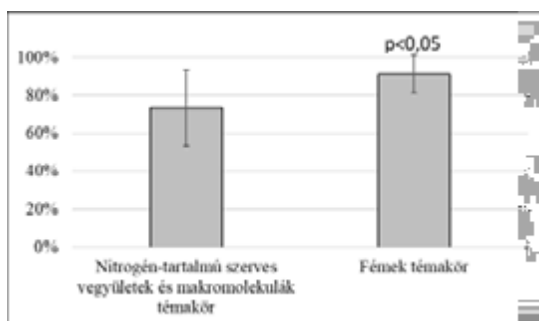


4. ábra Az „egymás tanítása” során adott jó válaszok százalékos aránya a két témakör esetén

A második témakör eredményeinél pedig látható, hogy hasonló sikerességű egyéni válaszadást (K1) követően a társmegbeszélés során szintén emelkedik a jó válaszok (K1mu) aránya 23%-kal és a jó válaszok aránya megmarad az izomorf kérdések (K2) során is. A további társmegbeszélés pedig tovább növeli a jó válaszok (K2mu) arányát 12%-kal.

A témazáró dolgozatok eredményei

A témazáró dolgozatok eredményeinél a hagyományos „egymás tanítása” módszert alkalmazva a diákok 73%-os átlageredményt értek el, míg az izomorf kérdésekkel kiegészített esetben 91%-os az átlageredmény kisebb szórással. X^2 -próba alapján szignifikáns a különbség a két minta között ($p < 0,05$).



5. ábra. A két témakörhöz tartozó témazáró dolgozatok izomorf kérdéseire adott jó válaszok százalékos értékei

Összefoglalás

A bemutatott eredményekből látható, hogy a módosított módszer alkalmazása esetében a feladatok 80%-a során volt szükség izomorf kérdésre. 30%-ban feltétlenül szükséges volt ez a kérdés, ugyanis a tanulók jó válaszai az izomorf kérdés esetén nem érték a 75%-os küszöböt az egyéni válaszadás során (K2). Ez azért történhetett, mert a társmegbeszélés során a diákok egyszerűen elfogadták társuk válaszát, vagy a megbeszélés során elhangzott érvek nem megfelelően változtatták meg a tanuló adott fogalomról alkotott képét, hogy a következő kérdésre, helyes választ tudjon adni. Az esetek 50%-ban viszont az izomorf kérdésre 75%-nál több helyes válasz érkezett az

egyéni válaszadás során (K2), sőt az öt esetből háromnál az izomorf kérdésre (K2) több jó válasz érkezett, mint az első kérdésre a csoportos megbeszélést követően (K1mu). Ezeknél a feladatoknál a csoportos megbeszélés során a diákok fogalmi megértése erősödött és a társaktól kapott magyarázatokkal képesek voltak egy következő izomorf feladatot megoldani azok is, akik kezdetben valószínűleg rosszul válaszoltak.

A jó válaszok arányait áttekintve a társmegbeszélés mindkét témakörnél növekedést vont maga után. A nitrogéntartalmú szerves vegyületek és makromolekulák témakör esetén viszont nem lehet egyértelműen következtetni, hogy ez az emelkedés a tapasztaltabb társ válaszána elfogadása, vagy a fogalom alaposabb megértése miatt adódott. A fémek témakör során viszont látható, hogy az izomorf kérdések esetén (K2) hasonló arányú jó választ találunk átlagosan, mint az első kérdésnél a csoportos megbeszélést követően (K1mu), ez az eredmény a fentebb leírt okokkal magyarázható és összhangban van a nemzetközi szakirodalom eredményeivel (Porter és mtsai, 2011; Smith és mtsai, 2009). Továbbá, ha az izomorf kérdésre adott egyéni válaszadást (K2) társmegbeszélés követte szintén nőtt a jó válaszok aránya, viszont itt megint nem lehet a növekedésre egyértelmű okot megfogalmazni az adatok alapján.

A dolgozatok eredményei esetén pedig látható, hogy az izomorf kérdéssel megtámogatott „egymás tanítása” szignifikánsan jobb eredményeket hozott a diákoknál, valamint a kisebb szórás alapján a válaszok is homogénebbek a csoportban, a hagyományos Mazur-féle módszer alkalmazásánál mérténél. Ez azzal magyarázható, hogy az izomorf kérdés által több idő jutott az adott fogalom megértésére és többet gondolkodtak a diákok a fogalomról. Valamint egyszerűen jobban begyakorlásra került az adott feladat.

Összefoglalva elmondható, hogy az izomorf kérdések alkalmazása pozitív irányba változtatta meg az „egymás tanítása” módszer hatékonyságát, amit mind az órai feladatok, mind a témakört követő dolgozat eredményei alátámasztanak. Kimutatható továbbá, hogy a diákoknál ténylegesen az adott fogalom megértése erősödött, nem csak a jobbnak elismert társról másolták a választ. A módosított munkafolyamatot viszont időigényessége miatt, csak a nehéz – első

önálló szavazásnál kevesebb, mint 75% jó válasz – kérdések esetén célszerű alkalmazni.

Jövőbeli tervek

A továbbiakban tantermi szavazóberendezéssel tervezem az adatok összegyűjtését végezni. Ez lehetőséget ad arra, hogy egy-egy tanulóra lebontva nyomon követhessem a válaszok változását a feladatok esetén. Így akár a módszer további módosításával, például a tanári megbeszélés beépítésével remélhetőleg tovább csökkenthetem azok számát, akik nem profitálnak ezekből a feladatokból. Illetve megtalálhatom és csökkenthetem azon tanulók számát, akik a társmegbeszélés, vagy tanári magyarázat hatására rossz irányba módosítják a válaszaikat és valószínűleg tévképzeteik alakulnak ki az adott fogalommal kapcsolatban.

Felhasznált szakirodalom

Crouch C. H. & Mazur E. (2001). Peer Instruction: ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69 (9), 970–977. doi:10.1119/1.1374249

Dobóné Tarai É. (2017). Egy hatékonyabb kémiaoktatásért. A Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszer kipróbálásának néhány tapasztalata. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44 (5), 418–434. doi:10.24360/KOKEL.2017.5.409

Lasry N., Mazur E., & Watkins J. (2008). Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76 (11), 1066. doi:10.1119/1.2978182

Porter L., Lee C. B., Simon B., & Zingaro D. (2011). Peer Instruction : Do Students Really Learn from Peer Discussion in Computing? *Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research*, 45–52. doi:10.1145/2016911.2016923

Smith M. K., Wood W. B., Adams W. K., Wieman C., Knight J. K., Guild N., & Su T. T. (2009). Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, 323 (5910), 122–124. doi:10.1126/science.1165919

Smith M. K., Wood W. B., Krauter K., & Knight J. K. (2011). Combining peer discussion with instructor explanation increases student learning

from in-class concept questions. CBE Life Sciences Education, 10 (1), 55–63. doi:10.1187/cbe.10-08-0101

Tóth Z. (2017a). A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények I. A módszer leírása és hatékonysága. Középiskolai Kémiai Lapok, 44 (2), 160–170.

Tóth Z. (2017b). A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények II. A módszer egyes lépéseinek elemzése. Középiskolai Kémiai Lapok, 44 (4), 341–363. doi:10.24360/KOKEL.2017.4.341

Tóth Z. (2017c). A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények III. Közép- és általános iskolai tapasztalatok. Középiskolai Kémiai Lapok, 44 (5), 409–417. doi:10.24360/KOKEL.2017.5.409

Tóth Z. (2017d). Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „ egymás tanítása ” (peer instruction) módszerrel. Magyar Kémikusok Lapja, 72 (4), 116–120. doi:10.24364/MKL.2017.04

Zingaro D. & Porter L. (2014). Peer Instruction in computing: The value of instructor intervention. Computers and Education, 71 , 87–96. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.015

Sójáné Gajdos Gabriella

Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata fogalmi térképezéssel

Az utóbbi években a nemzetközi és a hazai szakirodalomban is megnőtt a tanulók tudásszerkezetének feltárásával foglalkozó tanulmányok, cikkek száma. A tudásszerkezet feltárására számos módszer létezik, többek között ilyen a fogalmi térképezés [1-3], a szóasszociációs módszer [4-6] és a tudástérelmélet [7]. A szóasszociációs vizsgálat alkalmasnak bizonyult egyéni és kollektív tudásszerkezet vizsgálatára egyaránt, melyet a hazai kutatók egyre

növekvő számú tanulmányai is alátámasztanak [8-17]. A tudástérelmélet gyakorlati alkalmazását hazánkban Tóth [18] publikációjából ismerhetjük meg részletesen. Míg a fogalmi térképezéssel és annak természettudományos tanórákon való alkalmazásával főként Habók [19 – 21] publikációi foglalkoznak, de jó példát találunk a kémia tanításban való felhasználásra Kiss és Tóth [22] munkájában is.

Célkitűzés

A vizsgálatunk során 7–12. évfolyamba járó tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak (*üvegházhatás, savas eső, ózonlyuk, szén-dioxid, kén-dioxid, ózon*) tudásszerkezetét szeretnénk volna megvizsgálni különböző módszerekkel. A módszerek a következők voltak: szóasszociáció, fogalmi térképezés, tudástérelmélet. A vizsgált fogalmak már szerepeltek egy hazai kismintás mérésben [8], amelyben szóasszociációs módszerrel térképezték fel 7–10. évfolyamos tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak tudásszerkezetét.

A jelenlegi vizsgálat célkitűzései a következők voltak:

1. Feltérképezni különböző évfolyamok tudásszerkezetét eltérő módszerekkel: szóasszociáció, fogalmi térképezés, tudástérelmélet.
2. Összehasonlítani az eltérő módszerekkel kapott eredményeket, tudásszerkezeteket.
3. Összevetni az egyes évfolyamok eredményeit módszerenként.
4. A szóasszociációs módszerrel kapott eredményeket összehasonlítani a korábbi kismintás mérés eredményeivel.
5. Megvizsgálni, hogy megjelennek-e azok a tévképzetek a levegőszennyezéssel kapcsolatban, amelyek fellelhetők a nemzetközi és hazai szakirodalomban.

Jelen tanulmányban a fogalmi térképezéssel kapott tudásszerkezeteket mutatjuk be. A szóasszociációs vizsgálatból kapott eredményeket korábban már publikáltuk [14].

A fogalmi térképek

Habók [19] tanulmánya a fogalmi térképek fogalmának körülhatárolásával, az elméleti alapok meghatározásával és a fogalmi

térképeknek az értelemgazdag tanulásban betöltött szerepével foglalkozik. Ezen kívül számba vesz néhány fogalmitérkép-meghatározást [1, 3, 23]. A fogalmi térképezésnél a tudásszerkezetet grafikusan ábrázoljuk. Egy témakör összetartozó fogalmait nyilakkal, vonalakkal köthetjük össze. A nyilakra rövid szövegeket írhatunk, melyek utalnak az összekötött fogalmak minőségi kapcsolatára is. A fogalmi térképek különböző alakúak lehetnek: kör, lánc, kerék, fa és háló. Az értelemgazdag tanulást a háló alakú térkép segíti elő, ez több szintből áll, komplex interakciókat tartalmaz és segíti a tudás újraszervezését. Habók munkájában kitér a fogalmi térképekkel rokon technikákra is, mint például a gondolattérkép, kognitív térkép, szemantikai térkép és az oktérkép.

Kiss és Tóth [22] a következő technikákat ajánlja a tanórai használatához:

- *Üres fogalmi térkép kitöltése:* egy előre elkészített térképből töröljük az össze feliratot és csak a nyilakat, ellipsziseket tartjuk meg. A tanulónak kell értelemszerűen kitölteni az üres térképet. A törölt információkat abc-sorrendben adjuk meg az üres térkép mellett
- *Kiegészítendő fogalmi térkép:* itt már csak egy részét töröljük ki az információknak, melyeket a diákoknak önállóan kell beírniuk. A törölt fogalmakat már nem feltétlenül kell megadnunk.
- *Fogalmi térkép készítése:* A megadott fogalmakat a diákok rendezik térképpé.
- *Asszociáción alapuló fogalmi térkép:* A megadott fogalmak mellé a diákoknak kell még kiválasztaniuk ugyan annyi fogalmat és azt térképpé rendezni.
- *Irányított választáson alapuló fogalmi térkép:* A megadott fogalomlistából a diákoknak kell kiválasztaniuk a fogalmak felét és azt térképpé rendezni. Megvizsgálhatjuk, hogy a diákok mely fogalmakat hagyták meg és melyeket hagyták ki.

Az interneten számos online programot találunk fogalmi térkép és gondolattérkép készítéséhez. A teljesség igénye nélkül felsorolunk néhányat: MindMeister (www.mindmeister.com), Bubbl.us (<https://bubbl.us/>), Simple Mapper (<http://simplemapper.org/>), Cmap Tools (<https://cmap.ihmc.us/>).

A vizsgált minta és a vizsgálat leírása

A vizsgálatban a Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium 553 tanulója vett részt. A tanulók létszámának évfolyamonkénti megoszlást, a fiúk és a lányok arányát az 1. táblázat tartalmazza.

Évfolyam	Létszám	Fiúk száma	Lányok száma	Nem adta meg a nemét
7. évfolyam	117	50	67	-
8. évfolyam	120	75	44	1
9. évfolyam	72	27	45	-
10. évfolyam	100	44	56	-
11. évfolyam	73	33	36	4
12. évfolyam	71	24	46	1
Összesen	553	253	294	6

1. táblázat. A minta létszáma évfolyamonként

A mérésre 2014 őszén került sor. A mérés három részfeladatból állt. A levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmak struktúráját először szóasszociációs módszerrel vizsgáltuk, majd ugyanezekkel a fogalmakkal fogalmi térképet kellett készíteniük a tanulóknak, végül a levegőszennyezés témaköréhez tartozó komplex feladatlapot kellett megoldaniuk. A mérés lebonyolítása különböző természettudományos tanórákon (biológia, kémia, földrajz) történt, és a vizsgálat lebonyolításában az osztályokat tanító szaktanárok segítettek.

A fogalmi térképezés eredményei és értékelésük

A fogalmi térkép készítésénél az alábbi utasítást kapták a tanulók:

A megadott fogalmak mindegyikét felhasználva készíts fogalmi térképet! Kösd össze nyilakkal azokat a fogalmakat, amelyek között kapcsolat van! A nyilakra – ha tudod – írd rá a fogalmak közötti kapcsolatot! (üvegházhatás, szén-dioxid, savas eső, ózonlyuk, ózon, kén-dioxid)

Az értékelésnél a kapcsolat meglétét vagy hiányát vettük figyelembe. Egy pontot adtunk, ha volt kapcsolat a fogalompár között és nullát, ha nem. Évfolyamonként és fogalompáronként a kapott eredményeket átlagoltuk. Gyakorlatilag így megkaptuk, hogy évfolyamonként a

tanulók hány százaléka kötötte össze az adott fogalompár két tagját. Az eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

Fogalompárok	Évfolyam					
	7.	8.	9.	10.	11.	12.
szén-dioxid – kén-dioxid	0,12	0,13	0,11	0,16	0,16	0,11
szén-dioxid – ózon	0,27	0,15	0,18	0,31	0,21	0,18
szén-dioxid – üvegházhatás	0,46	0,48	0,58	0,50	0,55	0,58
szén-dioxid – ózonlyuk	0,27	0,30	0,25	0,30	0,29	0,37
szén-dioxid – savas eső	0,30	0,28	0,28	0,24	0,22	0,17
kén-dioxid – ózon	0,21	0,15	0,14	0,11	0,08	0,10
kén-dioxid – üvegházhatás	0,35	0,29	0,25	0,26	0,16	0,28
kén-dioxid – ózonlyuk	0,25	0,22	0,24	0,18	0,37	0,20
kén-dioxid – savas eső	0,49	0,53	0,67	0,77	0,74	0,82
ózon – üvegházhatás	0,47	0,43	0,42	0,34	0,37	0,30
ózon – ózonlyuk	0,69	0,68	0,82	0,70	0,89	0,73
ózon – savas eső	0,15	0,09	0,10	0,10	0,04	0,13
üvegházhatás – ózonlyuk	0,33	0,39	0,32	0,51	0,37	0,39
üvegházhatás – savas eső	0,24	0,28	0,33	0,28	0,29	0,25
ózonlyuk – savas eső	0,32	0,32	0,21	0,25	0,26	0,14

2. táblázat. A kapcsolatok átlaga fogalompáronként és évfolyamonként

Az adatok szemléltetéséhez gráfokat készítettünk. A kapcsolatok átlagát egy ötfokú skálán rangsoroltuk a 3. táblázat alapján. A térképeken a nagyon gyenge (0,00 – 0,19) és gyenge (0,20 – 0,39) kapcsolatokat nem tüntettük fel.

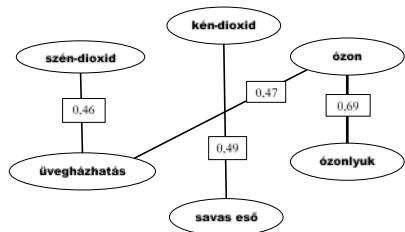
A fogalmi térképek elemzése során láthatjuk (1–6. ábra), hogy az évfolyamok többségénél a legtöbben az *ózon – ózonlyuk* fogalmakat kötötték össze nyíllal vagy vonallal. A 9. és 11. évfolyamok esetében nagyon erős, míg a többi évfolyam esetében erős kapcsolattal

jellemezhető a fogalompár. A *kén-dioxid-savas eső* fogalompár a 7. és 8. évfolyamok esetében közepesen erős, a 9.-, 10.- és a 11. évfolyamok esetében erős, míg a 12. évfolyam esetében nagyon erős kapcsolattal rendelkezik. A *szén-dioxid-üvegházhatás* fogalompárnál minden évfolyamnál közepesen erős kapcsolatot figyelhetünk meg. Az *ózon-üvegházhatás* fogalompár között a 7.-, 8.-, és 9. évfolyamosoknál még közepesen erős, míg a 10.-, 11.-, és 12. évfolyamosoknál már csak gyenge, a fogalmi hálóban nem ábrázolt kapcsolat van. Az *üvegházhatás-ózonlyuk* fogalompár között a 10. évfolyamosok kivételével – ahol közepesen erős a kapcsolat – a többi évfolyamnál gyenge a fogalmi hálóban nem ábrázolt kapcsolat található.

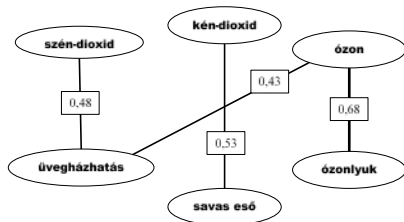
A kapcsolatok átlaga	A kapcsolat erőssége	Jelölésmód
0,00 - 0,19	nagyon gyenge	nem ábrázolt
0,20 - 0,39	gyenge	nem ábrázolt
0,40 - 0,59	közepesen erős	————
0,60 - 0,79	erős	■■■■■■
0,80 - 1,00	nagyon erős	■■■■■■■

3. táblázat. A kapcsolatok erőssége és jelölésmódja a fogalmi hálókban

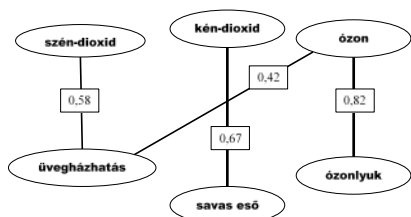
A fogalmi hálókban a nagyon gyenge és gyenge kapcsolatokat nem tüntettük fel. A *szén-dioxid-ózonlyuk* és az *üvegházhatás-savas eső* fogalompárok minden évfolyamnál gyenge kapcsolattal jellemezhetőek. A *szén-dioxid-savas eső*, *kén-dioxid-üvegházhatás* és a *kén-dioxid-ózonlyuk* fogalompárok gyenge vagy nagyon gyenge kapcsolattal jellemezhetőek. A *szén-dioxid-ózon* fogalompár esetében a 7.-, 10.-, és a 11. évfolyamoknál gyenge kapcsolat van, míg a 8.-, 9.- és a 12. évfolyam esetében már csak nagyon gyenge kapcsolat figyelhető meg. A *kén-dioxid-ózon* fogalompár között a 7. évfolyam kivételével – ahol gyenge kapcsolat figyelhető meg – a többi évfolyamnál már csak nagyon gyenge kapcsolat van. A *szén-dioxid-kén-dioxid* és az *ózon-savas eső* fogalompárok között minden évfolyamnál nagyon gyenge kapcsolatot találunk. A legkisebb és a legnagyobb kapcsolati átlaggal is 11. évfolyam rendelkezik: az *ózon-savas eső* fogalompár között 0,04, míg az *ózon-ózonlyuk* fogalompár között 0,89 az értéke.



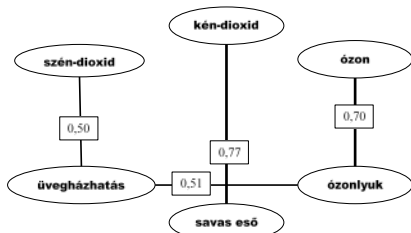
1. ábra. A 7. évfolyam fogalmi hálója



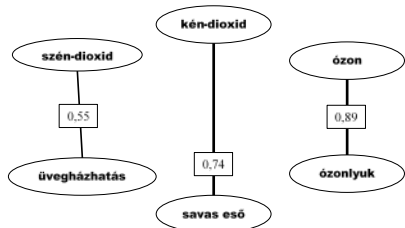
2. ábra. A 8. évfolyam fogalmi hálója



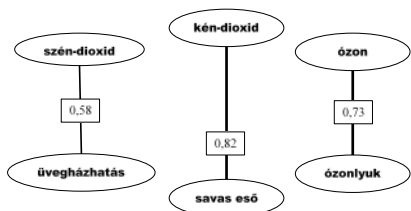
3. ábra. A 9. évfolyam fogalmi hálója



4. ábra. A 10. évfolyam fogalmi hálója



5. ábra. A 11. évfolyam fogalmi hálója



6. ábra. A 12. évfolyam fogalmi hálója

Az 4. táblázat alapján láthatjuk, hogy minden évfolyam esetében a gyenge kapcsolatok a dominánsak. A közepesen erős kapcsolatok száma a 7. és 8. évfolyamosok esetében három, a 9. és 10. évfolyamosok esetében kettő, a 11. és 12. évfolyamosok esetében egy. A 10. évfolyamosok két erős kapcsolattal rendelkeznek, míg a többi évfolyam csak eggyel. Nagyon erős kapcsolattal a 7.-, 8.- és a 10. évfolyam nem rendelkezik, míg a többi évfolyamnál egy – egy ilyen kapcsolat figyelhető meg.

Kapcsolat erőssége	Kapcsolatok száma évfolyamonként					
	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Nagyon gyenge	2	4	4	4	4	6
Gyenge	9	7	7	7	8	6
Közepesen erős	3	3	2	2	1	1
Erős	1	1	1	2	1	1
Nagyon erős	0	0	1	0	1	1
Összes kapcsolat	15	15	15	15	15	15
Ábrázolt kapcsolat	4	4	4	4	3	3

4. táblázat. A kapcsolatok száma erősségük alapján

A fogalmi térkép készítésénél nem volt kötelező, hogy a tanulók magyarázó szöveget írjanak a fogalompárokra összekötő nyílakra, vonalakra. A tanulóknak csak nagyon kevés hányada élt ezzel a lehetőséggel. A továbbiakban egy olyan példát mutatunk be, amely esetleges tévképzetre utal. Az *üvegházhatás-ózonlyuk* fogalompár a 10. évfolyam fogalmi hálójában 0,51 átlaggal közepesen erős kapcsolatként jelenik meg. A 5. táblázatban a fogalompárt összekötő nyílra írt, a fogalmak közötti minőséget is jelentő feliratokat gyűjtöttük össze.

Első fogalom: üvegházhatás Második fogalom: ózonlyuk	
Évfolyam	Nyílra írt magyarázó szöveg
7. évfolyam	• része⁴ • fajtája¹ • oka¹
9. évfolyam	• képződik¹ • következménye¹
10. évfolyam	• része² • következménye³ • ezáltal létrejön¹ • ebből ered¹ • káros tényező¹
11. évfolyam	• környezetszennyezés¹
12. évfolyam	• minél nagyobb az üvegházhatás annál a nagyobb az ózonlyuk¹ • ok¹

Első fogalom: ózonlyuk Második fogalom: üvegházhatás	
Évfolyam	Nyílra írt magyarázó szöveg
7. évfolyam	• ezáltal keletkezik¹ • része¹ • emiatt¹ • fajtája¹
8. évfolyam	• okozója¹ • következménye¹ • okozhat¹
9. évfolyam	• következménye³ • ezáltal keletkezik¹ • ózonlyukon káros sugárzások miatt üvegházhatás¹ • beengedi a napsugarakat¹ • eredménye¹
10. évfolyam	• következménye³ • a Nap sugarai áthatolnak teljesen rajta¹ • a vékony ózonréteg miatt a Nap káros sugarai is érik a Földet¹ • emiatt keletkezik¹ • segítője¹ • létrejöhet¹ • ózonréteg elvékonyodása¹ • több sugárzás² • felmelegedés¹
11. évfolyam	• hatásai, következménye¹ • káros hatása¹ • UV sugárzás nő¹ • ez okozza¹
12. évfolyam	• emiatt¹ • eredménye¹ • hatására¹ • okozza¹

5. táblázat. A fogalmakat összekötő nyílakra írt magyarázó szöveg évfolyamonként

A táblázatban a két fogalom közötti hierarchiát is feltüntettük. Az első fogalom állt hierarchiában magasabb szinten az adott tanulók fogalmi térképében és ebből indult ki a nyíl vagy vonal a második fogalomhoz. A szövegek feletti felső indexek a tanulók számát jelentik, akik ezt a

magyarázatot adták a két fogalom közötti kapcsolatra. A táblázatokat tanulmányozva láthatjuk, hogy több felirat is arra utal, hogy az üvegházhatást tartják az ózonlyuk kialakulásáért felelősnek (*következménye, ezáltal jön létre*) és fordítva is, hogy az ózonlyuk miatt alakul ki az üvegházhatás (*okozója, segítője, következménye*).

Összegzés

A legerősebb kapcsolattal szinte mindegyik évfolyam esetében az *ózon-ózonlyuk* fogalompár rendelkezett. A szóasszociációs módszerrel is ennél a fogalompárnál figyelhettük meg a legerősebb kapcsolatot [14], mely egybevág Kluknavszky és Tóth [8] szóasszociációs vizsgálatainak eredményeivel is. Ezen kívül több évfolyam esetében figyelhettünk meg a fogalmi térképekben erős vagy nagyon erős kapcsolatot a *kén-dioxid-savas eső* fogalmak között is. A 10. évfolyam fogalmi térképében közepesen erős kapcsolattal megjelent a tévképzetre utaló *ózonlyuk-üvegházhatás* közötti kapcsolat, melyet a vonalakra írt magyarázó szövegek is alátámasztottak.

A jelenlegi vizsgálatunk – mivel nem tettük kötelezővé a fogalmak közötti kapcsolat magyarázatát a diákok számára – mennyiségi jellemzésre alkalmas. Mivel a diákoknak csak kis hányada írt a vonalakra, nyilakra magyarázó szöveget, így nem kapunk teljes képet arról, hogy a tanulócsoportok szerint milyen minőségi kapcsolat van a fogalmak között. Nem vizsgáltuk azt sem, hogy a fogalompár két tagja között megállapítható-e valamilyen hierarchia. A további vizsgálatok esetében célszerű kérni, hogy mindenképp lássák el magyarázó szöveggel a fogalmakat összekötő nyilakat és megállapítani a fogalmak közötti hierarchiát. A továbbiakban tervezzük még a fogalmi térképezéssel és a szóasszociációs módszerrel kapott fogalmi hálók összevetését, ennek a metodikájának a kidolgozását.

Irodalomjegyzék

- [1] Ruiz-Primo, M. A., Shavelson R. J. (1996) Problems and issues in the use of concept map sin science assesment. Journal of Research in Science Teaching, 33. 6. 596 – 600.
- [2] Ruiz-Primo, M. A, Shavelson R. J., Schulz, S. E. (1997): On the validity of concept map – base assessment interpretations: an experiment testing the assumption of hierarchical concept maps in science. CSE Technical Report 455 National Center for Research on Evaluation,

Standards, and Student Testing (CRESST) Center for the Study of Evaluation (CSE) Graduate School of Education & Information Studies University of California, Los Angeles

[3] Novak, J. D., Canas, A. J. (2006): The theory underlying concept maps and how to construct and use them.

<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf> (utolsó letöltés: 2018. 11. 04.)

[4] Cardellini, L., Bahar, M. (2000): Monitoring the learning of chemistry through word association tests. Australian Chemistry Resource Book, 19. 59 – 69.

[5] Kostava, Z., Radoynovska, B. (2008): Word association test for studying conceptual structure of teachers and students. Bulgarian Journal of Science and Education Policy, 2. 209 – 231.

[6] Nakiboglu, C. (2008): Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. Chemistry Education Research and Practice, 9. 309 – 322.

[7] Taagepera, M., Potter, F., Miller, G. E., Lakshminarayan, K. (1997): Mapping students' thinking patterns by the use of the knowledge space theory. International Journal of Science Education, 19. 3. 283 – 302

[8] Kluknavszky, Á. és Tóth, Z. (2009): Tanulócsoporthoz levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. Magyar Pedagógia, 109. 4. 321 – 342.

[9] Tóth, Z., Sójáné, G. G. (2012): Tanulócsoporthoz energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. Középiskolai Kémiai Lapok, 39. 1. 58 – 69.

[10] Kádár, A., Farsang, A. (2012): Általános és középiskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetei. In: VI. Magyar Földrajzi Konferencia 339 – 353.

[11] Kádár, A., Farsang, A. (2014): Egyetemi hallgatók földrajzzal kapcsolatos tévképzeteinek összehasonlító elemzése. In: VII. Magyar Földrajzi Konferencia 240 – 254.

[12] Daru, K., Tóth, Z. (2013): A szóasszociációs módszer alkalmazhatósága óvodások időjárással kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálatára. In: Új kutatások a neveléstudományokban (Szerk: Bárdos J, Kis-Tóth L., Racsó R.) 37 – 48.

- [13] Malmos, E., Revákné, M. I. (2015): Biológia fogalmakhoz kapcsolódó tévképzetek vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Iskolakultúra*, 25. 5-6. 90 – 199.
- [14] Sójáné, G. G., Tóth, Z. (2017): Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének és tévképzeteinek vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja* 72. 2. 44 – 49.
- [15] Czékmán, B., Kiss, J., Tóth, Z. (2017): Tudásszerkezet – vizsgálat online szóasszociációs teszttel. *Iskolakultúra*, 27. 1 – 12. 56 – 65.
- [16] Szabó, G., Fazekas, I., Patkós, C., Radics, Z., Csorba, P., Tóth, T., Kovács, E., Mester, T., Szabó, L. (2018): Investigation of public attitude towards renewable energy sources using word association method in Hungarian settlements. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 8. 1. 6 – 24.
- [17] Malmos, E., Jász, E. Revákné, M. I. (2017): Using a word association method to assess knowledge structure of renewable energy sources at primary level. *Journal of Science Educational: Revista de Education en Ciencias* 18. 109 – 113.
- [18] Tóth, Z. (2012): *Alkalmazott tudástérelmélet*. Gondolat Kiadó, Budapest
- [19] Habók, A (2008): Fogalmi térképek. *Magyar Pszichológiai Szemle*. 3. 519 – 546.
- [20] Habók, A (2009): Egy térképező technika hatásának vizsgálata általános iskolában. *Iskolakultúra*. 11. 77 – 88.
- [21] Habók, A (2010): Fogalmi térkép használata környezetismeret- és biológiaórán. *A Biológia Tanítása*. 20-28.
- [22] Kiss, E., Tóth, Z. (2002): Fogalmi térképek a kémia tanításában. In: *Módszerek és Eljárások*, 12. (Szerk.: Tóth Z.), 63 – 69.
- [23] Hauser, S., Nückles, M., Renkl, A. (2006): Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences. 243 – 249.