

Mire jó a tanulói kísérlettervezés?

Szalay Luca

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Kémiai Intézet

Absztrakt

A 2007-ben publikált „Rocard jelentés” felhívta a figyelmet az európai országok természettudomány-oktatása terén tapasztalható negatív tendenciákra (*Science Education Now: A Renewed Pedagogy For The Future Of Europe*). Ugyanez a dokumentum a problémákra adott egyik lehetséges válaszként a figyelem középpontjába állította az önálló tudományos igényű kutatásokat modellező, az angol nyelvű szakirodalomban manapság leggyakrabban „*inquiry-based science education*” (IBSE) összefoglaló néven említett oktatási módszereket. Ezek alkalmazásakor a diákok szellemileg és fizikailag is aktív szerepbe kerülnek, ami a vonatkozó szakirodalom szerint bizonyos feltételek teljesülése esetén segíti a természettudományos műveltség fejlődését, valamint az érdeklődés felkeltését és fenntartását is. Azóta az Európai Unió már számos jelentős projektet támogatott, amelyek az IBSE módszerek kutatását és terjesztését szolgálják. A jelen cikk szerzője részt vett két ilyen projektben és ezek nyomán különféle fórumokon propagálta az IBSE módszerek terjesztését. Széleskörű bevezetésüket és (ezen belül magyarországi) alkalmazásukat azonban az első tapasztalatok alapján sokféle gyakorlati nehézség akadályozza. A jelen tanulmányban a folyamat eddigi eredményeinek felsorolásán túl a gyakorlatban kipróbált konkrét példán is bemutatásra kerül, hogyan alkothatók meg az IBSE elemeket tartalmazó feladatsorok. Az „ORSZÁGOS KOORDINÁCIÓVAL A PEDAGÓGUSKÉPZÉS MEGÚJÍTÁSÁÉRT” című TÁMOP projekt keretében végzett, az IBSE bevalásvizsgálataival kapcsolatos empirikus kutatás tervének rövid ismertetése pedig már a továbblépés lehetőségét vetíti előre.

Abstract

The „Rocard report”, published in 2007, called attention to the negative tendencies of science education in each European country (*Science Education Now: A Renewed Pedagogy For The Future Of Europe*). The same document offered the „*inquiry-based science education*” (IBSE) as a possible answer to those challenges. While applying IBSE, the students have physically and mentally active roles. According to the literature, this can help the development of scientific literacy and maintain the students’ motivation, provided certain conditions are met. Since then the European Union has financed several projects aimed at the research and dissemination of the IBSE. The author has participated in two of those and promoted the IBSE on various forums. In this study, as well as listing the initial results of the process, an example that had been tried in practice, is demonstrated how an IBSE practical activity can be constructed. However, early experiences showed that the application of IBSE is hindered by several practical difficulties. Therefore a brief description of the plan of an empirical research to provide an evidence-based evaluation of piloting IBSE is also given here. The research is part of a national project aiming to develop teacher education in Hungary.

Dr. Szalay Luca

Vegyész (1986) és kémiantanári (1994) diplomát, majd PhD fokozatot (2006) szerzett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen (ELTE). Jelenleg az ELTE adjunktusaként a kémia szakmódszertan elméleti és gyakorlati tantárgyait, kémiatörténetet, kémia kritériumtárgyat és angol szaknyelvi kommunikációt oktat. Kutatási területe az *inquiry-based science education* (IBSE, azaz a tudományos kutatás mintájára végzett természettudományoktatás).

Luca Szalay, PhD

Graduated: in chemistry (1986), teaching chemistry (1994), PhD in chemistry (2006) at Eötvös Loránd University (ELTE). Currently assistant professor at ELTE. Subjects taught: compulsory lecture courses, problem solving seminars and laboratory practices in chemical education; history of chemistry, communication in chemistry in English. Current research area: inquiry based science education (IBSE).

1 A magyar természettudományos oktatás korábban feltárt problémái

1.1 A magyar diákok eredményei a természettudományi PISA teszteken

A PISA 2006 (PISA 2006) eredményei azt mutatták, hogy a magyar diákok a saját, természettudományos területen elért átlag pontszámukhoz képest gyengén teljesítettek a

“Természettudományi problémák felismerése” és a “Természettudományi megismeréssel kapcsolatos ismeretek” alteszteken. Ugyanakkor a fizikai és kémiai ismeretek alteszten szerzett átlagos pontszámuk szerint az 57 résztvevő ország között a 4. helyezést érték el, annak ellenére, hogy a természettudományi területen elért átlagpontszámuk (504 pont) számszerűen alig volt magasabb az OECD országok átlagánál (500 pont), statisztikai értelemben pedig az átlaggal egyenértékű volt. Jól szerepeltek továbbá a “Jelenségek természettudományos magyarázata” alteszten is (1. táblázat). Ezek az eredmények azt mutatják, hogy Magyarországon a tanítási és tanulási folyamat során hagyományosan a hangsúly inkább a ténybeli tudás elsajátításán és megértésén van. Ezért ritkán kerül szóba, hogy hogyan is gyűjtik és értékelik a tudósok a természettudományos kutatások során a bizonyítékokat. Ez a tény korlátozza a megszerzett tudás alkalmazhatóságát és alapul szolgálhat az áltudományok terjedéséhez is. A PISA 2006 eredményeit értékelő jelentés ajánlása szerint meg kell vizsgálnunk, milyen módokon lehetne elérni a természettudományos kompetenciák kiterjesztését. A legutóbbi PISA eredmények szerint a magyar diákok átlagos teljesítménye a természettudomány területén (494 pont) a nemzetközi átlag (501 pont) alá esett, ami komoly aggodalmat okozott a szakemberek és az oktatáspolitikusok körében egyaránt (PISA 2012). Különösen aggasztó, hogy a nagyon alacsony pontszámokat elérők aránya nőtt, és a családi háttérnek a tanulók teljesítményére gyakorolt hatása sok más országot meghaladó mértékben meghatározó.

1. táblázat: A magyar diákok egyes természettudományos alteszteken nyújtott átlagpontszámainak eltérése az összesített természettudományos eredményükhöz (504 pont) viszonyítva a PISA 2006 mérés során

Kompetenciák		Ismeretek	
Természettudományi problémák felismerése	-21,3	A Föld és a világegyetem rendszerei	+8,6
Jelenségek természettudományos magyarázata	+14,2	Élő rendszerek	+5,2
Természettudományos bizonyítékok alkalmazása	-6,9	Fizikai rendszerek (fizikai és kémiai ismeretek)	+29,2
-	-	Természettudományi megismeréssel kapcsolatos ismeretek	-11,9

Az 1. táblázat adataiból tehát az a következtetés vonható le, hogy Magyarországon a természettudományos tárgyak tanításakor a hangsúly a ténybeli tudás elsajátításán és az összefüggések megértésén van. Ezért nem kielégítő a természettudományos megismerés folyamatával kapcsolatos tudás. Például a diákok nem (vagy csak igen kevesen) ismerik a következő elveket, fogalmakat:

- egyszerre csak egy paramétert változtatunk („*ceteris paribus*”)
- kontrollkísérlet
- viszonyítási anyag.

Ez a tény korlátozza a megszerzett tudás hasznosíthatóságát, ami problémákat vet föl az élet különböző területein, például:

- az egészséges életvitel megtervezésekor;
- a felelős állampolgári magatartás kialakításakor (pl. egy szemétegető létrehozásáról szóló népszavazás idején);
- az áltudományok által állított csapdák elkerülésekor.

1.2 Egyéb problémák a magyar természettudományos oktatásban

A természettudományos oktatás problémái Magyarországon is a Peter Childs által leírtakhoz hasonló tüneteket produkáltak (Childs 2009). Sok más országhoz hasonlóan

Magyarországon is alacsony az érdeklődés a természettudományos tárgyak iránt. A továbbtanuló diákok körében kicsi a természettudományos pályákat választók aránya, és még az ő előképzettségük sem minden esetben kielégítő. 2008-ban az Országos Köznevelési Tanács a természettudományos közoktatás kérdéseit vizsgáló *ad hoc* bizottságot hozott létre. A természettudományos tárgyakat oktató tanárok által kitöltött 1033 kérdőív kiértékelése, a metakutatás és sok egyéb adat gyűjtése alapján nyert eredmények szerint a természettudományos tárgyakat tanító tanárok munkakörülményei sok tekintetben kedvezőtlenek (Kertész 2009; Kertész – Szalay 2009). Ezek között az alacsony természettudományos óraszámokon, valamint a tanórákra való felkészülési idő, az anyagi források és a laboratóriumi asszisztensek hiányán túl meghatározóan negatív hatásúnak tűnt a megfelelő módszertani továbbképzések hiánya is. Ráadásul a kutatást megelőző két évtizedben a tanári munka minőségbiztosítása erősen háttérbe szorult. Azóta az új köznevelési törvény¹ és a pedagógus életpályamodell² bevezetése miatt többféle változás is történt a tanárok munkafeltételeiben és a feljuk megfogalmazott elvárásokban. Azonban a tanárok ideje most is drága. Ezért (és részben a nyelvi akadályok miatt) hazánkban sajnos jelenleg is igaz, hogy az oktatással kapcsolatos kutatások eredményeinek nagy részét a tanárok sohasem olvassák, és még kevésbé alkalmazzák (Childs 2009). Tehát támogatást igényelnek a külföldön már bevált oktatási módszerek felderítésében, kipróbálásában és bevezetésében. A szakpedagógiai kutatásokat végzők a szükséges információk átadásával és célzott hatásvizsgálatokkal segíthetik ezt a folyamatot.

2 Egy lehetséges megoldás: az *inquiry-based science education* (IBSE)

2.1 Az IBSE mint az Európai Unió oktatási szakértői által ajánlott megoldás

A 2007-ben publikált „Rocard jelentés” felhívta a figyelmet az európai országok természettudomány-oktatása terén tapasztalható, negatív tendenciákra (*Science Education Now: A Renewed Pedagogy For The Future Of Europe*³). Ugyanez a dokumentum a problémákra adott egyik lehetséges válaszként a figyelem középpontjába állította az angol nyelvű szakirodalomban manapság leggyakrabban *inquiry-based science education* (IBSE) összefoglaló néven említett módszereket. E megközelítés lényege a tudományos kutatások mintájára végzett vizsgálatokon alapuló természettudomány-oktatás, ill. tanulás, az ún. *inquiry-based science teaching / learning / education* (IBST / IBL / IBSE, Nagy-Britanniában: *enquiry*), amelyek összességére a továbbiakban az egyértelműség kedvéért az „IBSE” rövidítést használjuk. (A magyar szakirodalomban az utóbbi időkben terjed „a kutatás alapú tanulás” kifejezés használata is.) Ezek alkalmazása során a diákok szellemileg és fizikailag is aktív szerepbe kerülnek, ami segíti a természettudományos műveltség fejlődését, valamint az érdeklődés felkeltését és fenntartását is. Azóta az Európai Unió már számos jelentős projektet támogatott, amelyek az IBSE módszerek kutatását és terjesztését szolgálják.⁴ A jelen tanulmány szerzője részt vett két ilyen projektben (*Mind the Gap*⁵ és *S-TEAM*⁶), és ezek nyomán különféle fórumokon propagálta az IBSE módszerek terjesztését. Széleskörű bevezetésüket és ezen belül magyarországi alkalmazásukat azonban a

¹ http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100190.TV

² http://www.oktatas.hu/cimke_lista?keyword=pedag%C3%B3gus-%C3%A9letp%C3%A1lyamodell

³ http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

⁴ http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/fp7-science-education-contracts-2007-2010_en.pdf

⁵ <https://www.ntnu.no/wiki/display/steam/Mind+the+Gap++home+from+home+page>

⁶ <https://www.ntnu.no/wiki/display/steam/SCIENCE-TEACHER+EDUCATION+ADVANCED+METHODS>

publikációkban olvasható eredmények és a szerző saját tapasztalatai alapján sokféle gyakorlati nehézség akadályozza. Ennek kapcsán több kérdés is válaszra vár. Hogyan ültethetők át az ígéretes elvek a mai magyar iskolai viszonyok között a mindennapi tanítási gyakorlatba? Milyen reális célok tűzhetők ki ennek kapcsán? Milyen eredménnyel jár a módszerek alkalmazása? A válaszok keresése az alábbiakban ismertetett többlépcsős folyamat során történik.

2.2 Az IBSE a nemzetközi szakirodalomban

Az IBSE lényege az, hogy a diákok olyan kísérleteket, vizsgálatokat végeznek, amelyeknek legalább egy részét saját maguk tervezik meg és értékelik is azok eredményeit. A módszer alkalmazásakor a tanulók megismerkednek a természettudományos kutatások lépéseivel és saját munkájukat is ezek analógiájára végzik, az alábbi lépések során:

1. Problémafelvetés
2. Hipotézisalkotás
3. Kísérlet / bizonyítás / vizsgálatok megtervezése
4. Kivitelezés, adatgyűjtés
5. Magyarázatkeresés
6. Eredmények közzétevése és megvitatása
7. Közös következtetések

A módszer két fő válfaja az ún. *guided inquiry* (irányított vizsgálatok; általában egyetlen, előre meghatározott jó megoldással) és az *open ended inquiry* (nyílt végű vizsgálatok; amelyek esetében sokféle jó megoldás lehetséges és gyakran a problémafelvetés is a diákoktól származik). A szakirodalomban olvashatók az IBSE módszerekkel kapcsolatos biztató, de egyben óvatosságra is intő kutatási eredmények. Minner és munkatársai (2010) szerint az általuk vizsgált 138 korábbi tanulmány 51%-a szólt olyan empirikus kutatásokról, amelyek során kimutatták az IBSE módszerek pozitív hatását az elsajátított ténybeli tudás mennyiségére és annak tartósságára. 101 publikáció szerint azonban nem találtak statisztikailag szignifikáns összefüggést az IBSE alkalmazásának mértéke és a fogalmi tanulás eredményessége között. Ebből az következik, hogy nagyon alapos vizsgálatokra van szükség annak kiderítéséhez, hogy hogyan lehet ezt a megközelítést jól alkalmazni a gyakorlatban. Minner és munkatársai rámutattak a leginkább hatékonyak tűnő IBSE elemekre is: a tanulók által aktív gondolkodással töltött idő és az adatokból való következtetések levonására helyezett hangsúly adott esetekben növelték a természettudományos tartalom megértésének valószínűségét.

2.3 Az IBSE módszer hazai meghonosításának első lépései

2.3.1 Egy IBSE tárgyú szakdolgozat

A vonatkozó szakirodalom és az *American Chemical Society* által kiadott tanári segédkönyv (Kessler – Galvan 2007) tanulmányozása után az ELTE Kémiai Intézetében született egy, az IBSE módszer bevalásvizsgálatán alapuló szakdolgozat (Rákóczi 2010). E munka során a szakdolgozatot író tanárjelölt a két, általa készített feladatlapot és a hozzájuk tartozó tanári útmutatót két középiskola három tanulócsoportjával próbálta ki. A kipróbálások kvalitatív eredménye szerint a kísérletek tervezése rendkívül motiválónak bizonyult, de a vártnál sokkal nehezebben ment. A diákok számára szokatlanok voltak a vizsgálatok megtervezését is igénylő feladatok. Ezért a kísérletek végrehajtásának megkezdését pszichés gátlás akadályozta, mivel a tanulók attól féltek, hogy ha valamit nem jól gondoltak, akkor

„elrontják” a feladatot. Ez a tény és a valóban lehetséges tévutak nagymértékben növelhetik az IBSE vizsgálatok idő- valamint eszköz- és anyagigényét a receptszerű kísérletleírások végrehajtásához képest. Emiatt fennáll annak a veszélye, hogy a rendelkezésre álló idő alatt elsajátított ténybeli tudás mennyisége kisebb és rendezettsége alacsonyabb mértékű lesz, mint az egyértelmű kísérletleírások alapján végrehajtandó feladatok esetében. Ráadásul eközben tévképzetek is kialakulhatnak, illetve rögzülhetnek. Mindemellett nyilvánvaló, hogy az IBSE alkalmazásával olyan, természettudományos gondolkodással kapcsolatos, illetve társas kompetenciák fejlődésére van lehetőség, amelyeket az egyszerű tanulókísérletek egyáltalán nem, vagy csak részben biztosítanak. Az IBSE esetében több teret kaphat például a csoportos problémamegoldás, valamint a kooperációs és kollaborációs technikák, a kommunikációs készség, a vitakészség és a konfliktusfeloldás fejlődése. Ezért a szakdolgozati munka végső konklúziója szerint komplementer viszony kialakítása kívánatos IBSE és a többi oktatási módszer között. Frontális módszerrel való felvezetéssel és lezárással célszerű gondoskodni arról, hogy az IBSE eredményes alkalmazásához szükséges elméleti és gyakorlati ismeretek a tanulók rendelkezésre álljanak, valamint a megszerzett tudás rendszerezett és tévképzetektől mentes legyen. Továbbá az IBSE bevezetésekor nem kerülhető meg a fokozatosság elve, hiszen az ilyen új típusú feladatok sikeres megoldásához biztosítani kell a szükséges előzetes ismereteket, készségeket és képességeket. Ezek az eredmények bekerültek az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet által kiadott „Átmenet a tantárgyak között - A természettudományos oktatás megújításának lehetőségei” című tanulmánykötetbe is (Bánkúti – Csorba 2011).⁷

2.3.2 Tanártovábbképzési tanfolyamok és az ezek nyomán készült feladatlapok kipróbálása

A jelen tanulmány szerzője a Magyar Génius Program⁸ és a Tehetségidák Program⁹ keretében kémia tanárok számára szervezett öt továbbképzésen és számos más előadáson, valamint az egyetemi szakmódszertan órákon jelentős számú magyar kémia tanárral és kémia tanár-jelölttel ismertette meg eddig az IBSE módszerek alapjait. Ennek során a rövid szakirodalmi összefoglalón, valamint a módszerek előnyeinek és hátrányainak felsorolásán kívül számos konkrét, gyakorlati példa, valamint azok kipróbálásának tapasztalatai is bemutatásra kerültek. A fenti tanfolyamokon résztvevő (2011 óta összesen 118) kémia tanár (diák szerepben) saját maga is elvégezhetett két, a szerző által írt, IBSE elemeket tartalmazó gyakorlati feladatsort. Ezek mintául szolgáltak ahhoz, hogy a tanfolyam elvégzése után, a tanúsítvány megszerzése érdekében saját maguk is olyan feladatlapokat és szaktanári segédleteket készítsenek, amelyek a tanulók csoportjaitól önálló kísérlettervezést és az eredmények megvitatását várják el. Ezek saját ötlet alapján vagy ismert tanulókísérletek átalakításával is születhettek, de mindenképpen a következő sémát kellett követniük:

- Cím
- Szerző
- Célok
- Szükséges előzetes ismeretek
- Módszertani javaslatok
- Előkészítés
- Értékelés
- További lehetőségek
- Feladatlap(ok)
- A feladatlap(ok) megoldásai

⁷ http://dokumentumtar.ofi.hu/index_atmenet_a_tantargyak_kozott.html

⁸ <http://geniuszportal.hu/>

⁹ <http://tehetsegidak.hu/>

A legjobban sikerült 20 ilyen fájl szerkesztett változatai, valamint a szerző által írt két mintafájl szabadon elérhetők az ELTE Kémiai Intézet szakmódszertani honlapján.¹⁰ A szerző szerkesztésében további feladatlapok is készültek, a már meglévők egyszerűsítésével, ill. egyéb ötletek felhasználásával (Kessler – Galvan 2007). Ezek közül néhányat (részben vagy egészben) maguk a tanárok, illetve a szerző ki is próbált diákokkal, valamint a 2014. szeptember 26-án az ELTE TTK Kémiai Intézetében a Kutatók Éjszakája alkalmából szervezett laboratóriumi foglalkozásokon. A tapasztalatok alapján javított feladatlapok szintén elérhetők a fent említett módszertani honlapon.

3 Konkrét példa az IBSE feladatok létrehozására: három lehetséges megközelítés az elegyek térfogatszázalékos összetételének tanítására

3.1 Hagyományos számolási feladatok

Az elegyek térfogatszázalékos összetételének tanítását a Nemzeti alaptanterv (2012) kémia tartalmainak mindkét változata előírja már a 7-8. évfolyamon. A 9-10. évfolyam kémia tananyagában pedig a többkomponensű homogén rendszerek tárgyalásakor kerül szóba ez a téma. A hagyományos megközelítés szerint ezzel kapcsolatban például az alábbiakhoz hasonló számolási feladatokat oldhatnak meg a tanulók.

1. példa: Milyen térfogatszázalékos összetételű lesz az az etanol - víz elegy, amelyet 10 cm^3 50 térfogatszázalékos és 7 cm^3 25 térfogatszázalékos etil-alkohol összekeverésével hoztunk létre? (Hanyagoljuk el az elegyítéskor bekövetkező térfogatváltozást!)

2. példa: Mekkora térfogatú 50 térfogatszázalékos és mekkora térfogatú 25 térfogatszázalékos etanolt kell összekeverni ahhoz, hogy 20 cm^3 40 térfogatszázalékos etanol - víz elegyet kapjunk? (Hanyagoljuk el az elegyítéskor bekövetkező térfogatváltozást!)

Az ilyen gyakorló feladatok érdekessége a tanulók (számolási példákat nem kedvelő) többsége számára pusztán az etanol (etil-alkohol) szerepeltetése. A feladatok megoldása azonban a mindennapi tapasztalatok alapján így is kevésbé vonzó. A 2. változat pedig a tehetséggondozó szakkörökre nem járó diákok számára különösen nehéz, hiszen az ún. paraméteres feladat, amelynek szövegében a kétféle alkohololdat elegyítendő térfogatait ismeretlen paraméterként kell kezelni.

3.2 Problémamegoldó gyakorlati feladat, receptszerű tanulókísérlettel

Motiválóbbr lehet a tanulók számára a kísérletekhez kapcsolt számolási feladatok megoldása, s különösen akkor, ha a kísérleteket saját maguk végezhetik el. Még érdekesebbé tehető a feladat, ha egy olyan, a hétköznapi életben is felmerülő probléma felvetésével kezdődik, mint például a következő: „Hány százalékos rumot érdemes vásárolni a Gundel palacsinta készítéséhez?”. A flambírozással készült, lángolva tálalt ételek látványa vonzó és étvágygerjesztő, amelyről egy-egy szép fotó vagy videó is bemutatható. Ezek után kerülhet sor a problémafelvetésre, miszerint jó lenne tudni, hogy hány térfogatszázalék etil-alkoholt kell tartalmaznia a Gundel palacsinta csokoládészósának ahhoz, hogy biztonsággal

¹⁰ <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/>

meggyújtható legyen. A tanulók feladatlapján ezzel kapcsolatban például a következő, receptszerűen leírt kísérletek és a hozzájuk kapcsolódó számolási feladatok szerepelhetnek:

1. Mérjétek ki az egyik mérőhengerbe 10 cm^3 50 térfogatszázalékos etanolt, a másikba $6,5\text{ cm}^3$ vizet és keverjétek össze üvegbottal az egyik főzőpohárban!
2. Mérjétek ki az egyik mérőhengerbe 14 cm^3 50 térfogatszázalékos etanolt, a másikba $3,5\text{ cm}^3$ vizet és keverjétek össze üvegbottal a másik főzőpohárban!
3. Számítsátok ki ezeknek az etanol-víz elegyeknek az összetételét!
4. Csipesz segítségével mártsatok a két főzőpohárban lévő etanol-víz elegyekbe egy-egy papírzsebkenő darabot, és próbáljátok ezeket gyufával meggyújtani a homokot tartalmazó porcelántál fölött! Írjátok le a tapasztalataitokat és a következtetéseiteket.
5. Hány térfogatszázalék etil-alkoholt tartalmazó rumot kell vásárolni a Gundel palacsinta csokoládészósának elkészítéséhez, ha a szósz térfogatának kb. felét teszi ki a rum?

A megoldás szerint az 1. pontban készített elegy (a térfogatkontrakció elhanyagolásával számolva) 30 térfogatszázalékos, míg a 2. pontban leírt recept alapján összekevert elegy 40 térfogatszázalékos. A 4. pontban elvégzett kísérletek során a tanulók azt tapasztalják, hogy a 30 térfogatszázalékos elegybe mártott papírzsebkenő darab nem gyújtható meg, de a 40 térfogatszázalékos oldatba mártotthoz égő gyufát közelítve az lángra kap. (A kísérleteket természetesen a megfelelő balesetvédelmi óvintézkedések mellett kell elvégezni.) Ezen eredmények alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy a csokoládészósának kb. 40 térfogatszázalék etanolt kell tartalmaznia. Ha a szósz térfogatának kb. fele a rum, akkor 80 térfogatszázalékos rumot kell vásárolni ahhoz, hogy az asztalon az egész szósz lángolva és folyamatosan égjen. (Az interneten olvasható Gundel palacsinta receptek szerint a rumot általában nem keverik bele a csokoládészósába, hanem egyszerűen csak ráöntik felszolgálás előtt a tetejére. Ilyenkor természetesen 50-60 térfogatszázalékos rum is elegendően tömény lehet a meggyújtáshoz, hiszen a hígulás sokkal kisebb.)

A fenti gondolatmenetből jól látható, hogy a feladat középpontjában már nem a (sok diák által unalmasnak, szükségtelennek és nehéznek tartott) számolási feladat áll, hiszen azt csak a sokkal érdekesebb, összetett gyakorlati feladat részeként kell elvégezni (mintegy mellékesen) a 3. pontban.

3.3 Problémamegoldó gyakorlati feladat, IBSE elemet tartalmazó tanulókísérlettel

Az IBSE megközelítés alkalmazása során gondoskodni kell arról, hogy a vizsgálatok megtervezéséhez szükséges elméleti tudáson kívül a gyakorlati ismeretek is a tanulók rendelkezésére álljanak. Ezért az ilyen feladatsor bevezetéseként célszerű lehet tanári demonstrációs kísérletként bemutatni „Az éghetetlen zsebkenő” című kísérletet (Rózsahegyi M., Wajand J. 1999). Ennek tanulsága az, hogy az 50 térfogatszázalékos etanol-víz elegy meggyújtható, de a víz nagy párolgáshője miatt a papírzsebkenő közben nem ég el. Ezek után a tanulók például az alábbi szövegű feladatot kaphatják.

1. Tervezzetek kísérletet annak kiderítésére, hogy körülbelül hány térfogatszázalék etil-alkoholt kell minimum tartalmaznia a Gundel palacsinta csokoládészószának ahhoz, hogy meg tudjuk gyújtani! A rendelkezésekre álló eszközök és anyagok:

- 60 térfogatszázalékos etanol-víz elegy
- 30 térfogatszázalékos etanol-víz elegy
- 1 db 10 cm³ mérőhenger
- 1 db 50 cm³ főzőpohár
- 1 db porcelántál, homokkal
- 1 db üvegbot
- 1 db csipesz
- 1 db papír zsebkendő
- desztillált víz
- gyufa

2. A kísérletek tapasztalatai alapján számítsátok ki azt is, hogy hány térfogatszázalék etil-alkoholt tartalmazó rumot kell vásárolni a Gundel palacsinta csokoládészószának elkészítéséhez, ha a szósz térfogatának kb. felét teszi ki a rum!

Egy tanárjelölt beszámolója alapján, aki az összefüggő tanítási gyakorlata alatt egy alkalommal, 4 csoportban dolgozó 10 tanítványával próbálta ki az 1. pontban írtakhoz hasonló módon megfogalmazott feladatot (a tanári demonstrációs kísérlet nélkül), a következő volt a 45 perces kémiaóra menete. Először a diákok csoportmunka keretében gondolkodva elkészítették a megoldási terveiket, amelyeket aztán frontálisan egyeztettek és csoportmunkában kiviteleztek. Az első két kísérletben a tanulók kipróbálták, hogy meggyújthatók-e a 60 térfogatszázalékos és a 30 térfogatszázalékos elegyek. (A 60 térfogatszázalékos meggyújtható, a 30 térfogatszázalékos pedig nem.) Ezután a csoportok felosztották egymás között a különböző térfogatarányban összeöntendő 30 térfogatszázalékos és a 60 térfogatszázalékos etanol-víz elegyek elkészítését. Ha valamelyik elegyről kiderült, hogy ég, akkor az attól töményebbeket már ki se kellett a többi csoportnak próbálni. Hasonlóképpen a nem meggyújtható elegyeiktől hígabbakat sem kellett elkészíteni. Így a 4 csoport közös munkája során mintegy 13 perc alatt kiderült, hogy a 60 térfogatszázalékos és a 30 térfogatszázalékos etanol-víz elegyek 1:4 térfogatarányban való összeöntésekor a keletkezett új etanololdat még sikerrel meggyújtható, míg az 1:5 térfogatarány esetén már nem. Az óra további részében újabb csoportmunka során a tanulók keverési egyenlettel vagy arányokkal dolgozva kiszámolták a meggyújtható 1:4 térfogatarányú elegy térfogatszázalékos összetételét. (Az eredmény 36 térfogatszázalék.) Sőt a térfogatkontrakció figyelembevételére is terveztek és kiviteleztek egy kísérletet, és az 1,0 cm³ 60 térfogatszázalékos, valamint a 4,0 cm³ 30 térfogatszázalékos alkohollal számolva így mért 4,3 cm³ végtérfogattal is elvégezték a számolást, aminek az eredménye 42 térfogatszázalék.

Tehát ebben az esetben is hasonló végkövetkeztetésre lehet jutni a szükséges rum töménységét illetően, mint az előző, problémamegoldó feladat kapcsán. Azonban itt a tanulóknak saját maguknak kellett végig gondolni és megtervezni a megoldás menetét, ahhoz hasonlóan, mint amikor egy kutató megtervez egy kísérletsorozatot. Ráadásul ilyenformán a tanulók pontosabb adatokat is kaptak a meggyújtható elegy töménységére nézve, mintha pusztán két, receptszerűen leírt kísérletet hajtottak volna végre. Mindezeket túl pedig a feladat megoldása során a tanulók megtapasztalhatták, hogy az ésszerűen szervezett, csoportokban végzett közös munka sokkal hatékonyabb lehet, mintha az egyén egyedül, vagy egyetlen csoport tagjaként dolgozna. (Persze a 2. pontban leírt feladatban is kaphatnak az egyes csoportok különböző összetételű elegyek készítésére vonatkozó utasításokat.) Házi

feladatként pedig elgondolkozhatnak a diákok azon, hogy az adott probléma megoldásához elegendő-e ez a pontosság és hogyan juthatnának pontosabb mérési eredményekhez, ha erre lenne szükség.

A fenti feladat kiegészíthető továbbá egy internetes kutatással is, amelynek a célja annak kiderítése, hogy az ott fellelhető Gundel palacsinta receptek milyen információkat tartalmaznak a csokoládészósz összetételére, illetve annak rumtartalmára vonatkozóan. Ez végezhető a tanítási órán, okos telefonok vagy tabletek segítségével, de időmegtakarítás céljából és/vagy a szükséges technikai feltételek hiányában a feladatsor elvégzése előtti órán adott házi feladatként is.

4 További tervek az IBSE módszerek hatásvizsgálataira

4.1 Az “ORSZÁGOS KOORDINÁCIÓVAL A PEDAGÓGUSKÉPZÉS MEGÚJÍTÁSÁÉRT” című TÁMOP projekt során elvégzendő munka

A fentiekben ismertetett folyamat során keletkezett, IBSE elemeket tartalmazó feladatlapok kipróbálásai során számos tapasztalat gyűlt eddig össze. Azonban a kvalitatív visszajelzéseken túl gyűjtött kvantitatív adatok mennyisége még nem elegendő az IBSE megközelítés tudományos igényű értékeléséhez. Ezért a TÁMOP- 4.1.2.B.2-13/1-2013-0007 számú, ORSZÁGOS KOORDINÁCIÓVAL A PEDAGÓGUSKÉPZÉS MEGÚJÍTÁSÁÉRT című projekt keretében tervezett empirikus kémia szakmódszertani kutatások célja statisztikailag értékelhető mennyiségű adat gyűjtése arról, hogy az IBSE módszer alkalmazása okoz-e szignifikáns változást a tanulók természettudományos kompetenciáinak fejlődésében, illetve a természettudományokkal szemben mutatott attitűdjük javulásában. Szándékaink szerint egy három tanórából álló, reakciókinetika témájú blokkot próbálunk ki egy, több mint 800 diák részvételével, iskolai körülmények között folyó vizsgálatban, elő- és utótesztek, valamint véletlenszerű kiválasztás alapján létrehozott kontrollcsoport alkalmazásával. A kísérleti osztályok tanulóinak a három tanóra alatt több vizsgálatot is meg kell tervezniük, miközben a kontrollcsoport tagjai csak hagyományos, receptszerű tanulókísérleteket végeznek.

A fenti projekt keretében 20 darab, nagy tanulói aktivitást megkívánó kémia óraterv is készült, amelyek között több is tartalmaz IBSE elemeket. Továbbá 12 olyan, 45 perces kémiaóráról készítünk videofelvételeket, amelyek egy része esetében szintén az IBSE a tanulói vizsgálatok szervezésének alapja. Ezek (a kipróbálások tapasztalatai alapján javított) óratervek és a videofelvételek 2015. őszén publikusak és szabadon elemezhetők lesznek.

4.2 A tervezett fejlesztések várható hasznosulása

Az IBSE idő-, eszköz- és anyagigényessége ellenére (megfelelő körülmények között és módon alkalmazva) igen hasznos lehet a magyar természettudomány-oktatás korábbi vizsgálatok által feltárt hiányosságainak és problémáinak kiküszöbölésére. Az eddigi irodalmi adatok és előzetes hazai vizsgálatok alapján ugyanis segíti a diákokat annak megértésében, hogy hogyan is működnek a természettudományok, és hogyan dolgoznak a természettudósok. A tanulói kísérletek önálló tervezése során a diákok maguk is gyakorolják a természettudományos vizsgálatok lépéseit egyes olyan problémák megoldása során, amelyekhez rendelkeznek a szükséges előzetes tudással. Így a természettudományos fogalmak és összefüggések elsajátításán, valamint a magyarázatok megértésén túl megtanulják az ismereteiket, készségeiket és képességeiket új kontextusban alkalmazni, a különféle

tudáselemeket integrálni, szintetizálni és ennek eredményeit értékelni. Erre a felnőtt élete során mindenkinek szüksége van az egészséges életvitel és a felelős állampolgári magatartás kialakításához, valamint az áltudományok által állított csapdák elkerüléséhez. Pozitív hatással lehet a módszer alkalmazása a motivációra és a természettudományok iránti attitűdre is.

A nagy tanulói aktivitást ('*hands on*' and '*minds on*' activities) megkívánó IBSE módszerek kollaboratív csoportmunka során való alkalmazása elősegíti az élet számos más területén is használható, ún. „átvihető képességek” (*transferable skills*) fejlesztését is. A diákoknak mindenképpen hasznára válik, ha fejlesztik, illetve gyakorolják a team munka során a feladatok és a felelősség megosztását, az idő- és erőforrások beosztását, a konfliktusok kezelését, megoldását. Az IBSE módszerekkel várhatóan jól fejleszthető több olyan kulcskompetencia is, amelyeket az Európai Unió 2006. december 18-án hozott nyilvánosságra (2006/962/EK), és amelyek a jelenleg érvényes Nemzeti alaptantervben is szerepelnek (NAT 2012).

Hivatkozások

Bánkúti Zs., Csorba F. L. szerk. (2011), *Átmenet a tantárgyak között, A természettudományos oktatás megújításának lehetőségei*, Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, Budapest, 81-120.

Childs, P.E. (2009) Improving chemical education: turning research into effective practice, *Chem. Educ. Res. Pract.* 10, 189-203.

Kertész J. (2009) Összefoglaló az Országos Köznevelési Tanács természettudományos közoktatás helyzetét vizsgáló *ad hoc* bizottságának munkájáról, *Magyar Tudomány*, 6, 744-747.

Kertész J., Szalay L. (2009) Összefoglaló az OKNT természettudományos közoktatás helyzetével foglalkozó *ad hoc* bizottságának munkájáról, *Magyar Kémikusok Lapja*, 64(4), 107-111.

Kessler, J. H., Galvan, P. M. (2007) *Inquiry in Action – Investigating Matter Through Inquiry*, 3rd ed., American Chemical Society (<http://www.inquiryinaction.org/download/>)

Minner, D.D. *at al.* (2010) Inquiry-based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002, *J. Res. Sci. Teach.*, 47(4), 474-496.

Nemzeti alaptanterv: A Kormány 110/2012 (VI.4.) rendelete a Nemzeti laptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról, *Magyar Közlöny*, 2012. évi 66. szám

PISA 2006: Science Competences for Tomorrow's World, Volume 1: Analysis, 64-68.

PISA 2012 Snapshot of performance in mathematics, reading and science <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-snapshot-Volume-I-ENG.pdf>

Rákóczi M. (2010), *A természettudományos vizsgálati módszerek elvén alapuló feladatok a kémiaoktatásban*, ELTE, TTK, Kémiai Intézet, Budapest, témavezető: Dr. Szalay Luca

Rocard, M., és mtsai (2007), Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe (http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

Rózsahegyi M., Wajand J. (1991) 575 kísérlet a kémia tanításához, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 197. old.

(A honlapok utolsó látogatásának időpontja: 2015. 01. 30.)