

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.

Pesthy Sándor Gergely

A játékosítás alkalmazási lehetőségei a kémiaoktatásban

Bevezetés

Cikkem egy egyetemi kurzusra, a „Kémia tanítás módszertana” c. tárgyra készült évfolyamdolgozat átíratra. Ezúton is szeretném megköszönni Dr. Szalay Luca tanárnő segítségét, melyet a cikk megírásában nyújtott.

A gamifikáció vagy játékosítás napjaink oktatásának egyre fontosabb kulcsszavává válik. A kereskedelmi, és sokhelyütt a kormányzati szférában már korábban is használt módszer Prievara Tibor, középiskolai angoltanár munkásságának köszönhetően robbant be a magyarországi köztudatba (Prievara, 2015).

A gamifikáció alatt a játékmecchanizmusok az élet nem játékos területein való alkalmazását értjük. Ezzel rokon, mégis sokban különböző fogalmak a komoly játék (serious game) valamint a szórakozva tanítás (edutainment).

Cikkemben a gamifikációs rendszerek működési alapjait, valamint a rendszer kémiaoktatásbeli felhasználási lehetőségeit mutatom be.

A játékosítás tényezői

A mai gyerekek, fiatalok igen sok időt töltenek számítógépes játékokkal, sőt vannak játékok, melyeket a köznyelv „függőséget okozóként” tart számon. A számítógépes játékok e hallatlan sikerességét Fromann három fontos tényezővel indokolja. Ezek az optimális terhelés, az ideális beszintezés, és az ideális jutalomrendszer (Fromann Richárd, 2016).

Az optimális terhelés kialakításának lényege, hogy a játék olyan feladatok, kihívások elé állítja a játékost, melyek összhangban vannak képességeivel. A pszichológiában ez a „legközelebbi fejlődési zóna” néven ismeretes, mely arra utal, hogy egy adott tanulási környezet akkor hat a legpozitívabban a gyermek fejlődésére, ha mindig az aktuális fejlettségi szintje felett van, de mindig csak egy lépéssel (N. Kollár Katalin, 2004). Az optimális terhelés esetén, azaz, ha a játékos mindig a legközelebbi fejlődési zónájában működhet, megsokszorozza a sikerélmény szerzésének lehetőségét is.

Az ideális beszintezés kialakítása során mindig egy végső, nagy cél meghatározása történik, majd – mivel ez a játékos számára túl távoli, így kevésbé motiváló – ezt fel kell osztani kisebb, könnyebben elérhető közép-, és rövidtávú célokra. A rövidtávú célok, és az ehhez kapcsolódó jutalmak, megerősítések biztosítják a folytatáshoz szükséges motiváció elérését. Ezek a pozitív visszacsatolások az ideális jutalomrendszer részét képezik, melynek két fontos sarokköve az azonnaliság, és a teljesítmény mértékével való arányosság (Fromann Richárd, 2016).

Játékmechanizmusok

A következőkben – a teljesség igénye nélkül – bemutatom azokat a játékelemeket, melyeket átemelhetőnek tartok a kémiatanítás gyakorlatába.

A legismertebb, és legáltalánosabb mechanizmusok a fejlődés érzetét megadó pontok (points), pontgyűjtő rendszer, és az ehhez kapcsolódó szintek (levels). A játékos bizonyos tevékenységekért pontokat kaphat, és bizonyos mennyiségű pont elérése után „szintet léphet”, ezzel új lehetőségeket, képességeket, vagy – főleg a videójátékok esetében – új pályákat nyitva meg magának. Sajnos sokszor az oktatásban használt

gamifikációs rendszerek kimerülnek egy ilyen pontrendszer kidolgozásában, pedig sokkal több lehetőség rejlik még a játékmechanizmusok alkalmazásában.

A pontgyűjtéshez és a szintek eléréséhez kapcsolódó fontos elem az „előrehaladás” (progression) mely leginkább vizuális elem. Célja, az azonnaliság megteremtése, valamint az, hogy a játékos folyamatosan lássa, milyen szinten van, illetve a következő szintig mennyit kell még teljesítenie.

Az iskolai gamifikációs projektekben nagyon hasznosak lehetnek még a különböző küldetések (quests), a „kombók” (combos) valamint a bónuszok (bonuses) is. A küldetésekben körvonalazódhatnak a rövidtávú, már belátható közelségben lévő célok. A tanítás folyamán ezek lehetnek a „fősodorhoz” tartozó házi feladatok, kísérletek, számítások, vagy akár „mellékküldetések” melyek a látókör szélesítését, vagy egy-egy témában az alaposabb elmélyülést szolgálják. A kombók a játékélményt fokozó mechanizmusok. Lényegük, hogy bizonyos tevékenységek gyors egymás utáni végzésével a játékos bónuszokra, külön jutalmakra tehet szert (Rab, 2013).

A játékmechanizmusok között fontos, és a kémiatanítás módszer-tanában jól felhasználható a találkozói dinamika (appointment), valamint a közösségi együttműködés (community collaboration). Az előbbi esetén a játékos egy előre meghatározott időpontban kell, hogy részt vegyen egy tevékenységben, és ekkor jutalmat, bónuszokat kap. Sok játékban található olyan célok és küldetések, melyeket a játékos egyedül nem tud megoldani. Az ilyen küldetések az oktatásban kooperatív vagy kollaboratív feladatokként jelenhetnek meg. Ezek kivitelezése természetesen mindig nehézségekbe ütközik, de a fáradság megtérül, hiszen ezek a törzssanyag elsajátítása mellett több kulcskompetenciát is fejlesztenek.

Fontos motiváló és bevonó erő lehet a magasabb rendű cél (epic meaning) is, amely lehet azonos a tényezők között felsorolt végső céllal, de lehet egyéb, a közösségre vagy a társadalomra vonatkozó hatás is. Ezt a bevonódást erősíthetjük az egyes részek, vagy akár a nagy egész kerettörténetbe való foglalásával is.

Adaptáció a kémiatanításra

A játékosítás az utóbbi időben mind külföldön, mind hazánkban aktívan kutatott területté vált. Ennek megfelelően mind több szakmai cikk (Maul, 2016) és szakdolgozat (Sándor, 2020) foglalkozik a témával a természettudományok tanításának területén is.

Az alábbiakban ismertetek egy általam kidolgozott lehetséges játékosított rendszert a kémia tanítására, majd példaként egy konkrét témakör első órájához tartozó, kidolgozott feladatokat.

Minden játékosított rendszernél először a „nagy célt” határozzuk meg. Jelen esetben alapvetően az élettelen természet megértése (a fizikával karöltve) lehetne a végső cél. Azonban ez a diákok többsége számára valószínűleg nem hordozna magában elég nagy motiváló erőt. Ennek fokozására az egész év történéseit egy kerettörténetbe ágyazom.

Jelen példánkban a kerettörténet a tudós életpálya lesz, a nagy végső cél pedig a „Nobel-díj” megszerzése. Ez csak egy egyszerű példa természetesen, bármi más is lehetne a kerettörténet, például fantasy hősök hadakozása a végső győzelemért, vagy egy Hold-expedíció. A keretet érdemes az adott osztályt ismerve megválasztani úgy, hogy az minél több tanuló számára legyen motiváló.

A keretmeséhez illeszkedve a tanulók által elérhető szintek: doktorandusz, PhD, kutató, laborvezető, kutatásvezető lehetnek, az egyes szintek eléréséhez a tanulók Elméleti Pontokat (theory points, TP) és kísérleti vagy Labor Pontokat (laboratory points, LP) gyűjtenek. A Nobel-díjat minden tanuló elérheti, aki megfelelő mennyiségű Nobel Pontot (NP) gyűjt az év során. A Nobel Pontokhoz mindig a minimum felett elért pontmennyiséget adjuk hozzá, azaz: $NP = TP + LP$.

Pontrendszer

Minden megoldott házi feladattal, dolgozattal TP-kat szerezhetnek a diákok, a teljesítményükkel arányosan, míg az órán, szakkörön, korrepetáláson vagy otthon elvégzett és kiértékelt kísérletekkel LP-kat. Ez azért nagyon előnyös a hagyományos osztályozással szemben, mert összead és nem átlagol, így a diákok egy rosszabb dolgozat után is úgy érezhetik, hogy egy kicsit hozzátettek munkájukkal az előmenetelükhöz, és ha többet dolgoztak volna, akkor ez nagyobb mértékű lehet (Prievara, 2015).

A diákok előrehaladásukat a lehetőségektől függően offline (pl. az osztályteremben kifüggesztve) vagy online módon folyamatosan követhetik, ezzel megteremtve a folyamatos előrehaladás, valamint az azonnaliság érzetét. Az adott pontszámok elérése után a diák szintet lép, ezzel új lehetőségeket nyitva meg magának. A lehetőségek lehetnek „szakmai” jellegűek, de lehetnek csupán a játékelményt fokozó, vicces, ötletes képességek. Az utóbbiakra jó példákat találhatunk a Classcraft (Shawn Young, 2014) nevű online játékosított keretrendszerben, melyben a játékosok olyan képességeket kaphatnak meg, mint: „Ehet az órán” vagy „Maximum 2 percre elhagyhatja a tantermet.” Ezek a tanóra folyamatában nem okoznak nagy mérvű változásokat, de a diákok számára izgalmassá és vonzóvá tehetik a szintek elérését. A „játékelményt” fokozható, ha ezeknek a lehetőségeknek, „képességeknek” nevet adunk, mely a kerettörténethez is kapcsolódhat.

Szint	Szükséges pontok		Lehetőségek
	EP	LP	
Doktorandusz	0	0	-
PhD	15	10	Doktori döntés (Választhat az egy típusba tartozó főkérdések közül pl. számítási feladat esetén egy adott típusfeladaton belül ők kapnak több lehetőséget).
Kutató	40	20	Intuición (a diák témakörönként egyszer a tanártól tippet kérhet egy kutatómunka forrásaira nézve).
Laborvezető	70	50	Hozzájárása van a szertár bizonyos eszközeihez.
Kutatásvezető	150	100	Team-et hozhat létre a témakörben végzendő valamilyen nagyobb projekthez (előzetes egyeztetés alapján).

1. táblázat: A diákok által elérhető szintek

A rövidtávú célok megnyilvánulnak egyrészt a pontszerzés ütemezésében. Mindenkinek minden 4-5 hetes időszakban (témakörönként vagy résztémakörönként) legalább 16 pontot kell gyűjtenie (Prieara, 2015). A tanulók 16 pont feletti pontszáma hozzáadódik a Nobel Pontjaikhoz minden egység végén, így törhetnek a Nobel-díj felé.

A rövidtávú célok rendszerét gazdagíthatják a tananyag fő ívétől távolabb eső küldetések, melyekkel szintén pontok gyűjthetők, amennyiben a „Főkérdéseket” teljesítette már a tanuló. Ezek a

küldetések lehetnek kísérleti feladatok, melyek a tanórába nem integrálhatók bonyolultságuk, vagy időigényük miatt, vagy akár kutatómunkák, kiselőadások, prezentációk. Ilyen küldetesként találhatjuk a részvételt különböző tudományos programokon is (mint például a Kutatók Éjszakája vagy az Alkímia Ma előadások).

A diákok figyelmének irányítására, vagy kevésbé népszerű tananyagrészek megszerettetésére lehet felhasználni a kombókat, és az ezekhez társított, pontokban – is – kifejezhető bónuszokat. Kombó lehet például a házi feladat mellett egy szorgalmi feladat és egy kísérlet elvégzése. Ez esetben az egyes feladatok pontértéke mellett a tanuló pluszpontokat kap (ez a bónusz).

Szintén bónuszként lehet kezelni a külön jutalmakat is. Például a legtöbb kísérletet elvégző diák megkaphatja a „labor királya” címet – természetesen valamilyen látható elismerésként, esetleg a szintjéhez képest további lehetőségeket megnyitva. A legtöbb jó kiselőadást tartó diáknak adhatjuk a „legjobb előadó” a legtöbb külső programon résztvevőnek pedig a „konferenciák ördöge” címet.

Sok játékosított oktatási rendszerben fellelhetők olyan elemek, amelyek a diákok saját tanulási folyamatukért való felelősségét tovább növelik. Jó példa erre, amikor a diákoknak maguknak kell összeállítaniuk a témazáró dolgozataikat (Prievara, 2015), vagy maguknak kell ütemezniük a tananyagot. Ezek a módszerek jól használhatók a humán tárgyak oktatásában, de véleményem szerint a természettudományos oktatásban a tananyagok szoros egymásra épülése miatt nem tudja a diák biztonsággal eldönteni, hogy mi az, amit feltétlen tudni kell a következő anyagrészek elsajátításához. Így ez a módszer maximum korlátozásokkal működtethető a kémia tanításában. Például lehet feladat a témazárók előtt, hogy mindenki küldjön be feladatokat a témazáróhoz, amelyet végül a tanár állít össze a bejövő feladatokból.

A diákok felelősségét a folyamatban növelhetjük további választási lehetőségek beépítésével is. Például, ha a házi feladat számítási feladat, akkor feladhatjuk úgy, hogy egy adott típusfeladatból több feladat közül választhassanak a diákok.

A tananyag beszíntézése

Ha jól megnézzük, akkor minden hozzáadott plusz tulajdonság ellenére a fent leírtak még csak egy pontrendszert definiálnak, ami önmagában

is jó lehet, de a gamifikáció sok egyéb lehetőséget is magában rejt. A diákok fejlődését már szintekbe rendeztük, de ugyanezt magával a tananyaggal is megtehetjük. Például, ha az anyagrészeket beszintezzük „alap”, „közép” és „mester” fokozatokra, akkor minden diák folyamatos visszajelzést kaphat arról, hogy milyen szinten sajátította el egy anyagrészt. Másik beszintezési lehetőséget a Bloom-taxonómia szintjei adhatják, melynek segítségével különböző, hierarchikus elrendeződésű szintekbe sorolhatjuk a diákok tudását (Krathwohl, 2002).



1. ábra. A felülvizsgált Bloom taxonómia hierarchikus tudásszintjei

Az 1. ábra a felülvizsgált Bloom-taxonómia tudásszintjeit mutatja. Jól megszerkesztett dolgozat segítségével meghatározható, hogy egy diák az adott tudásanyagot milyen szinten sajátította el. Ez is egy igen fontos visszajelzés lehet a diákok számára.

A 2. táblázat a tudásszinteket, azok meghatározását (Dunegan, 2015), valamint a hozzájuk rendelhető kérdéstípusokat mutatja.

A Bloom-taxonómia használata ugyan bonyolultabb, mint a feladatok nehézség szerinti felosztása, de pontosabb képet adhat a diákok felkészültségéről, így én a tananyag beszintezéséhez ezt a módszert használok.

Természetesen ez azt jelenti, hogy minden tanuló „karaktere” új attribútumokat kap: minden témakörből egy tudásszintet, amely leírja, hogy az adott anyagrésznek milyen szinten „szakértője”. Ezeknek a szinteknek is érdemes lehet kerettörténethez kapcsolódó nevet adni a

jobb bevonódás érdekében, de véleményem szerint legalább egyszer érdemes megmutatni a beszíntezés alapját.

A beszíntezés elkészülte után az optimális terhelés kialakításához szükséges az, hogy felmérjük, hogy az adott diák mely tudásszinten van az adott anyagrészből, és olyan feladatot adjunk neki, ami egy szinttel e fölötti (ha az adott szintet már biztonsággal tudja).

Tudásszint	Meghatározás	Kérdéstípusok
Emlékezés	„A releváns tudás visszanyerése, felismerése és visszahívása a hosszú távú memóriából.”	Definiálja..., Sorolja fel...,
Értelmezés	„A szóbeli, írásbeli és grafikus üzenetek értelmezésének megalkotása, példázáson, osztályozáson, összegzésen, következtetéseken levonásán, összehasonlításon és magyarázaton keresztül.”	Osztályozza..., Írja le..., Fejtse ki..., Azonosítsa..., Válassza ki...,
Alkalmazás	„Egy művelet kivitelezése vagy használata végrehajtás vagy megvalósítás során.”	Alkalmazza..., Oldja meg..., Mutassa be..., Magyarázza meg..., Foglalja össze..., Vázzon fel...,
Elemzés	„Az anyag felosztása alkotórészekre, annak meghatározása, hogy az alkotórészek, hogy kapcsolódnak egymáshoz, és egy átfogó rendszerhez vagy célhoz, megkülönböztetésen, <u>rendszerezésen</u> , és jellemzésen keresztül.”	Rendszerezze..., Mutassa be a kapcsolatot..., Hasonlítsa össze..., Mutassa be a különbséget..., Vizsgálja meg..., Kísérleten keresztül...,
Értékelés	„Döntéshozatal vagy vélemény kialakítása kritériumok és sztemderdek alapján, ellenőrzésen és kritikán keresztül.”	Becsülje meg..., Érveljen..., Ítéld meg..., Támassza alá..., Értékelje..., Fogalmazzon meg kritikát..., Mérlegelje...,
Alkotás	„Az elemek összeállítása egy koherens és működő egésszé; az elemek újrendszerezése egy új mintázatba vagy struktúrába létrehozáson, tervezésen vagy előállításán keresztül.”	Tervezzon..., Készítsen..., Vonjon le következtetést..., Fejlessze..., Fogalmazzon meg szabályt...,

2. táblázat. Tudásszintek és kérdéstípusok

A tanulók felé egy fontos értékelési lehetőség, ha a karakterük egy új attribútumaként megadjuk azt, hogy az egyes témaköröket a Bloom-taxonómia mely szintjén sajátították el. Ez alapján a tanulók kerettörténetbeli karakterének jellemzői tehát:

- Tudományos fokozat
- Pontszámok (EP, LP, NP)
- Elvégzett feladatok, kombók, megszerzett bónuszok (ezek jelvényei)

- Az egyes témakörök elsajátítási szintje

Az osztályozásról

A Magyarországon érvényes jogszabályok alapján a tanulók teljesítményét elsősorban osztályzat formájában kell értékelni, így minden játékosított rendszer egyik sarokpontja a pontokban megjelenő értékelés konverziója egytől ötig terjedő skálára.

Jómagam a Prievara-féle eljárást megfelelőnek tartom: A témakörönként elért minimumpontszám egy-egy ötösnek felel meg. Ha valaki az adott témakörben nem éri el a minimumpontszámot, az a táblázat alapján kapja meg a témakörre vonatkozó jegyét. Ez a rendszer azért lehet nagyon hatékony, mert a tanulók befektetett munkáját díjazza.

0-8 pont	1
9 pont	2
10 pont	3
11-15 pont	4
16 pont	5

3. táblázat. A pontok jeggyé alakításának konverziós táblázata Prievara Tibor rendszerében

A tanár szerepe

A tanár az ilyen rendszerekben, mint koordinátor, „játékmester” van jelen. Ebben a konkrét esetben a tanár, a fiktív kutatóintézet igazgatója lehet, és irányíthatja a szárnyaikat bontogató „tudósok” munkáját.

Egy ilyen rendszer gyakorlati megvalósítása a tanártól – főleg eleinte – fokozott energiabefektetést kíván. Nem csak azért, mert jóval nagyobb mennyiségű feladat javítására, átnézésére van szükség, hanem az adminisztráció is bonyolultabb lehet, így ezt a lehető legnagyobb mértékben automatizálni kell, amennyire lehetséges felhasználóbaráttá kell alakítani a rendszert.

Szerencsére sok, akár ingyenesen is használható, a játékosított pontrendszer kezelésére alkalmas online felület létezik, (pl.: Classcraft

(Shawn Young, 2014) vagy Classdojo (Chris, 2011) így elvben minden ezzel foglalkozó pedagógus megtalálhatja a neki legmegfelelőbbet.

Egy konkrét példa – Az elektrokémia tanítása

Óraszám	Fejezetcím, óracím	Új fogalmak, összefüggések	Egyéb javaslatok
45-46	Kémiai energiaforrások. A galvánelemek és alkalmazásuk	Kémiai energiából elektromos energia egymásba alakítása. Elektrokémiai folyamatok (elektrokémiai rendszerek (galváncella, elektrolizáló cella, elektrolit, fémes vezető, diafragma, anód, katód), standardpotenciál. A szárazelemekben, akkumulátorokban lejátszódó energiatermelő folyamatok, tüzelőanyag-cella	Elemzés, kísérletek, gyakorlati példák Redoxireakciók értelmezése standardpotenciál-értékek alapján. Galváncellák ábrán és kísérleti összeállításban
47-48	Az elektrolízis és alkalmazásai	A galvánelemek és az elektrolízis kapcsolata, elektrolizáló cella (anód, katód, elektrokémiai folyamatok, anód- és katód-folyamatok), energiaátalakítás: elektromos energiából kémiai energia. Fémek ipari előállítása, fémek tisztítása, fémbevonatok készítése. Az elektrolízis mennyiségi törvényei: Faraday-törvények.	A redoxireakciók és az elektrokémiai folyamatok azonosságai és különbözőségei. Galváncella átalakítása elektrolizáló cellává. Elektrolizáló cellák ábrán és kísérletekben. Egyszerű számítások a Faraday törvényekre
49	Részösszefoglalás		
50	Dolgozat		

4. táblázat. Részlet az OFI honlapján megtalálható, nt-17141 kódú tanmenetből (Ludányi Lajos, 2015)

A fenti táblázat tartalmazza a kilencedikes kémia tanmenetjavaslat elektrokémiával kapcsolatos fogalmait, időbeosztását. Ez heti két órával számolva három hetet fed le, így középtávú célnak megfelel. Az alábbiakban az első órához kapcsolódó kiadható feladatok, és a rendszer egyéb elemeinek leírása található.

Az első elektrokémiával foglalkozó óra előtt kiadhatók az alábbi bevezető feladatok. Természetesen a tanulókkal megosztott felületen ezek nem ilyen formában kerülnének ismertetésre, hanem a kerettörténetbe ágyazva, mint „küldetések” a tudósok számára. Jelen

dolgozatban a feladatok leírása kevésbé részletesen kerül bemutatásra, mint ahogy azt a diákokkal közölném, ezek a leírások csak a koncepció megértését szolgálják.

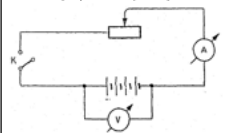
Feladat	Típus	Leírás	Maximális pontérték
A hibrid és elektromos autók működése	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Készíts házidolgozatot a hibrid és elektromos autók működéséről. Ebben feltétlenül térj ki a következő kérdések megválaszolására. 1. Mi a hibrid autók működésének alapja, miért lehetnek kevésbé környezetbarátok a kizárólag robbanómotorral hajtott hagyományos gépkocsiknál? 2. Mi biztosítja az elektromos hajtás energiáját? 3. Mikor érdemes tölteni az elektromos autókat?	2 EP
Anyagok elektromos vezetésének vizsgálata mobiltelefonnal	Otthoni kísérlet Szorgalmi	„Tegyéi védőfóliát – folpack is megteszi – érintőképernyős mobiltelefonodra vagy táblagépre. Érints a védőfóliához különböző szilárd anyagokat, és vizsgáld meg, hogy az érintőképernyő reagál-e az érintésre! Ha igen, akkor az anyag jól vezeti az elektromos áramot, ha nem, akkor rosszul vezeti. Ismételd meg a kísérletet néhány folyadékkal (csapvízzel, sós vízzel, cukros vízzel) is! Ehhez szívd fel a folyadékot egy műanyag szivószába, majd fogd be ujjaddal a szivószáj egyik végét, hogy a folyadék bennmaradjon! A szivószáj másik végét érintsd az érintőképernyőhöz és mozgasd rajta! Figyeld meg a változást! Tapasztalataidat jegyezd fel!” (Tóth Mária, 2015)	1 LP
Nap- és szélenergia	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Készíts házidolgozatot a Nap- és a szélenergia bemutatására. Dolgozatodban feltétlenül térj ki az alábbi kérdések megválaszolására: 1. Mik a megújuló és nem megújuló energiaforrások, mi az osztályozás alapja? 2. Hogyan (milyen technológiával) használhatjuk a Nap és a szél energiáját? 3. Milyen energiává alakítható a Nap- és a szélenergia? 4. Mik a technológiák előnyei és hátráltatói? Mi a megoldás ezen energiaforrások időszakos voltára? 5. Milyen eszközök segítségével tárolható az átalakított energia?	2 EP
Vezetőképesség-vizsgáló készülék készítése	Kísérlet Mellékküldetés Szertári (az iskolában, korrepetálás vagy szakkor idejében)	Tervezz, meg, és készíts el egy készüléket, mellyel kimutatható, hogy egy folyadék képes-e az elektromos áram vezetésére.	2 LP
Galvani és Volta élete és vitája	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Készíts egy házidolgozatot/prezentációt, melyben Volta és Galvani életét, valamint az elektromos jelenségekkel kapcsolatos elképzeléseiket mutatót be.	1 EP

5. táblázat. Az első óra előtt kiadható előkészítő jellegű „küldetések”

Az első órán megtörténik a kémiai és elektromos energia egymásba alakíthatóságának bevezetése, a CuSO_4 -oldatba mártott cinklemez, majd a redukció és az oxidáció térbeli szétválasztásával a Daniell-elem bemutatása. A Daniell-elem példáján az elektrolit, fémes vezető, elektród, diafragma, sóhíd, anód, katód fogalma bemutatatható, majd definiálható. Az elektromotoros erő definíciója egy rövid kísérleten keresztül megtehető, valamint amennyiben elegendő idő áll rendelkezésre, a gyümölcsselem is elkészíthető (ha nem, ez feladatként kiadható).

Feladat	Típus	Leírás	Maximális pontérték
Galvánelemek kvíz	Kvíz Főküldetés Otthoni	Töltsd ki a következő kvízt! (A kvíz ideális esetben online felületen érhető el, és amelyik kérdésnél ez lehetséges, automatikus javítást használ). - Definiáld az elektród fogalmát! (Emlékezés) - Sorold fel a Daniell-elem részeit! (Emlékezés) - Fejtsd ki a galvánelemek működésének alapötletét! (Értelmezés) - Osztályozd a következő energiafajtákat: mozgási energia, kötési energia, napenergia... (Értelmezés) - Magyarázd meg, miért van szükség a sóhídra a Daniell-elem működéséhez? (Alkalmazás) - Mutasd be a különbségeket a CuSO_4-oldatba mártott cinklemez esetén végbemenő, és a Daniell-elemben lejátszódó folyamatok között. (Elemzés) - Feltétlen szükséges, hogy a különböző fémek saját ionjaik oldatába merüljenek egy galváncella létrehozásához? Érveld álláspontod mellett! (Értékelés) - Következtess ki, hogy mitől függ a galváncella elektromotoros ereje! (Alkotás)	4 EP
Gyümölcsselemek	Kísérlet Mellékküldetés Otthoni /Szertári	A gyümölcsbe vagy zöldségbe szúrj különböző anyagi minőségű fémeket 1-2 cm mélyen. A fémeket feszültségmérőhöz csatlakoztass (Rózsahegyi Márta, 575 kísérlet a kémia tanításához, 1991). Feljegyezzük ugyanazon fém párok esetén a különböző gyümölcsök/zöldségek esetén mért értékeket. Mire következtethetünk?	1 LP
Daniell-elem tojáshej diafragmával	Kísérlet Mellékküldetés Szertári	Egy tojáshejat egy üveg pohárhoz erősítünk, a pohárba 1 mol/dm ³ koncentrációjú ZnSO_4 -oldatot, a héjba 1 mol/dm ³ CuSO_4 -oldatot töltünk. A ZnSO_4 -oldatba Zn, a CuSO_4 -oldatba Cu-lemezt helyezünk. Megmérjük az így összeállított elem elektromotoros erejét (ha az áramerősség közelítőleg 0, a feszültségmérő nagy belső ellenállása miatt) (Rózsahegyi Márta, 1991).	2 LP

Volta oszlop készítése pénzérmeiből	Kísérlet Mellékküldetés Otthoni	Szűrőpapírból vágj ki 10 Ft-os pénzérmének megfelelő méretű lapokat. Ezeket itasd át NaCl oldattal. 20 Ft-os és 10 Ft-os érmék segítségével építsd fel a következő oszlopot: 10 Ft-os – Beáztatott szűrőpapír – 20 Ft-os – 10 Ft-os – beáztatott szűrőpapír – 20 Ft-os (Juhász, 1995) Kapcsold az oszlopra zseblámpaizzót, vagy LED-et (Albert, 2015). Mi történik, ha több érme felhasználásával készíted el az oszlopot?	1 LP
Ionvándorlás szemléltetése	Kísérlet Mellékküldetés Szertári	Üveglapra KNO ₃ -oldattal nedvesített szűrőpapírt helyezünk. A papír két végére fémdarabokat teszünk, közepén pedig átfektetünk egy vékony, KMnO ₄ -oldattal átitatott szűrőpapírt csíkot. Mi történik, ha a fémdarabokra 24 V egyenfeszültséget kapcsolunk? Mi történik, ha egy idő után megcseréljük a polaritást (Juhász, 1995)?	2 LP
A bagdadi elem	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	A bagdadi elem a régészet egyik rejtélye. Végezz kutatást a témában, és írd egy értekezést! A rendelkezésre álló információk alapján alakíts ki véleményt, hogy vajon mire használhatták az eszközt! Véleményed az értekezésed konklúziós részében közzöld.	1 EP
A legzöldebb galvánsele	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Végezz kutatómunkát a jelenleg használatos galvánselellé körében, és sorold be azokat az alapjait, hogy mennyire környezetbarát a használatuk. Írd egy értekezést a témában.	1 EP
Az elektromosság és az elektromágneses terek biológiai hatásai	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Végezz kutatómunkát az elektromosság biológiai hatásaival kapcsolatban.	1 EP
A Nautilus kémiája	Kutatómunka Mellékküldetés Otthoni	Jules Verne Némó kapitány című könyvében a kapitány egy helyen a Nautilus energiaellátásáról beszél (Verne, 1996). Mely elemekről és vegyületekről beszél a kapitány? Milyen elektródok alkotják galvánselelléjét? (Arcanum, 2017) Készíts egy rövid bemutatót a Nautilus energiaforrásáról!	1 EP
Telep elektromotoros ereje és belső ellenállása (tantárgyi koncentráció a fizikával)	Kísérlet Mellékküldetés Otthoni	„Állítsd össze az ábra szerinti kapcsolást! Mérd meg az üresjárási feszültséget! Az áramkör zárása után (a terhelést kis erősségű árammal kezd el) olvasd le a körben folyó áram erősségét és a kapcsolófeszültséget. Forgasd a	2 LP
		potenciométer gombját vagy köss párhuzamosan újabb ellenállást az áramkörbe! Ezzel fokozatosan növeled az áramerősséget. Egyre növekvő terhelés mellett végezz legalább 4-5 mérést! Az összetartozó terhelőáram-kapocsfeszültség értékeket írd a táblázatba! (Az áramkört rövid ideig, lehetőleg csak a műszerekről történő leolvasás idejére tartsd zárva!) A zseblep kapocsfeszültségét 2 V-nál kisebb értékre ne csökkentsd (ha a telepet későbbiek során még használni szeretnéd)!” (Mészáros, 2017)	



2. ábra: A telep belső ellenállásméréséhez tartozó kapcsolási rajz

6. táblázat. Kiadott küldetések az első óra után

A fenti feladatokat megoldva gyűjthetnek pontokat a diákok. E mellett a következő kombókat teljesítve különböző bónuszokat kaphatnak. A bónuszok teljesítése minden esetben plusz Nobel Pontokat hoz, de e mellett lehet még más hatásuk is.

Kombó	Leírás	Bónusz	Leírás
3 a magyar igazság	Végezz el három kísérletet a témában!	Kísérletmester	+ 2 NP Kérhetsz egy kísérletet a témakörben a következő órára!
Történelmi kutatás	Végezd el a Galvani és Volta élete és vitája, A bagdadi elem és A Nautilus kémiaja feladatokat!	Tudománytörténész	+2 NP
Útban a környezet-tudatosság felé	Végezd el a következő feladatokat: A hibrid és elektromos autók működése, Nap- és szélenergia, A legzöldebb galváncella	Zöld kémikus	+ 2 NP
Energetikai kutatások	Végezd el a következő feladatokat: Gyümölcsselem, Volta oszlop készítése pénzérmékből, és Telep elektromotoros ereje és belső ellenállása. A gyümölcsselem és a Volta-oszlop esetén is határozd meg ezeket. Mit tapasztalsz? Melyik saját készítésű galváncellát érdemes leginkább használni?	Energetikai szakértő	+ 4 NP + 2 LP

6. táblázat. Lehetséges kombók az első óra után (érdemes már az első óra előtt közzétenni)

A találkozók és a kollaboratív munka szintén fontos részét képezhetik a tanulási folyamat „választható” részének. Ez megjelenhet egyrészt olyan feladatok kiadásában, melyhez ténylegesen több tanuló aktív együttműködése szükséges, de kiadhatók erre irányuló feladatok külön „Események” kategóriában. Az ilyen események szintén motiválóak lehetnek bizonyos feladatok elvégzésére, ha ezek jelentkezési feltételként szerepelnek az esemény leírásában. A saját szervezésű események megfelelő számú jelentkező esetén kerülnek megszervezésre. Néhány lehetőséget mutat az alábbi táblázat.

Feladat, esemény	Típus	Leírás	Maximális pontérték
Energetikai vitaest	Esemény Saját szervezés	Vitaest az energiaellátás jövőjéről órák után, az iskolában. Jelentkezési előfeltétel: A hibrid és elektromos autók működése vagy Nap- és szélenergia vagy A legzöldebb galvanelem, vagy... (itt későbbi órák feladatai is szerepelhetnek, mint például: A tüzelőanyag-cellák stb.)	1 NP + 1 EP
Alkímia Ma	Esemény Külső	Részvétel az ELTE által szervezett Alkímia Ma c. előadássorozat egyik alkalmán.	1 EP
Leghatékonyabb gyümölcslelem készítő verseny	Esemény Saját szervezésű	A diákok feladata, hogy olyan gyümölcslemet készítsenek, amelynek a belső ellenállása a lehető legkisebb.	1 NP + 1 LP

7. táblázat. A témakörhöz illeszkedő „appointment” típusú feladatok.

Természetesen az ilyen jellegű feladatok kiírásánál a tanárnak mérlegelnie kell, hogy mi fér bele az időbeosztásába, hisz ezek a feladatok feltétlenül tanórán kívül kerülnek megszervezésre. (Több hasonló program egy időpontra való szervezésével, vagy kollégák bevonásával az időráfordítás optimalizálható.)

Összefoglalás

A gamifikáció egyre inkább megkerülhetetlen fogalomvá válik a tanári munkában. A játékelemek alkalmazásával a diákok motivációjának serkentésén keresztül lehetőség nyílik jobb eredmények elérésére.

Jelen cikkben egy olvasmányaim alapján általam összeállított rendszert mutattam be, amelyet azonban még nem volt alkalmam tesztelni, így annak hatékonyságáról nincs információ. Ennek ellenére, mivel az alapegységek már kipróbált rendszerek részeit képezik, merem ajánlani ennek, és az ehhez hasonló struktúráknak a használatát.

Irodalom

Albert, és mtsai (2015). Kémia 8. munkafüzet. In A. és mtsai, Kémia 8. munkafüzet (old.: 77.). OFI, Budapest.

Arcanum. (2017. 10. 30). Forrás: Arcanum:

<https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-a-pallas-nagy-lexikona-2/g-A5BD/galvanelem-A741/>

Chris, O. (2011. 03. 09). Classdojo. Forrás: <https://www.classdojo.com/>

Dunegan, L. (2015). Bloom's Taxonomy. Emerging Perspectives on Learning, Teaching and Technology, 3.

Fromann Richárd, D. A. (2016). A gamifikáció (játékosítás) motivációs eszköztára az oktatásban. Új Pedagógiai Szemle 5.

Juhász, A. (1995). Fizikai kísérletek gyűjteménye 2. In J. András:, Fizikai kísérletek gyűjteménye 2. (old.: 166.). Typotex, Budapest.

Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. Theory into Practice, Volume 41, No 4. 2.

Ludányi Lajos, L. Á. (2015). Útmutató és Tanmenetjavaslat a Kémia 9. című tankönyvhöz. Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet.

Maul, R. D. (2016). The effects of gamification using the 5E learning cycle (QuIVERS) on a secondary honors chemistry classroom. Montana State University

Mészáros, L. (2017. 10. 30). Geomatech. Forrás: Geomatech: <http://tananyag.geomatech.hu/b/1476107#material/1476135>

N. Kollár Katalin, S. É. (2004). Pszichológia pedagógusoknak. In S. É. N. Kollár Katalin, Pszichológia pedagógusoknak (old.: 14). Budapest: Osiris Kiadó.

Prievera, T. (2015). A 21. századi tanár. Neteducatio Kft., Budapest

Rab, Á. (2013). A gamifikáció lehetőségei a nem üzleti célú felhasználások területén, különös tekintettel a közép-és felsőoktatásra. Oktatás-Informatika 2013/3.

Rózsahegyi Márta, W. J. (1991). In W. J. Rózsahegyi Márta, 575 kísérlet a kémia tanításához (old.: 212.). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Rózsahegyi Márta, W. J. (1991). 575 kísérlet a kémia tanításához. In W. J. Rózsahegyi Márta, 575 kísérlet a kémia tanításához (old.: 213.). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Sándor, F. (2020). Gamifikációval támogatott fizikatanítás. ELTE, Budapest.

Shawn Young, D. Y. (2014. 10. 30). Class Craft. Forrás: Class Craft: www.classcraft.com

Tóth Mária, D. L. (2015). Kémia 9. In D. L. Tóth Mária, Kémia 9. (old.: 103). Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, Budapest.

Verne, J. (1996). Némó kapitány. In J. Verne, Némó kapitány (old.: 34.), Alexandra, Budapest.

Dobóné Tarai Éva

Láthatóvá tenni az árulkodó jeleket

Nyílt végű kérdésekre adott válaszok – tévképzetek – képi megjelenítés - tudásszerkezet

Bevezetés

A tanórai szóbeli feleletekben, írásbeli dolgozatok nyílt végű kérdéseire adott válaszaiban gyakran feltűnnek olyan furcsaságok, amelyeket egyszerűen hibás megoldásként értékelnek a tanárok. Sok esetben azonban hasznos, ha alaposabb vizsgálatnak vetjük alá a szokatlan megfogalmazásokat, mert gyakran tévképzetek bújnak meg a háttérben. A kifejezés az információelmélet, a tudományfilozófia, a nyelvelmélet, a szociálpszichológia és más tudományterületek eredményei által kialakult és a kognitív pszichológia talaján gyökerező konstruktív pedagógia által használt elnevezés. Kissé eltérő tartalommal gyermektudományos elméletként, alternatív gondolkodási keretként tekintve a hibás tanulói válaszokra, mindegyik elnevezés azt sugallja, hogy a tanuló elképzelése az adott fogalomról, eltér a tudományos szóhasználattól. Ennek hátterében pedig nem kizárólag egyetlen fogalom hibás rögzítéséről, hiányos megértéséről, tévképzetek kialakulásáról van szó, hanem sok esetben a témához tartozó teljes fogalmi hálózat nem megfelelő kapcsolatrendszeréről és a fogalmak helytelen egymásra épüléséről. Ha rendelkezésünkre állnak olyan módszerek és eszközök, amelyek segítségével képi formában meg tudjuk jeleníteni a diákok fogalmi hálózatát és az általuk bejárt tanulási utakat, könnyebb megértenünk, hogy mi okoz tanítványaink számára tanulási nehézséget egy adott témakörben. Ennek ismeretében segítséget nyújthatunk nekik az értelmes tanulásban („*meaningful learning*”, Ausubel, 1963).

A tudásszerkezet képi megjelenítése

Számos eszköz áll rendelkezésünkre a tudásszerkezet ábrázolására. Tanórán is használható a fogalmi térkép, ami egy témakör fogalmainak hálózatát vagy egy-egy tanuló tudásreprezentációját is bemutathatja (Kiss és Tóth, 2002). A Galois-gráfok (Takács, 1997, 2000) is az egyes

diákok tudásszerkezetének ábrázolására alkalmasak, de elsősorban elméleti jelentőségűek és a didaktikai kutatásokban alkalmazható eszközök. Valószínűségi elemeket is figyelembe vesz a tudástérelmélet (*Knowledge Space Theory*), amely egy olyan többdimenziós modell, ami alkalmas a tudásszerkezet bemutatására (Taagepera és mtsai, 1997; Doignon és Falmagne, 1999; Tóth, 2005, 2006, 2012; Dobóné; 2008; Tóth és Sebestyén, 2009). A fenomenográfiával kombinált tudástérelmélet (Tóth és Ludányi 2007a, 2007b) szintén alkalmas a nyílt végű kérdések értékelésére, de itt a csoport tudásszerkezetét nem egy szakértői tudásszerkezethez viszonyítják, hanem a diákok válaszaiból képzett kategóriákból adódó tudásszerkezettel vetik össze. Ezen eljárások közvetlen, tanórai felhasználása nem megoldott, de a didaktikai kutatásoknak fontos elemei, mert a tanulási utak és az úgynevezett kritikus feladatok meghatározásának eszközei lehetnek. A kritikus feladat egy adott tudástérben az a fogalom, amit a tanulócsoporthoz jelentős része biztosan elsajátított, ahonnan a tanítási, tanulási folyamat folytatható. Egyszerűen használható és gyors adatgyűjtést tesz lehetővé a szóasszociációs módszer. Lényege, hogy egy témakörben megadott hívószavakra adott idő alatt milyen és hány fogalomra asszociálnak a tanulók. A közös válaszcikkek mutatják meg a hívószavak közötti kapcsolatok erősségét. A felsorolásokban és a kapcsolatokban esetenként tévképzetekre utaló kifejezések is megjelennek. (Cardellini, 2008; Nakiboglu, 2008; Kluknavszky és Tóth, 2009; Tóth és Sójáné, 2012; Kádár és Farsang, 2012, 2014).

Újabb lehetőségek a tudásszerkezet képi megjelenítésére

Vizsgálataimban nyílt végű kérdésekre adott szöveges válaszokat elemeztem olyan témákban, amelyek egyrészt a NAT környezetismeret, természetismeret vagy kémia tantárgy témaköreiben szerepelnek, másrészt annyira ismert jelenségek, hogy a hétköznapi életben biztosan találkoztak már velük a tanulók és valamilyen szintű előzetes tudással, tapasztalattal és magyarázó elvekkel rendelkeznek velük kapcsolatban. Az utóbbi feltételezés alapján azt vártam, hogy ha magyarázatuk van egy hétköznapi jelenségre vonatkozóan, előfordulhat, hogy a magyarázatok között tévképzetek is megjelennek. Terjedelmi korlátok miatt a vizsgálat teljes leírása helyett most csak az elemzés során kialakított két, saját fejlesztésű vizualizációs módszeremet fogom bemutatni a rozsdas, rozsdásodás témával kapcsolatban. A 7-12. évfolyamon tanuló ($N = 500$)

általános iskolába, hatosztályos gimnáziumba vagy szakgimnáziumba járó diákoknak – egyebek mellett – a következő kérdésre kellett szöveges választ adniuk: *„Miért és hogyan alakul ki a vastárgyak felszínén a rozsdá?”* A válaszok tartalmi és mennyiségi elemzését elvégezve tértem rá az eredmények képi megjelenítésére. Részben a fent bemutatott lehetőségeket alkalmaztam, majd próbáltam egyedi módszereket is kifejleszteni.

1. Összehasonlítás szakértői gondolati térképpel (fogalmi hálóval)

A módszer leírása

Első lépésként összegyűjtjük azokat a fogalmakat, amelyeket a kérdésre válaszolva a diákok jellemzően említenek. Statisztikai elemzésre alkalmas adatokká alakítjuk őket, elvégezzük a megfelelő statisztikai próbákat és a kapott eredményekből megrajzoljuk a fogalmi hálót. Megállapítható adatok (nominális változók) esetén a változók közötti összefüggések vizsgálatára alkalmas a keresztábla-elemzés (χ^2 khi-négyzet-próba), amely megmutatja, hogy van-e kapcsolat a változók között. Esetünkben változóknak tekinthetjük egy dolgozatban egy fogalom vagy jelenség magyarázatakor kapott szöveges válaszokban említett fogalmakat. Például, ha a rozsdásodás folyamatának értelmezése volt a kérdés, a válaszokban előfordulhatnak a korrózió, víz, vas-oxid, oxidáció stb. fogalmak. Ezeket tekintjük változóknak. A fogalmak lehetséges kombinációjából és a válaszkategóriák páronkénti együttes előfordulásának gyakoriságából kiszámíthatók az asszociációs együtthatók. Ezek értékei mutatják meg, hogy van-e kapcsolat a két megállapítható változó említése között. Ha nincs kapcsolat – ez volt a *null-hipotézisünk* –, ezt a feltevést elvetjük, tehát nem véletlenszerű, hogy egyik vagy másik fogalmat a tanuló használja a válaszában (részletesen l. Falus, és Ollé, 2000; Kemény és mtsai. 2021). Ha a próba értéke nem nulla, ezek szerint van kapcsolat az együtt említett fogalmak között, más szóval, a rozsdásodás kifejezésből asszociáltak a vízre, korrózióra, vas-oxidra stb. Az, hogy melyiket vagy melyeket írja le a válaszában a tanuló, nem függvénytípusú kapcsolatban állnak a rozsdásodással, hanem előfordulásuk úgynevezett sztochasztikus modellel írható le. Ilyen esetben a változók közötti összefüggések erősségét a Cramer's V-próbával számíthatjuk ki a következő módon:

$$\phi_c = \sqrt{\frac{\chi^2}{N(k-1)}}$$

ahol:

Φ_c : a Cramer's V értéke

χ^2 : a Khi-négyzet próba eredménye

N : a vizsgált minta elemszáma

k : a Khi-négyzet próba keresztátlájában lehetséges kombinációk közül mennyi a kisebb (pl. ha négyféle kombináció szerepelhet a keresztátlában, de van olyan sor, amelyiknél csak három oszlopban van válaszadó, akkor a négy közül a három a kisebb, tehát $k = 3$).

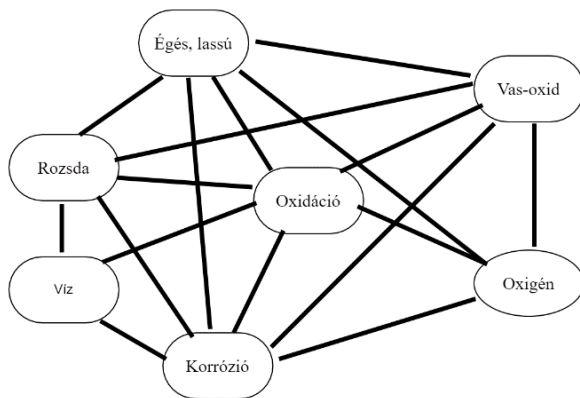
A nehézkesnek tűnő számítások szerencsére a Microsoft Excel megfelelő függvényével vagy az SPSS statisztikai program segítségével meggyorsíthatók, de a válaszokban szereplő fogalmak adatokká alakítását (számokat rendelve az egyes fogalmakhoz) nem kerülhetjük el.

A kapott érték értelmezése az 1. ábrán látható.

Cramer's V-próba (Φ_c)	A kapcsolat erőssége	Jelölés
0,00-0,30	gyenge	
0.30-0,70	közepesen erős	_____
0,70-1,00	erős	—————

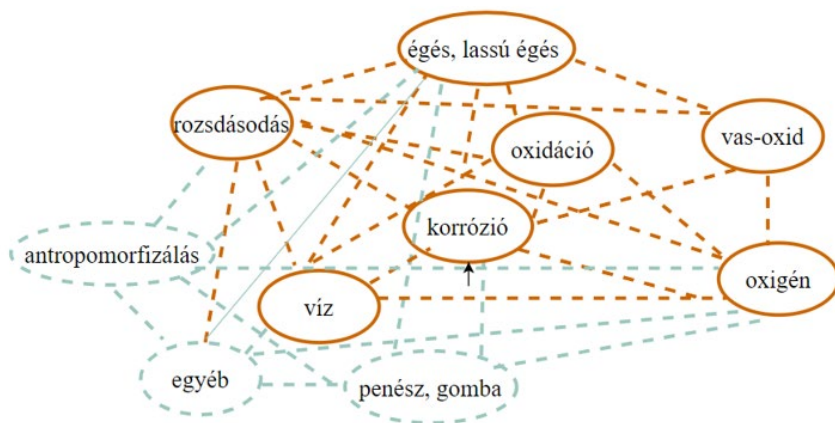
1. ábra. A fogalmak közötti kapcsolat erősségének jellemzése a Cramer's V-próba eredményével

A következő lépés egy szakértői gondolati háló elkészítése, ahol a fogalmakat jelző címkék (csúcsok) közötti összekötő vonalak (élek) a fogalmak között fennálló kapcsolatokat jelzik (2. ábra). Vastagságukkal a kapcsolat erősségét is szemléltethetjük. A gondolati térképek készítéséhez számos ingyenesen használható lehetőség választható az interneten. Jelen cikkben bemutatott gondolati térképek a *GitMind* program felhasználásával készültek.

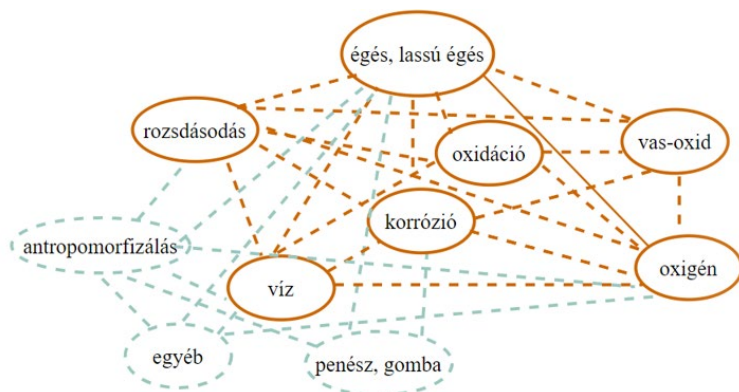


2. ábra. Egy lehetséges szakértői fogalmi háló

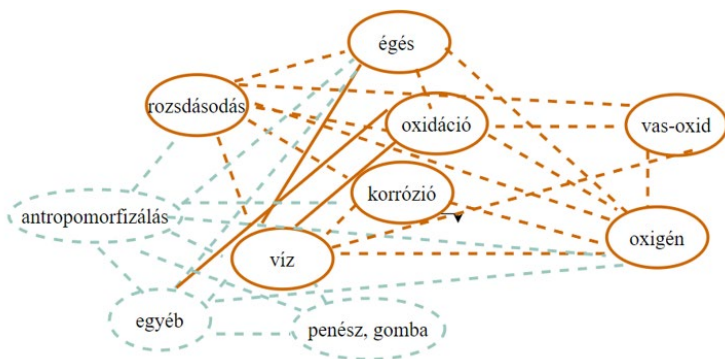
Vizsgálatomban a teljes mintára ($N = 500$ fő) és az egyes évfolyamokra jellemző fogalmi hálókat is elkészítettem. Példaként a nyolcadik, tizedik és a tizenkettedik évfolyamok eredményeit mutatom be (3-5. ábra).



3. ábra. A 8. évfolyamra jellemző fogalmi háló



4. ábra. A tizedik évfolyamra jellemző fogalmi háló



5. ábra. A 12. évfolyamra jellemző fogalmi háló

Az eredmények értékelése

Milyen megállapításokat tehetünk a fogalmi hálók alapján? Az ábrák tanúsága szerint a szakértői fogalmi háló sokkal egyszerűbb, mint bármelyik bemutatott tanulócsoporthé. Új elemek is megjelentek a tudásszerkezetben:

- antropomorfizálás („a vas elkezd meghalni”, „a vasnak rozsdája születik”),
- penész, gomba kategória („penész telepszik rá”, „bevonják a baktériumok”, „savak keletkeznek a felszínén”),

- egyéb („elszenesedik”, „a szén hatására lesz vörös”, „a szén-dioxid miatt”, „a vasatomok vörösek lesznek”).

Ezek az új elemek tartalmazzák a tévképzeteket, ezek azok az árulkodó jelek, amelyek, ha feltűnnek a szóbeli feleletekben vagy írásbeli válaszokban, az előzőekben ismertetett nehézkesnek és időigényesnek tűnő számítások nélkül is gyanakvóvá tehetnek bennünket, hogy valamilyen értelmezési probléma, tanulást gátló tényező lappang a háttérben. Emellett a leglényegesebb információ mellett apróságok is feltűnnek a három korosztály tudásszerkezetének összehasonlításakor. A nyolcadikosok esetében minden lényeges elem között csak gyenge asszociációs kapcsolatok adódtak, egyedül az egyéb kategória és az égés között látszik középerős asszociációs kapcsolat. Ez azt jelenti, hogy a csoport tudásszerkezetében minden, a rozsdásodás értelmezéséhez szükséges fontos fogalom szerepel, de még nem letisztultan, hiszen a szóhasználatuk vagy a fogalmi megértésük még távol van a tudomány által elfogadottól. Ez érthető is, hiszen a kémia tantárgy tantervében is ezen az évfolyamon szerepel a rozsdásodás az elsajátítandó fogalmak között. A tizedik évfolyamon hasonló a helyzet, de ott már két lényegi elem, az égés és az oxigén asszociáció mutat közepesen erős összefüggést. Vagyis, ez a tudásszerkezetben egy stabilan beágyazott, jól megértett fogalompár. Ugyanakkor hiányzik a korrózió – oxidáció asszociáció, ami azért problematikus, mert ezen az évfolyamon ér véget a diszciplináris kémiaoktatás mindenki számára kötelező része. Ezek után különösen izgalmas, hogy mi lehet a tizenkettedikes tudásszerkezet értelmezése? Két évvel a kötelező kémiaoktatás befejeződése után ugyanolyan típusú tévképzetek maradtak fenn vagy kerültek újra elő, mint a fiatalabb társaiknál, ráadásul az oxidáció fogalmához kötődve különösen nagy gyakorisággal, ahogyan a közepesen erős asszociációs együtthatóból láthatjuk. A rozsdásodás fogalmából kikoptak olyan fontos asszociációs párok, mint az oxidáció – korrózió, az égés – vas-oxid és a vas-oxid – korrózió. Az időt álló tudáselemek közül azonban megerősödtek a rozsdásodáshoz kötve az égés – víz és az oxidáció – víz asszociációk. A két felsőbb évfolyam esetében a kapcsolatok erősödése jelzi a fogalmi váltást, tehát, hogy a kezdeti, sokszor naiv magyarázatokhoz képest a középiskolai évek alatt fejlődött a diákok fogalmi megértése.

2. Tudásszerkezet megállapítása válaszkategóriák gyakorisága és együttes előfordulásuk alapján

Az előzőekben részben bemutatott vizsgálataim során létrejött egy olyan adatbázis, aminek birtokában felmerült a tudásszerkezet elemzésének és a lehetséges tanulási utak megállapításának kérdése. Feltételeztem, hogy az előzőekben a rozsdásodás értelmezésével kapcsolatban említett fogalmak alapján kirajzolódnak az adott tanulócsoporthoz jellemző tanulási utak és kiderül, hogy milyen sorrendben épülnek be ezek a fogalmak a tudásszerkezetbe. A válaszok alapján kiderült, hogy a tévképzetek még akkor is jelen vannak, amikor egy fogalomhoz köthető összes lényeges tudáselem és a közöttük lévő asszociáció megjelenik. Érdekelt, hogy ábrázolható-e ez a tudásszerkezetben.

A módszer leírása

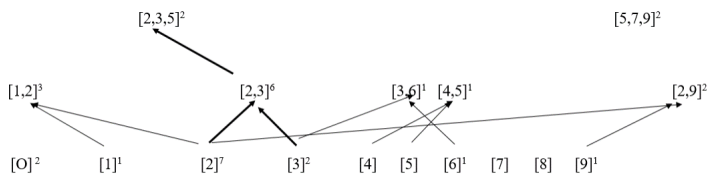
A nyílt végű kérdésre adott szöveges válaszokban előforduló fogalmakhoz számokat rendeltem, adatokká alakítottam őket 6. ábrán látható táblázat szerint:

A kategória jele	A kategória tartalma
0	nincs válasz vagy értelmezhetetlen
1	oxidáció
2	égés, lassú égés
3	víz
4	vas-oxid, oxidréteg, védő oxidréteg
5	oxigén vagy levegő
6	korrozio
7	antropomorfizáló kifejezés (elmúlik, elhasználdik, meghal, születik)
8	penész, gombák, baktériumok, savak
9	egyéb furcsaságok (vas = fém; víz = folyadék; a vasatom vörös lesz, stb.)

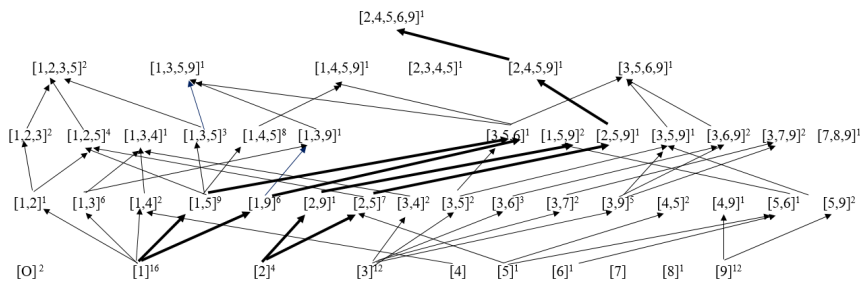
6. ábra. A válaszokban előforduló fogalmak kódolása a tudásszerkezet és a tanulási utak megállapításához

A tanulók válaszaiban szereplő fogalmak kódjai az egyéni tudást reprezentálják, ha azonban egy teljes évfolyamra vizsgáljuk meg az egyes tudáskombinációk előfordulási gyakoriságát, megállapítható,

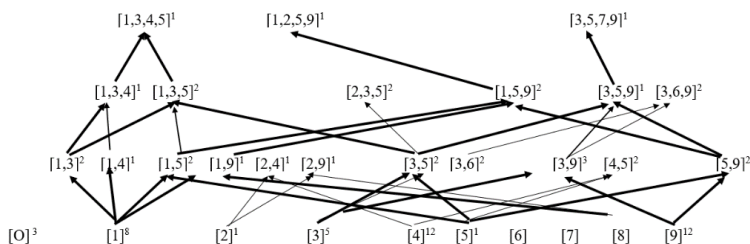
hogy melyek a jól megértett és rögzült fogalmak. Az előbbi, asszociációs vizsgálatokkal összevetve, a jellemzően együtt megjelenő fogalmak pl. a rozsdásodás értelmezésénél azt jelzik, hogy a diák vagy a tanulócsoporthoz adott része tisztában van a fogalom rozsdásodásában betöltött szerepével. Ismét a fent már bemutatott három évfolyam (8., 10, és 12.) tudásszerkezete következik a 7-9. ábrákon.



7. ábra. A nyolcadik évfolyamra jellemző tudásszerkezet (vastag nyíllal jelölve a leghosszabb tanulási utakat) (N = 32 fő)



8. ábra. A tizedik évfolyamra jellemző tudásszerkezet (vastag nyíllal jelölve a leghosszabb tanulási utakat) (N = 142 fő)



9. ábra. A tizenkettedik évfolyamra jellemző tudásszerkezet (vastag nyíllal jelölve a leghosszabb tanulási utakat) (N = 57 fő)

Az eredmények értékelése

A három évfolyam tudásszerkezetének ábráit összehasonlítva a legszembeötlőbb különbség az ábrák összetettségében mutatkozik. A magyarázat részben technikai, részben tartalmi. Mind a nyolcadik, mind a tizenkettedik évfolyam esetében viszonylag kis elemszámú a vizsgált csoport (ez hasonlít leginkább egyetlen osztály tudásszerkezetének gazdagságához). A tizedik évfolyamon 142 diák vett részt a válaszadásban, ez eredményezi a sokféle tudásállapot előfordulását. Emiatt az eredmények csak tájékoztató jellegűek, továbbgondolásra ösztönöznek és nem alkalmasak szigorúan vett következtetések megállapítására.

A tartalmi kérdéseket tekintve

- Megállapítható, hogy a rozsdásodás folyamatának megértéséhez szükséges tudáselemek (1-6 kódúak) közül az oxidáció (1) és az oxigén vagy levegő (5) említése legalább önálló formában mindegyik évfolyamon előfordul, tehát ez a két fogalom biztosan kötődik a rozsdásodáshoz a gyerekek gondolkodásában, másképpen fogalmazva erős asszociációs kapcsolatban vannak a rozsdásodással. Ezt a fogalmi térképezéssel végzett vizsgálatok is kimutatták.

- A nyolcadikosok jellemzően maximálisan három fogalomra asszociálnak a témával kapcsolatban, ebben az osztályban egyetlen olyan diák sem volt, aki minden lényegi elemet fel tudott volna sorolni. Mivel a mérés a 2018-19-es tanév kora őszen zajlott, ez érthető is, mert a rozsdásodás fogalmának első, explicit említését a NAT erre az évfolyamra írja elő, tehát a tanév egy későbbi időpontjában tanultak róla.

- A tizedik évfolyamon megjelenő sokféle tanulási út, a diffúzabbá váló fogalmi háló a nagyobb tanulói létszám mellett azzal is magyarázható, hogy a tanulmányok előrehaladtával a kezdeti modellek kezdenek átalakulni és az egyes diákok a fogalmi váltás különböző fokozatain állnak.

- A 10. és a 12. évfolyamra nagyon hasonló tanulási utak jellemzőek. Ennek egyik értelmezési lehetősége, hogy már tizedikes kor körül kialakul a fogalmak hierarchiája, és tizenkettedikre stabilizálódik az ismeretek egy része, ahogyan ezt a kapcsolatok erősségének növekedése is mutatja. Ugyanakkor a végzős évfolyamon több, hosszú

tanulási út is megfigyelhető, vagyis a rozsdásodáshoz asszociált fogalmak hierarchiáját ebben a csoportban nem lehetett egyértelműen meghatározni.

- A tizedik évfolyamon találunk olyan tudásállapotot, amelyik sziget-szerűen kitűnik a csoport tudásterében: [2,3,4,5]. A jelenséget értelmezhetjük úgy, hogy az együtt előforduló fogalmak mind a rozsdásodásnak, mind egymásnak jó hívó szavai lehetnek, tehát már rögzült asszociációk alakultak ki közöttük.

- Mind a tizedik, mind a tizenkettedik évfolyamon több, négy elemet is tartalmazó tudásállapot előfordul, ami azt jelzi, hogy a korrózióhoz köthető fontos, magyarázó fogalmak biztos tudásbázist alkotnak és jól beágyazódtak a fogalmi hálóba.

- Az előző megállapításban említett tény értékét csökkenti, hogy sok esetben a harmadik vagy negyedik elem valamilyen tévképzet jelenlétére utal (7-9 kód), sőt vannak olyan tudásállapotok, ahol csak ilyen kódok vagy ezek kombinációi fordulnak elő, pl. a tizedik évfolyamon a [7,8,9] jelű tudásállapot. Még arról a diákról is, aki a korrózióval kapcsolatban majdnem minden szükséges fogalmat említett, kiderült, hogy tudás mellett, tévképze is van.

- A fogalmi hálók elemzése és a fogalmak említése alapján elkészített tudásteret és tanulási utakat feltáró vizsgálatok hasonló eredményre vezettek. Mindkettő háttérében a fogalmak pontos megértése és a közös asszociációs bázis áll. Ezek alapján(bár a vizsgálat nem reprezentatív), mindkét módszer alkalmasnak tűnik a láthatatlan, de jelenlévő tévképzetek kimutatására.

3. Még egy ismert és látványos módszer

A diákok számára motiváló hatásúak lehetnek az egy-egy témakör legfontosabb kifejezéseinek felhasználásával készített szófelhők. A pedagógiai folyamatokba sokféleképpen beilleszthetők, készíthetik a diákok csoportmunkában, projektfeladatként, használható összefoglaló órán az ismeretek rendszerezése során, vagy a tévképzetek feltárása alkalmas eszközként a teljes szöveges válasz megadása alapján. Bármilyen didaktikai céllal is alkalmazzuk, a fogalmak megjelenése és említési gyakorisága az adott tudáselem megértését jelzi, és a hozzá kötődő asszociációkról is információkat nyerhetünk. A szabadon

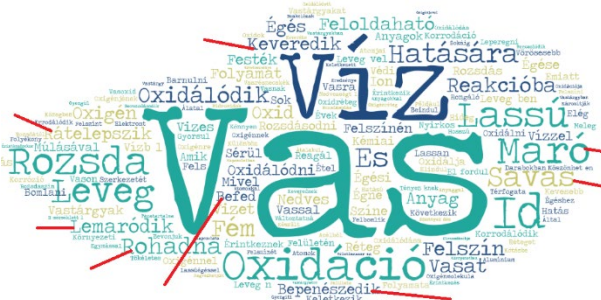
felhasználható szöfelhő készítő programok közül a most bemutatandók a *Taqul* program segítségével készültek.



10. ábra. A nyolcadik évfolyam válaszaiból képzett szófelhőben felbukkanó tévképzetre utaló fogalmak (a tévképzetek vonalakkal megjelölve)



11. ábra. A tizedik évfolyam válaszaiból képzett szófelhőben felbukkanó tévképzetre utaló fogalmak (a tévképzetek vonalakkal megjelölve)



12. ábra. A tizenkettedik évfolyam válaszaiból képzett szófelhőben felbukkanó tévképzetre utaló fogalmak (a tévképzetek vonalakkal megjelölve)

A három ábra alátámasztja és kiegészíti a két elemző módszer eredményeit. Mindhárom évfolyamon előfordulnak a rozsdásodáshoz köthető tévképzetek és tartalmukat tekintve nagyon sok hasonlóságot mutatnak. Ahogyan a tévképzetkutatás irodalmában bőségesen találunk rá utalást (pl. Ahtee és Varjola, 1998; Bodner, 1991) a kémiához kötődő elméletek rendkívül gyorsan fejlődnek a 6-12. év között, azonban ezután rendkívül lassan vagy alig változnak meg az intézményesített kémiaoktatás keretei között. Még ha időszakosan vagy jó esetben hosszú távon meg is jelennek a tudományosan elfogadott módon értelmezett fogalmak a diákok gondolkodási rendszerében, sok esetben a kémiaoktatás befejeződése után visszatérnek az iniciális modellekhez és a kezdeti naiv elméletekhez. Ez figyelhető meg a nyolcadikosok és a tizenkettedikesek szófelhőiben felbukkanó hasonló kifejezések esetében is.

Összegzés

Vizsgálataimban arra kerestem választ, hogy szükséges-e, kell-e törődnünk a nyílt végű kérdésekre adott feleletekben megjelenő „furcsaságokkal”. A válasz egyértelműen igen, mert az esetek többségében tévképzetek állnak a sajátos megfogalmazások háttérében. Olyan eszközöket kerestem, amelyekkel ezek a tanulói tévutak vizualizálhatók és jelenlétük nyilvánvalóvá tehető. Két új, saját ötleten alapuló módszert próbáltam ki egy nagymintás kérdőív elemzésének mellékszálaként. A cikkben bemutatottak alapján mind a válasz-kategóriák fogalmi térképezése, mind a tanulási utakká rendezése alkalmas eszköze lehet a tévképzetek feltárásának és kutatásának. Az eljárások további finomításokat és átgondolást igényelnek, adott időpillanatban kipróbálásuk és a működőképességük megállapítása volt a célom.

Köszönetnyilvánítás

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

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

Irodalom

- Ahtee, M. and Varjola, I. (1998): Students' Understanding of Chemical Reactions, *International Journal of Science Education* 20. (3) 305-316.
- Ausubel, D. (1963): Cognitive structure and the facilitation of meaningful verbal learning. *Journal of Teacher Education*, 14 2, 217-222.
- Bodner, George M. (1991): I have found you an argument: the conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students, *Journal of Chemical Education* 68. (5), 385-388
- Cardellini, L. (2008): A note on the calculation of the Garskof-Houston relatedness coefficient. *Journal of Science Education*, 9. 1. sz. 48-51.
- Dobóné, T. É. (2008): Általános iskolai tanulók anyagszerkezettel és anyagi változásokkal kapcsolatos fogalmainak fejlődése. PhD-értekezés. DE Kémia Doktori Iskola, Debrecen
- Doignon, J.-P. és Falmagne, J.-C. (1999): Knowledge Spaces. *Springer-Verlag*, Berlin – Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-58625-5
- Falus, I. és Ollé, J. (2000): Statisztikai módszerek pedagógusok számára. *Okker*, Budapest.
- Kádár A. és Farsang A. (2012): Általános és közép- iskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetei.
http://geography.hu/mfk2012/pdf/Kadar_Farsang.pdf (Letöltés 2021. 08. 10.)
- Kemény, I., Simon J., Berezhvai Z., és Kun Zs. (2021): Marketingkutatás módszerei – Segédanyag SPSS program használatához. *Budapesti Corvinus Egyetem*, Budapest. 21-26. http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/6387/1/Kemeny_et_al_marketinkutatas_2021.pdf (letöltés: 2021. 08. 11.)
- Kiss, E. és Tóth, Z. (2002): Fogalmi térképek a kémia tanításában. In: Tóth Z. (szerk.): *Módszerek és eljárások* 12. KLTE, Debrecen. 63-69.
- Kluknavszky Á. és Tóth Z. (2009): Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Pedagógia*, 109. 4. sz. 321-342.
- 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. 4. sz. 309–322. DOI: 10.1039/b818466f

Székely, M. és Barna I. (2004): Túlélőkészlet az SPSS-hez. *Typotex Kiadó*, Budapest.

Taagepera, M., Potter, F., Miller, E. G. és Lakshminarayan, K. (1997): Mapping students' thinking patterns by the use of the Knowledge Space Theory. *International Journal of Science Education*, 19. 3. sz. 283–302. DOI: 10.1080/0950069970190303

Takács V. (1997): A tudásszerkezet mérése. Az *Iskolakultúra* 1997/6–7. számának melléklete.

Takács V. (2000): A Galois-gráfok pedagógiai alkalmazása. *Iskolakultúra-könyvek*, 6. (Sorozatszerk.: Gécz János), Pécs

Tóth Z. (2005): A tudásszerkezet és a tudás szerveződésének vizsgálata a tudástérelmélet alapján. *Magyar Pedagógia*, 105. 1. sz. 59–82.

Tóth Z. (2006): Középiskolás tanulók alapvető fizikai és kémiai mennyiségek ismeretével és alkalmazásával kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata a tudástér-elmélet segítségével. *A Kémia Tanítása*, 14. 2. sz. 12–21.

Tóth Z. és Ludányi L. (2007a): Combination of phenomenography with knowledge space theory to study students' thinking patterns in describing an atom. *Chemistry Education: Research and Practice*, 8 (3) 327–336.

Tóth Z. és Ludányi L. (2007b): Using phenomenography combined with knowledge space theory to study students' thinking patterns in describing an ion. *Journal of Baltic Science Education*, 6 (3) 27–33.

Tóth Z. és Sebestyén A. (2009): Relationship between students' knowledge structure and problem-solving strategy in stoichiometric problems based on the chemical equation. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 1. 1. sz. 8–20.

Tóth Z. és Sójáné Gajdos G. (2012): Tanulócsoporthoz energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 39. 1. sz. 58–69.

Tóth Z. (2012): Alkalmazott tudástérelmélet. *Gondolat*, Budapest.