



- [10] Tóth Z. (2015): A kémiai fogalmak tanításának lehetőségei és problémái. In: Szalay L. (szerk.) (2015): A kémiatanítás módszertana. ELTE, Budapest. 8–19. http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_mozszertana_jegyzet.pdf (2016. 05. 15.)
- [11] Bárány Zs. B., Tóth Z. (2015): A p-primek mint a fogalmi megértési problémák forrásai a kémiában. Középiskolai Kémiai Lapok, 42 (5) 346–353.
- [12] Tóth Z. (2004): Exploring students ideas on particles. Education in Chemistry, 41 (1), 10.
- [13] Turányi T., Tóth Z. (2011): Egyetemi hallgatók tévképzetei fizikai kémiából. Magyar Kémikusok Lapja, 66 (4), 122–129.
- [14] Turányi T., Tóth Z. (2013): Hungarian university students misunderstandings in thermodynamics and chemical kinetics. Chemistry Education Research and Practice, 14 (1), 105–116.
- [15] Talanquer, V. (2006): Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. Journal of Chemical Education, 83 (5), 812–816.
- [16] Tóth Z. (2008): Kémia józan ésszel (Egy modell a tévképzetek megértésére). A Kémia Tanítása, 16 (5), 3–6.
- [17] Babbie, E. (2003): A társadalomtudományi kutatás gyakorlata. Hatodik, átdolgozott kiadás. Balassi Kiadó, Budapest.
- [18] Maeyer, J., Talanquer, V. (2010): The role of intuitive heuristics in students' thinking: Ranking chemical substances. Science Education, 94, 963–984.
- [19] Talanquer, V. (2009): On cognitive constraints and learning progressions: The case of „structure of matter”. International Journal of Science Education, 15 (1), 2123–2136.
- [20] Talanquer, V. (2008): Students' predictions about the sensory properties of chemical compounds: Additive versus emergent frameworks. Science Education, 92 (1), 96–114.
- [21] Piaget, J. (1970): Válogatott tanulmányok. Gondolat Kiadó, Budapest.
- [22] Korom E. (2005): Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [23] Dobóné Tarai É. (2008): Általános iskolai tanulók anyagszerkezettel és anyagi változásokkal kapcsolatos fogalmainak fejlődése. Doktori (PhD) értekezés (témavezető: Tóth Z.), Debreceni Egyetem, Kémia Doktori Iskola, Debrecen.
- [24] Johnson, P. M. (1998): Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory. International Journal of Science Education, 20 (4), 393–412.
- [25] Nahalka I. (1998): Konstruktivista pedagógia – egy új paradigma a láthatáron, III. Iskolakultúra, 7 (4), 3–20.
- [26] Nahalka I. (2002): Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben? Konstruktivizmus és pedagógia. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest.
- [27] Dobóné Tarai É. (2004): Az oldódás – ahogy a gyerekek látják. Középiskolai Kémiai Lapok, 31 (4), 352–361.
- [28] Meheut, M., Saltiel, E., Tiberghien, A. (1985): Pupils' (11–12 year olds) conceptions. International Journal of Science Education, 7, 83–93.
- [29] Dobóné Tarai É. (2004): Gyermektudományos elméletek az égéssel kapcsolatban. Középiskolai Kémiai Lapok, 31 (2), 186–194.
- [30] Barke, H-D., Hazari, A., Yitbarek, S. (2009): Misconceptions in chemistry. Addressing perceptions in chemical education. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [31] Tóth Z. (2003): Miért nem helyes? (Kémiai tévképzetek) – Az égés értelmezése. Középiskolai Kémiai Lapok, 30 (1), 53–58.
- [32] Leighton, J.P., Bisanz, G.L. (2003): Children's and adults' knowledge and models of reasoning about the ozone layer and its depletion. International Journal of Science Education, 25 (1), 117–139.

Szalay Luca

■ ELTE TTK Kémiai Intézet, Budapest

A kutatásalapú tanulás esete a magyar valósággal

Az angol nyelvű szakirodalomban leggyakrabban „*inquiry-based science education*” (rövidítve IBSE) néven emlegetett kutatásalapú tanulás könyvtárnyi irodalmában jelentős túlsúlyban vannak a pozitív vélemények [1]. Ezért az Európai Unió is óriási összegeket áldozott a 2015 végén zárult 7. keretprogram (FP7) idején az IBSE-módszerek kutatására és terjesztésére (pl. [2]). A sok ország felsőoktatási intézményeinek részvételével zajló hatalmas (egyenként is több millió eurós költségvetésű) projektek során született eredményekről rengeteg információt tartalmazó tanulmányok (pl. [3]) és honlapok (pl. [4]) jöttek létre. Ezekben belül az elméleti háttér kutatásáról szóló beszámolókon kívül egészen konkrét, apró részletekbe menően kidolgozott foglalkozástervek is találhatóak (pl. [5]). Azonban a pozitív eredményeket hozó gyakorlati kipróbálásokról szóló beszámolók [6] bizakodó hangvételének ellentmondani látszik, hogy a kutatásalapú tanulásról szóló továbbképzések után a részt vevő tanárok (legalábbis részben) fenntartják az IBSE alkalmazhatóságával szembeni kételyeiket [7–8].

Peter Childs [9] szerint az oktatáskutatásokról szóló tanulmányok jó részét a gyakorló tanárok sohase olvassák, és még kevésbé alkalmazzák. Ebből az következik, hogy a többnyire egyetemi oktatók által vezetett hasonló projektek eredményeiről szóló lelkes beszámolók a mindennapi tanítási gyakorlatban jórészt visszhangtalanok maradnak. (Angolszász országokban pedig nyilvánvalóan még nyelvi akadályokról sem beszélhetünk, hiszen a nemzetközi szakirodalom nyelve az angol.) A tanárok, ha megkérdezzük őket, szívesen elmondják mindazokat a problémákat, amelyek hátráltatják minőségi munkavégzésüket és az új mód-

szerek kipróbálását (pl. [10]). A kísérletezéshez szükséges anyagok és eszközök, valamint a megfelelő minőségű és rendszeres módszertani továbbképzések, továbbá a laboránsok hiányán túl az időhiány kétszeresen is nyomasztja őket. Hiszen nemcsak a tanórákra való felkészülésre maradó időt tartják kevésnek, hanem (a túlméretezett tananyag miatt) a tanórai gyakorlásra, a megszerzett tudás elmélyítésére, a frontálisnál időigényesebb, változatos módszerek alkalmazására jutó időt is. Ezért tehát arra igyekeznek koncentrálni az erőiket, hogy a tanítványaik a rájuk váró vizsgákra jó eredményeket érthessenek el. Márpedig ha a vizsgakövetelmények (és főként a konkrét, megoldandó feladatok) nem, vagy csak nyomokban kérik számon valamely (egyéb-ként a tanárok által is hasznosnak tartott) képesség fejlődését, akkor (érthető módon) ennek fejlesztésére kevesebb időt szán-

Hogyan lehetne tehát a realitás talaján maradván elérni, hogy az érdekes és motiváló [11], sok hasznos képességet, mint például az áltudományok elleni harchoz is szükséges természettudományos gondolkodást és a team-munkánál használatos szociális kompetenciákat [12] fejlesztő kutatásalapú tanulás valamilyen formában mégis bekerüljön a mindennapi magyar kémiatanítási gyakorlatba? A szakirodalom [13] alapján az IBSE-módszerek esetében a *tanulók szellemileg és fizikailag is aktív szerepben* vannak. *Minimális követelményként* megfogalmazható, hogy a *diákoknak csoportmunkában kell olyan tanulókísérleteket végezniük, amelyeknek legalább egy lépését nekik kell megtervezniük és a tapasztalatokat, valamint az azokból levonható következtetéseket meg is kell egymás között vitatniuk*. Az alábbiakban fel-



sorolt kritériumok mindegyikének teljesülése pedig *növelheti a módszer alkalmazásának esélyeit* [14–16]:

1. A tanulók által elvégzendő kísérlet (és az előkészítése) *ne legyen bonyolult és időigényes.*
2. A kísérlethez csak *egyszerű és olcsó eszközökre és anyagokra legyen szükség.*
3. A tanulók rendelkezzenek a *sikeres problémamegoldáshoz szükséges összes elméleti és gyakorlati tudással.*
4. A feladat legyen *motiváló hatású, „felfedező”* jellegű.
5. A feladat lehetőleg legyen valamilyen, a diákok számára *érdekes kontextusba helyezve.*
6. Legyen (esetünkben *magyar nyelven*) *elérhető és szabadon letölthető, szerkeszthető és kipróbált feladatlap* hozzá (megoldókulccsal együtt).

Azt, hogy hogyan lehet egy ismert kémiai kísérletet a kutatásalapú tanulás elveit alkalmazva, részben a tanulók által tervezett és megvitatott gyakorlati feladattá alakítani, már korábban bemutattam az „Éghetetlen zsebkendő” [17] példáján [12]. Eszerint az 50 térfogat%-os etil-alkohol–víz elegybe mártott papír zsebkendő meggyújtás után nem ég el, mert a párolgó víz elvonja az alkohol égésekor keletkező hőt. A tanulók által megoldandó probléma az, hogy vajon melyik az a legkisebb etil-alkoholtartalmú alkohol–víz elegy, amely még meggyújtható. A diákok számára érdekes kontextus pedig az lehet, hogy az ételek (pl. Gundel-palacsinta) flambírozásakor meggyújtandó folyadékot etil-alkohol–víz eleggyel modellezve, meg kell határozniuk, hogy melyik az a legkisebb etil-alkohol-tartalom, amellyel a flambírozás (meggyújtás) még elvégezhető. A problémafelvető (a tanulók által megválaszolendő) kérdés a feladatlapon úgy hangzik, hogy minimum milyen alkoholtartalmú rumot érdemes vásárolni a Gundel-palacsinta csokiszózához, hogy az meggyújtható legyen, ha a csokiszósz térfogatának fele a rum. A kísérletek elvégzése előtt természetesen meg kell beszélni a tanulókka a vonatkozó munkabiztonsági és baleset-megelőzési szabályokat. A lehető legkisebb térfogatú elegyekkel szabad csak dolgozni (ez egyébként a költségeket is csökkenti) és csak pici papírzsebkendő-darabok használatát lehet megengedni. Ha a láng nem látszik jól, akkor a homoktól fölött csipesszel tartott (égő vagy nem égő), alkoholos elegybe mártott papírzsebkendő-darabka mellé egy másik, száraz papírzsebkendő-darabot kell tartani. Ha az meggyullad, akkor az alkoholos elegy ég.

Jelentős hozadéka lehet ennek a kutatásalapú feladatnak az, ha a tanulókat rávezetjük arra, hogy sokkal hamarabb be tudják fejezni a feladatot, ha a megtervezett munkát az osztályban a vizsgálatok elvégzésére létrehozott csoportok megosztják egymás között. Ez jól modellezi az olyan, kutatócsoportokból létrehozott és nagyon hatékonyan működő hálózatok munkáját, mint amelyet pl. a teljes emberi DNS-kódot feltérképező Humán Genom Projekt¹ megvalósításakor alkalmaztak. A team-munka pedig manapság már az élet más területein is általánosan elterjedt, te-



**Szappanfőzés (Krúdy Gy. Szak-
középiskola, Szeged, 2008)**

hát célszerű gyakoroltatni. Ha van rá idő, akkor természetesen érdemes arra is kitérni, hogy ez modellkísérlet, és a valóságban a csokiszósz alkoholtartalma jóval kisebb is lehet, hiszen más éghető szerves anyagok is vannak benne, nem csak etil-alkohol. (Szorgalmi) házi feladat pedig lehet olyan gyűjtőmunka, amely során a tanulók flambírozást alkalmazó receptek keresését és összehasonlítását végzik el. Akkor fog kiderülni, hogy vannak más megoldások is (pl. a nagy alkoholtartalmú folyadékot nem keverik az ételbe, hanem egy fém merőkanálban gyűjtják meg, és úgy öntik rá a szószra). A kísérlet többféle életkorban is elvégezhető, és a kémia-tananyag számos részéhez kapcsolható. Általános iskolában először az oldatok összetételének tanításakor, a (térfogat)százalékos összetételre vonatkozó számítások tehetőek így érdekesebbé, vagy alkalmazható az élelmiszer-kémiaán belül, esetleg akkor, amikor az etil-alkoholról van szó. Középiskolában szintén az elegyek térfogat-százalékos összetételének számítása az első jó alkalom, majd a szerves kémiában az etil-alkohol égése. A differenciált foglalkoztatás jegyében a gyorsabban haladó diákok plusz számítási feladatként itt már az elegyítés során bekövetkező térfogati kontrakció figyelembevételére is megkérhető.

A fentebb leírt és még kilenc másik, kutatásalapú tanulási módszer alkalmazó vizsgálathoz tervezett és kipróbált feladatlap, valamint megoldókulcsaik, a hozzájuk tartozó módszertani összefoglalóval, illetve tanácsokkal együtt megtalálhatók az ELTE Kémia Szakmódszertani Csoport oktatói által írt legutóbbi kísérletgyűjteményben [18]. Ezeknek a feladatoknak a túlnyomó része továbbképzési tanfolyamokon részt vevő gyakorló kémiatanárok, illetve tanár szakos hallgatók által készített munkákból származik, és azok továbbfejlesztésével, illetve egyszerűsítésével jött létre. A Magyar Génius Kiemelt Projekt² és a Tehetséghidak Projekt³ keretében az ELTE Kémiai Intézetében tartott kémiatanár-továbbképzési tanfolyamokra, illetve azok után készült, számos, IBSE-módszert alkalmazó feladatlap tölthető le az ELTE kémia szakmódszertani honlapjáról is.⁴ Az ELTE TTK Természettudományi Oktatásmódszertani Centruma honlapjának kémia részén⁵ található, a TÁMOP 4.1.2.B.2-13/1-2013-0007, „Országos koordinációval a pedagógusképzés megújításáért” című projekt⁶ keretében írt 22 kémiaóraterv jó része is bemutatja az IBSE-módszer alkalmazásának lehetőségeit. Az **1. táblázatban** olvasható néhány példa a magyar nyelven rendelkezésre álló és a kutatásalapú tanulás módszerét alkalmazó feladatlapokra, azok elérhetőségével és a kísérletek kontextusával együtt, továbbá az is, hogy mely tananyagrészekhez köthető az általános iskolában, illetve a középiskolában. A fent említett forrásokban fellelhető feladatlapok mindegyike szabadon letölthető egy szerkeszthető szövegfájlban, és használat előtt az aktuális szükségleteknek megfelelően átalakítható (természetesen a szerzői jogok tiszteletben tartásával). A Magyar Tudományos Akadémia 2016 tavaszán meghirdetett szakmódszertani pályázatára beadott „Megvalósítható kutatásalapú kémiatanítás” című pályázati koncepciónk pedig elnyerte a támogatást⁷ ahhoz, hogy 24 gyakorló kémiatanár és 5 egyetemi oktató közösen fejleszthessen további feladatlapokat, és empirikus kutatást is végezhesünk a feladatlapok beválás-vizsgálataival kapcsolatban.

¹ <http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/Gentechnologia/ch09s03.html> (2016. 07. 02.)

² <http://geniuszportal.hu/content/magyar-geniusz-kiemelt-projekt-tamop-344-celjai> (2016. 07. 02.)

³ <http://tehetseghidak.hu/> (2016. 07. 02.)

⁴ <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html> (2016. 07. 02.)

⁵ <http://ttomc.elte.hu/szervezeti/kemia-szakmódszertani-csoport> (2016. 07. 02.)

⁶ <http://tamop412b.elte.hu/> (2016. 07. 02.)

⁷ http://mta.hu/mta_hirei/kihirdettek-az-mta-szakmódszertani-palyazatanak-nyerte-seit-106630 (2016. 07. 02.)



1. táblázat. A kutatásalapú tanulás módszerét alkalmazó és szabadon elérhető, szerkeszthető néhány feladatlap témája, kontextusa és elérhetősége

Szám	Témák, kulcsfogalmak, összefüggések, belső és külső koncentráció	A tanulók által megtervezendő kísérlet kontextusa és problémafelvetése	Szabadon elérhető forrás-munkák (kész, de szerkeszthető feladatlapok)
1.	<i>Általános iskolában:</i> oldatok, oldódás, „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv, sűrűség <i>Középiskolában:</i> poláris/apoláris molekulák, rácstípusok, folyadékok, oldhatóság <i>Belső/külső koncentráció:</i> színek, hőtágulás	Az oldódási és elegyedési próbák után a diákoknak tervet kell készíteni arra, hogy egy kétfázisú, színes folyadékot is tartalmazó rendszerről eldöntsék, milyen összetevőkből épül föl. (Például a diklór-metán–jód–víz rendszer hasonló látványt nyújt, mint a víz–KMnO ₄ –benzin rendszer.) Haladó diákok számára olyan feladat is adható, hogy ők maguk tervezzenek adott színkombinációjú kétfázisú rendszereket.	Bodó Jánosné „Folyadékok egymással és mással” című óraterve (http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-ora-terv-kemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkesztheto-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt)
2.	<i>Általános iskolában:</i> anyagmennyiség, elegyek összetétele <i>Középiskolában:</i> másodlagos kölcsönhatások, felületi feszültség, víz, alkohol, térfogatkontrakció, mérési hiba <i>Belső/külső koncentráció:</i> mérési hiba, felületaktív anyagok, környezetszennyezés (a vízipók és a molnárka életmódja)	A tanulóknak azt kell kitalálniuk, hogyan tudnák meghatározni egyetlen csepp folyadék térfogatát. Arra kell rájönniük, hogy meg kell számolniuk a folyadék egy adott térfogatában lévő cseppek számát. A méréseikre építve alapvető, anyagmennyiséggel kapcsolatos számításokat kell végezniük, majd össze kell hasonlítaniuk a víz és az alkohol cseppjeinek a térfogatát és anyagszerkezeti alapon meg kell indokolniuk a különbséget.	Nagy Mária: Csepp a tengerben? (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap2.html) Tehetséggondozó kémiaszakkörre tervezett feladatsorok (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap3.html)
3.	<i>Általános iskolában:</i> fémek aktivitási (redukáló) sora, redoxi reakciók értelmezése oxigénátmenet alapján, fémkohászat, korrózió. <i>Középiskolában:</i> standardpotenciál, redoxireakciók értelmezése elektronátmenet alapján, az önként végbemenő redoxi-reakciók iránya, aktív és passzív korrózióvédelem <i>Belső/külső koncentráció:</i> galvánelemek	A sínek hegesztéséhez használt termitreakció során az alumínium vassá tudja redukálni a vas(III)-oxidot. Fordítva azonban ez a reakció nem megy végbe, mert a vas kevésbé reakcióképes, mint az alumínium. A diákoknak a tálcájukon lévő fémek és fémsó-oldatok felhasználásával, a fémek readukálósora (középiskolában: a standardpotenciál-táblázat) alapján kell tervezniük és végrehajtaniuk két kísérletet, amikor lejátszódik a fém+fémsó reakció, és kettőt, amikor nem játszódik le. Problémafelvető kérdés lehet, hogy miért lyukad ki nagyon gyorsan az alufólia, ha azzal takarjuk le az acéltepsi-ben tárolt lasagne maradékát.	Baloghné Pálfy Zsuzsanna, Borbás Réka, Magyar Csabáné, Nagy Réka, Szalay Luca: A korrózió vasfoga (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html) 3.4. Melyik fém az erősebb? [18]
4.	<i>Általános iskolában:</i> C-vitamin, egészséges táplálkozás, Szent-Györgyi Albert, jód+keményítő <i>Középiskolában:</i> aszkorbinsav, oxidációs szám változása alapján rendezett redoxi-reakció, párosítatlan elektron, gyök <i>Belső/külső koncentráció:</i> kvantitativ analízis, redoxititrálás, antioxidáns, szabad gyök, gyökfogó	A tanulóknak előbb egy 60 mg C-vitamint tartalmazó pezsgőtabletta-oldat és a jód reakcióját kell megvizsgálniuk, keményítőoldat jelenlétében. Ez után el kell tervezniük, hogyan tudnák ez alapján meghatározni, hogy hány mg C-vitamin van egy narancsban, majd el is kell végezniük a „mérést”. Végül azt a kérdést kell megválaszolniuk (indoklással együtt), hogy vajon tablettás C-vitamint vagy gyümölcsöt érdemes-e inkább fogyasztanunk.	Hanga Ildikó: Narancs és a természet-tudományok (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap2.html) 3.6. Mennyi C-vitamin van a narancsban? [18]



5.	<p><i>Általános iskolában:</i> vízkeménység, vízlágyítás, csapadék, oldékonyság, szappanok, kettős oldékonyságú részecskék, foszfátmentes mosószerek <i>Középiskolában:</i> alkáli- és alkáliföld-fémek vegyületei, oldhatóság, amfiptikus részecskék, szappanok működése <i>Belső/külső koncentráció:</i> ioncsere, eutrofizáció</p>	<p>A kemény víz sok problémát okoz (a vízkő csúnya, rossz a hővezetése, hőveszteség, sőt kazánrobbanás is történhet). A diákok előbb meghatározzák, hogy mely ion/ionok okozza/okozzák a víz keménységét. Ezután az oldékonysági táblázat segítségével el kell dönteniük, hogy mely vegyületek alkalmasak vízlágyításra. Elképzeléseiket kísérletileg is bizonyítaniuk kell.</p>	<p>Füzesi István, Matula Ilona, Moravcsik Csabáné, Szalay Luca: Az ősi ellenség (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html) 3.3. Kemény vizek lágyítása [18]</p>
6.	<p><i>Általános iskolában:</i> pH mint egyszerű, a kémhatást mutató számskála, a háztartásban előforduló anyagok kémhatása, indikátor <i>Középiskolában:</i> összefüggés a pH és az oxóniumion koncentrációja között, a pH mint logaritmus számskála, természetes indikátorok, hígítás <i>Belső/külső koncentráció:</i> növényi nedvek pH-ja</p>	<p>A tanulók megismerkednek a vöröskáposztalé és/vagy az univerzál indikátor különféle kémhatású közegekben mutatott színeivel. Ezután készíteniük kell egy pH-skálát 0,1 mol/dm³ koncentrációjú HCl-oldat, valamint 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat és vöröskáposztalé, vagy univerzál indikátor, meg néhány kémcső, desztillált víz és egy mérőhenger felhasználásával. Általános iskolában leírás alapján készítik el a pH-skálát, középiskolában maguk tervezik meg azt. A saját pH-skálájuk segítségével kell meghatározniuk a salátalé és a gyomorégés ellen készített szó-dabikarbóna-oldat pH-ját.</p>	<p>Györe Henriette: Kékszilva: a gyümölcs, ami piros, amikor zöld (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html) Egyszerűsített változatban: Tehetséggon-dozó kémiászakkörre tervezett feladatso-rok (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap3.html) Szakács Erzsébet „pH-skála készítése és háztartási anyagok pH-jának meghatározása” című óraterve (http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-oratervekemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkesztheto-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt)</p>
7.	<p><i>Általános iskolában:</i> élelmiszereink kémiája, fehérjék, szénhidrátok <i>Középiskolában:</i> peptidek és fehérjék denaturációja, <i>Belső/külső koncentráció:</i> élesztőgomba optimális szaporodási körülményei</p>	<p>A tanulók otthoni gyűjtőmunka során ismereteket szereznek az élesztőgombáról és a kovászról, valamint ezek funkciójáról a kelt tészta készítésében. Az órán meg kell tervezniük és el kell végezniük egy vizsgálatsorozatot arról, hogy a fehérjék denaturálódását okozó hatások mit eredményeznek a kelt tészta készítése során. Az összehasonlítás alapja a keletkezett szén-dioxid-gáz mennyisége (amivel egy-egy lufit fújnak föl).</p>	<p>Szakács Erzsébet „A jó kelt tészta titka” (http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-oratervekemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkesztheto-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt)</p>

IRODALOM

[1] Szalay L., Tóth Z. (2016): An inquiry-based approach of traditional 'step-by-step' experiments. *Chemistry Education Research and Practice*, <http://pubs.rsc.org/en/content/pdf/article/2016/rp/c6rp00044d> (2016. 08. 28.)

[2] Csapó B., Csikos Cs., Korom E. (2016): Értékelés a kutatásalapú természettudománytanulásban: a SAILS projekt, *Iskolakultúra*, 26 (3), 3–16.

[3] Bolte, C., Holbrook, J., Rauch, F. (szerk.) (2012): *Inquiry-based science education in Europe: Reflections from the PROFILES project*, (pp. 9–67.). Berlin: Freie Universität Berlin, <http://www.profiles-project.eu> (2016. 07. 02.)

[4] Science Education, FP7 Projects 2007–2010 (2006), http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/fp7-scienceeducation-contracts-2007-2010_en.pdf (2016. 07. 02.)

[5] McLoughlin, E. és mtsai. (2015): IBSE Teaching & Learning Units, *Volume 2, Chemistry, ESTABLISH Project*, <http://www.establish-fp7.eu/sites/default/files/general/Chemistry.pdf>, (2016. 07. 02.)

[6] Savec, V. E., Devetak, I. (2013): Evaluating the effectiveness of students' active learning in chemistry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 106, 1113–1121.

[7] Bernard, P., Maciejowska, I., Krzeczowska, M., Odrowąż, E. (2015): Influence of in-service teacher training on their opinions about IBSE. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 177, 88–99.

[8] Szalay L. (2015): Promoting inquiry-based teaching of chemistry. *LUMAT*, 3 (3), 327–340. <http://luma.fi/lumat-en/3878> (2016. 07. 02.)

[9] Childs, P.E. (2009): Improving chemical education: turning research into effective practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 189–203.

[10] Kertész J., Szalay L. (2009): Összefoglaló az OKNT természettudományos közoktatás helyzetével foglalkozó ad hoc bizottságának munkájáról. *Magyar Kémikusok Lapja*, LXIV (4), 107–111.

[11] Hofstien, A., Kempa, R. F. (1985): Motivating strategies in science education: attempt of an analysis. *European Journal of Science Education*, 3, 221–229.

[12] Szalay L. (2014): Mire jó a tanulói kísérlettervezés? in: Károly K., Perjes I. (szerk.): „Tudós tanárok, tanár tudósok – Konferencia a minőségi tanárképzésről” című tudományos szimpózium (2014. nov. 10–11.) előadásainak szerkesztett anyaga, 197–208., ISBN: 978-963-284-612-5 http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/szalayluca2015jun19mire_je_a_tanuloi_kiserlettervezes.pdf (2016. 07. 02.)

[13] Olson, S., Loucks-Horsley, S. (2000): Inquiry and the National Science Education Standards, 29., *National Research Council*, National Academy Press, Washington, D.C. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596 (2016. 07. 02.)

[14] Allen, J. B., Barker, L. N., Ramsden, J. H. (1986): Guided inquiry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 63, 533–534.

[15] Criswell, B. (2012): Framing inquiry in high school chemistry: Helping students see the bigger picture. *Journal of Chemical Education*, 89, 199–205.

[16] Bruck, L. B., Towns, M. H. (2009): Preparing students to benefit from inquiry-based activities in the chemistry laboratory: Guidelines and suggestions. *Journal of Chemical Education*, 56 (7), 820–822.

[17] Rózsahegyi M., Wajand J. (1991): 575 kísérlet a kémia tanításához. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 197.

[18] Riedel M., Rózsahegyi M., Szalay L., Wajand J. (2015): Kémiai kísérletek az általános iskolákban (az ELTE Felsőoktatási Struktúraátalakítási Alapból támogatott programja keretében készült digitális jegyzet, szerk.: Szalay L.), ISBN 978-963-284-733-7 (http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_általanos_iskolakban_0.pdf) (2016. 07. 02.)