A TARTALOMBÓL:

- Hétköznapi gondolkodás és kémiatanulás
- Kutatásalapú tanítás és projektmódszer
- Kémiai kísérletek egyszerűen
- Okostelefonnal a kémiaórán

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXI. ÉVFOLYAM • 2016. NOVEMBER • ÁRA: 850 FT

Mi történik itt?

Módszertani törekvések a kémiatanítás megújítására

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

HELYSZÍNI VÍZELEMZÉS
SAJÁTKEZŰLEG
EGYSZERŰ, GYORS

VISOCOLOR®

NÉMET
vízanalitikai
tesztkészletek
BUDAPESTI
raktárról

AKTIVIT Kft.
Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök
1145 Budapest, Pétervárad u. 14.
Tel: (1)-470-0125, (1)-221-7865.
Fax: 252-9940 info@aktivit.hu www.aktivit.hu
TÁMOGATOTT ALKALMAZÁS

Választható kiértékelés:
- vizuálisan színskálával
- műszeresen fotométerrel

vagy

új

PF-12plus

PF-3

MACHEREY-NAGEL
www.mn-net.com

MN Since 1911

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL
LXXI. évf., 11. szám, 2016. november

A Magyar Kémikusok Egyesületének – a MTESZ tagjának – tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

Szerkesztőség:
Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:
ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE, JANÁKY CSABA, LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR, ZÉKÁNY ANDRÁS
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:
SZÉPVÖLGYI JÁNOS, a szerkesztőbizottság elnöke, SZEKERES GÁBOR örökös főszerkesztő, ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY, BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA, HANCSÓK JENŐ, JANÁKY CSABA, JUHÁSZ JENŐNÉ, KALÁSZ HUBA, KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA, KÖRTVÉLYESI ZSOLT, KÖRTVÉLYESSY GYULA, LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER, MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS, RÁCZ LÁSZLÓ, SZABÓ ILONA, TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők
A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883
Fax: 36-1-201-8056
Email: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
Nyomás és kötés: Mester Nyomda
Felelős vezető: ANDERLE LAMBERT
Tel./fax: 36-1-455-5050

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank 10700024-24764207-51100005 sz. számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 10 200 Ft
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti a Batthyany Kultur-Press Kft., H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6. 1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-201-6883, fax: 36-1-201-8056,
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális számaink tartalma, az összefoglalók és egyesületi híreink, illetve archivált számaink honlapunkon (www.mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)

KEDVES OLVASÓK!

A Magyar Kémikusok Lapja olvasói tudhatják, láthatják, hogy a folyóirat mindig fokozott figyelmet szentelt a kémia oktatásának. Amikor Kiss Tamás főszerkesztő felkért ennek a tematikus számnak az összeállítására, rögvest elvállaltam. Elvállaltam, mert úgy érzem, hogy van mondandónk a kémia oktatásának közvetlen és közvetett szereplői számára. Örömmel látom, hogy az elmúlt néhány évben kialakult a kémiatanároknak és a szakmódszertanos egyetemi oktatóknak egy olyan köre, amely ismeri és közvetíteni tudja a kémiaoktatás megújítását, hatékonyabbá tételét szolgáló nemzetközi kutatásokat. Többek között ennek eredménye, hogy ismét lehet a kémia tanításából doktorálni, hogy újra vannak a kémiatanítás módszertanával foglalkozó korszerű kiadványaink és hogy Szalay Luca vezetésével elkezdődött egy, a Magyar Tudományos Akadémia által támogatott négyéves longitudinális kutatás az IBSE (kutatásalapú természettudomány-tanítás) bevezethetőségének és hatékonyságának vizsgálatára. Ezek apró, de nagyon fontos lépései annak, hogy a hazai kémiaoktatást a divatos szólamok és személyes vélemények helyett tudományos alapokra helyezhessük.

Tematikus számunk első tanulmánya („A tanulók kémiai gondolkodásának néhány jellemzője”) a tanulók kémiai gondolkodásának rejtelmeibe avatja be az olvasót. Ezek ismerete, figyelembevétele alapvető a kémia eredményes tanítása és tanulása szempontjából.

Ezt követően ízelítőt kapunk a manapság oly divatos kutatásalapú tanítás–tanulás („A kutatásalapú tanulás esete a magyar valósággal”), a projektmódszer („Projektmódszer a kémiaoktatásban”) és a kooperatív technikák („Nem mind arany, ami fénylik – A Fémek *témakör tanítása kooperatív és egyéb technikák alkalmazásával”) alkalmazásából. Ezeket a módszereket oktatáspolitikánkban valamiféle csodavárás lengi körül. Pedig megfelelő szakértelem hiányában nem többek, mint – Norman Reid szavait szabadon idézve – divatos irányzatok („trendy bandwagons”), melyekkel nem lehet megoldani a kémiaoktatás alapvető problémáit. Szakszerű használatuk viszont alapvető a kémiaoktatás módszertani megújításában.*

Sokak szerint a kémiaoktatás minden bajára gyógyír a kémiai kísérlet. Bárki, aki már tanított kémiát, tapasztalhatta, hogy ez azért nem teljesen igaz. Ennek ellenére a jól megtervezett kémiai kísérletnek alapvető szerepe lehet a kémiaoktatás sikerességében. Ehhez nyújt ötletet néhány újabb kísérleti technika bemutatásával az „Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben” című írás.

Tematikus számunk utolsó tanulmánya („Mobileszközök a kémiaoktatásban”) felvillantja a jövőt. Azt a jövőt, amely már néhány – és remélhetőleg egyre több – iskolában a jelen, és amely – némi túlzással – lehet, hogy a folyóiratszám megjelenésekor már a múlt...

2016. november

Tóth Zoltán
nyugalmazott egyetemi docens
Debreceni Egyetem TTK Kémiai Intézet

TARTALOM

MÓDSZERTANI TÖREKVÉSEK A KÉMIAOKTATÁS MEGÚJÍTÁSÁRA

Tóth Zoltán: A tanulók kémiai gondolkodásának néhány jellemzője **334**
Szalay Luca: A kutatásalapú tanulás esete a magyar valósággal **338**
Z. Orosz Gábor, Kiss Tivadar, Németh Veronika: Projektmódszer a kémiaoktatásban **342**
Balázs Katalin: Nem mind arany, ami fénylik. A *Fémek* témakör tanítása kooperatív és egyéb technikák alkalmazásával **347**
Dobóné Tarai Éva, Sarka Lajos, Tóth Zoltán: Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben **353**
Főző Attila László: Mobileszközök a kémiaoktatásban **358**
Könyvismertetés
Dávid Ágnes: Nemcsak tanítani, hanem élményt adni, kedvet csiholni, kitartásra és kritikai szemléletre, önismeretre nevelni *(Szalay Luca (szerk.): A kémiatanítás módszertana)* **361**
Dobóné Tarai Éva: Kutatási eredményekre épülő kémiaoktatás *(Tóth Zoltán: Korszerű kémia tantárgy-pedagógia. Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között)* **362**
Ludányi Lajos: A jó tanár (is) holtig tanul *(Bohdaneczky Lászlóné, Sarka Lajos és Tóth Zoltán: Kémiatanárok szakmódszertani továbbképzése)* **363**

Címlap:
Mi történik itt? [Fontos Marcell (Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest) felvétele]

Tóth Zoltán
■ Debreceni Egyetem TTK Kémiai Intézet, Debrecen

A tanulók kémiai gondolkodásának néhány jellemzője

A kémiaoktatás – mint általában az oktatás – tele van olyan szólamokkal és kinyilatkozásokkal, amelyek alig többek a személyes véleményeknél, meggyőződéseknél, és erre alapozva készülnek tantervek, tananyagok – többnyire ezek tükröződnek a tanítás gyakorlatában is. Ahhoz, hogy erről a pontról elmozduljunk, és valóban előbbre vigyük a kémiaoktatást, ismernünk és – megfelelő kritikai értékelés után – alkalmaznunk kell(ene) a kémiaoktatás kutatásának eredményeit.

A kémiaoktatás kutatásának szaktekintélyei (pl. Norman Reid, Alex H. Johnstone, Vicente Talanquer, Keith Taber, Hans-Dieter Barke, Hans-Jürgen Schmidt, Geogios Tsaparlis, Uri Zoller, Onno de Jong) szerint annak, hogy a rengeteg kutatási eredmény ellenére sem változott lényegesen a kémia oktatásának hatékonysága és a tanulók kémiához való viszonyulása az elmúlt évtizedekben, egyik oka, hogy nem helyeztünk elég hangsúlyt és nem szereztünk elég ismeretet arra vonatkozóan, hogy hogyan is gondolkodnak a tanulók, amikor kémiát tanulnak, kémiai problémákat oldanak meg.

Primitív axiómák (p-primek) a tanulók gondolkodásában

A p-primek (fenomenologikai primitívek) olyan tapasztalatokon nyugvó naiv axiómák, melyek igazságtartalmát gondolkodás nélkül elfogadjuk [1]. A fogalmat diSessa vezette be a tanulók fizikai fogalmakkal kapcsolatos megértési problémáinak és hibás feladatmegoldásainak értelmezésére [2–4]. A p-prim nem egy tanult fogalom, hanem a mindennapi tapasztalatból levont következtetés, amely egy-egy jelenséget ír le. Amikor egy (természettudományos) problémát kell megoldanunk, akkor gyakran nyúlunk ezekhez a rövidített gondolkodási sémákhoz – nem ritkán sikerrel. A p-primek egyik nagy haszna, hogy gyors döntést, válaszadást tesznek lehetővé. Ugyanakkor, mivel gondolkodás nélkül elfogadjuk őket, számos esetben helytelen döntésre jutunk, ha nem elemezzük a megoldandó probléma finomszerkezetét. A p-primek fogalmi megértési zavarokban játszott szerepét elsősorban a fizikában tanulmányozták (pl. [2–6]), a kémia tanulásában játszott szerepükkel mindössze néhány tanulmány foglalkozik [1, 7, 8–11].

A több – az jobb/hatékonyabb

Sok mindennel úgy vagyunk, hogy ha több van belőle, az jobb, mintha kevesebb lenne. Gondoljunk például a pénzre, a tudásra, a munkaerőre, a technikai felszereltségre stb. Két tipikus példa a fizika és a kémia területéről: „Mikor lesz melegebb a víz, ha 5 percig forraljuk, vagy ha 15 percig forraljuk?" A tipikus hibás válasz: Ha 15 percig forraljuk a vizet, akkor melegebb lesz, mint ha csak 5 percig forralnánk. „Melyik erősebb bázis: a piridin vagy a pirimidin?"A tipikus hibás válasz: A pirimidin, mert abban két nitrogénatom is van. [1, 11]

A több – az nagyobb

Ha több almánk, könyvünk, ruhánk van, az nagyobb kupac alma, könyv és ruha. Ez a mindennapi tapasztalat teszi nehézzé annak belátását, hogy az atomok mérete egy perióduson belül nem nő, hanem csökken a rendszámmal. „Hogyan változik az atomok mérete a rendszámmal a periódusokban az s- és a p-mezőben?" A tipikus hibás válasz: Mivel a rendszámmal nő az atommagban található protonok száma, valamint az elektronburokban lévő elektronok száma, ezért az atomok mérete a rendszámmal nő. [1, 11]

A keményebb – stabilisabb

Számos tapasztalatunk van arról, hogy egy tárgy keménysége és stabilitása gyakran együtt járó fogalmak. Ráadásul hétköznapi értelemben a stabilitás inkább az állandóságra, a változásokkal szembeni ellenállásra vonatkozik, és nem annyira a termodinamikai stabilitásra. Kérdés: „A szén két kristályos módosulata, a gyémánt és a grafit közül melyik a stabilisabb?" A tipikus hibás válasz: A gyémánt, mivel az a legkeményebb ásványi anyag. [1, 11]

A nedves – nehezebb

Szintén hétköznapi tapasztalataink alakítják ki ezt a naiv axiómát. A nedves homok, a nedves ruha, a nedves fa valóban nehezebb, mint a száraz homok, ruha vagy fa. „Melyik a nehezebb? Az azonos térfogatú, hőmérsékletű és nyomású száraz levegő vagy nedves levegő?"A tipikus hibás válasz: Mivel a nedves levegőben víz is van, ezért az a nehezebb [1, 11–14].

A természetes – egészséges

Számos tapasztalat és különösen reklám alakítja ki bennünk ezt a naiv axiómát. Mintha az életerő-elmélet modern változatával állnánk szemben. Az élő szervezet által előállított anyagokban van valami plusz, ami a mesterséges anyagokból hiányzik. Kérdés: „Melyik az egészségesebb: a paprikából kivont C-vitamin, vagy a gyógyszergyárban szintetikusan előállított C-vitamin?" A

tipikus hibás válasz: a paprikából kivont C-vitamin, mivel az természetes anyag. [1, 11]

Az egyensúly – egyenlőség

A hétköznapi gyakorlatban gyakran egyenlőségjelet teszünk az egyensúly és az egyenlőség közé. Például a mérleg akkor van egyensúlyban, ha a serpenyőiben egyenlő tömegű anyag van. Kérdés: „Hogyan változik egy egyensúlyra vezető folyamatban a kiindulási anyagok és a termékek koncentrációja?" A tipikus hibás válasz: A kiindulási anyagok koncentrációja csökken, a termékeké nő, és egyensúlyban a koncentrációk megegyeznek [1, 11, 13–14].

A p-primeknek a kémiai fogalmakkal kapcsolatos megértési zavarokban játszott szerepéről részletesebben olvashatunk a [8–10] tanulmányokban. Egy vegyipari szakközépiskolások körében végzett hazai felmérés eredményeiből pedig [11]-ben találunk érdekes adatokat.

Implicit feltételezések

Amint arra Talanquer tanulmányában [15] rámutat, a kémiát tanuló emberek fogalmi nehézségei általában a hétköznapi módon való, a józan ész táplálta gondolkodásból erednek (lásd magyarul: [16]). Az emberek gondolkodására egyfajta naiv realizmus jellemző, amely vakon bízik az észlelésben. A társadalomtudománnyal foglalkozó kutatók számára közismert, hogy a hétköznapi megismerés számos buktatót tartalmaz [17]. Ilyenek a pontatlan megfigyelés, a túláltalánosítás, a szelektív észlelés és az illogikus okoskodás (pl. „a kivétel erősíti a szabályt").

Tapasztalati feltételezések

A józan ésszel (hétköznapi módon) gondolkodó ember értelmezőrendszerében számtalan, a körülöttünk lévő világ megtapasztalásából származó hiedelem található. Összefoglaló néven ezeket hívjuk tapasztalati feltételezéseknek.

A folytonosság annak feltételezése, hogy az anyag fokozatosan egyre kisebb részekre bontható, és ezek a részek ugyanolyan tulajdonságúak, mint maga az anyag. A folytonosság mint tapasztalati feltételezés áll az olyan tévképzetek mögött, mint például „a rézatomok vörösek, a szénatomok feketék, a kénatomok sárgák", vagy „a szilárd anyagok molekulái nehezebbek, a gázoké könnyebbek, mint a folyadékoké", vagy „a savak részecskéi szúrósak, a bázisok viszont puha, sima részecskékből állnak", illetve „hőtágulás során megnő a részecskék mérete". Sajnos, a kémia oktatásakor gyakran használt szerkezeti modellek (pálcikamodell, kalotta-modell) és számítógépes animációk megerősíthetik ezeket a tévképzeteket, hiszen azokban az atomokat szimbolizáló golyók jellemző színűek, például a szén fekete, a kén sárga. A folytonosság képzete nagyon rezisztens az oktatással szemben. Emiatt a tanulók másként használják a részecskemodellt a jelenségek leírására, értelmezésére, mint a tudósok. Ahelyett, hogy a részecskék (atomok, molekulák, ionok) egyedi tulajdonságaiból és a közöttük ható kölcsönhatásokból kiindulva értelmeznék az anyag tulajdonságait, az anyagi rendszer makroszkópos jellemzőit vetítik le az alkotó részecskékre.

Az anyagiság azt jelenti, hogy hajlamosak vagyunk az elvont fogalmaknak és folyamatoknak is anyagi természetű jellemzőket tulajdonítani. Ebből adódnak a következő tévképzetek: „a hő a folyadékokhoz hasonlóan viselkedik, pl. áramlik", „a kémiai kötések mechanikailag létező anyagi kapcsolatok", vagy „az égéshő benne van az éghető anyagban".

A lényegiség szerint az anyagok rendelkeznek tőlük elidegeníthetetlen tulajdonságokkal, melyek akkor is megmaradnak, ha az anyag megváltozik. A józan ésszel gondolkodó diák ezért gyakran azt hiszi, hogy az elemek megtartják alapvető tulajdonságaikat vegyületeikben is. Például „a rozsda nem más, mint a vas egyik típusa", „az ezüst-nitrát nem reagál sósavval, mert az ezüst sem lép reakcióba a sósavval".

Az ok-okozatiság annak hite, hogy bármilyen változás valamilyen külső beavatkozás eredménye, így például a kémiai reakciókat aktív ágensek okozzák passzív ágenseken. Az ehhez kapcsolható legfontosabb tévképzetek: „ha egy sav megtámad egy fémet, akkor a fém megváltozik, de a sav változatlan marad", „a katalizátor nem vesz részt a reakcióban, puszta jelenlétével gyorsítja meg azt", vagy „az egymással reakcióba lépő anyagok nem egyenértékűek, például égés során az éghető anyag fontosabb, mint az oxigén". Azt a helytelen nézetet, hogy egy kémiai reakcióban az egymással reagáló anyagok nem egyenértékűek (vannak köztük fontosabbak és kevésbé fontosak), a szerves kémiában gyakran használatos reakcióegyenlet-írás is megerősíti.

A teleológia szerint, ha egy változásban nem tudjuk megadni a változást okozó reagenst, akkor feltételezzük, hogy a folyamatok valamilyen cél megvalósítása vagy szükségletek kielégítése miatt mennek végbe. Az ebből fakadó tévképzetek például: „az atomok vegyüléskor nemesgáz-szerkezetre törekszenek", „a rendszer mindig kitér a külső hatás elől", vagy „az anyagok azért lépnek reakcióba, hogy az energiájukat minimálisra csökkentsék". A nemesgáz-szerkezetre „törekvés" elve jó magyarázó keret lehet a második periódusbeli elemek reakciójának értelmezésére. Túlzott hangsúlyozása vezet például ahhoz, hogy még az egyetemi tanulmányaik végén járó kémiatanár szakos hallgatók többsége szerint is a gázállapotú nátriumion stabilisabb, mint a gázállapotú nátriumatom, „mivel a nátriumionnak nemesgáz-szerkezete van".

Reflexgondolkodások

Ugyancsak a hétköznapi tapasztalatok alakítják ki azokat a gondolkodási sémáinkat, amelyekkel a körülöttünk lévő világ jelenségeit értelmezzük. A reflexgondolkodások vagy más néven a józan ész heurisztikái olyan rövidített gondolkodási sémák, amelyeket gyakran alkalmazunk információk közötti keresgélésben és kiválasztásban, valamint a gyors döntéshozatalban.

Az asszociáció azt jelenti, hogy mindennapos asszociációk alapján megalkotott szabályokat alkalmazunk a folyamatok kimenetelének jóslására. Ilyen például: „sav és bázis reakciója semleges oldatot eredményez".

A redukció a fogalmak és jelenségek leegyszerűsítése annak érdekében, hogy minél kevesebb tényezőt kelljen figyelembe venni. A redukció eredménye például a következő néhány tévképzet: „az atom méretét az elektronok száma határozza meg", „az atomban a protonok száma megegyezik a neutronok számával", vagy „az aromás szénhidrogének általános képlete: C_nH_n, mivel a benzol képlete C_6H_6".

A leragadás azt jelenti, hogy bizonyos elveket, stratégiákat és értelmezéseket automatikusan alkalmazunk anélkül, hogy a probléma természetének sajátosságaira tekintettel lennénk. A leragadás figyelhető meg a következő tévképzetekben: „minden vegyület molekulákból áll", „a sósav mindig erős savként viselkedik", „galvánelemet csak két különböző fémből és elektrolitból

készíthetünk", vagy „bármely reakció sebességi egyenlete felírható a reakcióegyenlet alapján."

A lineáris sorrendiség szerint bármely rendszer változásait események lineáris soraként értelmezhetjük. Az ebből fakadó tévképzetek: „Egy többlépéses reakcióban a megelőző lépésnek teljesen be kell fejeződnie ahhoz, hogy a következő lépés elkezdődjön", vagy „az egyensúlyra vezető folyamatokban az átalakulás befejeződése után indul meg a termékek visszaalakulása".

A reflexgondolkodás finomszerkezetét vizsgálta Maeyer és Talanquer az ún. sorbaállításos feladatok esetén [18]. (Három vagy több anyagot kell sorba állítani bizonyos tulajdonság alapján.) A vizsgálatban résztvevők leggyakrabban a következő heurisztikákat használták:

Ismertség. A vizsgált anyagok közül a legismertebb kerül a sor végére vagy elejére. Például a MgO, NaBr és NaCl közül a legismertebb NaCl-ot tették a tanulók az oldhatósági sor elejére. Vagy a H_2S, HBr és HCl savi erősségének összehasonlításakor az ismertebb HCl-t tartották a legerősebb savnak.

Reprezentativitás. Annak felismerése, hogy egy ismeretlen anyag képletében, felépítésében nagyon hasonlít egy ismert anyaghoz. Az előző példáknál maradva az oldhatósági sor második tagja az ismert NaCl-hez nagyon hasonló képletű – a tanulók számára – ismeretlen NaBr lesz, vagy a savi erősségi sorban az ismert HCl után a hozzá hasonló képletű ismeretlen HBr következik.

Egyszempontú döntés. Két anyag tulajdonságainak megítélésekor valamilyen önkényes szempont kiválasztása. Például az MgO azért oldódik jobban vízben, mint a BaO, mert a magnéziumatom kisebb, vagy a periódusos rendszerben közelebb van a vízmolekula alkotó atomjaihoz, az oxigénatomhoz és a hidrogénatomhoz.

Önkényes tendenciaalapú heurisztika. A relatív tulajdonság megállapításának alapja a két anyag felépítésében található eltérő atomok periódusos rendszerben elfoglalt helye. A klór felette van a brómnak, ezért a NaCl jobban oldódik vízben, mint a NaBr. A magnézium felette van a báriumnak, ezért a MgO jobban oldódik vízben, mint a BaO.

Különbségek a kezdők és a szakértők gondolkodásában

Talanquer újabb munkáiban a tanulók implicit feltételezéseit hasonlítja össze a kezdők és a szakértők esetében [19]. Megállapítása szerint általában jellemző, hogy a kezdők a felszíni hasonlóságokra figyelnek, míg a szakértők a szerkezeti hasonlóságra helyezik a hangsúlyt az anyagi rendszerek felépítésének értelmezésekor. Az anyag folytonosságára vonatkozó naiv szemlélet a kezdőkre gyakran jellemző „granulátum- és beágyazásos" modelleken keresztül jut el a szakértők részecskeszemléletéig, amelyben már a vákuum elfogadása is szerepel.

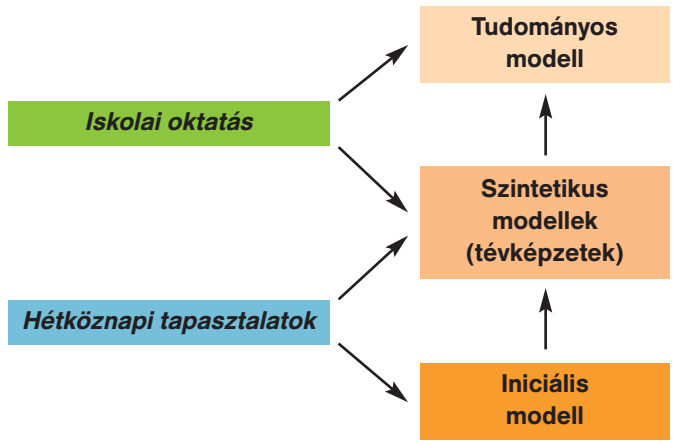
Az anyagokat felépítő részecskék és azok tulajdonságai tekintetében a kezdőkre a tulajdonságok additivitásának sémája jellemző [20]. Egy empirikus vizsgálatban a kezdők arra a kérdésre, hogy milyen színű lesz az az anyag, amely egy kék és egy sárga színű anyag reakciójában keletkezik, 90%-ban a zöld színt jelölték meg, amennyiben a képződött anyag részecskéje egyforma számban tartalmazta a két kiindulási anyag részecskéit. A keletkező szín azonban nemcsak a kiindulási anyagok színétől függ – a tanulók szerint –, hanem attól is, hogy melyik színű anyagból épül be több részecske a termékbe, illetve, melyik színű anyag részecskéi a nagyobb méretűek. Hasonló eredményeket kaptak, ha az anyagok szagát vagy ízét vizsgálták a felmérés során.

Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás a kémia tanulása során

A fogalmi fejlődés a fogalmi rendszer mennyiségi bővülése, gyarapodása. A fogalmi váltás viszont minőségi változás, a kognitív struktúrában alapvető, új kapcsolatok kialakulásával, régi kapcsolatok gyengülésével járó folyamat. Piaget szóhasználatával élve a fogalmi fejlődés az új információk asszimilációját, a fogalmi váltás a fogalmi rendszer átszerveződését, akkomodációját eredményezi [21].

Kezdetben azt hitték, a fogalmi váltás azt jelenti, hogy a régi ismeretet lecseréli az új ismeret. Ma már inkább az a nézet az elfogadottabb, hogy a régi és az új ismeret sajátos együttélése (szimbiózisa) valósul meg, és a kontextustól (is) függ, hogy mikor, melyik aktivizálódik. A fogalmi váltásnak igen széles körű a tudományos irodalma. Ezek viszonylag részletes áttekintése olvasható Korom [22] és Dobóné [23] monográfiájában.

Az ún. természetes fogalmakkal kapcsolatos fogalmi fejlődés és fogalmi váltás általános sémáját mutatja be az **1. ábra.** Az ilyen fogalmakkal kapcsolatban a tanulók általában már rendelkeznek egy naiv értelmező kerettel még azelőtt, mielőtt bekerülnének a szervezett oktatásba. A mindennapi tapasztalatokon alapuló iniciális modellek kerülnek szembe az iskolai oktatás során megismert tudományos modellekkel. Ezek keveredése eredményezi a szintetikus modelleket, amelyek általában tévképzeteket tartalmaznak.



1. ábra. A fogalmi fejlődés és fogalmi váltás általános sémája

A következőkben néhány konkrét kémiai példán keresztül mutatjuk be a fogalmi fejlődés és fogalmi váltás jellemzőit.

Az anyag szerkezete

Az anyag szerkezetére vonatkozó modellek esetében ez a fogalmi fejlődés a következő főbb állomásokon halad keresztül [24]:

1) Iniciális modell: Az anyag folytonos, nem részecskékből áll.
2) Szintetikus modell: A folytonos anyagban részecskék (cseppek, szemcsék) találhatók („granulátum-modell").
3) Szintetikus modell: A folytonos anyagban kémiai részecskék (atomok, molekulák, ionok) vannak („beágyazásos modell").
4) Szintetikus modell: Az anyag kémiai részecskékből (atomokból, molekulákból, ionokból) áll, és ezeknek a részecskéknek ugyanolyan tulajdonsága van, mint az anyagnak.
5) Tudományos modell: Az anyag kémiai részecskékből (atomokból, molekulákból, ionokból) épül fel, és az anyag tu-

lajdonságait a részecskék egyedi tulajdonságai és a részecskék közötti kölcsönhatás együttesen határozza meg.

Megfelelően megválasztott feladatok segítségével feltárhatjuk tanulóink részecskemodellel kapcsolatos nézeteit. Általános iskolások esetén alkalmazható a következő feladat: „Egy gázzal töltött, zárt lombikból a gáz felét kiszivattyúzzuk. Rajzold le, hogyan képzeled el a gázt a lombikban a szivattyúzás előtt és után!" [25–26] Középiskolások és egyetemisták tesztelésére a következő feladatot ajánljuk: „Azonos hőmérsékletű, nyomású és térfogatú száraz vagy vízgőzzel telített levegőben van-e több molekula? Melyik a nehezebb? Válaszát röviden indokolja meg!" [12–14].

Az oldódás

A cukor és a só oldódásával kapcsolatos gyermeki magyarázatok elemi szintjét jelentik a nem-megmaradás típusú értelmezések: „a vízbe tett kockacukor eltűnik, semmivé válik". Számos esetben megfigyelhető az anyag és a tulajdonság szétválasztása: „a cukor eltűnt, de az íze ott maradt". A fogalmi fejlődés magasabb szintjét jelenti a „vízzé válik, folyadékká válik" típusú értelmezés, hiszen ebben már tükröződik az anyagmegmaradás törvénye. Később megjelennek az oldandó anyag változását leíró kifejezések: „szétrombolódik, széttörik, megolvad". Ezek még mindig a folytonos anyagképpel összefüggésbe hozható kifejezések. A „megolvad" még azután is megmaradhat – elsősorban a mindennapi nyelvhasználat hatására –, amikor már a tanuló tudja részecskeszinten is értelmezni az oldást. Azt a tapasztalati tényt, hogy a legtöbb szilárd anyagból több oldható fel meleg vízben, mint hidegben, gyakran szintén az olvadással hozzák kapcsolatba: „a forró víz megolvasztja a cukrot". A részecskeszemlélet megjelenésének első jele a „láthatatlan szemcsékre esik szét" megfogalmazás. Nagyon fontos látnunk, hogy amikor a tanulók részecskékről beszélnek, akkor általában a szilárd anyag kis darabjaira gondolnak, nem pedig az azokat alkotó kémiai részecskékre (ionokra, molekulákra). A mindennapi tapasztalat alapján kialakult folytonos anyagkép és a részecskemodell keveredéséből a következő fontosabb szintetikus modellek jöhetnek létre:

1) a részecskék a folytonos anyagban találhatók („a cukorból kioldódott az az anyag, ami édessé teszi");
2) a részecskéknek makroszkópos tulajdonságuk van („a cukor elolvadt, és a részecskéi édesek", „édes atomok vannak benne", „a cukor részecskéi folyékonnyá váltak").

A részecskeszemléletű válaszok először 5–6. osztályban fordulnak elő. Bár megfogalmazásai eléggé pontatlanok, az oldódás lényegi megértése tükröződik bennük: „a gyorsan mozgó vízmolekulák felbontják a cukor kötéseit", „a cukor nedvesség hatására molekulákra bomlik". [23, 27]

Az égés

Bár a tanulók bőséges tapasztalattal rendelkeznek az égésről, a folyamat megértése, helyes értelmezése – a fogalmi rendszerben elfoglalt magas pozíciója miatt – nagyon nehéz. A tanulók kezdetben az égés értelmezésére alapvetően háromféle modellt használnak.

a) Az egyik modell szerint a szilárd anyagok (fa, gyertya, magnézium) égését halmazállapot-változásként értelmezik.
b) A másik, ún. transzmutációs modellnek az a lényege, hogy egy „nem éghető" anyag (pl. magnézium) égés során egy olyan ismert „éghető" anyaggá (pl. szénné) alakul át, amelynek égése a hétköznapi tapasztalatokkal összeegyeztethető.
c) Az „összeragadás"-elmélet szerint az éghető anyag több alkotórészből áll, amelyek kezdetben össze vannak ragadva és az égés során egyszerűen szétválnak egymástól. Az égés tehát nem anyagok kölcsönhatása, hanem összeragasztott alkotórészek szétválása [28–29].

Egy német vizsgálat [30] szerint még a 9. osztályos tanulók egy része is hasonló modell alapján értelmezi a magnézium égését. Az égéssel kapcsolatos fogalmi fejlődés legfontosabb állomásai a következők:

1) Az égés mindig tömegcsökkenéssel jár.
2) Az égéshez levegő (oxigén) szükséges.
3) Az égés járhat tömegnövekedéssel is.
4) Égés nemcsak oxigénben lehetséges. [31]

Az ózonréteg és az ózonlyuk

Ezen természetessé vált tudományos fogalmakkal kapcsolatos fogalmi fejlődés állomásait egy kanadai vizsgálat során állapították meg [32].

1) Az első szint, a kisgyermekek fogalmi szintje, az ún. geológiai-fizikai modell. Ennek az a lényege, hogy az ózonréteget közvetlenül a föld felszínén képzelik el a gyerekek, az ózonlyukat pedig mint fizikailag létező lyukat.
2) Az iskolások jellemző modellje az ún. atmoszférikus-fizikai modell. Ők már tudják, hogy az ózonréteg a légkör külső részén helyezkedik el, de az ózonlyukat még mindig fizikailag létező lyuknak tekintik (pl. egy űrhajó, vagy egy meteorit átszakította az ózonréteget).
3) A középiskolások és főiskolások egyik jellemző modellje az atmoszférikus-szennyező modell. Ennek értelmében az ózonlyuk azért jön létre, mert a légkörbe kerülő szennyezések elbontják az ózont.
4) A tudományosan helytálló modell az ún. atmoszférikus-kémiai modell. Ennek értelmében az ózonréteg vastagságának csökkenése azért jön létre, mert a légkörbe kerülő bizonyos szennyező anyagok (pl. freonok) elbontják az ózont.

Köszönetnyilvánítás. A tanulmány alapjául szolgáló kutatások egy részét az OTKA (K 105262) támogatta.

IRODALOM

[1] Tóth Z. (2013): Janus-arcú axiómáink: a p-primek. Középiskolai Kémiai Lapok, 40 (4), 297–304.
[2] di Sessa, A. A. (1983): Phenomenology and the evolution of intuition. http://edutech.csun.edu/eduwiki/index.php/DiSessa,_1983 (utolsó látogatás: 2015. július 15.)
[3] di Sessa, A. A. (1993): Towards an epistemology of physics. Cognition and Instruction, 10 (2–3), 105–225.
[4] di Sessa, A. A. (1988): Knowledge in pieces. In: G. Forman and P. Pufall (Eds.), Constructivism in the Computer Age. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 49–70.
[5] Masson, S., Legendre, M. F. (2008): Effects of using historical microworlds on conceptual change: A p-prim analysis. International Journal of Environmental and Science Education, 3 (3), 115–130.
[6] Hammer, D. (1996): Misconceptions or p-primes: How may alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions? The Journal of the Learning Sciences, 5 (2), 97–127.
[7] Taber, K. S. (2008): Conceptual resources for learning science: issues of transience and grain-size in cognition and cognitive structure. International Journal of Science Education, 30 (8), 1027–1053.
[8] Tóth Z. (2015): Korszerű kémia tantárgy-pedagógia. Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között. (Szaktárnet-könyvek 5.) Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tantargypedagogia.pdf (2016. 08. 17.)
[9] Tóth Z. (2015): A fogalmi megértés problémája a kémiában. In: Bohdaneczky L-né, Sarka L. és Tóth Zoltán (2015): Kémiatanárok szakmódszertani továbbképzése. (Szaktárnet-könyvek 13.) Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. 5–22. http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/kemiatanarok_szakm_tovabbk.pdf (2016. 08. 16)

[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_modszertana_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 constaints 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 senzory 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. Ezeken belül az elméleti háttér kutatásáról szóló beszámolókon kívül egészen konkrét, apró részletekbe menően kidolgozott foglalkozástervek is találhatók (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 módszerek 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 vizsgákon jó eredményeket érhessenek el. Márpedig ha a vizsgakövetelmények (és főként a konkrét, megoldandó feladatok) nem, vagy csak nyomokban kérik számon valamely (egyébként a tanárok által is hasznosnak tartott) képesség fejlődését, akkor (érthető módon) ennek fejlesztésére kevesebb időt szánnak.

Hogyan lehetne tehát a realitás talaján maradva 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 követelmény*ként 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-alkohol-tartalmú 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 megválaszolandó) kérdés a feladatlapon úgy hangzik, hogy minimum milyen alkoholtartalmú rumot érdemes vásárolni a Gundel-palacsinta csokiszószához, hogy az meggyújtható legyen, ha a csokiszósz térfogatának fele a rum. A kísérletek elvégzése előtt természetesen meg kell beszélni a tanulókkal 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 homoktál 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 Projekt[1] megvalósításakor alkalmaztak. A team-munka pedig manapság már az élet más területein is általánosan elterjedt, tehát 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 gyújtják meg, és úgy öntik rá a szószra). A kísérlet többféle életkorban is elvégeztethető, és a kémia-tananyag számos részéhez kapcsolható. Általános iskolában először az oldatok összetételének tanításakor, a (térfogat)százalékos összetételre vonatkozó számítások tehetők így érdekesebbé, vagy alkalmazható az élelmiszer-kémián 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 megkérhetők.

Szappanfőzés (Krúdy Gy. Szakközépiskola, Szeged, 2008)

A fentebb leírt és még kilenc másik, kutatásalapú tanulási módszert 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 Géniusz Kiemelt Projekt[2] és a Tehetséghidak Projekt[3] 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 részén[5] található, a TÁMOP 4.1.2.B.2-13/1-2013-0007, „Országos koordinációval a pedagógusképzés megújításáért” című projekt[6] 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 köthetők az általános iskolában, illetve a középiskolában. A fönt 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 támogatást[7] ahhoz, hogy 24 gyakorló kémiatanár és 5 egyetemi oktató közösen fejleszthessen további feladatlapokat, és empirikus kutatást is végezhessünk 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-szakmodszertani-csoport (2016. 07. 02.)
[6] http://tamop412b.elte.hu/ (2016. 07. 02.)
[7] http://mta.hu/mta_hirei/kihirdettek-az-mta-szakmodszertani-palyazatanak-nyertesei-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 forrásmunkák (kész, de szerkeszthető feladatlapok)
1.	*Általános iskolában:* oldatok, oldódás, „hasonló a hasonlóban oldódik jól” elv, sűrűség *Középiskolában:* poláris/apoláris molekulák, rácstípusok, folyadékok, oldhatóság *Belső/külső koncentráció:* 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-szerkeszthetо-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt)
2.	*Általános iskolában:* anyagmennyiség, elegyek összetétele *Középiskolában:* másodlagos kölcsönhatások, felületi feszültség, víz, alkohol, térfogatkontrakció, mérési hiba *Belső/külső koncentráció:* 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.	*Általános iskolában:* fémek aktivitási (redukáló) sora, redoxi reakciók értelmezése oxigénátmenet alapján, fémkohászat, korrózió. *Középiskolában:* standardpotenciál, redoxireakciók értelmezése elektronátmenet alapján, az önként végbemenő redoxi-reakciók iránya, aktív és passzív korrózióvédelem *Belső/külső koncentráció:* 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 acéltepsiben 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.	*Általános iskolában:* C-vitamin, egészséges táplálkozás, Szent-Györgyi Albert, jód+keményítő *Középiskolában:* aszkorbinsav, oxidációs szám változása alapján rendezett redoxireakció, párosítatlan elektron, gyök *Belső/külső koncentráció:* kvantitatív 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 természettudományok (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap2.html) 3.6. Mennyi C-vitamin van a narancsban? [18]

5.	*Általános iskolában:* vízkeménység, vízlágyítás, csapadék, oldékonyság, szappanok, kettős oldékonyságú részecskék, foszfátmentes mosószer-*Középiskolában:* alkáli- és alkáliföldfémek vegyületei, oldhatóság, amfipatikus részecskék, szappanok működése *Belső/külső koncentráció:* ioncsere, eutrofizáció	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.	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]
6.	*Általános iskolában:* pH mint egyszerű, a kémhatást mutató számskála, a háztartásban előforduló anyagok kémhatása, indikátor *Középiskolában:* összefüggés a pH és az oxóniumion koncentrációja között, a pH mint logaritmikus számskála, természetes indikátorok, hígítás *Belső/külső koncentráció:* növényi nedvek pH-ja	A tanulók megismerkednek a vöröskáposztalé és/vagy az univerzál indikátor különféle kémhatású közegekben mutatott színeivel. Ezután készíteniük kell egy pH-skálát 0,1 mol/dm^3 koncentrációjú HCl-oldat, valamint 0,1 mol/dm^3 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 szódabikarbóna-oldat pH-ját.	Győre Henriette: Kékszilva: a gyümölcs, ami piros, amikor zöld (http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html) Egyszerűsített változatban: Tehetséggondozó kémiaszakkörre tervezett feladatsorok (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-oraterv-kemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkeszthetо-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt)
7.	*Általános iskolában:* élelmiszereink kémiája, fehérjék, szénhidrátok *Középiskolában:* peptidek és fehérjék denaturációja, *Belső/külső koncentráció:* élesztőgomba optimális szaporodási körülményei	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).	Szakács Erzsébet „A jó kelt tészta titka" (http://ttomc.elte.hu/kiadvany/22-oraterv-kemia-es-kornyezettan-tanitasahoz-szerkeszthetо-formaban-19-word-fajl-es-11-ppt)

IRODALOM

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

[2] Csapó B., Csíkos Cs., Korom E. (2016): Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban: 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. F, 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., Krzeczkowska, M., Odrowąz, 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., Perjés 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_jo_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 Educ*ation, 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_altalanos_iskolakban_0.pdf) (2016. 07. 02.)

Z. Orosz Gábor[1] – Kiss Tivadar[2] – Németh Veronika[3]

[1] SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged

[2] SZTE GYTK Farmakognóziai Intézet, Szeged

[3] SZTE TTIK Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék; SZTE Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szeged

Projektmódszer a kémiaoktatásban

Bevezetés

Munkánk célja az volt, hogy áttekintsük a projektmódszer alkalmazásának lehetőségeit a hazai kémiaoktatásban. Elsősorban arra voltunk kíváncsiak, hogy a gyakorló pedagógusok tanórai munkájukba be tudják-e építeni és hatékonynak találják-e ezt a módszert. Ennek érdekében igyekeztünk összegyűjteni az utóbbi tíz–tizenöt év hazai neveléstudományi, módszertani szakirodalmában megjelent publikációkat, illetve kérdőíves adatgyűjtést is végeztünk. Nem vállalkozhattunk azonban a módszer részletes elemzésére, hiszen az érdeklődő kollégák számára sok, haszonnal forgatható mű áll rendelkezésre [1–2]. Terjedelmi okok miatt nem térünk ki a kutatási projektekre, a kerettantervek és tankönyvek elemzésére, továbbá a nemzetközi projektekre sem.

A projektmódszer

Zavar a fogalmak körül

A fogalmak előzetes körbejárását (és nem tisztázását) azért tartjuk szükségesnek, mert mind a nemzetközi, mind a hazai szóhasználat többféle. A Pedagógiai Lexikon 1997-es szócikke [3] a következőképpen definiálja a fogalmat: a projekt témaegység, feladatterv, olyan komplex feladat, melynek a középpontjában egy gyakorlati természetű probléma áll. *Knausz* a módszert az alternatív oktatási stratégiákhoz sorolja [4], *Falus* viszont a didaktikai módszerek közé: „A projektmódszer a tanulók érdeklődésére, a tanárok és a diákok közös tevékenységére építő módszer, amely a megismerési folyamatot projektek sorozataként szervezi meg.” [5]

Később került be szóhasználatunkba a projektpedagógia kifejezés [6], mintegy kifejezve azt, hogy jóval többről van szó, mint módszerről.

A csoportmunka viszont nem oktatási stratégia, nem is módszer, hanem szervezési mód/munkaforma [7], amelyet többféle oktatási módszer alkalmazhat.

A „projekt” kifejezés – mint tématerv vagy feladategység – annyira elterjedt a hétköznapokban, hogy tanítási gyakorlatunkban nagyon sokszor használjuk, akkor is, amikor nem a projektmódszerre gondolunk. A kooperatív oktatási módszert gyakran tituláljuk projektmódszernek, annak ellenére, hogy az utóbbi kritériumainak többnyire nem tudunk megfelelni, bár mindkét módszer alkalmazza a csoportmunkát, mint tanulásszervezési módot. Csak akkor beszélhetünk projektmódszerről, ha az megfelel az **1. táblázatban** feltüntetett kritériumoknak, melyeket *Dunker és Götz* a szakirodalom áttekintése után fogalmaztak meg [2].

Melyek a projektmódszer ismérvei?

Mivel mind a 11 kritériumot (lásd később az **1. táblázatban**) a hazai kémiaoktatásban nagyon ritkán tudjuk érvényesíteni, ezért inkább projektszerű, projektorientált oktatásról kellene beszélnünk. Az általunk áttekintett hazai példákban főleg az első pont (a témát a tanulók választják ki) érvényesülése nagyon kérdéses, hiszen a központi kerettantervhez igazodni kell, így a témát többnyire a pedagógus határozza meg. Kompromisszumos megoldásként a főtéma meghatározása után a kidolgozandó téma kiválasztása már történhet ötletrohammal [8]. A B típusú kémia kerettantervek [9] is úgy fogalmaznak, hogy a „NAT által előírt projektek és tanulmányi kirándulások konkrét témájának és a megvalósítás módjának megválasztása a tanár feladata…”. A 11 ponton felül még az is elvárás, hogy a projekt szellemi vagy tárgyi produktummal záruljon, amit a tanulóknak be kell mutatniuk.

A projektmódszer igényli a tanításhoz való másfajta hozzáállást. A módszer a tanulók aktív tanulását hangsúlyozza, mely a konstruktivista pedagógia egyik alapeleme. Az ismeretek szisztematikus összerakása helyett egy komplex problémából indulunk ki, és a tudásrendszer gazdagításával jutunk el pedagógiai céljaink teljesítéséhez [10–11]. A folyamat során egy problémát használunk fel arra, hogy a szükséges ismereteket átadjuk [12]. A tanulási környezet is változik, egy hagyományos frontális dominanciájú tanóráéhoz képest [13], hiszen a diákok számára biztosítani kell, hogy meg tudják szervezni saját tanulási folyamatukat, rendelkezésre álljanak számukra a megfelelő eszközök és források [14].

Miért kellett újra felfedezni a projektmódszert?

Egy közel százéves módszerről van szó, mely az Egyesült Államokban született a hagyományos oktatás kritikájaként. Hazánkban a ’80-as évekig szinte ismeretlen maradt, majd a kibontakozó környezeti nevelésnek köszönhetően nálunk is megjelent, de mind a mai napig nehezen terjed, pedig az eltelt évtizedekben a világ nagyot változott: a tudománycentrikusság helyett a társadalomorientált oktatás igénye fogalmazódott meg. Ne a tudomány mondja meg, hogy mi a fontos a gyermek számára, hanem az élet szükségletei [11]!

A projektmódszernek kiemelt jelentősége van az élethosszig tartó tanulás feltételeinek megteremtésében. Több tanulmányban olvasható, hogy fejleszti a nyelvi és kommunikációs készségeket [15–17], a problémamegoldást [18], a kritikai gondolkodást [19] és a tudatos tanulást [20]. A módszer segítségével a tanulók mélyebb megértésre tehetnek szert, illetve kevesebb az esélye a tévképzetek kialakulásának és fennmaradásának [21], ami a kémia tantárgy esetén egyébként meglehetősen gyakori jelenség.

Jelenleg a magyar kémiaoktatás a „sokat markol, keveset fog” népi bölcsesség szerint működik. *Réffy* 2005-ben a felsőoktatás-

ra vonatkozóan már megfogalmazta azt, hogy egy minimális alapvető ismeretanyag elsajátítása és „a szilárd alapok lerakása után egy-egy szűkebb területet, problémakört mintegy modellként alkalmazva lehet szemléltetni, hogyan lehet az alapismeretekre építve az adott területen az ismereteket bővíteni (egyre táguló koncentrikus körökben), problémákat felismerni, megoldani. A hallgatók problémafelismerő és -megoldó készségét kell tehát fejleszteni" [22]. A középiskolákban is a tananyaggal való bánás módját, a következtetések levonását, az önálló ismeretszerzés technikáit kellene a gyerekekkel gyakoroltatni, ahelyett, hogy szakadatlanul csak töltjük fejükbe az ismereteket, amelyekkel döntő többségük nem is tud mit kezdeni.

A projektmódszer alkalmas a differenciált foglalkoztatás megvalósítására a tehetséggondozásra, a felzárkóztatásra és az esélyegyenlőtlenségek csökkentésére is [23].

Projektek kémiaórán

A projektmódszer nehezen illeszthető a hagyományos tanórai, illetve iskolai keretek közé. A témaválasztás is elsősorban a szűken vett tananyaghoz, a tankönyvben szereplő ismeretekhez kapcsolódik. Gyakorlatilag nincs, nem is lehet két egyforma projekt, hiszen a gyerekek más és más ötleteket visznek bele. A módszer lényegéből fakadóan nem állhatunk a gyerekek elé kész projekttervekkel.

Balogh a projektmódszerrel történő tanítás eredményeit veti össze a hagyományos tanítással. A program összetett, kontrollcsoportos pedagógiai kísérletként zajlott hat 7. osztályban az „Anyagok és változások" témakörben. Az eredmények tekintetében látványos eltérés mutatkozott a két részmintában. A projektmódszer teljesítménynövelő hatása megállapítható, emellett a szaktárgyi attitűd is javult. A tanulók 85%-a eredményesebb vagy sokkal eredményesebb ismeretszerzési formának ítélte a projektmódszert a hagyományossal szemben [24].

Hamarné a projektmódszer hatékonyságát három különböző mintán, hátrányos helyzetű 8. osztályos tanulók körében mérte. A fejlesztő kísérlet elő- és utóméréssel, kontrollcsoportok bevonásával történt. A szerző statisztikai vizsgálatokkal már az első évben igazolni tudta a gyengébb képességű tanulók felzárkózását, tanulási motivációjuk erősödését [25].

Kovácsné „Evés-Ivás" címmel egy szerves kémiai tárgyú projekttípusú programot mutat be, melyben a zsírok, fehérjék, szénhidrátok feldolgozását írja le. Bár a főtéma a tanártól származott, a részterületek meghatározása a tanulói kérdések csoportosítása alapján történt. A tanulók többségétől pozitív visszajelzés érkezett, de néhányan jelezték, hogy a megszokott módszerekkel hatékonyabban sajátították el a kémiai ismereteket. A lelkiismeretesebbek pedig úgy érezték, hogy megnövekedtek a feladataik, több időt fordítottak az órára való készülésre [26].

Hasonló véleményről számol be *Fernandes* is egyetemisták körében végzett felmérése kapcsán. A hallgatók között akadtak olyanok, akik úgy vélték, hogy a projektmódszer során sokkal több energiát kell befektetniük. A szerző ezt azzal magyarázza, hogy a diákok egy része felszínesen tanul és csak az osztályzatokra koncentrál. Számukra a nagyfokú tanulói aktivitást igénylő módszerek tehernek számítanak, így előnyben részesítik azokat a módszereket, ahol az ismereteket készen kapják [19].

Radnóti három, kémiával kapcsolatos, feldolgozásra ajánlott projekt szerkezetét írja le, ad háttér-információkat, sorra veszi a fejleszthető kompetenciákat, és értékelési szempontokat fogalmaz meg [27]. A projekt kapcsolatrendszerét, komplexitását *Hegedűs* pókábráinak segítségével szemlélteti [6]. Mindhárom projekt két részből tevődik össze. Az első részben a gyerekek a kémia ismeretanyagát dolgozzák fel csoportokban, kijelölt feladatok segítségével, majd erről beszámolót tartanak. A projektek második része az érdeklődés szerinti differenciálásra ad lehetőséget tanórán kívül végzett gyűjtőmunka formájában.

Victor „A gyertya" című projektje egy égő gyertya kapcsán mutatja be, hogyan szerezhetünk komplex ismereteket változatos tanulói munkaformák alkalmazásával, melyekben már helyet kapnak a kutatásalapú tanulás elemei is. Az értékelés módjára elsősorban az ön- és társértékelést javasolja, a reflektív gondolkodás fejlesztése érdekében [28].

Szakács többnyire témanapon, témahéten, tanórán kívüli alkalmakkor használja a projektmódszert, tanórákon pedig már évek óta a kőolaj és földgáz, illetve a szénhidrátok témakörében alkalmazza. Kiemeli, hogy a szabad témaválasztás miatt nem lehetséges a teljes tananyagot lefedni, ezért a hagyományos módszert is érvényben kell tartani [29].

A Szakiskolai Fejlesztési Program [30] nagy hangsúlyt helyezett arra, hogy elősegítse a projektmódszer élő gyakorlattá válását a programban részt vevő iskolákban. A 80 kidolgozott projekt ma is elérhető az interneten.

A projektmódszer alkalmazásának gyakorisága a hazai kémiatanításban

Az Országos Közoktatási Intézet 2002/2003-as, a tantárgyak helyzetét felmérő kérdőíves adatgyűjtésének elemzését *Fernengel* adta közre. Ötfokú skálán jelölve az egyes oktatási módszerek alkalmazásának gyakoriságát (1: soha, 5: nagyon gyakran) a projektmódszer 2,4-es átlaggyakoriságával csak a terepmunkát előzte meg az általános iskolákban. Az eredmények szerint ezeknek az iskoláknak csupán csak 21%-ában nem alkalmaznak projektmódszert. A szerző ezért megkérdőjelezi a válaszok megbízhatóságát, mert ezt az eredményt „senki nem gondolhatja komolyan". Középiskolákban még rosszabb a helyzet, az átlaggyakoriság 2,00 [31–32].

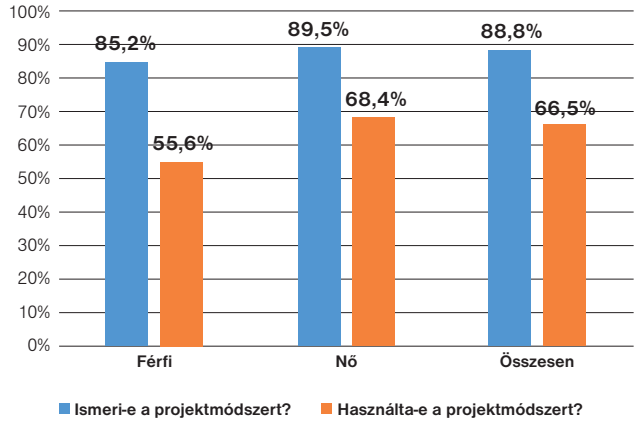
Felmérésünk eredményei

A kémiát tanító magyarországi pedagógusok körében felmérést végeztünk a projektmódszer alkalmazásáról. A felmérés online kérdőíven [33] 2016 júniusában történt. Az alternatív, szelektív, skála- és nyitott kérdések a projektmódszer ismeretére, előnyeire és hátrányaira, valamint a projektek megvalósításának körülményeire vonatkoztak. Minden válaszadás anonim módon történt. A köznevelési információs rendszer intézménykeresőjének [34] segítségével összesen 2390 általános, szak-, szakközépiskola és gimnázium kémiatanárát kerestük meg. A kérdőívet 179 válaszadó töltötte ki.

Felmérésünk eredményeiből kiderül, hogy a projektmódszert a tanárok széles körben ismerik (88,8%), azonban csak kétharmaduk alkalmazza **(1. ábra)**.

A *módszert ismerő, de nem alkalmazó pedagógusok* (N=40) fő indokként az időhiányt (70%), a túl sok előkészítő feladatot (52,5%), az anyagi források hiányát (40,0%) és a nagy létszámú osztályokat (32,5%) nevezték meg. Ezen tanárok közel fele (45,0%) a jövőben sem tervezi alkalmazni ezt a módszert.

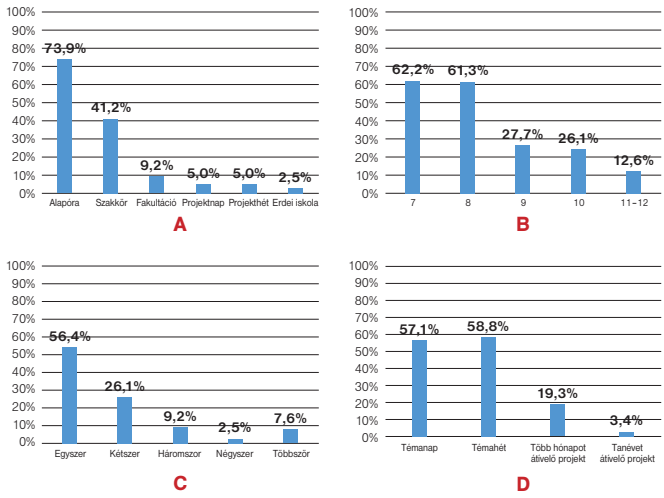
A *módszert alkalmazó pedagógusok* (N=119) csoportját különkülön vizsgáltuk a végzettség, az oktatás helyének településtípusa és az iskola típusa szerint. A főiskolai végzettségűek aránya ki-



1. ábra. A projektmódszer ismerete, alkalmazása

emelkedő (71,4%), akiknek a legnagyobb része értelemszerűen általános iskolában tanít (71,8%). A középiskolákban a projektmódszer nem örvend ekkora népszerűségnek. Településtípus szerint is tapasztalunk eltérést, leginkább a városokban (75,0%) és legkevésbé a fővárosban (55,8%) készíttetnek a tanárok projektet. A diákok munkájának értékelésére a pedagógusok formatív (51,3%), szummatív (31,9%) vagy mindkét értékelést (16,8%) alkalmazzák.

A projektkészítést a tanárok nagy része alapóra (73,9%) és szakkör (41,2%) keretében szervezte meg, leginkább az alsóbb évfolyamokban (7. évfolyam: 62,2%, 8. évfolyam: 61,3%). A projekt a felsőbb évfolyamok (9–12. évfolyam) negyedében gazdagította a módszertani sokszínűséget. Tanévenként leginkább egyszer (54,6%) vagy kétszer (26,1%) alkalmazzák, leggyakrabban témahét keretében (58,8%) (2. ábra). A foglalkozás kerete, időtartama és gyakorisága alapján valószínűsíthető, hogy a projektek kivitelezésére nagyon kevés idő állt rendelkezésre.



2. ábra. A projektoktatás alkalmazásának körülményei [foglalkozás kerete (A), évfolyam (B), tanévenkénti gyakoriság (C), foglalkozás időtartama (D)]

A projekt megvalósításába a pedagógusoknak körülbelül fele vont be más pedagógust (52,1% vagy külső szakembert (38,8%). (Az utóbbi adat azért tanulságos, mert a projektpedagógia terén régebbi hagyományokkal rendelkező angolszász országokban az iskola sokkal jobban igénybe veszi a helyi társadalom segítségét.)

A projektmódszer 11 kritériuma alapján a tanárok értékelték az általuk megvalósított foglalkozásokat. A foglalkozások „Achilles-sarka" a tanulói kezdeményezés volt, hiszen a felénél alig több (51,3%) projekt kezdődött ténylegesen ezzel a lépéssel. Hasonló arány mutatkozott a projekt céljánál is. Csupán 55,5%-a vonatkozott az iskolán kívüli helyzet megismerésére vagy megváltoztatására. A megvalósított projekteknek csupán 15,1%-a felelt meg az összes kritériumnak **(1. táblázat)**.

Projektmódszer kritériumainak való megfelelés (N=119)		
A kiindulópont a tanulók problémafelvető kérdése legyen, a tervezés közösen történjék.	61	51,3%
A cél az iskolán kívüli helyzet megismerésére vagy megváltoztatására vonatkozzék.	66	55,5%
Kidolgozása összefüggő, hosszabb időtartamra nyúljon el.	80	67,2%
A pedagógusok és a tanulók egyenrangú, ám különböző kompetenciákkal rendelkező partnerekként dolgozzanak együtt.	92	77,3%
A pedagógus vonuljon vissza stimuláló, szervező, tanácsadó funkcióba.	96	80,7%
A tanulók önállóan döntsenek, és legyenek felelősek saját döntéseikért.	101	84,9%
Interdiszciplinaritás jellemezze.	102	85,7%
Adjon módot individualizált munkára.	103	86,6%
A tanulók közötti kapcsolatok erősek, kommunikatívak legyenek.	112	94,1%
Adjon módot csoportmunkára.	114	95,8%
A projekt megoldása a tevékenységen keresztül kapcsolódjon a valóságos helyzetekhez.	115	96,6%
Minden kritériumnak megfelelt:	**18**	**15,1%**

1. táblázat. A módszer kritériumainak teljesülése

A tanárok a kitűzött pedagógiai célokat, a kerettantervi követelményekhez való kapcsolást, valamint a foglalkozások kivitelezését nagyon pozitívan ítélték meg (>92,0%).

A projektoktatás előnyeit és hátrányait a tanárok négyfokú skálán (1: egyáltalán nem jellemző, 4: nagyon jellemző) értékelték. A módszer *előnyét* felmérő állításokkal egyetértettek (válaszok átlaga 3,4). A pozitív tapasztalatok közül kiemelendő, hogy a tanulók számára a módszer élményszerűséget biztosít a megismerés során, illetve a tanulók kreativitását növeli. A módszert alkalmazó tanárok egyetértenek abban, hogy a foglalkozások időigényesek és túl sok felkészülést kívánnak a pedagógus részéről. Ugyanakkor nagy részük úgy ítéli meg, hogy nem adódnak nehézségeik a foglalkozások tananyaghoz való kapcsolása és értékelése során, a tanulók felől pedig igény mutatkozik ilyen jellegű foglalkozásra **(2. táblázat)**.

Záró gondolatok

Új feladatok a tanárképzésben

A kémia szakos tanárok neveléstudományi és tantárgy-pedagógiai képzése követi az új tanítási módszereket. A felsőoktatásból kikerülő fiatal szaktanárok módszertani képzésük során nemcsak elméleti szinten, de a gyakorlatban is találkoznak a kollektív tanulással, a kutatásalapú tanulással, projektmunkával, akár

Miben látja a projektoktatás előnyét?	1	2	3	4	Átlag
Növeli a tanulók motivációját	0,0%	4,2%	59,7%	36,1%	3,3
Növeli az önállóságot	0,0%	3,4%	53,8%	42,9%	3,4
Gyarapszik a tanulók tudása	0,0%	3,4%	64,7%	31,9%	3,3
Fejlődik a tanulók kreativitása	0,0%	0,8%	46,2%	52,9%	3,5
Élményszerűséget biztosít a megismerésben	0,0%	1,7%	37,8%	60,5%	3,6
Pozitívan hat a személyközi kapcsolatokra	0,0%	5,9%	59,7%	34,5%	3,3
A tanár más oldaláról ismerheti meg a tanítványait	0,0%	7,6%	48,7%	43,7%	3,4
Lehetőséget ad a differenciált foglalkoztatásra	0,8%	5,9%	59,7%	33,6%	3,3
Lehetőséget ad a reflektív gondolkodás gyakorlására	0,8%	5,9%	66,4%	26,9%	3,2
Mintát ad az élet összetett feladatainak megoldására	0,0%	5,0%	54,6%	40,3%	3,4

Miben látja a projektoktatás hátrányát?	1	2	3	4	Átlag
Nagyon időigényes	0,0%	5,9%	49,6%	44,5%	3,4
Nem tudom kapcsolni a tananyaghoz	33,6%	59,7%	6,7%	0,0%	1,7
A gyerekek részéről nincs kellő érdeklődés	26,9%	63,9%	9,2%	0,0%	1,8
A tanár nem kap kellő támogatást	11,8%	42,9%	34,5%	10,9%	2,4
Túl sok felkészülést kíván a tanár részéről	0,8%	11,8%	62,2%	25,2%	3,1
Nehézségeim adódnak az értékelés során	17,6%	52,9%	27,7%	1,7%	2,1

2. táblázat. A projektoktatás előnyei és hátrányai – a tanárok szerint

szakdolgozatukat is készíthetik ilyen tanítási feladat megvalósításából [35–38]. Ez azért is nagyon fontos, mert középiskolásként csak kevesen tanultak ilyen módszerekkel, nincsenek magukkal hozott mintáik. Érdekes módon azonban az újszerűnek mondott tanítási módszereket mégis inkább az idősebb tanárok használják szívesen. Ennek sok oka lehet [39], amit itt most nem tudunk elemezni.

Projektérettségi

Az új érettségi rendszer bevezetésével Magyarországon is megjelent a projektérettségi. Vannak olyan tantárgyak, ahol az írásbeli rész projektmunkával teljesíthető, a szóbeli egyik tételrésze pedig maga a projektvédés [40–41]. El kellene gondolkodni azon, hogy a középszintű kémiaérettségin is meg lehetne adni ezt a lehetőséget. Hiszen, ha úgy dönt egy kémiatanár, hogy a képességfejlesztésre nagyobb hangsúlyt helyez, akkor másféle jártasságot szereznek tanulói, ezért az lenne a méltányos, ha ebben a formában is érettségizhetnének. A közép- és emelt szinten ne csak az ismeretanyag mennyiségében legyen különbség, hanem a szemléletmódban is!

Fontos tényező a tanárok hozzáállása

A tanulásszervezés jelentős mértékű átalakítását célzó fejlesztési beavatkozások (HEFOP, TÁMOP), iskolák sokaságát ismertették meg a korszerű didaktikai módszerekkel. Ennek ellenére az empirikus kutatások és a mindennapi tapasztalatok is azt mutatják, hogy szinte nyomtalanul eltűnnek azok a pedagógiai innovációk, amelyeknek szellemiségével nem tudnak azonosulni a pedagógusok. *Fernengel* 2004-ben még azt írta, hogy a kémiatanárok zöme „kréta-kémiát” tanít, nem tud és nem is akar másként tanítani. *Radnóti* véleménye, hogy sok tanár szerint csak a kémiából versenyzőket, továbbtanulókat érdemes tanítani, „ha ezt nem is mondják ki nyíltan” [42]. *Kovácsné* szerint egyes iskolákban a módszertani kultúra lebecsült dolog, a tanár szaktárgyi tudása jelenti a minőséget [43]. *Fazekas* és *Halász* tanulmányukban ezt írják: „Nagyobb implementációs konfliktusok várhatók például akkor, ha jelentős érdekérvényesítő erővel bíró csoportot alkotnak azok a tudós tanárok, akik a kompetencia-alapú oktatáshoz kapcsolódó új pedagógusszerepek megjelenésével elvesztik szakmai státuszukat.” [44]

A kémiatanárok többsége már középiskolásként is az 1978-as tantervi reformot követően tanulta a kémiát; megszokta, megszerette, hogy minden jelenséget anyagszerkezeti alapon magyaráz meg. A megváltozott körülmények között is igyekszik ugyanazt a tananyagmennyiséget elsajátíttatni tanítványaival. Igénytelenségnek, visszalépésnek érzi, ha kevesebbet tanít. Az igényesség azonban megmutatkozhat a módszertani sokszínűségben is, változatos, tanulói aktivitásokra épülő munkaformák alkalmazásában.

Összegzés

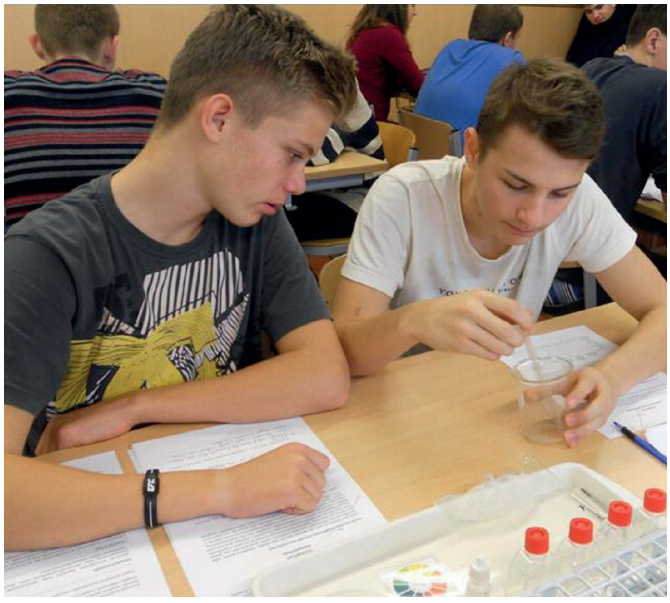
A mai magyar kémiaoktatásban a nem túl hatékony frontális módszer uralkodó helyzetben van. Mind a megtaníthatatlanul terjedelmes tananyag, mind a vizsgakövetelmények mintegy kikényszerítik a használatát, és az ettől való eltérés nagy nehézségekbe ütközik. Nem véletlen, hogy a magyar tanulók sommás véleménye szerint az iskola unalmas hely, ahol semmi érdekes nem történik, többségük kémiaórán csak a „túlélésre játszik”.

A felmérésünk alapján kirajzolódó kép némi tájékozódási lehetőséget biztosít a magyar kémiatanárok projektmódszer-ismeretével és alkalmazásával kapcsolatban. A szakirodalmi áttekintésben tárgyalt fogalomzavar a válaszokban is tetten érhető, hiszen a megvalósított projekteknek mindössze 15%-a felelt meg a projektmódszer szigorúan vett kritériumainak.

IRODALOM

[1] Hortobágyi K. (2002): Projekt kézikönyv. Budapest: Iskolafejlesztési Alapítvány.
[2] M. Nádasi M. (2010): A projektoktatás elmélete és gyakorlata. Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége.
[3] Báthory Z., Falus I. (1997): Pedagógiai lexikon. Keraban Könyvkiadó, Budapest.
[4] Knausz I. (é. n.): A tanítás mestersége. http://mek.niif.hu/01800/01817/01817.htm. (2016-05-06)
[5] Falus I. (2003): Az oktatás stratégiái és módszerei. In: Falus I. (szerk.): Didaktika – Elméleti alapok a tanítás tanulásához, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 243–296.

[6] Hegedűs G. (2002): Projektpedagógia. Kecskeméti Főiskola Tanítóképző Főiskolai Kar, Kecskemét.
[7] M. Nádasi M. (2003): Az oktatás szervezési módjai. In: Falus I. (szerk.): Didaktika – Elméleti alapok a tanítás tanulásához, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 361–384.
[8] Szakács E. (2008): Egy rendhagyó kémiavizsga a gimnázium 10. osztályában. A Kémia Tanítása, 16 (5), 24–27.
[9] Kerettantervek. http://kerettanterv.ofi.hu/ (2016-07-31)
[10] Adorjánné Farkas M. és mtsai (2014): Tanulási környezetek, a tanulás eszközrendszere a természettudományos nevelés során, In: Radnóti K. (szerk.): A természettudomány tanítása. Szakmódszertani kézikönyv és tankönyv, Mozaik Kiadó, Szeged, 433–462.
[11]Nahalka I. (2014): A természettudományos nevelés pedagógiai háttere. In: Radnóti K. (szerk.): A természettudomány tanítása. Szakmódszertani kézikönyv és tankönyv, Mozaik Kiadó, Szeged, 19–68.
[12] Molnár Gy. (2005): A problémaalapú tanítás. Iskolakultúra, 15 (10), 31–44.
[13] Eskrootchi, R., Oskrochi, G.R. (2010): A study of the efficacy of project-based learning integrated with computer-based simulation - STELLA. Educational Technology and Society, 15 (1), 236–245. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.183.6613&rep=rep1&type=pdf (2016. 08. 30.)
[14] Papanikolaou, K., Boubouka, M. (2010): Promoting collaboration in a project-based E-learning context. Journal of Research on Technology in Education, 43 (2), 135–155. http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ907022.pdf (2016. 08. 30.)
[15] Moss, D., van Duzer, C. (1999): Project-based learning for adult English language learners. Eric Digest. ED427556. http://www.ericdigests.org/1999-4/project.htm (2016. 08. 30.)
[16] Musa, F., Mufti, N., Abdul Latiff, R., Mohamed Amin, M. (2012): Project-based learning (PjBL): Inculcating soft skills in 21st century workplace. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 59, 565–573. https://www.researchgate.net/publication/257716795_Project-based_Learning_PjBL_Inculcating_Soft_Skills_in_21st_Century_Workplace (2016. 08. 30.)
[17] Lawton, J., Franc, C. (2009): Employability and enquiry-based learning in languages. https://www.llas.ac.uk/resources/paper/3250 (2016-06-10)
[18] Kloppenborg, T.J., Baucus, M.S. (2004): Project management in local nonprofit organizations: Engaging students in problem-based learning. Journal of Management Education, 28 (5), 610–629.
[19] Fernandes, S.R.G. (2014): Preparing graduates for professional practice: findings from a case study of project-based learning (PBL). Procedia Social and Behavioral Sciences, 139, 219–226.
[20] Sart, G. (2014): The effects of the development of metacognition on project-based learning. Procedia Social and Behavioral Sciences, 152, 131–136.
[21] Sesen, B.A., Tarhan, L. (2010): Promoting active learning in high school chemistry: learning achievement and attitude. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2 (2), 2625–2630.
[22] Réffy J. (2005): Hogyan oktatunk és hogyan oktassunk kémiát? Ürügy egy kémiával kapcsolatos gondolatsorra. Természet Világa, (I. különszám), 80–87.
[23] Bohdaneczkyné Schág J., Balogh L. (2010): Tehetséggondozás a közoktatásban és a kémiatudományban. Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége. http://tehetseg.hu/sites/default/files/13_kotet_net.pdf (2016. 08. 31.)
[24] Balogh T. (2003): Gondolatok a projektmódszer alkalmazásáról a kémiatanításban. Módszertani Közlemények, 43 (5), 221–228.
[25] Hamarné Helmeczi K. (2008): A projektmódszer alkalmazása kémiaórákon. A Kémia Tanítása, 16 (4), 19–24.
[26] Kovácsné Csányi Cs. (2004): EVÉS – IVÁS. Szerves kémia projekt tizedik osztályban. Középiskolai Kémiai Lapok, 31 (1), 78–84.
[27] Radnóti K. (2008): A barlangoktól a felhőkarcolókig. A táplálkozás. A víz. In: Radnóti K. (szerk.): A projektpedagógia mint az integrált nevelés egy lehetséges eszköze, Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság, Budapest, 273–313.
[28] Victor A. (2008): A gyertya. In: Radnóti K. (szerk.): A projektpedagógia mint az integrált nevelés egy lehetséges eszköze, Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság, Budapest, 199–237.
[29] Szakács E. (2012): A mindennapi életünk megjelenése a kémiaórákon. A Kémia Tanítása, 20 (1), 30-33.
[30] Szakiskolai Fejlesztési Program. http://szakma.nive.hu/ (2016-06-02)
[31] Fernengel A. (2004): Kémiatanítás a középiskolában – A 2003-as obszervációs felmérés tapasztalatai. http://ofi.hu/tudastar/tantargyak-helyzete/kemiatanitas (2016-05-05)
[32] Fernengel A. (2004): Kémia. In: Kerber Z. (szerk.): Tartalmak és módszerek az ezredforduló iskolájában. Tanulmányok a tantárgyi helyzetfelmérésről 2001-2003. Országos Közoktatási Intézet, Budapest, 183–210.
[33] Z. Orosz G., Kiss T., Németh V. (é.n.): Projektmódszer a kémiaoktatásban. http://goo.gl/forms/esMEPsToawB6dj632 (2016. 06. 30.)
[34] Intézménykeresés (v.2.6.). http://www.oktatas.hu/hivatali_ugyek/kir_intezmenykereso (2016. 06. 01.)
[35] Kovács K., Németh V. (2010): Mosószerek kémiája (középiskolai projekt). In: XXIV. Kémiatanári Konferencia, Előadásösszefoglalók, 72.
[36] Z. Orosz G. (2014): A sók hidrolízisének tanítása új szemszögből: a hamuzsírfőzés feldolgozása projektmódszerrel. Szegedi Tudományegyetem.
[37] Korom E., Csíkos Cs., Csapó B. (2016): A kutatásalapú tanulás megvalósításának feltételei a természettudományok tanításában. Iskolakultúra, 26 (3), 30–42. http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/2016_Korom_Csikos_Csapo_SAILS.pdf (2016. 08. 31.)
[38] Moharos S. (2012): A molekuláris gasztronómia elveinek és gyakorlatának felhasználása a közoktatási kémiatanításban. Eötvös Lóránd Tudományegyetem.
[39] Radnóti K. (2008): A projektmódszer alkalmazásának gyakorisága a közoktatásban. In: Radnóti K. (szerk.): A projektpedagógia mint az integrált nevelés egy lehetséges eszköze, Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság, Budapest,11–12.
[40] Falus K., Jakab Gy. (2005): A projektérettségi: Az első év tapasztalataiból. Új Pedagógiai Szemle, (10) 3-22.
[41] Szászné Heszlényi J. (2011): A projektmódszer a természettudományos tárgyak tanításában és az érettségi vizsgán. In: Bánkuti Z. (szerk.): Átmenet a tantárgyak között, Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, Budapest, 121–139.
[42] Radnóti K. (2005): A kémiaoktatás problémái. A Kémia Tanítása. 13 (1), 3–9.
[43] Kovácsné Csányi Cs. (2006): Mi lesz veled kémia? Középiskolai Kémiai Lapok, 33 (1), 91–95.
[44] Fazekas Á., Halász G. (2014): A kurrikulum fejlesztését célzó közoktatási programok implementálása. Neveléstudomány, (4) 23–42.



Kémhatás vizsgálata a „hamuzsírfőző” projektben (Dugonics A. Piarista Gimnázium, 2014)

Plakát készítése (Krúdy Gy. Szakközépiskola, Szeged, 2010)

Balázs Katalin
ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola, Budapest

Nem mind arany, ami fénylik

A *Fémek* témakör tanítása kooperatív és egyéb technikák alkalmazásával

A 21. századi iskolának elsősorban **gondolkodásmódot** kell tanítania. Arra kell képessé tennie a tanulókat, hogy meglévő tudásukat önállóan is gyarapítani, fejleszteni tudják. A kémia tantárgy tanítása során nagyon sok készséget, képességet fejleszthetünk. Lehet, hogy például a molekulapolaritással kapcsolatos ismereteket nem használja valaki felnőttkorában, nem lesz rá szüksége. Nem baj, a fontos az, hogy diákkorában gondolkodjon erről! Ennek segítségével fejleszthető az *absztrakciós készsége*, ami szükséges ahhoz, hogy képes legyen modellekben, rendszerekben gondolkodni, ami fontos és hasznos tudás lehet a mindennapi életünk során. Sokszor nagyon nehéz lenne kideríteni, hogy egy eredményesen „működő" felnőtt hogyan fejlesztette magas szintre különböző képességeit: a jó genetika, a jó családi háttér és a jó iskola milyen mértékben tett hozzá gyerekkorában. És ha már a jó iskolánál tartunk, akkor természetesen a tartalom, a személy és a módszer hármasa nem elhanyagolható: *mit* tanítunk, *ki* tanítja, és *hogyan* tanítja.

Akkor izgalmas a tanulás, ha a **tananyagtartalmak** megfelelnek az életkori sajátosságoknak. A kémia tantárgy a legtöbb 12–13 éves gyereket meghódítja a **kísérletezéssel**. Nem mindegy azonban, hogy az elvégzett kísérleteket *hogyan* dolgozzuk fel a tanulókkal. A csoportos tevékenykedtetéssel kialakíthatunk közös élményt, közös munkát, mellyel a *szociális érzékenység* növelhető. A kémia tantárgy tanítása során a legtöbbször **induktív** megközelítési módot és **konstruktivista** szemléletet [2] alkalmazunk, azaz a kísérleti megfigyelés és az addigi ismereteink segítségével igyekszünk következtetéseket levonni, a diákok számára új ismereteket nyerni. A kísérlet elvégzése során jó, ha a gyerekek képessé válnak arra, hogy elválasszák egymástól azt, amit látnak, hallanak, érzékelnek (azaz a tapasztalati jelenségszintet) attól, amit a tapasztaltak alapján gondolnak minderről (azaz a véleményüktől, a magyarázattól) – ezzel máris fejleszthetjük bennük az *előítélet-mentes véleményalkotást*. Az már szakmai, tantárgy-pedagógiai kérdés, hogy a kísérletben lejátszódó kémiai reakció szerkezeti változásait milyen mélységben, milyen absztrakciós szinteken értelmezzük (részletesebben: [1]). A kísérleti látvány, a tapasztalat árnyalt leírása és a hozzá tartozó magyarázat szakszerű elmondása fejleszti az *anyanyelvi kompetenciát*, illetve a *szakmai szókincset*.

A kísérletezést vagy más tananyagtartalmakat vezethetjük **kooperációs technikák** alkalmazásával. A kooperatív tanulási módszer nem egyszerűen *csoportmunka*, annál strukturáltabb [3]. A néhány főből álló munkacsoportnak meghatározott idő alatt meghatározott feladatot kell elvégeznie, melynek során önálló döntéseket is kell hoznia. Az egyes munkarészek elvégzéséért az egyes csoporttagok egyéni felelősséget vállalnak. A munka „végtermékét" a végén a diákok bemutatják, előadják, kifüggesztik stb. Ebben a tanulási folyamatban az **értékelés** nem a hagyományos számonkérési módon történik. A tanulási folyamatot fejlesztő, formáló ún. formatív értékelést[1] használunk [4]. Például a kérdésekre adott válaszaikat a diákok saját maguk ellenőrizhetik (a megszerzett tudásukra reflektálnak), vagy valamilyen jutalmazási rendszert alakíthatunk ki, aminek motiváló ereje van.

A **kooperatív tanulás alapelvei** között szerepel, hogy a csoportban dolgozó tanulók egymás mellett *egyszerre többféle tevékenységet* is tudnak végezni. *Egymásra vannak utalva* a feladat megoldásában, így minden csoporttag *egyenlően* veszi ki a részét a munkából, *egyéni felelősséget* vállalva munkájáért. A fő motiváció ebben az, hogy a csoport a lehető legjobban elvégezze az adott feladatot, ezt bemutathassa a többieknek és a csoport elismeréséhez minden csoporttag *egyformán* hozzájárul.

Kérdés, persze, hogy az „egyforma" hozzájárulás mit jelent: a diákok motiváltsága legyen egyforma, avagy mindenki a saját képességei szerint járuljon hozzá a csoportmunkához, vagy azonos mértékű tevékenység az elvárt szint? A társaknak bízniuk kell abban, hogy mindenki önmagához képest a lehető legjobbat nyújtja, különben igazságtalannak élik meg a közös munkát. Elkerülendő, hogy a csoport tagjai úgy gondolják, vannak közöttük **„potyautasok"** és **„igavonók"**.

A *Fémek* témakört többször tanítottam már az alább bemutatott módon, és látnom kellett, hogy a különböző osztályok nem egyformán motiváltak, elkötelezettek a csoportmunkában. Ezt a problémát úgy igyekszem áthidalni, hogy az osztályokkal szavazunk arról, milyen oktatási formában *vállalják* ennek a témakörnek a feldolgozását. Összehasonlítva mondom el a gyerekek számára, hogy mi szól az egyik (a kooperatív technikákat alkalmazó), illetve a másik (frontális oktatásban történő) lehetőség mellett, hangsúlyozva, hogy az első esetben *nagyobb a felelősségvállalás* a csoport munkájáért illetve a saját tanulási folyamatért, de nagyobb az önállóság is **(1. táblázat)**.

Ha az osztály többsége a kooperatív oktatás mellett szavaz, azt kérem, hogy alakítsák ki azokat a munkacsoportokat, amelyekben dolgozni szeretnének, és a csoporton belül beszéljék meg, hogy ki melyik szerepet vállalja. Ha a munkacsoportokon belül mindenki megelégedésével megszületik a feladatok elosztása, ak-

[1] A projekt óratervei, a feladatlapok és megoldásaik, illetve rengeteg fotó megtalálható a következő blogoldalon: http://balazs-kati-blogoldala.webnode.hu/.

Kooperatív technikákat alkalmazó oktatási forma	Kizárólag frontális oktatás
– csoportban dolgozunk (jelen esetben a csoportokat a diákok alakíthatják, 10 tanórán keresztül ugyanazok a csoportok dolgoznak együtt);	– egyéni munka;
– óráról órára formatív értékelés (jelen esetben kvíz- kérdések), melyek megoldását a végén a diákok megkapják, ez visszajelzi, hogy mennyire jártasak az adott pillanatban a tananyagban; a tanulási folyamat során csak pozitív értékelés (jelen esetben tallérokkal);	– minden órán röpdolgozat (értékelés osztályzattal), mely motiváló lehet az óráról órára való tanulásban; – elsősorban tanári demonstrációs kísérletek; – több idő jut a frontális tanári magyarázatokra;
– több gyakorlat, több tanulókísérlet, több közös munka;	– kevésbé kell másra tekintettel lenni, eldönthető, hogy ki mennyi energiát fektet a tanulásba;
– **nagyobb felelősségvállalás** a saját munkában és a csoportmunkában(!), a vállalást teljesíteni kell(!);	
– a tanár segíti a csoport működését.	– a tanár irányítja az óra menetét.

1. táblázat. Két oktatási forma összevetése a tanulók oldaláról

kor kezdődhet a kooperatív csoportmunka – különben nem ezzel a módszerrel tanuljuk ezt a tananyagrészt.

Egy témakör tanítása során mindig érdemes átgondolni, hogy
– az adott tartalmakat milyen korú, képességű és érdeklődésű diákoknak,
– mennyi idő alatt,
– milyen technikai felszereltség mellett akarjuk megtanítani, illetve
– milyen „mélységben”, milyen absztrakciós szinten akarjuk értelmezni a tananyagtartalmakat. Ezekhez kell választanunk megfelelő módszert/módszereket, illetve technikát/technikákat [5].

A **projektoktatás** az egyéni munka mellett alkalmazza a csoportmunkát és a kooperatív technikákat, de keretein belül a diákok nagyobb szabadsággal dönthetnek saját produktum („mestermunka”: lehet tárgy, vagy szellemi termék) létrehozásáról. Ebben az oktatási formában a diákok nem *feladatot* oldanak meg, hanem egyetlen *problémát* járnak körbe, ebből következik, hogy a végeredmény nem egy helyes megoldásból áll, hanem sokféle kimenet lehetséges. [6, 7]

A természettudományok számára a **kutatásalapú tanulás és tanítás** (IBST) használható a legjobban, melyben a tanulók egy általuk még nem vizsgált természettudományos problémára igyekeznek válaszokat keresni, a természettudományok által alkalmazott konstruktivista módszertant szem előtt tartva [8]. Például ha egy számukra új jelenségről többet szeretnének megtudni, akkor a részletes megfigyeléseik és az addigi ismereteik alapján modellezik a jelenséget, azaz a lényegét megragadva és leegyszerűsítve olyan kísérleti körülményeket teremtenek, amely lehetővé teszi, hogy bizonyos paraméterek megváltoztatásával a jelenségről számukra új ismereteket szerezhessenek. Az alább bemutatott tananyagrész-feldolgozás tartalmazza a projektoktatás egyes elemeit is (projektorientált).

A továbbiakban egy **10 tanórás tanulási-tanítási egység tematikus tervét** mutatom be a *Fémek* témakörben, a teljesség igénye nélkül (az óratervek, feladatlapok, fotók és reflexiók részletesen a blogoldalamon megtalálhatók)[2]. A témát projektorientált módszerekkel dolgoztuk fel a tanulókkal, sok tanári és tanulói kísérlettel, kooperatív technikák alkalmazásával, digitális eszközök (laptopok, tabletek, okostelefonok és aktív tábla) használatával. Ez a projekt egy pályázat[3] keretében valósult meg, mely a **digitális írástudás** – mint 21. századi készség – fejlesztését szolgáló innovatív oktatási projektek kidolgozására és megvalósítására irányult. Azóta több csoporttal is végigcsináltuk ezt a feldolgozási módot, de kétszer ugyanúgy soha nem történt meg: én is változtattam rajta és a gyerekek is más ötletekkel, ambícióval álltak neki. Természetesen nemcsak digitális eszközökkel, hanem papíralapú oktatással is elvégezhető a bemutatott témafeldolgozás. A **3. táblázatban** *(350–351. oldal)* olvasható 10 tanórás blokkban alkalmazott didaktikai megoldások közül az **értékelést** részletezem.

Diagnosztikus értékelés

A témára hangolódást és az addigi ismeretek feltérképezését szolgálja a diagnosztikus értékelés. A tanítási folyamat elején érdemes tisztában lenni azzal, hogy a gyerekek milyen előismeretekkel rendelkeznek, mert erre lehet felépíteni a további ismereteket. Ha az előzetes tudás és az új ismeretek nem illeszkednek egymáshoz, a gyerekek nem képesek összekapcsolni ezeket egymással, és bemagolandó tananyaggá válhatnak az iskolában tanultak, illetve tévképzetek alakulhatnak ki [9, 10].

Ráhangolódás: bevezetésként a fémekkel kapcsolatos általános ismeretekkel kapcsolatos feladatokat[4] adhatunk.

Gondolattérkép alkotása: olyan fogalmi hálózatot, rendszert készítenek a tanulók, melyben kirajzolódnak a különböző logika, szempont mentén kialakítható kapcsolatok a fogalmak között. Gondolattérkép készítése történhet online felületen laptop segítségével: popplet.com. A diákok a felületről közvetlenül elküldhetik e-mailben az általuk készített ábrát. Fotókat, YouTube-videókat lehet beszúrni az ábrába. Nyilakkal, vonalakkal jelezhetjük a kapcsolatokat a fogalmak között, különböző színekkel lehet csoportokat jelölni, kiemelni stb.[5]

[2] A projekt óratervei, a feladatlapok és megoldásaik, illetve rengeteg fotó megtalálható a következő blogoldalon: http://balazs-kati-blogoldala.webnode.hu/.
[3] A projektet az Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. Digitális Pedagógiai Osztálya „IKT Műhely 2014” című pályázatán belül valósítottam meg: http://www.sulinet.hu/iktmuhely_2014/index.html. (2016. 05. 15.)
[4] Az OKI Kémia Fejlesztő Feladatok című Tanári Kézikönyvében találhatók például itt is használható feladatok: http://kfg.hu/~peti/kemia/FEJL_KEMIA/FEJL%20MAPPA%20K%c9MIA/1%20Bevezet%e9s.pdf ; a „*Fémek*” témakör ráhangolódásához: http://kfg.hu/~peti/kemia/FEJL_KEMIA/FEJL%20MAPPA%20K%c9MIA/FELADATOK8/C058_8_20-00_32-11_058.pdf
[5] Gondolattérkép készítése online felületen. http://www.popplet.com (2016. 05. 14.)

Formatív értékelés

A *formatív értékeléshez szükséges*, hogy a projekt során többször is visszajelzéseket kapjanak a diákok a pillanatnyi felkészültségükről, és arról, hogy melyik témakörben kell erősíteniük magukat. A „*Fémek*” témakör feldolgozásánál piktogramok segítik a tanulókat abban, hogy az adott kérdés a tananyag mely tartalmára és milyen mélységére vonatkozik. Minden tesztkérdéshez tartozik egy piktogram **(2. táblázat)**.

2. táblázat. A tesztkérdések mellett feltüntetett piktogramok jelentése

A teszt melletti jel:				
A teszt erre a témakörre vonatkozik:	A fémek fizikai tulajdonságai	A fémek fizikai tulajdonságai	A fémek kémiai tulajdonságai	A fémek kémiai tulajdonságai
A teszt erre a tananyagmélységre vonatkozik:	Jelenségszint	Szerkezeti szint	Jelenségszint	Szerkezeti szint
	A megfigyelhető külső tulajdonságok ismerete. Anyagismeret. Adatkezelés (pl. sűrűségadatok értelmezése)	A fémrács szerkezetéből következő tulajdonságok értelmezése. Anyagszerkezet. Elektromos vezetés értelmezése	A kémiai kísérletek megfigyelése, leírása, elmondása	A kémiai reakciók szerkezeti szintű magyarázata. A redoxireakciók értelmezése elektron-átmenettel

Tanulási-tanítási egység tematikus terve

A tanulási-tanítási egység témája: **A fémek fizikai és kémiai tulajdonságai**, 10 tanóra tematikus terve
A pedagógus neve: Balázs Katalin kémia vezetőtanár
Műveltségi terület: Ember és természet
Tantárgy: Kémia
Osztály: 8. B osztály (nyolcosztályos gimnázium)
A következő célokat, feladatokat határoztam meg a tanegység felépítésénél:

a) Minél több kísérletet végezzenek vagy lássanak a tanulók. A kísérlet és megfigyelés álljon a fókuszban, és ebből induljunk ki (***induktív megközelítés***).

b) A megfigyelés (jelenség szint) összekapcsolása és értelmezése az anyag szerkezetével (szerkezeti szint). A ***modellalkotás*** alkalmazása, mint szemléletformáló módszer. (Ez a tananyagrész kiválóan alkalmas erre, ki kell használni minden lehetőségét!)

c) Csoportban, tevékenyen dolgozzanak a tanulók. A téma feldolgozására a csoportoknak egy projektet kell készíteniük, amelyet be is kell mutatniuk a tanegység végén (***projektalapú oktatás***).

d) Kiegészítés (***digitális oktatás***): ezt a témakört az Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. Digitális Pedagógiai Osztálya „IKT Műhely 2014” című pályázatán belül valósítom meg. A pályázat a digitális írástudás – mint 21. századi készség – fejlesztését szolgáló innovatív oktatási projektek kidolgozására és megvalósítására irányul. A feladatokat nem papíralapon, hanem internetes felületen kapják a tanulók. A gyerekek egymás közötti és a tanárral való kapcsolattartása is online történik (fotók feltöltése, tapasztalatok megbeszélése). A megvalósításhoz szükséges digitális eszközök nagy részét az Educatio bocsátja rendelkezésünkre.
A tananyagot nem csak digitális oktatással megsegítve lehet fel dolgozni, hanem „papíralapon” is.

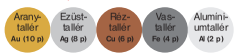
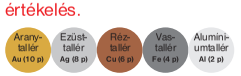
e) A tanegység feldolgozása elején ***diagnosztikus értékelés***, közben többször ***formatív értékelés***, a végén ***szummatív értékelés*** történik.

f) ***Készségek, képességek fejlesztése***: manuális készség, finom motorika fejlesztése (kísérletek elvégzése), absztrakciós készség fejlesztése (a jelenségszint, az anyagszerkezeti szint és a kémiai jelrendszer összekapcsolása), digitális írástudás fejlesztése (IKT eszközök, internetes felületek használata), természettudományos gondolkodás fejlesztése (kísérlet – tapasztalat – magyarázat egységében való gondolkodás, a megfigyelés jelentősége)
Tantárgyi kapcsolatok: fizika (sűrűség, elektromos vezetés, hővezetés, halmazállapot, olvadás- és forráspont, fizikai tulajdonságok)
informatika (digitális eszközök használata, internet használata, kép- és szövegszerkesztés, prezentációkészítés)

FELHASZNÁLT FORRÁSOK:
J. Balázs Katalin – Balázs Lóránt dr.: Kémia 8. tankönyv, Apáczai Kiadó, Celldömölk, 2009.;
J. Balázs Katalin: Kémia 8. munkafüzet, Apáczai Kiadó, Celldömölk, 2009.;
J. Balázs Katalin: Kémia 8. digitális interaktív tananyag, Apáczai Kiadó, Celldömölk, 2010.;
J. Balázs Katalin – Balázs Lóránt dr.: Kémia 8. tanári segédkönyv, Apáczai Kiadó, Celldömölk, 2010.

Megvalósítás: 2014. április 2. szerda – május 12. hétfő

Fémek fizikai és kémiai tulajdonságai (10x45 perc) **RÖVID ÁTTEKINTÉS (Tematikus terv)**

Óraterv – projektalapú oktatás					Kiegészítés: digitális oktatással megvalósítva		
Óra	Az óra tartalma	Idő	Módszertani megoldások	ÉRTÉKELÉS	LINK	Digitális eszközigény	Digitális írástudás
1.	**A fémek fizikai tulajdonságai I.** Szín, fény, halmazállapot, sűrűség **BEADANDÓ FELADATOK** ***A prezentáció elkészítése előttig*** *meg kell lenni minden csoportnak:* – ***lexikont*** *(10 szakkifejezés meghatározását e témakörben),* – ***halmazábra*** *készítése a tanult anyagok csoportosítására.* ***A projekt végére*** *meg kell lenni minden csoportnak:* – ***szakmai prezentáció*** *(a fémek bemutatása),* – ***reflektálás*** *(hogyan küzdöttünk meg a feladattal) – bármilyen formában*	15’ 15’ 15’	**Csoportalkotás** • Mit tudunk a fémekről? Fogalmi térkép alkotása – csoportmunka Mire vagy kíváncsi a fémekkel kapcsolatban? (3 kérdés) **Tanári bemutató** (ppt) segítségével vezetett óra **Tanulói vizsgálódás** (anyagismeret): a bemutatott kémiai elemeket két csoportba sorolják a tanulók (fémek, nemfémek) – grafit, kénpor, alumínium, vas, cink, magnézium, „oxigén” és „nitrogén” (levegőben). **Tanári bemutató** (anyagismeret kiegészítése) – nátrium, kalcium, foszfor **Tanulókísérlet:** különböző fémek sűrűségének meghatározása (tömeg- és térfogatméréssel) – csoportmunka	Előzetes (bemeneti) tudásfelmérés: • Mit tudunk a fémekről? (Fogalmi térkép alkotása) – diagnosztikus értékelés • Mire vagy kíváncsi a fémekkel kapcsolatban? (3 kérdés) ▪ A csoportok a projekt alatt olyan fotókat/egyéb dokumentációt készítenek, amelyben összegyűjtik, hogyan küzdöttek meg a kihívásokkal. Erről külön reflektálniuk kell majd a projekt végén	Csoportalkotás: **teamup.aalto.fi** Fogalmi térkép: **popplet.com** Időmérés: **online-stopwatch.com** Lexikon írása: **pbworks.com** Mire vagy kíváncsi? (3 kérdés): **linoit.com** A gyerekek fotókat és videókat készítenek a bemutatott anyagokról és a kísérletről. A fotókat, videókat egy közös internetes felületen gyűjtjük (ezeket lehet majd a prezentációkhoz felhasználni). Internetes felület: **google.drive**	▪ tanári számítógép ▪ projektor ▪ internet ▪ minden gyereknél digitális fotózásra, videó készítésére alkalmas eszköz	▪ az információkhoz való hozzáférés és az információhasználat erkölcsi/jogi kérdéseinek alapvető megértése ▪ a popplet/pbworks/.linoit/google.drive használata
2.	**A fémek fizikai tulajdonságai II.** elektromos vezetés olvasztás	 10’ 15’ 10’ 10’	Tanári bemutató (ppt) segítségével vezetett óra. Teszt: Mitől függ, hogy egy anyag vezeti-e az elektromos áramot? – csoportmunka Tanulókísérlet: áramkör összeállítása fémes vezetőkkel – csoportmunka. Tanulókísérlet: ólomöntés (népszokás) – csoportmunka. **KVÍZ** – Milyenek a fémek? 1. – egyénileg **Fakultatív feladat: az előző óra „3 kérdései” közül lehet vállalni egy-egy kérdésnek a megválaszolását (kutató munka), amelyre a tananyag feldolgozás során nem térünk ki. A projekt végén elmondja röviden**	• A pillanatnyi tudás felmérése (a teszt kitöltése helyben, csoportban) – formatív értékelés (Mitől függ, hogy egy anyag vezeti-e az elektromos áramot?)  ▪ A pillanatnyi tudás felmérése (kvíz, helyben) – formatív értékelés (Milyenek a fémek? 1.) 	Online teszt (Mitől függ, hogy egy anyag vezeti-e az elektromos áramot?): **socrative.com** A gyerekek fotókat és videókat készítenek a bemutatott anyagokról és a kísérletről. A fotókat, videókat egy közös internetes felületen gyűjtjük (ezeket lehet majd a prezentációkhoz felhasználni). Internetes felület: **google.drive** **KVÍZ** (szavazórendszerrel, helyben, csoportban) (Milyenek a fémek? 1.)	▪ tanári számítógép ▪ tanári okostelefon/tablet ▪ projektor ▪ internet ▪ minden gyereknél digitális fotózásra, videó készítésére alkalmas eszköz ▪ szavazórendszer	▪ Hogyan kell jó fotót/videót készíteni? ▪ a socrative használata ▪ a szavazórendszer használata
3.	**A fémes tulajdonságok és a fémrács kapcsolata** Ötvözetek A fontosabb ötvözetek alkotórészei és felhasználása (forrasztóón, bronz, sárgaréz, acél)	15’ 15’ 15’	Tanári bemutató: animációk a fémes szerkezetre (Apáczai Kiadó interaktív tananyaga, Kémia 8.) Egyéb animációk bemutatása a fémes szerkezet és a fémes tulajdonság kapcsolatára. Halmazábra készítése – csoportmunka. Házi feladat: teszt	• Halmazábra készítése a megadott anyagok csoportosításához (az anyagok adottak, a halmazábrát a gyerekek készítik) – formatív értékelés (csop.) • A pillanatnyi tudás felmérése (teszt kitöltése otthon, egyénileg) – formatív értékelés. (%) 	Keress hasonló animációkat az interneten – csoportmunka. Minden csoport a legjobb animációját bemutatja. Halmazábra készítése: **google.drive** Házi feladat: online teszt: **socrative.com**	▪ tanári számítógép ▪ projektor ▪ internet ▪ minden gyereknél digitális fotózásra, videó készítésére alkalmas eszköz ▪ csoportonként egy laptop	▪ információgyűjtés és szelektálás az internetről
4.	**A fémek kémiai reakciói I.** Fémek oxidációs hajlama (redukáló-képesség) Nemesfémek. Fémek reakciói nemfémes elemekkel (halogénekkel, oxigénnel, kénnel)	5’ 10’ 10’ 10’ 10’	Tanári bemutató (ppt) segítségével vezetett óra. Tanári kísérletek:halogénekkel: Na + Cl_2 és Al + I_2 oxigénnel: Mg + O_2 és Ca + O2 kénnel: Zn + S **KVÍZ** - Milyenek a fémek? 2. – egyénileg Házi feladat: teszt	• A pillanatnyi tudás felmérése (kvíz, helyben) – formatív értékelés (Milyenek a fémek? 2.) • A pillanatnyi tudás felmérése (teszt kitöltése otthon, egyénileg) – formatív értékelés. 	A gyerekek fotókat és videókat készítenek a bemutatott anyagokról és a kísérletről. A fotókat, videókat egy közös internetes felületen gyűjtjük (ezeket lehet majd a prezentációkhoz felhasználni). Internetes felület: **google.drive** **KVÍZ** (szavazórendszerrel, helyben, csoportban) (Milyenek a fémek? 2.) Házi feladat: online teszt **socrative.com**	▪ tanári számítógép ▪ projektor ▪ internet ▪ minden gyereknél digitális fotózásra, videó készítésére alkalmas eszköz ▪ szavazórendszer	▪

Óraterv – projektalapú oktatás					Kiegészítés: digitális oktatással megvalósítva		
Óra	Az óra tartalma	Idő	Módszertani megoldások	ÉRTÉKELÉS	LINK	Digitális eszközigény	Digitális írástudás
5.	**A fémek kémiai reakciói II.** Fémek reakciói savakkal, más fémionok oldatával. Ionegyenlet.	10’ 15’ 10’ 10’	**Tanári bemutató** (ppt) segítségével vezetett óra. **Tanári kísérletek:** sawal: HCl + Zn és HCl + Al HCl + Cu és HNO3 + Cu **Tanulókísérlet:** más fémionok oldatával: $Zn + CuSO_4$ és $Cu + ZnSO_4$ **KVÍZ** – Milyenek a fémek? 3. – teszt, egyénileg Házi feladat: teszt	• A pillanatnyi tudás felmérése (kvíz, helyben) – formatív értékelés (Milyenek a fémek? 3.) Arany-tallér Au (10 p) Ezüst-tallér Ag (8 p) Réz-tallér Cu (6 p) Vas-tallér Fe (4 p) Alumini-umtallér Al (2 p) (%) • A pillanatnyi tudás felmérése (teszt kitöltése otthon, egyénileg) – formatív értékelés. Arany-tallér Au (10 p) Ezüst-tallér Ag (8 p) Réz-tallér Cu (6 p) Vas-tallér Fe (4 p) Alumini-umtallér Al (2 p) (%)	A gyerekek fotókat és videókat készítenek a bemutatott anyagokról és a kísérletről. A fotókat, videókat egy közös internetes felületen gyűjtjük (ezeket lehet majd a prezentációkhoz felhasználni). Internetes felület: **google.drive** **KVÍZ** (szavazórendszerrel, helyben, csoportban) (Milyenek a fémek? 3.) Házi feladat: online teszt **socrative.com**	▪ tanári számítógép ▪ projektor ▪ internet ▪ minden gyereknél digitális fotózásra, videó készítésére alkalmas eszköz ▪ szavazórendszer	▪
6.	**A fémek kémiai reakciói III.** **Fémek reakciói vízzel.** **BEADÁS csoportonként** **• lexikon** **• halmazábra** **(túl kell mutatnia a 3. órán elkészített halmazábrán!)**	5’ 15’ 15’ 10’ Házi feladat: teszt	Tanári bemutató (ppt) segítségével vezetett óra Tanári kísérletek: vízzel: $H_2O + Na$ Tanulókísérletek: $H_2O + Mg$ $H_2O + Ca$ $H_2O + Al$ **KVÍZ** – Milyenek a fémek? 4. – teszt, egyénileg	• A pillanatnyi tudás felmérése (kvíz, helyben) – formatív értékelés (Milyenek a fémek? 4.) Arany-tallér Au (10 p) Ezüst-tallér Ag (8 p) Réz-tallér Cu (6 p) Vas-tallér Fe (4 p) Alumini-umtallér Al (2 p) (%) • A pillanatnyi tudás felmérése (teszt kitöltése otthon, egyénileg) – formatív értékelés. Arany-tallér Au (10 p) Ezüst-tallér Ag (8 p) Réz-tallér Cu (6 p) Vas-tallér Fe (4 p) Alumini-umtallér Al (2 p) (%) **• lexikon** **• halmazábra**	A gyerekek fotókat és videókat készítenek a bemutatott anyagokról és a kísérletről. A fotókat, videókat egy közös internetes felületen gyűjtjük (ezeket lehet majd a prezentációkhoz felhasználni). Internetes felület: **google.drive** **KVÍZ** (szavazórendszerrel, helyben, csoportban) (Milyenek a fémek? 4.) Házi feladat: online teszt **socrative.com**	▪ tanári számítógép ▪ projektor ▪ internet ▪ minden gyereknél digitális fotózásra, videó készítésére alkalmas eszköz ▪ szavazórendszer	▪
7.	**A redukáló-képességi sor** értelmezése a reakciók tükrében	30’ 15’	Tanári bemutató (ppt) segítségével vezetett óra – frontális munka. Közös gondolkodás, kérdve kifejtés. Az eddigi tananyag átgondolása és továbbgondolása elsősorban konstruktív pedagógiai módszerekkel. A fémek redukáló-képesség szerinti sorrendbe rendezése. Teszt: A fémekről – egyénileg, online	• A pillanatnyi tudás felmérése (teszt, helyben) – formatív értékelés (A fémekről) Arany-tallér Au (10 p) Ezüst-tallér Ag (8 p) Réz-tallér Cu (6 p) Vas-tallér Fe (4 p) Alumini-umtallér Al (2 p) (%)	Online teszt (A fémekről):	▪ tanári számítógép ▪ projektor ▪ minden egy laptop/vagy tablet/vagy okos-telefon	▪
8.	**Prezentáció készítése**	45’	Az eddig elkészített közös fotók és videoklipek segítségével elkészíti a csoport a saját bemutatóját	• Saját prezentáció készítése	A gyerekek a közös internetes felületen gyűjtött fotókat, videókat válogatják, felhasználják a prezentációkhoz. Internetes felület: **google.drive** Prezentációhoz: **prezi.com**	▪ projektor ▪ internet ▪ minden csoportnál laptop	▪ prezentáció-készítés ▪ képszerkesztés
9.	**Prezentációk és reflexiók megosztása, és értékelése** **Prezentációk bemutatása** Értékelés	4×5’ 5’ 10’ 10’	A prezentációk bemutatása (4 csoport) A csoportok értékelik egymás munkáit (10 pont szétosztása bármilyen megosztásban a másik három csoport között) és megosztják egymás reflexióit (üzenetek küldése egymásnak). **A „3 kérdés” megválaszolása** Projektmunka értékelése,csoportmunka értékelése,saját részvétel értékelése.	• A projektmunkát, • a csoportmunkát, • a saját részvételt értékelik a tanulók. • Kaptál-e választ az előzetes kérdéseidre? (a 3 kérdésből hányra?)	Reflexiók megosztása közös online felületen: **linoit.com**	▪ projektor ▪ internet ▪ minden csoportnál laptop	▪
10.	**Tudásfelmérés**	45’	Teszt kitöltése	Szummatív (kimeneti) teszt	Online teszt: **socrative.com**	▪ minden gyereknél egy laptop	

3. táblázat. A fémek fizikai és kémiai tulajdonságai tanulási-tanítási egység áttekintése

Kvíz: tesztek a fémekkel kapcsolatos ismeretekről. A megoldásokat önállóan ellenőrizhetik a diákok, ami visszajelzést ad nekik a tudásukról. Online tesztfeladatok megoldása is lehetséges a tanórán (kvíz) okostelefon, tablet vagy laptop használatával: http://socrative.com/. Nagyon egyszerűen és gyorsan készíthetünk online teszteket ezzel az alkalmazással. Inkább órai munkában használható jól, mint otthoni feladatként.

Tallérok: különböző pontokat érnek **(4. táblázat)**.

10 pont	aranytallér	Arany-tallér Au (10 p)	Minél jobb eredményt ér el, annál **nagyobb relatív atomtömegű fémtallért** gyűjthet össze, melynek **pontértéke van**.
8 pont	ezüsttallér	Ezüst-tallér Ag (8 p)	
6 pont	réztallér	Réz-tallér Cu (6 p)	
4 pont	vastallér	Vas-tallér Fe (4 p)	
2 pont	alumíniumtallér	Alumíni-umtallér Al (2 p)	

4. táblázat. A tallérok pontértéke

Nyílt végű feladatoknál a csoportok egymással egyeztetik megoldásaikat, illetve a tanárral közösen is megbeszélik a lehetséges helyes válaszokat. Ebben az esetben a csoportok egymásnak adnak fémtallérokat a megoldások ismeretében.

A *kislexikont* (legalább 10 szakkifejezés meghatározása a témakörben) és a fémekkel kapcsolatos *gondolattérképet* a tanár értékeli fémtallérokkal.

A legtöbb pontot gyűjtő munkacsoport minden tagja jeles érdemjegyet kap (csak pozitív értékelés).

Szummatív értékelés

Záró tesztsor: az eddig feldolgozott ismeretekről szóló tesztek (ezek közül többel már találkoztak a diákok a kvíz-kérdések között). Osztályzatot kapnak érte.

Prezentációk, kislexikonok bemutatása. A legérdekesebb, legizgalmasabb része a projektnek. Nagyon sokféle megközelítéssel dolgozták már fel a gyerekek ezt a témakört: szigorúan tudományos módon; képekkel, ábrákkal; karikatúrákkal; de voltak, akik „elreppelték" ritmusba és rímbe szedve a mondandójukat.

Összegzés

2014 óta, már harmadik éve tanítom a bemutatott módon a „Fémek" témakört. Az egyes osztályok tanulóinak kb. 60%-a (egyenge többség) szavaz a kooperatív csoportmunkára az elején, a végére pedig kb. 90% lelkesedik, hogy mennyire élvezte ezt a munkaformát kémiaórán.

A projektorientált, problémaalapú, kooperatív technikákat alkalmazó oktatási módszer nagyon jól fejleszti a gyerekek különböző készségeit, képességeit. A diákok többsége szívesen vesz részt ebben a munkában, megtanulnak felelősséget vállalni saját munkájukért, együttműködve dolgozni másokkal, információkat megosztani, feldolgozni.

Sajnos, a mai magyar köznevelésben nincs igazán tere ennek az oktatási formának, mert ez idő-, anyag- és eszközigényes, és nem utolsósorban sok előkészületet igényel a tanártól is. A túlméretezett tananyagtartalmakat „gyorsabb" megtanítani a „hagyományosnak" számító, kizárólag frontális oktatásból álló módon. Pedig a gyorsaság ebben az esetben csak annyit jelent, hogy a tanár rövidebb idő alatt képes leadni a tananyagot, a tanulás hatékonysága azonban jóval rosszabb [11].

A 21. század oktatásához hozzátartozna a digitális eszközök rutinszerű és állandó használata úgy, hogy *minden egyes gyerek* kezében ott van a megfelelő digitális eszköz, és megfelelő gyorsaságban elérhető mindenki számára az internet.

IRODALOM

[1] Balázs K., Labancz I., Szalay L. (2015): Oktatási módszerek. In: Szalay L. (szerk.) (2015): *A kémiatanítás módszertana.* ELTE, Budapest. 20–68. http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf (2016. 08. 16.)

[2] Nahalka I. (1997): Konstruktív pedagógia – egy új paradigma a láthatáron. *Iskolakultúra,* 97 (4) (http://epa.oszk.hu/00000/00011/00124/pdf/1997-4.pdf (2016. 05. 15.)

[3] Kagan, S. (2004): *Kooperatív tanulás.* Önkonet Kft, Budapest.

[4] Brassói S. Hunya M., Vass V. (é.n.): A fejlesztő értékelés: az iskolai tanulás minőségének javítása. http://epa.oszk.hu/00000/00035/00094/2005-07-ta-Tobbek-Fejleszto.html (2016. 04. 30.)

[5] Szalay L. (2015): A tanítási és tanulási folyamat tervezése és szervezése. In: Szalay L. (szerk.) (2015): *A kémiatanítás módszertana.* ELTE, Budapest. 5–7. http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf (2016. 08. 16.)

[6] M. Nádasi M. (2010): *A projektoktatás elmélete és gyakorlata.* Géniusz Könyvek, Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége. http://tehetseg.hu/sites/default/files/06_kotet_net.pdf (2016. 04. 30.)

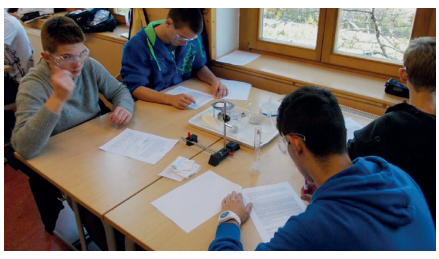
[7] Revákné Markóczi I. (szerk.), Bun Z., Buda A., Buhály A., Havasi T., Pálfi S., Szerepi S. Rózsáné Szabó D. (2011): *Projektmódszer, projektoktatás.* (RE-PE-T-HA könyvek). Debreceni Egyetem TEK, Debrecen. http://repetha.detek.unideb.hu/media/documents/online_projektmdszer_projektoktats.pdf (2016. 08. 07.)

[8] Nagy L.-né. (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra,* (12) 31–52. Online http://www.iskolakultura.hu/iol/nagy.pdf, (2016. 05. 15.)

[9] 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_modszertana_jegyzet.pdf (2016. 05. 15.)

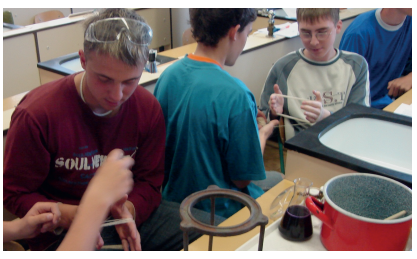
[10] Tóth Z. (2015): *Korszerű kémia tantárgy-pedagógia – Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között.* Debreceni Egyetemi Kiadó. http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tantargypedagogia.pdf, (2016. 05. 15.)

[11] Józsa K., Székely Gy. (2004): Kísérlet a kooperatív tanulás alkalmazására a matematika tanítása során. *Magyar Pedagógia,* 104 (3), 339–362. http://www.magyarpedagogia.hu/document/Jozsa_MP1043.pdf (2016. 05.15.)



Szegedi piarista diákok egy projektfeladaton dolgoznak (2014)

Projekt a projektben (Tanár szakos hallgatók módszertani gyakorlata középiskolások bevonásával, 2010)



Gyapjúfonal előkészítése festésre (Krúdy Gy. Szakközépiskola, Szeged, 2007)

Dobóné Tarai Éva[1] – Sarka Lajos[2] – Tóth Zoltán[3]

[1] Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest;

[2] Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Nyíregyháza;

[3] Debreceni Egyetem TTK Kémiai Intézet, Debrecen

Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben

A magyar kémiaoktatás mindig nagy hangsúlyt fektetett a tanórai kísérletezésre. Kémia-tankönyvek [1], kísérletgyűjtemények (pl. [2–5]) és szakmódszertani könyvek ([6–8]) foglalkoznak a tanórai kísérletezés lehetőségeivel, módszereivel. Ebben a tanulmányban az utóbbi évek új irányzatait mutatjuk be néhány példán keresztül.

A tanórai kísérletezés új irányzatait a következők jellemzik:

1. A laboratóriumi eszközök és vegyszerek helyett egyre inkább hétköznapi eszközök és vegyszerek kerülnek előtérbe. Ezzel is hozzájárulhatunk a kémia életszerűbbé tételéhez.

2. A viszonylag nagy anyag- és költségigényű demonstrációs kísérletek helyét egyre inkább átveszik a könnyen megvalósítható, költség- és környezetkímélő – többnyire tanulókísérletként (is) használható – kémiai kísérletek.

3. A jelenleg még uralkodó induktív és verifikáló kísérletek mellett egyre több problémajellegű kísérlet szerepel, melyek során a tanulók már a hipotézisalkotás és a gyakorlati kivitelezés megtervezésének fázisában is aktív szerepet játszhatnak. (Különösen kiemelt szerepe van ezeknek a problémafelvető kísérleteknek a kutatásalapú – IBSL – tanulásban.)

Műanyag fecskendős gázkísérletek

A Viktor Obendrauf által kidolgozott technikát egyre többen használják gázok előállítására (pl. [9, 10]). Az Obendrauf-féle gázfejlesztő készülék felépítése az **1. és 2. ábrákon** látható.

A készülék egy normál kémcsőből, egy gumidugóból, az azon átszúrt két injekciós tűből, és az azokhoz csatlakoztatott, kisméretű (2–5 cm^3-es) és nagyméretű (20–50 cm^3-es) műanyagfecskendőből áll. Ebben a készülékben a gázokat két anyag – az egyik mindenképpen folyékony – reakciójával állíthatjuk elő. A szilárd (esetleg folyékony) reagens a kémcsőbe kerül, a másik – folyékony – reagenst pedig a kisméretű fecskendőből adagoljuk lassan, szinte cseppenként. A fejlődő gázt a nagyméretű fecskendőben gyűjtjük össze. Mivel kiinduláskor a kémcsőben levegő van, ezért az első adag (kb. 20 cm^3-nyi) gázt vagy a levegőbe, vagy – mérgező, irritáló gáz esetén – megfelelő aktív szenes töltetbe engedjük. Csak a második adag fejlesztett gáz tekinthető olyan tisztaságúnak, hogy biztonsággal kísérletezhessünk vele. Mérgező, irritáló gázok esetén a készüléket ún. aktív szenes töltettel kell lezárni, illetve a nem tiszta vagy felesleges gázt aktív szenes töltetbe kell vezetni. (Az aktív szenes töltetet úgy készíthetjük, hogy egy 5–10 cm^3-es műanyag fecskendőből kivesszük a dugattyút. A fecskendőt darabos aktív szénnel vagy szétaprított orvosi széntablettával töltjük meg. A fecskendő nagyobb átmérőjű végét egy injekciós tűvel átszúrt dugóval zárjuk le.) A leggyakrabban használt gázok előállítását az **1. táblázat** foglalja össze.

1. ábra. Az Obendrauf-féle gázfejlesztő készülék

Előállítandó gáz	*Reagens a kémcsőben*	*Reagens a fecskendőben*
Hidrogén	Cink	Sósav
Oxigén	Mangán-dioxid (pasztilla!)	Hidrogén-peroxid-oldat
Szén-dioxid	Mészkő	Sósav
Szén-monoxid	Tömény kénsav	Hangyasav
Kén-dioxid	Nátrium-szulfit	Kénsav
Klór	Kálium-permanganát	Sósav
Nitrózus gázok	Rézforgács	Tömény salétromsav
Hidrogén-klorid	Konyhasó	Tömény kénsav
Kén-hidrogén	Vas-szulfid	Sósav
Ammónia	Nátrium-hidroxid (szilárd!)	Ammóniaoldat (tömény!)
Acetilén (2. ábra)	Kalcium-karbid	Víz
Propén	Difoszfor-pentaoxid	Propán-2-ol

1. táblázat. A leggyakoribb gázok előállítása műanyagfecskendős technikával

A műanyag fecskendős technika elsősorban tanári demonstrációs kísérleteknél nyújt nagy segítséget. Kellő elővigyázatossággal, kis létszám esetén tanulókísérletként is használható. Megjegyezzük, hogy a fecskendős technikának van egy másik megvalósítási módja is, az ún. Mattson-féle technika [11], melynek során egy nagyobb (50–100 cm^3-es) műanyag fecskendőben állítjuk elő a gázokat.

Oxigéngáz előállítása és kísérletek oxigénnel

Oxigéngáz előállítása. Tegyünk a kémcsőbe 2–3 MnO_2-pasztillát! (Készítése: barnakőport és cementet keverjünk össze, nedvesítsük meg, majd a péppel töltsünk meg egy kiürült „leveles” tablettatartót, és szárítsuk ki!) Ellenőrizzük a tűk átjárhatóságát (egy fecskendő segítségével levegőt fújjunk, illetve szívjunk át rajta), majd a tűket is tartalmazó gumidugóval zárjuk le a kémcsövet! A kis fecskendőbe óvatosan szívjunk fel tömény H_2O_2-oldatot! Vízzel öblítsük le a fecskendő külsejét, és papírtörlővel töröljük szárazra! Csatlakoztassuk a kis fecskendőt a dugón átszúrt hosszabb tűhöz! A dugón átszúrt másik tűhöz csatlakoztassuk a nagyobb (legalább 20 cm^3-es térfogatú) műanyag fecskendőt! A

2. ábra. Acetilén előállítása kalcium-karbid és víz reakciójával

készüléket úgy tartsuk, hogy néhány ujjunkkal a gumidugót enyhén szorítsuk a kémcsőhöz! Lassan – cseppenként! – kezdjük el a H_2O_2 adagolását! Megindul az oxigénfejlődés, mivel a MnO_2 katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását: $2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$. Minden egyes csepp beadása után enyhén húzzuk meg a gázfelfogó fecskendő dugattyúját! Folytassuk a gázfejlesztést, míg a gázfelfogó fecskendő meg nem telik! Az első adag gázt engedjük a levegőbe! A második adag már kellően tiszta ahhoz, hogy biztonsággal kísérletezzünk vele.

Paraffingőz robbanása oxigéngázban. Kis kémcsőben olvasszunk meg negyed kémcsőnyi paraffint! Amint az olvadék forrni kezd, az injekciós tűvel felszerelt oxigéngázt tartalmazó fecskendőből löketszerűen adjunk a kémcső gőzterébe oxigént **(2. ábra)**! Hangos robbanás és fényjelenség kíséri a paraffingőz és az oxigén közötti reakciót: $C_nH_{2n+2} + (3n + 1)/2\ O_2 \rightarrow n\ CO_2 + (n + 1)\ H_2O$.

További kísérletek leírása olvasható a [12, 13] tanulmányokban.

Új reakcióterek

A következő technikák alkalmazásával minimalizálni lehet a vegyszerhasználatot és a keletkező hulladék mennyiségét, csökkenthető az előkészítés és a kísérletek utáni elpakolás ideje is.

Csempén megvalósítható kísérletek

A hazánkban Fodor Erika nevével fémjelzett csempés technika lényege, hogy a szokásos kémcsövek, főzőpoharak és lombikok helyett egy sík felületet (fehér csempét, fehér papírra fektetett üveglapot, újabban polipropilénből készült genothermet) használunk reakciótérnek. Ez lehetővé teszi kisebb anyagmennyiségek használatát, valamint az eszközök utólagos mosogatásának kiküszöbölését. Ez a technika különösen jól használható tanulókísérleti órákon [14–17].

Vizes oldatok kémhatása. Fehér csempére képezzünk egy-egy ötforintos nagyságú pacát a következő anyagok vizes oldatából: sósav, nátrium-hidroxid, ammónium-klorid, nátrium-karbonát, nátrium-klorid, alumínium-szulfát! Cseppentsünk mindegyikhez keverékindikátort! (Keverékindikátor hiányában vöröskáposztalevet is használhatunk.) Figyeljük meg az indikátor színváltozását, és értelmezzük az oldat kémhatását!

Vizes oldatok elektrolízise. Fehér csempére képezzünk húszforintos nagyságú pacákat a következő vizes oldatokból: cink(II)-jodid, réz(II)-szulfát, nátrium-klorid, kálium-nitrát, híg sósav, híg kénsav, híg nátrium-hidroxid-oldat! A pacákba „szúrjunk" bele két grafitrudat, egymástól kb. 1 cm-re! A grafitrudakat kapcsoljuk 4,5–9 V-os egyenáramú áramforráshoz! Figyeljük meg és értelmezzük a változásokat!

További kísérletek leírása olvasható a [12, 13] tanulmányokban.

Kémiai reakciók szűrőpapíron

A bemutatásra kerülő szűrőpapír-reakciók lényege, hogy a kémcsövet, főzőpoharat vagy a csempét, mely a kémiai reakciók „helyszíne" lehet, szűrőpapírral helyettesítjük. Ennek módja, hogy az egyik reagensbe szűrőpapírt mártunk és felszívatjuk, majd hagyjuk a papírt megszáradni. Az így elkészített szűrőpapír körlapra vagy négyzetre (száradás után már tetszőleges nagyságúra vágható) kell felcseppenteni – kapilláris, Pasteur-pipetta vagy „szemcseppentő" segítségével – azokat az oldatokat, melyeket meg szeretnénk vizsgálni.

Réz(II)-ionok reakciója jodidionokkal. Egy 5 cm átmérőjű szűrőpapírt megnedvesítettünk 0,2 mol/dm^3 koncentrációjú kálium-jodid-oldattal, majd megszárítottuk. A vizsgálandó kationok és elegyük oldatait kapilláris vagy cseppentő segítségével vigyük fel a KI-dal kezelt szűrőpapírra!

a) Cseppentsünk a szűrőpapírra a réz(II)-ionokat tartalmazó oldatból! A keletkezett folt barna színű. A lejátszódó reakció egyenlete: $2\ Cu^{2+} + 4\ I^- = 2\ CuI + I_2$. A keletkező jód barna színe elfedi a réz(I)-jodid fehér színét. Hogy valóban jód keletkezett, azt mutassuk ki keményítőoldattal!

b) A barna folt egyik szélére cseppentsünk egy csepp keményítőoldatot! A keményítőoldat hatására a folt kék színű lesz. A jód-keményítő próba igazolta a jód keletkezését.

c) A barna folt másik oldalára cseppentsünk nátrium-tioszulfát-oldatot! A barna folt „eltűnik", a folt fehér színű lesz. A jód a tioszulfáttal reagálva ismét színtelen jodidionokká alakul: $I_2 + 2\ S_2O_3^{2-} = 2\ I^- + S_4O_6^{2-}$.

Oldatok kémhatásának vizsgálata. A szűrőpapír felhasználható oldatok pH-jának vizsgálatára is. A szűrőpapírt itassuk át az indikátorral, ami lehet univerzális indikátor vagy a saját magunk által készített lilakáposzta-indikátor. Az ilyen módon előkészített és megszárított szűrőpapírra cseppentsünk különböző oldatokat (pl. sósav, NaOH-oldat, NaCl-oldat, Na_2CO_3-oldat, $AlCl_3$-oldat stb.), és állapítsuk meg azok kémhatását!

További kísérletek leírása olvasható a [12] tanulmányban.

A festőpaletta/tablettatartó mint reakciótér

A csempés kísérletek elvégzése nagy óvatosságot igényel, mert a vízszintes felületen könnyen elfolyik a folyadék, összeérnek a cseppek, elgurulhat a szilárd anyag. A rajzórán is használt festőpaletta esetén ez a veszély kisebb, mert a mélyedések egy-egy reakcióteret képviselnek, egymástól jól elkülönülnek.

Oldatok kémhatásának vizsgálata. Tegyünk a paletta egy-egy mélyedésébe különböző anyagokat! Ha szilárd anyag, akkor cseppentsünk hozzá kevés vizet, ha oldat, akkor nem kell vizet adni hozzá. Figyeljük meg, oldódik-e a vízben! Adjunk mindegyikhez két csepp indikátort (univerzális indikátoroldatot vagy lilakáposztalevet). Az oldatok helyett használhatunk picire vágott univerzális indikátorpapírt vagy a saját készítésű lilakáposzta-lével átitatott szűrőpapírt is. Jegyezzük fel az indikátor színét, a pH-skála segítségével állapítsuk meg a pH-t majd magyarázzuk azt egyenletekkel!

További kísérletek leírása olvasható a [12] tanulmányokban.

A hagyományosan kémcsőben végrehajtott csapadékképződési reakciók látványosan működnek kiürült tablettatartókban is [19]. A tisztára mosott tartók mélyedéseibe szemcseppentővel vagy pipettával néhány cseppet adagolunk a vizsgálandó fémiont tartalmazó oldatból, majd a reagenst Pasteur-pipettával vagy injekciós tűvel cseppentjük az oldathoz. A tablettatartót még a kísérlet megkezdése előtt célszerű fehér papírlapra vagy fehér csempére helyezni, így a leváló csapadék színe, jellege meggyőzőbben tanulmányozható. A kísérleti módszer előnye, hogy gyorsan, egyszerűen előkészíthető, minimális a vegyszerigénye, emiatt kicsi a baleseti és környezeti kockázata, egyszerű és gyors a mosogatás. Könnyen és hatékonyan használható csoportmunká-

3. ábra. A tablettatartó mint reakciótér

ban, akár nagy létszámú osztályok esetében is. Két nehézség szokott felmerülni: nem lehet napokkal előre előkészíteni a kísérletet, mert a kis anyagmennyiségek miatt előfordulhat, hogy az oldatok beszáradnak. A tanulóktól bizonyos fokú önmérsékletet és jártasságot követel meg, törekedniük kell a túltöltés elkerülésére – annak érdekében, hogy a szomszédos mélyedésekben lévő reagensek ne keveredjenek egymással. Tablettatartókban mindazok a csapadékképződéssel járó, közömbösítési és gázfejlődéssel járó reakciók elvégezhetők, amelyek a mikroszkópi módszerek bemutatásáról szóló részben szerepelnek **(3. ábra)**.

Kémiai reakciók mikroszkóp alatt

A mikroszkóp alatt végzett kísérletek lehetővé teszik a változások részletgazdagabb megfigyelését és az értelmezési szintek hatékonyabb elkülönítést. Pontosan érzékelhető lesz például, hogy még egy nagyobb felbontású (néhány százszoros) fénymikroszkóppal sem láthatjuk az anyagok kémiai részecskéit (atomokat, ionokat, molekulákat), a megfigyelhető változások a halmazok szintjén értelmezhetők. A mikroszkóppal végzett kísérletek további előnye a minimális vegyszerigény és hulladéktermelés, ugyanakkor számos akadály is nehezíti a felhasználását. Nyilvánvaló, hogy a fénymikroszkópok nem szükségszerű tartozékai az iskolai kémiaszertáraknak, ha mégis beszereztünk vagy kölcsönkaptuk, kezelése, beállítása időigényesebb az egyébként is szűkre szabott lehetőségek között. Meg kell oldani a vegyszerekkel szembeni védelmét is; csak olyan kísérleteket szabad ezzel a technikával végrehajtani, ami nem károsítja a mikroszkóp műanyag, fém vagy üveg alkotórészeit. Szerves oldószerek, erős savgőzök, reaktív gázok károsíthatják az értékes berendezéseket. Hasonlóan fontosak a módszer alkalmazásának didaktikai kérdései. Mivel összetett tevékenységsorozatról van szó (nemcsak a kémiai kísérlet elvégzése, hanem a látómező, a megfelelő nagyítás, élesség stb. beállítása is időigényes és némi tapasztalatot is feltételez), hagyományos órakeretben csak tanári demonstrációs kísérletként használható. Például úgy, hogy óra előtt előkészített, beállított kísérletet mutatunk be, és a tanulók az óra különböző fázisaiban egyenként megnézhetik, ami megfelelő munkaszervezéssel, differenciálással megoldható. Előbbiek miatt sokkal mélyebb és tartalmasabb alkalmazási lehetőségeket kínál a módszer tanórán kívüli, szakköri felhasználása.

A hagyományos működési elvű, a minta átvilágításán alapuló fénymikroszkópok mellett hatékony vizsgálati eszközök lehetnek az ún. sztereo- vagy felületmikroszkópok, amelyek ugyan kisebb nagyítást tesznek lehetővé, de használatuk egyszerűbb. Újabban viszonylag olcsón megvásárolható utóbbiak kézi vagy állványra szerelhető változata is, ami USB-csatlakozóval a számítógéphez köthető és a látott kép akár a számítógép képernyőjére, akár aktív táblára kivetíthető [20].

Felületmikroszkóp alatt végrehajtott kísérletnél Petri-csészébe helyezzük az egyik reagáló partnert (ami jellemzően szilárd anyag), beállítjuk a megvilágított látómező közepére, egy részletét élesre állítjuk, majd szemcseppentővel, Pasteur-pipettával vagy injekciós fecskendővel cseppentjük rá a reagenst. Hagyományos fénymikroszkópot alkalmazva a tárgyasztalra helyezett tárgylemezen a parányi szilárd anyag vagy folyadékpaca lesz a reakciótér, és erre vagy ebbe cseppentjük injekciós tűvel a másik reagenst. Olyan kísérletek is látványossá tehetők ezzel a módszerrel, amelyek jól kristályosodó, rosszul oldódó terméket eredményeznek. A folyadékcseppekben leváló nagyobb mennyiségű csapadéknak a körvonalai látszanak, itt a megjelenő szilárd anyag mennyisége bír meggyőző erővel. Ugyanakkor elvész a csapadék színére vonatkozó információ, minden nem átvilágítható szilárd anyag vagy tárgy egyöntetűen fekete színű a látómezőben.

Ha a vizsgálandó oldatból csak mikromilliliternyi mennyiséget viszünk a tárgylemezre, és ezt kissé szétkenjük a tárgylemez felszínén, a reagenst injekciós tűvel parányi mennyiségben hozzáadva látványos csapadékképződés tanúi lehetünk. Ebben az esetben nem a leváló szilárd anyag mennyisége az izgalmas, hanem a fokozatosan kialakuló és az oldat beszáradásával, töményedésével együtt járó kristálynövekedés. Ennél a módszernél a csapadék színe is érzékelhető és számos többletinformációhoz jutunk a csapadék jellegére, állagára vonatkozóan. Jól megfigyelhető például a réz(II)-hidroxid kocsonyaszerű anyaga vagy az ólom(II)-jodid sárga romboéderes kristályformája. A módszer nagyon finom mozdulatokat és mozgáskoordinációt igényel, bizonyos típusú gyerekek szeretik, és kihívásnak érzik magát a kísérlet végrehajtását is. Csak szakköri foglalkozáson lehet létjogosultsága.

Gázfejlődéssel járó reakciók mikroszkóp alatt. Olyan gázok fejlesztésére válasszuk ezt a módszert, amelyek nem reakcióképesek, nem károsítják a mikroszkópot. Hidrogén, oxigén, szén-dioxid fejlesztésénél a határfelületen lejátszódó gázfejlődés szemléletesen bemutatható, ugyanakkor a gázok égéssel kapcsolatos viselkedésének bizonyítására természetesen ezzel a módszerrel nincs lehetőségünk. Más élményt nyújt a kísérlet, ha a reakcióteret nem zárjuk le fedőlemezzel és mást, ha mikroszkópi fedőlemezt teszünk rá. Utóbbi esetben könnyebb az élesre állítás, egyszerűbben megfigyelhetők a szilárd és folyadék fázis határán keletkező buborékok. Ha szabadon hagyjuk a folyadékcseppet, a vizes oldatok nagy felületi feszültsége miatt nem vész el a térbeliség és sokkal izgalmasabb látványban lesz részünk. A mikroszkóp finombeállító csavarjának mozgatásával a halmaz különböző szinten elhelyezkedő rétegeit tanulmányozhatjuk.

Csapadékképződéssel járó reakciók mikroszkóp alatt. A kísérletek technikai kivitelezése a gázfejlődéssel járó reakcióknál leírt módon történik. A vizsgálatokat végezhetjük felületmikroszkóp alatt, fénymikroszkóp alatt cseppreakcióban vagy a fénymikroszkóp alatt kapilláris módszerrel. Bármilyen csapadékképződéssel járó reakció alkalmas lehet a mikroszkópi vizsgálatra, de leglátványosabbak az élénk színű szilárd anyag keletkezésével járó reakciók. Az átmeneti fémionok csapadékképződéssel járó reakcióinál gyakori jelenség, hogy a reagens feleslegében (ammónia, kloridion, jodidion, cianidion) oldódik a csapadék. A módszerből adódóan nem feltétlenül lesz annyi helyünk a tárgylemezen, hogy a megfelelő mennyiségű felesleget biztosítani tudjuk. Legyünk körültekintőek, ne fusson túl a reagens, mert a mikroszkóp károsodását okozhatja. Célszerű szűrőpapírral vagy papírzsebkendővel leszívatni a csapadék egy részét a felesleg alkalmazása közben.

Néhány, mikroszkópi megfigyelésre alkalmas csapadékleválási reakciót találunk a **2. táblázatban**.

Fémion	*Reagens*	*Tapasztalat*	*Magyarázat*
réz(II)-ion	2 M nátrium-hidroxid-oldat + kémszer felesleg	kék csapadék	$Cu[(H_2O)_4]^{2+} + 2\ NaOH \rightarrow Cu(OH)_{2(sz)} + 2Na^+_{(aq)}$ nem oldódik
réz(II)-ion	2 M ammónia-oldat + kémszer-felesleg	kék csapadék mélykék színnel oldódik	$Cu[(H_2O)_4]^{2+} + 2\ NH_4OH \rightarrow Cu(OH)_{2(sz)} + 2\ NH^+_{4(aq)}$ $Cu(OH)_2 + 4\ NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]_2 + 2\ OH^-_{(aq)}$
réz(II)-ion	0,5 M kálium-jodid-oldata) a) + keményítő-oldat b) + nátrium-tioszulfát-oldat	fehér réz(I)-jodid csapadék, de a jód barna színe elfedi a) lila színreakció b) eltűnik a barna szín, fehér csapadék látszik	$Cu[(H_2O)_4]^{2+} + 2\ KI \rightarrow CuI_{(sz)} + ½\ I_2$ a) jód – keményítő komplex lila színe jelenik b) $I_2 + 2\ S_2O^{2-}_3 \rightarrow 2I^- + S_4O^{2-}_6$ a keletkező ionok színtelenek
ezüst(I)-ion	2 M sósav	fehér csapadék	$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl + HNO_3$
higany(I)-ion	0,5 M kálium-jodid-oldat + kémszer-felesleg	sárgászöld csapadék megfeketedik	$Hg^{2+}_2 + 2\ KI \rightarrow Hg_2I_2 + 2\ K^+_{(aq)}$ $Hg_2I_2 + 2\ KI \rightarrow [HgI_4]^- + Hg$
higany(II)-ion	0,5 M kálium-jodid-oldat + kémszer-felesleg	téglavörös csapadék feloldódik, halványsárga oldat	$Hg^{2+} + 2\ KI \rightarrow HgI_2 + 2\ K^+_{(aq)}$ $HgI_2 + 2\ KI \rightarrow [HgI_4]^- + 2\ K^+_{(aq)}$
ólom(II)-ion	0,5 M kálium-jodid-oldat + kémszer-felesleg + szilárd kálium-jodid	élénksárga csapadék nem oldódik oldódik, színtelen oldat	$Pb(NO_3)_2 + 2\ KI \rightarrow PbI_2 + 2\ K^+_{(aq)}$ – $PbI_2 + 2\ KI \rightarrow [PbI_4]^- + 2\ K^+_{(aq)}$
bizmut(III)-ion	0,5 M kálium-jodid-oldat + kémszer-felesleg	fekete csapadék feloldódik, narancssárga oldat	$Bi^{3+} + 3\ KI \rightarrow BiI_3 + 3\ K^+_{(aq)}$ $BiI_3 + KI \rightarrow [PbI_4]^- + K^+_{(aq)}$

2. táblázat. Csapadékképződéssel járó reakciók mikroszkóp alatt

A *sav-bázis reakciók mikroszkóp alatt* akkor hozhatnak igazán többletet a csempe- és szűrőpapír-technikákhoz képest, ha kémhatásváltozásra érzékeny növényi színanyagok (pl. antociánok) látványos színváltozását vizsgáljuk mikroszkóp alatt. Különösen azok a kísérletek izgalmasak, amelyek nem egyszerűen az antociánok indikátor voltát igazolják, hanem hogy mindez nem „steril", kémiában megszokott közegben derül ki (kémcsőkísérletben, antociánkivonatot alkalmazva), hanem akár sejt-, szövetszinten is bemutatható.

Lilakáposzta színanyagának vizsgálata. Készítsünk borotvapengével vagy szikével lehető legvékonyabb (mm vagy tized mm) metszetet lilakáposzta leveléből! Helyezzük tárgylemezre, cseppentsük le desztillált vízzel és fedjük le mikroszkópi fedőlemezzel! Állítsuk élesre a képet, és keressünk egy részletgazdag területet a látómezőn! Figyeljük meg a sejtnedvben oldott antocián kezdeti színét! Cseppentsünk injekciós tűvel vagy Pasteur-pipettával egy-két csepp 2 M koncentrációjú sósavoldatot a fedőlemez egyik széléhez úgy, hogy a csepp a desztillált vízzel kapcsolatban legyen! A fedőlemez másik oldalához érintsünk egy kis darabka szűrőpapírt vagy papír zsebkendőt, és szívassuk át a savoldatot a vizsgálati anyagon keresztül! Figyeljük meg, hogy ahogyan a savoldat eléri az antociánt, a kezdeti lilás szín egyre élénkebb pirosra változik!

Egy másik, hasonlóan előkészített minta mellé cseppentsünk lúgoldatot (meszes víz, nátrium-hidroxid-oldat, szappanoldat, felhígított konyhai mosogatószer stb.), és figyeljük meg a bekövetkező kék-zöld színváltozást!

A kísérlet felületmikroszkóppal is elvégezhető. Ebben az esetben a preparátum előkészítése egyszerűbb, csak egy kis darabka növényi részt (pl. lila színű sziromlevelet) kell a Petri-csészére helyezni és közvetlenül a mintára cseppenteni a sav vagy lúgoldatot. A színváltozás néhány másodperc múlva már érzékelhető.

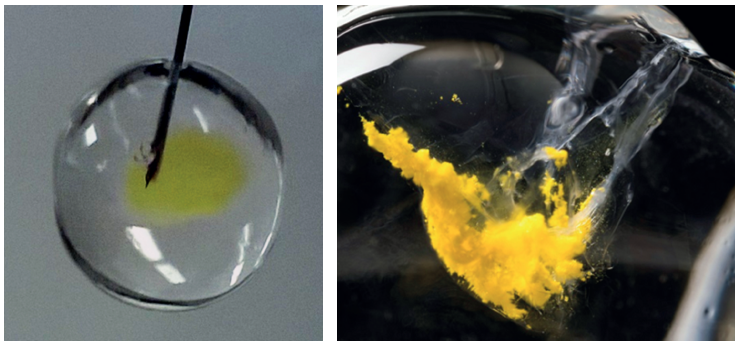
Vizsgálati anyagként lila és kék színű virágok és növényi részek alkalmasak (ibolya, orgona, mezei zsálya, árvácska stb.). Meggyorsíthatjuk a kísérletet, ha első lépésként acetonnal vagy egyéb szerves oldószerrel áttöröljük a növényi rész felszínét. Ha a kísérlet megkezdése előtt maceráljuk a vizsgálati anyagot, például úgy, hogy dörzsmozsárban kissé átdörzsöljük, a sejtek roncsolódása miatt a sejtnedv gyorsabban érintkezik a sav- és lúgoldattal, így a színváltozás hamarább bekövetkezik. Természetesen ebben az esetben az esztétikai élmény kisebb, mintha van időnk kivárni az ép sejtekben bekövetkező színváltozást.

Hidrogélek mint reakcióterek

A szuperabszorbens polimerek újszerű kísérletezési technikák kipróbálására nyújtanak lehetőséget [21, 22]. A kísérletek során használt hidrogélgolyók virágüzletekben is beszerezhetők, vízkultúrás növénynevelés hez kínálják, vagy egyszerűen dekorgyöngyként, díszítőelemként is szokták használni. Erre a feladatra azonban a már használt, kimerült fürdőszobai illatosító gyöngyök is alkalmasak. Ezek a hidrogélnek nevezett golyók nagy vízfelvevő képességű poliakril típusú műanyagok, amelyek hétköznapi felhasználása a nagy vízfelvevő és víztartó képességükön alapul. Az eldobható babapelenkák és tisztasági betétek nedvszívó magja és a kísérletekben használt hidrogélek is leggyakrabban nátrium-poliakrilát típusú polimerek. Rendkívüli vízfelvevő képességük (akár 20–40 cm^3 víz/1 g polimer), kémiai összetételük és szerkezeti kialakításuk együttes eredményeképpen jön létre. A polimer száraz állapotban apró, kemény granulátum. A kiszáradt, illatukat vesztett golyókat alaposan átmossuk, né-

hány órára desztillált vízbe áztatjuk. Duzzadás után körülbelül 1 cm átmérőjű golyókat kapunk.

Csapadékképződéssel járó reakciók hidrogélekben. A mikroszkópi módszereknél részletesen felsorolt, majd a tablettatartós kísérleteknél hivatkozott csapadékképződési reakciók hidrogélekben is végrehajthatók. A vizsgálandó fémiont tartalmazó oldatot injekciós fecskendővel juttatjuk a hidrogélgolyó belsejébe, majd egy másik injekciós tűvel és fecskendővel a csapadékleválást előidéző reagenst injektáljuk a golyó belsejébe. A megduzzadt hidrogélgolyók spontán nagyítóként működnek, és még inkább kiemelik a látványt. A módszer érdekes és újszerű, éppen ezért erősen motiváló hatású. Mivel végrehajtása bizonyos kézügyességet és érettebb viselkedést igényel, inkább a középiskolás korosztály számára ajánlott. Tanórai környezetben inkább demonstrációs kísérletként használható, de szakköri foglalkozásokon kiváló lehetőségeket biztosít új ötletek kipróbálására és a módszer begyakorlására. Előnye, hogy minimális a vegyszerigénye, a fecskendőkben előkészítve akár hetekig tárolhatók az előkészített vegyszerek és egymás utáni órákon a fecskendők újra és újra elővehetők. A desztillált vízbe beáztatott hidrogélgolyók lezárt befőttes üvegben akár hónapokig megőrzik „működőképességüket". A csapadékok leválasztásához a reagenseket a tankönyvekben és kézikönyvekben megadott koncentrációkban használjuk. A valósághű eredmény elérése érdekében színtelen poliakril golyókat használjunk **(4–5. ábra)**.



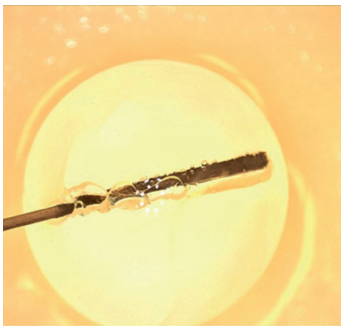
4–5. ábra. Ólom(II)-jodid csapadék akrilgyöngyben
(Soproni László fotói)

Elektrokémiai reakciók hidrogélekben. Gyorsan és egyszerűen elektrolizálhatunk akrilgyöngyök segítségével. Az elektrolizálni kívánt oldatunkba belemerítünk egy kb. 5 cm hosszúságú és 3 cm széles szűrőpapírcsíkot, tiszta üveglapra vagy csempére simítjuk, majd egymástól kb. 2 cm távolságra elhelyezünk két, desztillált vízben előzőleg megduzzasztott akrilgyöngyöt. Egy-egy grafit Rotring-hegyet szúrunk a golyókba, majd krokodilcsipesz segítségével a vezetékekhez és az áramforráshoz (zsebtelep, tápegység) kapcsoljuk. 4,5–9 V feszültségű árammal végezve az elektrolízist, már néhány másodperc múlva jól látható változásokat észlelhetünk az elektródokon **(6–7. ábra)**.

Az említetteken kívül érdekes lehetőség még a *szappanbuborékokban* [23], a *CD/DVD felületén* [24] végrehajtható kísérletek, valamint az *érintőképernyős okostelefonok és táblagépek* alkalmazása a kémiai kísérletezésben. Ezekről részletesebben a [12, 13] tanulmányokban olvashatunk.

6. ábra. Ezüstkiválás akrilgyöngyben (ezüst-nitrát-oldat elektrolízise)

7. ábra. Oxigénfejlődés akrilgyöngyben (ezüst-nitrát-oldat elektrolízise)



IRODALOM

[1] Tóth Z., Bodnár M. (2004): Kísérletek a kémia tankönyvekben. *Iskolakultúra,* 14 (1), 106–112.

[2] Pais I. (1977): *Kémiai előadási kísérletek.* Tankönyvkiadó, Budapest.

[3] Rózsahegyi M., Wajand J. (1991): *575 kísérlet a kémia tanításához.* Tankönyvkiadó, Budapest.

[4] Rózsahegyi M., Wajand J. (1999): *Látványos kémiai kísérletek.* Mozaik Kiadó, Szeged.

[5] Szalay L. (szerk.), Riedel M., Rózsahegyi M., Wajand J. (2016): *Kémiai kísérletek az általános iskolákban.* ELTE, Budapest. http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf (2016. 08. 16.)

[6] Mojzes J. (1984): *Módszerek és eljárások a kémia tanításában.* Tankönyvkiadó, Budapest.

[7] Szalay L. (szerk.), Balázs K., Csenki J., Főző A. L., Labancz I., Riedel M., Rózsahegyi M., Schróth Á., Tóth Z., Wajand J. (2015): *A kémiatanítás módszertana.* ELTE, Budapest. http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf (2016. 08. 16.)

[8] Bohdaneczky L-né, Sarka L., Tóth Z. (2015): *Kémiatanárok szakmódszertani továbbképzése.* (Szaktárnet-könyvek 13.) Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/kemiatanarok_szakm_tovabbk.pdf (2016. 08. 16)

[9] Obendrauf, V. (2008): More small scale hands on experiments for easier teaching and learning. *Chemical Education International,* 8 (1), http://old.iupac.org/publications/cei/vol8/0801xObendrauf.pdf (2016. 08. 16.)

[10] Kovács M. (2002): Variációk két elemre. *A Kémia Tanítása,* 10 (5), 3–12.

[11] Mattson, B. (é.n.): *Microscale gas chemistry.* http://mattson.creighton.edu/Microscale_Gas_Chemistry.html (2016. 08. 16.)

[12] Tóth Zoltán és Sarka Lajos (2015): Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben. In: Bohdaneczky L-né, Sarka L. és Tóth Z. (2015): *Kémiatanárok szakmódszertani továbbképzése.* (Szaktárnet-könyvek 13.) Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. 95–124. http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/kemiatanarok_szakm_tovabbk.pdf (2016. 08. 16)

[13] Riedel M., Rózsahegyi M., Wajand J., Tóth Z. (2015): Kémiai kísérletek és egyéb szemléltetési módok. In: Szalay L. (szerk.) (2015): *A kémiatanítás módszertana.* ELTE, Budapest. 69–120. http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiatanitas_modszertana_jegyzet.pdf (2016. 08. 16.)

[14] Bárány Zs. B. (2009): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, I. rész. *A Kémia Tanítása,* 17 (2), 23–26.

[15] Bárány Zs. B. (2009): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, II. rész. *A Kémia Tanítása,* 17 (3), 17–20.

[16] Bárány Zs. B. (2009): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, III. rész. *A Kémia Tanítása,* 17 (4), 7–9.

[17] Bárány Zs. B. (2009): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, IV. rész. *A Kémia Tanítása,* 17 (5), 13–15.

[18] Bárány Zs. B. (2010): Csempe- és félmikro-kísérletek laboratóriumi gyakorlatokon, V. rész. *A Kémia Tanítása,* 18 (1), 28–31.

[19] Kalogirou, E., Nicas, E. (2010): Microscale chemistry: experiments for schools. *Science In School,* 5 (16), 27–32. http://www.scienceinschool.org/2010/issue16/microscale (2016. 07. 19.)

[20] Lopes, F. S., Baccaro A. L., M. Santos S. F., Gutz I. G. R. (2016): Oxygen bleach under the microscope: microchemical investigation and gas-volumetric analysis of a powdered household product. *Journal of Chemical Education,* 93 (1), 158–161.

[21] Nuffield Foundation, Royal Society of Chemistry (2015): *Experiments with hydrogels – hair gels and disposable nappies.* http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000689/experiments-with-hydrogels-hair-gel-and-disposable-nappies. Röviden: http://rsc.li/IT37oEK (utolsó megtekintés: 2016. 07. 19.)

[22] Dobóné Tarai É., Fontos M., Márfai F., Nyariki N., Sebők F., Serflek Á., Soproni B., Ujházy A. (2016): Egy új kémiaórai kísérletező módszer és kipróbálásának tapasztalatai. *Középiskolai Kémiai Lapok,* 43 (2) 178–189.

[23] Albert W. M., Lee, A., Wong, H. W., Lee, H. Y., Ning-Huai Z. (2002): Chemistry in Soap Bubbles. *Journal of Science Education,* 3 (1) 37–38.

[24] Lühken, A. (2010): Chemistry in the mirror of a CD – experiments with the compact disc. *Research in didactics of the sciences : monograph,* Pedagogical University of Kraków. http://pbc.up.krakow.pl/dlibra/plain-content?id=1710 (2014. 03. 05.)

Főző Attila László
■ Informatikai, Távközlési és Elektronikai Vállalkozások Szövetsége, Budapest

Mobileszközök a kémiaoktatásban

Két évtizeddel ezelőtt is létezett és az oktatás számára is elérhető volt az a technológia, amely például lehetővé tette a molekulák, kémiai kötések, szerkezetek számítógéppel segített vizualizációját. A technológia fejlődését a társadalmi változások lassan követik, az iskola sokparaméteres világa pedig különösen nehezen alkalmazkodik az információs világ változásaihoz. Az említett lehetőségek a kémiai vizualizáció oktatási alkalmazásaiban ma sem elterjedtek. A technológiai innováció sok esetben néhány év alatt eljut a felfedezéstől az elfelejtésig vagy a mindennapi életbe való beépülésig. Az oktatásban is megjelenő technológiai trendeket rendszeresen vizsgálja például a *New Media Consortium*, amely közel kétszáz ország kutatóinak visszajelzése alapján állítja össze évről évre az NMC Horizon Reportokat [1]. Ezekben követhető nyomon, hogy melyek azok a technológiák, amelyek a legnagyobb hatással vannak az oktatásra és milyen kihívások várhatóak néhány éves távlatban. A mobiltelefonok és a könnyen hordozható táblagépek, laptopok a mindennapi élet részei, ezért egyre erőteljesebben kopogtatnak a tanterem ajtaján is.

A *mobileszközökkel segített tanulás* (mobile learning, m-learning) legegyszerűbb megközelítése az, hogy az okostelefonok, táblagépek és más eszközök révén a tudás ott és akkor érhető el, amikor arra szükség van, amikor a motiváció a legnagyobb és az információ hasznosulására a legnagyobb az esély. Ezek az eszközök lehetővé teszik, hogy egy vegyülettel kapcsolatos információkat például már akkor elérjék a tanulók, amikor az felkeltette az érdeklődésüket, és nem tolódik el ez egy későbbi időpontra, amikor esetleg már meg is feledkeztek a témáról.

A mobileszközök elterjedése és megjelenése az iskolai környezetben merőben más, mint korábban a számítógépes laboratóriumok, interaktív táblák, projektorok vagy iskolai laptopok esetében történt. Az okostelefon ma már a tanulók jelentős részénél olyan alapfelszereltség, mint például a tolltartó, azonban míg utóbbinak a jelenlétét a pedagógusok kiaknázzák, a mobileszközökre ez nem mondható el. Ez komplex kérdéskör, nem a pedagógus az egyetlen, aki eredményessé teheti ezen eszközök tanulásban való alkalmazását. Az iskolai informatikai infrastruktúra gyorsan elavul és csak igen jelentős költségekkel lehetne megújítani. A tanulók és a pedagógusok saját eszközei azonban egyre inkább az iskolában jelen levő legkorszerűbb eszközöknek tekinthetők.

A saját mobileszközök megjelenése az oktatásban az ún. BYOD (Bring Your Own Device, hozd a saját eszközöd) jelenség, amely csak akkor sikeres, ha bizonyos feltételek teljesülnek. A BYOD a mindennapi gyakorlatban azt jelenti, hogy kémiaórán a tanulók a saját eszközükkel dokumentálhatják a kísérleteket, kiegészíthetik jegyzeteiket, megtekinthetnek a tankönyvben nem megjeleníthető modelleket vagy használhatják azokat a projektmunkák során.

Az okostelefonok és táblagépek iskolai használatához jó minőségű infrastruktúra, nagy sebességű internet, vezeték nélküli hálózat szükséges, de éppúgy alapfeltétel az áttekinthető és elfogadható informatikai szabályzat, a pedagógusok digitális pedagógiai felkészültsége és a tanulók digitális kompetenciája. Ez utóbbival kapcsolatosan igen elterjedt tévhit, hogy a tanulók digitális írástudása napjainkban megfelelő, hiszen látszólag gyorsan és jól használják a legújabb mobileszközöket is. A tanulók digitális kompetenciája azonban elsősorban technikai készségekre terjed ki, kognitív területen, a gondolkodási készségek szintjén jelentős problémák mutatkoznak. A hazai tizenévesek nem boldogulnak jól a digitális információk értelmezésével és feldolgozásával. Ezt hazai kutatások [2] is, de a PISA-vizsgálatok digitális szövegértésre vonatkozó eredményei [3] is megerősítik.

Okostelefon a kémiaórán

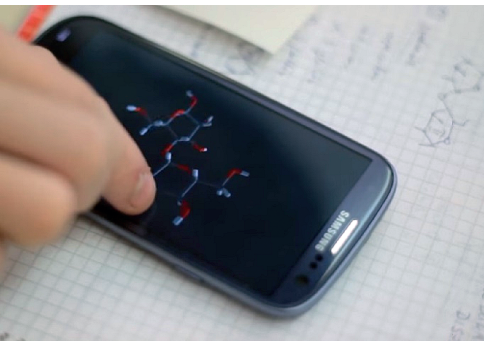
Az okostelefonok tanórai alkalmazásához kapcsolódóan a 2014/2015-ös tanévben az Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. megbízásából budapesti gimnáziumok részvételével zajlott egy, a kémia tantárgyra is kiterjedő pilot-kutatás [4]. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a mobiltelefonok (okostelefonok) jelenléte az iskolában sokszor inkább probléma, mint lehetőség a tanulás és a tanítás támogatásában. A több mint 600 tanuló részvételével zajló vizsgálat célja az volt, hogy feltárja a mobiltelefonok oktatási alkalmazásainak feltételeit, óravázlatokat és ajánlásokat dolgozzon ki, valamint rámutasson a megoldandó problémákra is.

A kutatás során, a kémiaórákon a *szénhidrátok* témakörénél, azonos óravázlatok alapján alkalmazták a korszerű technológiát a Berzsenyi Dániel Gimnáziumban (tanárok: Siegler Gábor és Dobóné Dr. Tarai Éva), az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnáziumban (tanárok: Balázs Katalin és Paulovics Ferenc), valamint az Alternatív Közgazdasági Gimnáziumban (tanár: Marsi Zoltán). A pilot-kutatásban részt vevő iskolák háromféle operációs rendszerrel (Android, iOS, Windows Phone) felszerelt telefonnal dolgoztak (valamint volt kontrollcsoport is), és ezeket a tanórák legalább egyharmadán használniuk kellett.

A kémiaórákon olyan alkalmazások (applikációk) segítségével dolgoztak a tanulók, amelyek ingyenesek voltak az adott operációs rendszer alkalmazás-áruházában. Amennyiben az adott alkalmazás nem volt elérhető mindhárom operációs rendszeren, hasonló applikációt használtak. A Windows Phone-os okostelefonokra nem volt elérhető elegendő kémiai alkalmazás, ezért ott a világhálóról, webböngészővel érték el a tartalmakat a tanulók. Ez a körülmény az azóta eltelt időszakban nem változott, így továbbra is igaz az, hogy a Windows Phone operációs rendszerrel felszerelt eszközökön nem érhető el az oktatási alkalmazások többsége.

A kémia tanulása során különösen fontosak azok a fogalmak, jelenségek, amelyek alapvetőek ugyan, ám nehezen érthetők, eset-

leg a mikrovilág olyan összefüggéseire vonatkoznak (pl. kötések, térorientáció, izoméria), amelyek papíralapú taneszközökkel, tankönyvekkel, hagyományos eszközökkel nem (jól) mutathatók be **(1. ábra)**. A mobileszközökkel azonban megjeleníthetők ezek a *szerkezetek*, *modellek*, *folyamatok* mégpedig úgy, hogy ehhez nem szükséges számítógépteremben lenni, nem szükséges bonyolult, esetleg a kémialaboratóriumban nehezebben használható kivetítés. Bár a mobiltechnológia fejlettsége lehetővé tenné, az oktatási célú kémiai vizualizációban vannak még „fehér foltok", így a tanulók korlátozott számban találnak ingyenes alkalmazásokat (pl. **1. táblázat**).

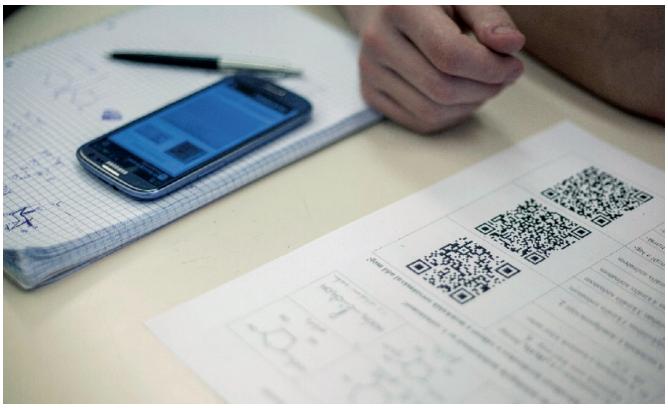


1. ábra. Molekulamodell okostelefonon (https://www.youtube.com/watch?v=o-yJ34svg4A&list=PLi1UICbq80PyhLfg4wgqejU9ymBMay09k)

A digitális pedagógia jelenlegi kihívásai közé tartozik az értékelőeszközök minél hatékonyabb használata a tanulói előrehaladás támogatására. A mobileszközökkel gyorsan, látványosan és utólag is elemezhető módon lehet támogatni a tanári értékelést vagy a tanulói önértékelést. A pedagógiai gyakorlatban a legelterjedtebbek a tesztszerkesztő vagy kvízkészítő alkalmazások. Ilyeneket alkalmaztak a kutatás során is a pedagógusok, de ezeket az alkalmazásokat (pl. Socrative, Redmenta, Kahoot!, Plickers) a tanulók is éppúgy használhatják saját kvízek, kérdéssorok összeállítására.

Az önellenőrzés a formatív értékelés egyik fontos eleme lehet, ezért különösen jól használhatók a kémiai feladatlapokon, esetleg munkafüzetekben az ún. QR-kódok, amelyek rövid szöveges információt hordoznak, és mobiltelefonnal könnyen leolvashatók. A kutatásban ilyen kódokat használtak a tanárok a feladatlapokhoz tartozó helyes megoldások vagy a megoldáshoz vezető gondolatmenet kódolására. A diákok a feladatok megoldása után vagy elakadás esetén beolvashatták az ott levő QR-kódot, így tovább tudtak haladni tanári beavatkozás nélkül **(2. ábra)**.

A 21. század tanításának egyik fontos törekvése, hogy a tanulók ne csupán tartalomfogyasztók legyenek, hanem maguk is hozzanak létre új tartalmakat a meglevőkből, a saját vagy külső források felhasználásával. A mobileszközök kitűnő társai lehetnek a tanulóknak a kémiaórák legszebb részein, amikor tanulói vagy tanári kísérletezésre kerül sor. A sokszor inkább tiltott eszközként megbúvó okostelefonok jól használhatók a kísérletek fényképes és videós dokumentálására. Könnyen beszerezhetők olyan kiegészíthető lencsék, amelyekkel makrófelvételek is készíthetők például reakciótermékekről, kémcsőben zajló folyamatokról. Hasonló módon megoldható olyan lencsék használata is, amelyek gyakorlatilag mikroszkóppá alakítják az okostelefont, így akár kristályokat is fotózhatnak a tanulók. Korábban ilyen tevékenységekhez különleges eszközökre (fényképezőgép, mikroszkóp vagy ezek kombinációja) volt szükség, most azonban szer-



2. ábra. QR-kódok kémia feladatlapon (https://www.youtube.com/watch?v=o-yJ34svg4A&list=PLi1UICbq80PyhLfg4wgqejU9ymBMay09k)

vesen lehetnek jelen a kémiaórán. Az okostelefonokkal támogatott tanulói tartalomfejlesztésre kiváló példa Balázs Katalinnak, az IKT Műhely 2014 keretében kidolgozott projektje [5].

A kutatás során, a kémiaórákon a pedagógusok és a tanulók által leggyakrabban használt módszereket és mobiltelefonos alkalmazásokat mutatja az **1. táblázat.**

A kiterjesztett valóság lehetőségei

A *Gartner* elemzőcég rendszeresen közzéteszi azokat a technológiai trendeket, amelyekre a legnagyobb figyelem összpontosul. Az általuk közzétett technológiák ún. hype-görbét járnak be a technológiai újdonság felbukkanásától, a túlzott elvárások és a figyelem szakaszán keresztül akár az eltűnésig vagy a hétközna-

1. táblázat. A kutatásban alkalmazott módszerek és alkalmazások

Módszer	Technológiai megoldás	Alkalmazás neve[1]
Molekulák szerkezeti képletének és háromdimenziós modelljének vizsgálata	Molekulamodellező Molekula-adatbázis	Molecule Viewer 3D ChemSpider
Ismétlés, összefoglalás, önellenőrzés	Kvízkészítő alkalmazás	Socrative Teacher, Socrative Student
Feladatlapok megoldásának ellenőrzése QR-kóddal	QR-kód-készítő	QR-kód-olvasó, Barcode Scanner
Tanulói és tanári kísérletek dokumentációja	Kép-, videó- és hangfelvétel	Kamera, Hangrögzítő

[1] A példák Android operációs rendszerben használható alkalmazások (applikációk).

pokban való megjelenésig. A kiterjesztett valóság (augmented reality) önmagában nem új, de különböző megvalósulásaival az utóbbi években rendre szerepel a legújabb trendek között.

A *kiterjesztett valóság* oktatási szempontból olyan alkalmazások formájában nyilvánul meg, amelyek lehetővé teszik, hogy a mobileszköz kijelzőjén a szokás környezeten megjelenjen egy virtuális réteg, általában egy háromdimenziós modell, amely interaktív is lehet. A mobileszközök kémiaoktatási alkalmazásai szempontjából ez azt jelenti, hogy nem szükséges számítógépteremben vagy az otthoni laptop előtt lenni, hanem a szokásos tanulási környezetben juthatunk hozzá valamilyen hozzáadott tartalomhoz. A kiterjesztett valóságot használó alkalmazások általában a mobileszköz kamerája által érzékelt valamilyen „marker" hatására jelenítik meg a modellt. A már említett QR-kód is ilyen markerként viselkedik, de az egyedi fejlesztések egyedi jelzéseket szoktak alkalmazni.

Az *Elements 4D*[2] elnevezésű alkalmazáshoz nyomtatható minta alapján elkészíthetünk egy papírkockát, amelynek minden oldala egy-egy kémiai elemet jelképez. A mobileszköz felismeri, hogy a kocka melyik oldala látszik, és az adott elemhez információkat, színes képet, grafikát jelenít meg. Ha két kockát úgy közelítünk, hogy oldalaikon olyan elemek látszanak, amelyek reakcióba léphetnek egymással, akkor az applikáció azt is megmutatja **(3. ábra)**.

3. ábra. Elements 4D alkalmazás

A kiterjesztett valóságra (AR) épülő alkalmazások száma sokkal magasabb is lehetne, azonban még legtöbbször kísérleti fázisban levő megoldásokkal találkozunk. Ilyenek azok, amelyek a tanuló kezében levő markerhez egy-egy részecskét, atomot, molekulát stb. rendelnek, majd az egymáshoz közelített modellek közötti kölcsönhatásokat animálva mutatja meg „kézzelfogható" formában.

Jelenleg a virtuálisvalóság-szemüvegek és okostelefonok kombinációjának alkalmazása az egyik aktuális trend a vizualizációban és a játékiparban is. A felhasználó a saját mobiltelefonján futtatja az alkalmazást, amit a szemére tett speciális szemüvegen keresztül néz, így „részesévé válik" egy háromdimenziós látványvilágnak. A kémiában még kevés ilyen tartalom érhető el ingyenesen, de például egy szervetlen kémiai alkalmazás kipróbálható az olcsón beszerezhető *Google Cardboard*[3] szemüveggel és a *Chemistry VR* Androidos applikációval.

Mérések mobileszközökkel

A tudományos gondolkodás megismerésének elengedhetetlen része, hogy a tanulók megfigyeléseket és méréseket végezzenek, a mért adatokat értelmezzék, esetleg fel is dolgozzák. Az okostelefonok és a táblagépek eleve rendelkeznek beépített szenzorokkal, amelyek a működésükhöz szükségesek, és amelyekkel, bizonyos pontossággal, méréseket is lehet végezni. Ezek a szenzorok a fizikaoktatásban közvetlenül is használhatók (pl. gyorsulás, zajszint, megvilágítás, időtartam mérésére), közvetve azonban a kémiai vizsgálatokhoz is adhatnak segítséget. Ilyen lehet például az, hogy egy erdei iskolában a vízvizsgálat során a mérési hely földrajzi koordinátáit is meghatározhatjuk, de akár a megvilágításra vonatkozó adat is érdekes lehet. Külső szenzorok csatlakozásával azonban további, a kémia szempontjából releváns mérések is elvégezhetők, így például a kémhatás, az elektromos vezetőképesség, gázok koncentrációja. Amennyiben rendelkezünk ilyen külső érzékelőkkel, a Google Science Journal nevű applikációval kezelhetjük és ábrázolhatjuk a mért értékeket.

Amikor mobileszközök oktatási alkalmazásairól beszélünk, nem csupán okostelefonokra és táblagépekre vagy kisebb laptopokra gondolhatunk, hanem szenzoros mérőállomásokra (data logger) vagy miniszámítógépekre is. A mérőállomások vagy mérési adatgyűjtők központi egységei nem csupán rögzítik az adatokat, hanem a feldolgozásban is segítenek, valamint több közülük elérést biztosít a világhálóhoz is.

A miniszámítógépek (pl. Raspberry Pi) és a programozható mikrokontrollerek (pl. Arduino, micro:bit) egyre nagyobb sikereket érnek el különböző tantárgyak tanításában. Ezeknek az eszközöknek az alkalmazása két fontos pedagógiai trend találkozási pontja. Az egyik az a tény, hogy ma már a digitális kompetencia része a kódolás (programozás) is, ahogyan az Európai Unióban használt DigComp keretrendszer 2016-ban megjelent 2.0-ás változata [6] is tartalmazza. A másik, egyre inkább terjedő jelenség az ún. makerspace (közösségi műhelyek) mozgalom, amely egyfajta korszerű „csináld magad". Ennek lényege, hogy a tanulás hatékonyabb, ha a tanuló tevékenyen vesz részt a kísérlet lebonyolításában, előkészítésében vagy akár egy tananyagelem kidolgozásában akár programozással, akár tervezési, építési feladatok végrehajtásával. A mikrokontrollerekhez, illetve miniszámítógépekhez szintén léteznek szenzorok, amelyek segítségével mérőállomásokat készíthetnek a tanulók és maguk programozhatják azokat például környezeti mérésekhez.

A Nemzetközi Űrállomáson járt brit űrhajós 2015–2016-ban egy olyan Raspberry Pi miniszámítógéppel végzett kísérleteket, amelyre diákok is küldhettek programkódokat. A kísérletekről rendszeresen beszámolt, és több mint 400 000 diák kaphatott képet arról, hogy a világ megismeréséhez tudományos információkra is szükség van, és ezekhez mobileszközökkel gyermekek is hozzáférhetnek.

A mobileszközökkel segített oktatás számos, a hétköznapi életben már elterjedt technológiai megoldást tartalmaz, azonban ehhez megfelelő iskolai infrastruktúra, saját eszközök és főként tanári kompetencia szükséges, ugyanis a 21. század digitális pedagógusai továbbra is a legkülönlegesebb és a legnélkülözhetetlenebb elemei az oktatásnak.

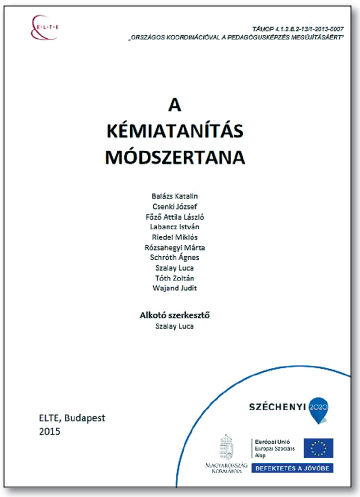
[2] http://elements4d.daqri.com/ (2016. augusztus)
[3] https://vr.google.com/cardboard/

Irodalom
[1] New Media Consortium: Horizon Reports. http://www.nmc.org/nmc-horizon/ (2016. 08. 31.)
[2] Educatio Nonprofit Kft. (2015): A digitális írástudás fejlesztésének lehetőségei. http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/s/digitalis-irastudas (2016. 08. 31.)
[3] OECD (2015): Graph 3.1. Comparing countries' and economies' performance in digital reading, in Students, Computers and Learning, OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-graph37-en (2016. 08. 31.)
[4] Educatio Nonprofit Kft. (2015): A mobileszközökkel segített tanulás módszereinek pedagógiai vizsgálata és kutatásba ágyazott oktatás-módszertani fejlesztés. http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/s/m-learning (2016. 08. 31.)
[5] Balázs K. (2014): http://www.sulinet.hu/iktmuhely_2014/docs/bk-profil.html# (2016. 08. 31.)
[6] Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero Gomez S., Van den Brande, G. (2016): DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union. EUR 27948 EN. doi:10.2791/11517

Könyvismertetés

Nemcsak tanítani, hanem élményt adni, kedvet csiholni, kitartásra és kritikai szemléletre, önismeretre nevelni

(Szalay Luca (szerk.): A kémiatanítás módszertana)



„*A kémiatanítás módszertana*” című szakmódszertani jegyzet, mely a TÁMOP 4.1.2.B.2-13/1-2013-0007 számú, „Országos koordinációval a pedagógusképzés megújításáért” című projekt keretében készült, hiánypótló mű.

Hiánypótló, hiszen az utóbbi évek, illetve a századforduló ugrásszerű változást hoztak nagyon sok tekintetben. Megváltozott a társadalom kémiai folyamatokra vonatkozó szemlélete, és így a gyerekek kémiai és természettudományos attitűdjei, valamint kognitív preferenciái is. A közoktatás rendszerének újrahangolása, illetőleg az infokommunikációs háttér jelentékeny fejlődése-térnyerése úgyszintén hozzájárult a kémiatanítás erőtereinek újraszerveződéséhez.

A szerkesztő, Szalay Luca így fogalmaz „*Éppen emiatt is nagy szükség van arra, hogy a sok szempontból kedvezőtlen helyzet ellenére a magyar szakemberek által összegyűjtött, kipróbált és hiteles tudás közkinccsé váljon, mind a tanárképzésben részt vevő hallgatók, mind a gyakorló kémiatanárok körében. A szerzők közül az évtizedek óta szakmódszertant tanító kollégák tapasztalata és a korábban e témában megjelent könyvek [1–5] révén azonban szerencsére a most készült jegyzettel megteremthető volt a folytonosság.*”

A jegyzet teljesíti a kitűzött célokat. Sőt, véleményem szerint többet is ad, hiszen szakmai és objektív témája ellenére áthatja a gyerekeket szerető, a gyerekek érdekeit előnyben részesítő szemlélet. „Hangja” azoknak a hangja, akik nem csak tanítani, hanem élményt adni, kedvet csiholni, kitartásra és kritikai szemléletre, önismeretre szeretnének nevelni.

A jegyzet szerveződése, az azt átható látásmód egyik kulcsmomentuma a praktikumra való törekvés. A fejezetek között dinamikus kapcsolat van, a megfelelő linkek összefüggő hálózattá szervezik a fejezeteket – így mindvégig segítve az olvasót abban, hogy az adott témakörben felvetett oktatási dimenziót mint komplex szituációit értelmezze, és ne izoláltan kezeljen egy-egy problémát, feladatot.

Tizenkét fejezetében számos területet érint. Jobb-e az oxigénnel dúsított víz? Kell-e lúgosítani? Miért csattannak ki a bogyós gyümölcsök eső után? Honnan „tudja” az aktív szén, hogy mit kell megkötnie? Milyen is voltaképpen a gyerekek tudása? Hogyan mérhetünk és valóban azt mérjük-e, amit szeretnénk? Hogyan végezhetünk tudományosan korrekt osztálytermi kutatásokat, hogyan tájékozódhatunk az oktatás-kutatás legújabb eredményeiről? A jegyzet a fölsoroltakon túl sok más kérdésre is többszempontú válaszokat és támpontot nyújthat (*Áltudományok és ismeretterjesztés, Ellenőrzés és értékelés, Oktatási módszerek, A kémiaoktatás kutatásának alapjai, Differenciált oktatás, felzárkóztatás, tehetséggondozás* és az *Infokommunikációs technológiák alkalmazása a kémiaoktatásban* című fejezetekben). A *Gondolkodási képességek fejlesztése* című szakaszban például 23 (!) mintafeladat konkretizálja az ismertetett módszereket.

A jegyzetben tételesen összegyűjtve megtalálhatjuk továbbá a különböző szintű és tematikájú versenyek, kutatási helyek, táborok, szervezetek elérhetőségét, de ötleteket nyerhetünk a Web 2.0 szolgáltatások keretében bloggerektől, blogjaikból egyaránt (*Szertár, H_2SO_4, Ködpiszkáló*), melyek megmutatják azt is többek között, hogy hol és hogyan tarthatjuk a kapcsolatot más tanár kollégákkal szerte a világon.

Miért nehéz a kémia a gyerekek számára? Mi a különbség a magolás és a kreatív mentés között? Mi, tanárok, hogyan térképezhetjük föl és hogyan korrigálhatjuk a diákok tévképzeteit? A 2. fejezetben Tóth Zoltán a kémiai fogalmak tanításának lehetőségeit és problémáit foglalja össze. Szó esik például a mindennapi tapasztalatokon alapuló gondolkodás veszélyeiről [6–7] is, és az elméleti rendszerezésen túl megannyi konkrét megoldási utat és segítséget kínál a tévképzetek feltárására, kezelésére. Itt emelem ki azt is, hogy a jegyzet egyik nagy erénye, hogy minden fejezet végén a legfrissebb szakirodalmak listája is szerepel, mely így nagy segítségünkre lehet az elmélyülésben.

A negyedik fejezet (*Kémiai kísérletek és egyéb szemléltetési módok*) szerzői áttekintve a kísérletezési módszereket mindvégig szem előtt tartják, hogy a különböző pedagógiai helyzetekben, más és más igényű osztályokban, adott szertári felszereltség mellett milyen lehetőségeink lehetnek a szemléltetésre. Törekszenek a környezettudatos és anyagtakarékos technikák bemutatására, emellett azt is fontosnak tartják, hogy a tanulók (szülői felügyelet mellett) otthon is használható, hétköznapi anyagokkal is kísérletezhessenek belátva, hogy a kémia nem az ártalmas vegyszerek absztrakt reakcióval való vesződés élményét jelenti *(Margarinok zsírtartalmának vizsgálata, Miért gyógyít a mézes tea).* Ebben a fejezetben olvashatunk a gyorstesztek oktatásba való beépítésének lehetőségeiről is, melyek orvosi, környezeti célú alkalmazásai által közös, biológiai-kémiai témahetek szervezését is megkönnyíthetik.

A kutatásalapú tanulást bemutató szakaszban az ún. IBST módszert is megismerhetjük. A szerzők [8] – hasonlóan *A kémiai számítások tanítása* című fejezethez – itt is kritikai észrevételekkel és friss kutatási eredményekkel gazdagítják a jegyzet anyagát [9–12].

Összefoglalva elmondható, hogy „*A kémiatanítás módszertana*” című szakmódszertani jegyzet igazi segítség és igen fontos szakirodalma lesz mind a tanár szakos hallgatóknak, mind pedig

azoknak a kémiatanároknak, akik nyitottak az új módszerekre és fejlődni, változtatni szeretnek. Fejezetei összhangban, egységben és kapcsolatban vannak egymással. Valahogy úgy, ahogy a tantárgyaknak, tanároknak, iskoláknak, diákoknak és a tudományterületeknek lenniük kellene. Formájával, nyelvezetével, egész megalkotottságával példázza az integritást.

Figyelemfelkeltő kísérleteivel, gondolatébresztő feladataival nem csak ötleteket ad, hanem újabb-jobb feladatok és technikák kidolgozására is sarkall.

A Balázs Katalin, Csenki József, Főző Attila László, Labancz István, Riedel Miklós, Rózsahegyi Márta, Schróth Ágnes, Szalay Luca (alkotó szerkesztő), Tóth Zoltán, Wajand Judit: *A kémiatanítás módszertana* (ELTE, Budapest, 2015) jegyzet szabadon letölthető: http://ttomc.elte.hu/kiadvany/kemiatanitas-modszertana-jegyzet.

Dávid Ágnes
Debreceni Egyetem TTK Kémiai Intézet

IRODALOM
[1] Loczka A. (1933): A kémiai oktatás alapelvei a középfokú oktatásban. Budapest.
[2] Loczka A. (1939): A vegytan tanítása. Országos Középiskolai Tanáregyesület, Budapest.
[3] Davida L.-né (1957, 1958, 1959): Kémiatanítás az általános iskolában. Budapest.
[4] Pais I., Biczók E-né (1967): A kémia tanításának módszertana. Tankönyvkiadó, Budapest.
[5] Mojzes J., Cs. Nagy G. (1978): Kémiai tantárgypedagógia. Tankönyvkiadó, Budapest.
[6] Talanquer, V. (2006): Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. Journal of Chemical Education, 83 (5), 811–816.
[7] Tóth Z. (2008): Kémia józan ésszel (Egy modell a tévképzetek megértésére). A Kémia Tanítása, 16 (5), 3–6.
[8] Szalay L., Tóth Z. (2006): An inquiry-based approach of traditional 'step-by-step' experiments. Chemistry Education Reserach and Practice, http://pubs.rsc.org/en/content/pdf/article/2016/rp/c6rp00044d (2016. 08. 31.)
[9] Nurrenbern, S. C., Pickering, M. (1987): Concept learning versus problem solving: is there a difference? Journal of Chemical Education, 64, 508–510.
[10] Nakhleh, M. B. (1993): Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? Journal of Chemical Education, 70, 52–55.
[11] Nakhleh, M.B., Mitchell, R.C. (1993): Concept learning versus problem solving: There is a difference. Journal of Chemical Education, 70, 190–192.
[12] Cracoline, M.S., Deming, J.C., Ehlert, B. (2008): Concept learning versus problem solving: A cognitive difference. Journal of Chemical Education, 85, 873–878.

Kutatási eredményekre épülő kémiaoktatás

(Tóth Zoltán: Korszerű kémia tantárgy-pedagógia. Híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között)

A kémia tantárgy népszerűtlenségének ténye ma már közhely számba megy a laikus közönség körében is, kémiával foglalkozók számára pedig különösen fájó pont. Több évtizedes kutatások keresik az okokat és a kutatási eredmények könyvtárakat töltenek meg, azonban utóbbiak a közoktatásban mégsem látszanak hasznosulni. Tóth Zoltán könyve azért hiánypótló, mert valóban – ahogyan a könyv alcímében is ígéri – híd a pedagógiai kutatás és a kémiaoktatás között.

A könyv három, egymástól jól elkülöníthető, ugyanakkor a megfogalmazott cél elérése érdekében szerves egységgé összefűzött fejezetből áll. Ezekben a szerző sorra veszi a kutatási eredmények hasznosításának lehetőségeit a napi gyakorlatban, a módszertani lehetőségeket és eszközöket kipróbált és alkalmazható példákkal szemléltetve, végül a kémiaoktatás kutatásának módszertani alapjaiba nyerünk betekintést. A jobb megértést 23 táblázat és 32 ábra segíti. A szakkönyv végén a 327 elemű hivatkozáslista a hazai és a nemzetközi korszerű szakirodalom széles körű ismeretét bizonyítja, és az érdeklődők számára útmutatásul szolgál egy-egy részterület alaposabb tanulmányozásához.

Egy kutatási eredményekre támaszkodó kémiaoktatás elméleti alapjai

A kémiatanulás nehézségeinek okait keresve a kutatók a fogalmi megértés nehézségeit tárták fel elsősorban a kognitív pszichológia eredményeire (Eysenck és Keane, 1997) és három tanuláselméleti modellre támaszkodva. A tanulást információfeldolgozásként értelmező modell, a konstruktivista tanulásfelfogás és a kognitív terhelés elmélete részletes és példákkal bőségesen illusztrált bemutatása után mindhárom modell esetében módszertani ajánlásokat kapunk a tanulási hibák felismerésére és javítására. A megértési nehézségek újabb forrása lehet a diSessa (1983) által leírt primitív axiomák (p-primek) jelenléte a gondolkodásunkban vagy a Talanquer (2006) által felfedezett implicit feltételezések alkalmazása. Mindkét elméletet olvasmányosan, szemléletes példákkal illusztrálva ismerhetjük meg.

A fejezet következő részében a „Miért nehéz a kémia?" kérdésre keres választ a szerző. A tárgyalt altémák többsége a kémia tananyaghoz kapcsolódik, de határtudományokat is érintő vizsgálatokba is betekintést enged. Az egész fejezet túlmutat a kémia szakmódszertanon és kutatásán, egyéb tárgyak tanításával és szakmódszertani kutatásával foglalkozók számára is hasznos és informatív. A gyakorló kémiatanárok, egy szakértő vezető útmutatásai alapján megérthetik tanítványaik nehézségeit és ötleteket is kapnak a segítségnyújtáshoz.

A fejezet utolsó részében a fogalmi megértés nehézségeinek feltárásáról olvashatunk. Nemcsak tanári szakmódszertani, hanem kutatásmódszertani útmutató is ez, egyebek mellett az interjúkészítés, a szóasszociációs és összekapcsolt feleletválasztásos tesztek készítése és értékelése témában. A bemutatott példák valós problémákról szólnak, a tananyaghoz köthetők, közvetlenül kipróbálhatók.

Amikor szembesültünk a hibás tanulói válaszokkal, és most már megfelelő fegyvertárunk van arra vonatkozóan, hogy kicsit a hibák mögé is tekintsünk, azonnal adódik a kérdés, hogyan oldjuk meg a felmerült megértési problémákat. Tóth Zoltán néhány tanítási stratégia bemutatásával segítségünkre siet ebben a kérdésben is. Olyan korszerű módszerekről olvashatunk, mint a kognitív konfliktus generálása (Adey, 1999; Korom, 2005), a kooperatív tanulási technikák (Kagan, 2001) és a legfrissebb kipróbált és elemzett módszer, Mazur (2014) egymást tanítás (peer instruction) módszere.

A kémiaoktatás eszközei, eljárásai és módszerei a kutatási eredmények tükrében

A második fejezetben a kémiaoktatás eszközeit és eljárásait veszi sorra a szerző a kutatási eredményekre támaszkodva.

A Mbajiorgu és Reid (2006) által kidolgozott, a kémia szakmódszertani kutatásokon alapuló tanterv ismertetéséből egyebek mellett megtudhatjuk, hogy az ideális tanterv mindenkihez szól, nemcsak a néhány kémiában tehetséges diákhoz, alkalmazásközpontú, célja a fogalmak megértése, nemcsak az információ átadása. Tóth Zoltán ezen alapelvek alapján írt tankönyveiből vett példákkal illusztrálja a hétköznapi megvalósítás lehetőségeit. Praktikus tanácsokkal lát el bennünket a tananyagfejlesztés, prezentáció vagy interaktív táblára fejlesztett flipchart készítésével kapcsolatban is.

Különösen izgalmas és erős része a fejezetnek a konstruktivista tanulásfelfogás értelmében javasolt módszerek bemutatása és a kooperációs technikákat alkalmazó rész, amelyben néhány témakör konkrét, órára lebontott feldolgozási receptjét olvashatjuk. A módszerek bemutatásán túl a hozzájuk kapcsolódó, sokszor eredményességet, beválást mérő kutatásokról is olvashatunk, sőt helyenként a módszer kritikáját is, például Kirschner tanulmányára hivatkozva (Kirschner, Sweller és Clark, 2006).

A szemléltetés lehetőségeivel és didaktikai kérdéseivel foglalkozó részben a kémiai kísérletek klasszikus csoportosítása mellett részletes elemzést kapunk azokról az új kutatásokról, amelyek a laboratóriumi gyakorlatok hatékonyságának növeléséről szólnak (Sirhan és Reid, 2001; Reid, 2008). A tanórai kísérletezés új irányzatainak bemutatásánál helyet kapott az Obendrauf-féle fecskendős gázfejlesztő készülékkel elvégezhető gázkísérletek csoportja (Sarka és Tóth, 2015), a csempén és szűrőpapíron kivitelezhető kísérletek és az otthoni kísérletek néhány példája. A szemléltetéssel foglalkozó alfejezetet a statikus és dinamikus modellek ismertetése, valamint az IKT-technikák nyújtotta lehetőségek rövid bemutatása zárja.

A fejezet egyik legfajsúlyosabb része a problémamegoldásról szól. A problémák típusait, megoldásuk modellezését, a problémamegoldás fejlesztésének kémiaórai lehetőségeit áttekintve, a következőkben a kémiai számítások tanításának módszertanához kapunk hasznos ötleteket. A tudományos igényű elemzés segítheti a gyakorló tanárokat a tanulók gondolkodásmódjának jobb megértésében és a feladat-megoldási stratégiák kialakításában. Legvégül az ellenőrzés és az értékelés néhány ismert és kevésbé ismert aspektusáról olvashatunk.

A kémiaoktatás kutatásának módszertani alapjai

A harmadik fejezet két, jól körülhatárolható témával foglalkozik. Az elsőben a szerző a kémiaoktatás kutatásának általános kérdéseit tárgyalja és magát a módszertani kutatást helyezi el a kémiai kutatások és a társadalomtudományi kutatások viszonylatában. A második, rendkívül izgalmas részben a tudásszerkezet – vizsgálatok legújabb eredményeibe nyerünk betekintést.

Sajátos helyet foglalnak el a tudományok között a tantárgyi szakmódszertanok. Egyesek a „Tudomány-e a kémia szakmódszertan?” kérdést is felvetik. Tóth Zoltán válasza szerint, amennyiben megfelel a tudományosság kritériumainak, igen. A kérdés nemcsak elméletileg és a szakmódszertannal foglalkozó oktatók önmeghatározása szempontjából fontos. A mostanában bevezetésre kerülő pedagógus-életpálya modellhez kapcsolódóan a pedagógusok egy eddig nem nevesített, bár létező csoportja, a kutatótanárok is megjelentek a pedagógus társadalomban. Számukra, de különösen a fiatal kollégák számára nélkülözhetetlen, hogy tisztában legyenek néhány alapvető kutatás-módszertani és etikai kérdéssel.

A fejezet második részében a tudásszerkezet-vizsgálatok legújabb eredményeiről, a fogalmi térképekről vagy a szóasszociációs módszerekről és az optimális tanulási utak meghatározásáról olvashatunk.

A könyv tudományos igénnyel megírt, mégis közérthető, olvasmányos munka. Haszonnal forgathatják kémiával és módszertani kutatásokkal foglalkozó szakmabeliek és laikus érdeklődők is, de a tanárképzés és tanártovábbképzés anyagai közül sem maradhat ki.

Az irodalmi hivatkozások részletei megtalálhatók a bemutatott könyvben.

Tóth Zoltán *Korszerű kémia tantárgy-pedagógia* című munkája a SZAKTÁRNET (TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0009) pályázat keretében a Debreceni Egyetemi Kiadó gondozásában jelent meg 2015-ben, és szabadon letölthető: http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/korszeru_kemia_tantargypedagogia.pdf.

Dobóné Tarai Éva
Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest

A jó tanár (is) holtig tanul

(Bohdaneczky Lászlóné, Sarka Lajos és Tóth Zoltán: Kémiatanárok szakmódszertani továbbképzése)

A 21. század kezdetén a tanári szakma legnagyobb kihívásával a kémiát tanító tanárok szembesültek. A legelvontabb, a legkevésbé kedvelt tárgyat kell oktatni úgy, hogy megváltozott a tanulók információszerzési módja, a feldolgozás minősége, növekedtek a tanulók tanórával szembeni elvárásai és megváltoztak a tudás jellegével kapcsolatos társadalmi elképzelések is. A nem szakmabeliek valószínűleg úgy vélik, hogy most a tanár feladata, hogy a megváltozott igényű korosztály számára a – már közel száz éve létező – tartalomhoz megtalálja a legújabb keretet. De ez nem ilyen egyszerű, a módszer és a tartalom egymásba fonódik; a tartalom átstrukturálása és a keretek változtatása együtt jár. Ennek bizonyítékaként elég összehasonlítani például az utolsó egyszínnyomású tankönyvet a napjainkban használatban levővel a layout és az egyes témák információmennyiségét tekintve.

A kötelezően előírt tananyag oly gyakran változott meg az utóbbi negyedszázadban, hogy ha egy húsz éve végzett tanár csak

azt a módszertani repertoárt használná, amellyel kibocsátották az egyetemről, az a diák és a tanár számára is kudarccal járna.

A szakmai megújuláshoz vezető út az utóbbi két évtizedben egyidejűleg vált a virtuális térben egyszerűbbé, a valóságos életben pedig nehezebbé a tanárok számára. Könnyebb lett a helyzet, mert a magyar pedagógus a nyugati kollégáival egyidejűleg juthat hozzá az online felületek információihoz. De sok tanárnak nyelvi és időbeli nehézséget okoz, hogy kiszűrje a többségében angol nyelvű szakmódszertani folyóiratok publikációiból a szaktárgyának, érdeklődési körének megfelelő cikkeket, képes legyen azt adaptálni a magyarországi viszonyokra. Ugyanakkor a szakmai továbbképzések támogatására az iskoláknak nincsenek meg az anyagi feltételei. A pedagógusok csak jelentős személyes anyagi ráfordítással vehetnek részt olyan konferenciákon, szakmódszertani képzéseken, ahol a szakma legújabb eredményeiről értesülhetnek.

A megújulás egyik járható útja lehet az olyan periodika megjelentetése, amely összegyűjti a szakmódszertan aktuális eredményeit, és bemutatja ezek lehetséges felhasználási módjait. A kémiával kapcsolatban több mint egy évtizeddel ezelőtt jelent meg ilyen, a tantárgy oktatásával foglakozó kiadvány, amelynek tartalma valós tanári igényekre, elvárásokra épült. Ezt a hiányt ismerte fel a Debreceni Egyetem, ahol a kémiatanárok módszertani továbbképzése mellett könyv formájában is megjelentették annak szakmai anyagát.

A könyv fejezetei a következők (zárójelben az adott fejezet szerzői):

A fogalmi megértés problémája a kémiában (Tóth Zoltán)

Képességfejlesztés a kémiaórán (Bohdaneczky Lászlóné)

Kooperatív technikák alkalmazása a kémia tanításában (Bohdaneczky Lászlóné)

A projektmódszer alkalmazása a kémia tanításában (Bohdaneczky Lászlóné)

Számítógépes programok a kémiatanár szolgálatában (Bohdaneczky Lászlóné)

Alkalmazásközpontú kémiatanítás (Tóth Zoltán)

Új lehetőségek a tanórai kísérletezésben (Tóth Zoltán, Sarka Lajos)

Az alapvető kémiai számítások tanításának módszertani kérdései (Tóth Zoltán)

Felkészülés és felkészítés a kémiaérettségire (Sarka Lajos)

A tehetséggondozás lehetőségei kémiából (Bohdaneczky Lászlóné, Sarka Lajos)

Az elméleti részekben a módszertani kutatások főbb irányainak bemutatása történik. Ezek többsége a kémia oktatásában a megértés gátjaként működő tényezők feltárására fókuszál. Az utóbbi évek vizsgálatai a tanulói gondolkodást, a fogalomalkotás lépéseit igyekeznek feltárni. A legújabb eredmények szerint a kémia absztrakt fogalmainak megértését sok esetben éppen azok a gondolati konstrukciók, sémák gátolják, amelyeket azért alakítottunk ki, hogy azokkal könnyebben oldhassuk meg a mindennapok problémáit.

Nagyon érdekes az alkalmazásközpontú kémiatanítással foglakozó fejezet alapfeltevése. A kémia népszerűségvesztésének egyik okát több elemző is a „tudós” szemléletű oktatásban látja. A tanuló fogalmi fejlődése számára sokkal előnyösebbnek tűnik, ha nem egy más által kinyilatkoztatott, megkérdőjelezhetetlen állítást kell elfogadnia, hanem egy valóban izgalmas problémából kiindulva maga konstruálhatja meg tudását. Ez hasonló a tanulók által ismert sorozatok (Dr. Csont, Sherlock, Dr. House stb.) sémájához, mikor a felmerült problémából a természettudományos műveltségre és a logikára támaszkodva oldják meg a problémát. A tanulási folyamat ilyen szervezése azt sugallja a diákok számára, hogy a kémia nem egy elefántcsonttoronyba húzódott tudomány, hanem a mindennapok megértésének egyik eszköze. A fejezetben 50 ilyen, igazán érdekes kísérletet, problémát ismertetnek.

A kémia fogalmai elvontak, a tanulók számára az egyik legnagyobb kihívás ezeket a fogalmakat helyesen értelmezni; és ezzel egyidejűleg a tanárnak is nehézség azt ellenőrizni, miként konstruálódtak diákjaiban ezek a fogalmak. A szerzők számos ötletet adnak a képesség- és kreativitásfejlesztésre olyan asszociációs feladatokon keresztül, melyekből a tanár következtetést vonhat le oktatási stratégiájának sikerességére is.

A kémia tanulásának legkevésbé kedvelt része a feladatmegoldás. A tanárok többsége ösztönös feladatmegoldó: a tanáraitól tanult néhány séma alapján, autodidakta módon ráérzett a többi feladat valamilyen megoldási módjára. Tanárként ezt az általa kitalált módszert adja át diákjainak. De valószínűleg nem vonta vizsgálat alá a megoldáshoz vezető út logikai lépéseit. A fejezet egyszerre ad hasznos útmutatást a diákok feladatmegoldó képességének fejlesztésére és visszajelzést a tanárnak saját példamegoldó módszereinek hatékonyságáról.

A kiadványban a legújabb óraszervezési módok közül a kooperatív technikák és a projektmódszerrel történő oktatás kerül ismertetésre. Bár a külföldi és a hazai tapasztalatok is a módszerek eredményességét hangsúlyozzák; látni kell, hogy a jelenlegi hazai szabályozási és ellenőrzési rendszer mellett egyre kevesebb tanár vállalja azt, hogy egy, a diákok számára kedveltebb tanítási módszert használjon. Hogy reális képünk legyen a felhasználhatóságáról, a szerzők ismertetik a buktatókat is.

A számítógépes módszerek megjelenése az oktatásban szintén megosztja a pedagógustársadalmat. Az egyik kiváltó oka ennek az a folyamat, amelynek során a számítógépes eszközök órai használata az egyik mérőszáma lett a pedagógus minősítésének. Így a módszertani továbbképzéseken is teret kellett biztosítani a módszer felhasználhatóságának.

A kémia tanításának másik ingoványos talaja a „hogyan, mennyit, miért kísérletezzünk az órán”. A tantárgy oktatásában javasolt új kísérletek összeválogatásakor az összeállítók kihagyták a kémiai showműsorok legújabb demonstrációs kísérleteit, és jó érzékkel azokat a kísérleteket rakták be a kötetbe, amelyek diákcsoportokkal is elvégezhetők. A kísérleteknél szem előtt tartották azt az igényt, hogy egyre kevesebb vegyszerrel lehessen végrehajtani a kísérleteket, valamint igyekeztek sok, háztartásban található anyagot, eszközt beépíteni.

A könyv az utóbbi évtized hiánypótló műve, egy nagyszerű gondolat újraélesztése. A könyvformátum pedig külön nyeremény azok számára, akik a hagyományos információszerzés hívei. Hiszen egészen más érzés papíron lapozni, jegyzeteket írni mellé, véletlenül leönteni savval a jegyzetet, mintha ugyanezt tablettel tennénk.

A továbblépés egyik lehetséges útja lehetne, hogy azok az egyetemi, főiskolai centrumok, ahol kémia szakmódszertani kutatások folynak, bekapcsolódnának ebbe a folyamatba, és saját kutatási eredményeikkel hozzájárulnának, hogy 2–3 évente megjelenhessenek hasonló tematikájú kiadványok a kémikus pedagógustársadalom épülésére.

A könyv a SZAKTÁRNET (TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0009) pályázat keretében a Debreceni Egyetemi Kiadó gondozásában jelent meg 2015-ben, és szabadon letölthető: http://tanarkepzes.unideb.hu/szaktarnet/kiadvanyok/kemiatanarok_szakm_tovabbk.pdf.

Ludányi Lajos
Berze Nagy János Gimnázium, Gyöngyös

Konferenciák, rendezvények

Kozmetikai Szimpózium – 2016

2016. november 17.
Hotel Bara, Budapest, Hegyalja út 34.
Online jelentkezés: https//www.mke.org.hu/conferences/kozmetika2016/
registration
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix, beatrix.schenker@mke.org.hu

Hungarocoat–Hungarokorr, 2016

2016. november 29–30.
ELTE, Budapest, Pázmány Péter stny. 1/a
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Kőrispataky Panna, mail@hungarocoat.hu,
www.hungarocoat.hu

Sohár Pál előadása

Hallgassuk együtt:
„Legendás hangok, varázsos melódiák"

címmel Sohár Pál előadást tart 2016. december 7-én, szerdán 15.00 órakor
HELYSZÍN: Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest, Hattyú u. 16. II. emelet 8.
Minden érdeklődőt szeretettel várunk.

MKE egyéni tagdíj (2017)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2017. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2017 januárjától is zavartalanul postázhassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíjkategóriák szerint az alábbi:

• alaptagdíj:	9000 Ft/fő/év
• nyugdíjas (50%):	4500 Ft/fő/év
• közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%)	4500 Ft/fő/év
• ifjúsági tag (25%):	2250 Ft/fő/év
• gyesen lévő (25%)	2250 Ft/fő/év

Tagdíjbefizetési lehetőségek:
- banki átutalással (az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005);
- a mellékelt csekken;
- személyesen (MKE-pénztár, 1015 Budapest, Hattyú u. 16. II/8.).

Banki átutalásos és csekkes tagdíjbefizetés esetén a **név, lakcím, összeg rendeltetése** adatokat kérjük jól olvashatóan feltüntetni.

Ahol a munkahely levonja a munkabérből a tagdíjat és listás átutalás formájában továbbítja az MKE-nek, ez a lista szolgálja a tagdíjbefizetés nyilvántartását.

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2017. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2017. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

Köszönetet mondunk mindazoknak, akik 2016-ban kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2017-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXI. No. 11. November 2016

CONTENTS

Students thinking about chemical concepts 334
ZOLTÁN TÓTH
Inquiry-based learning in the context of Hungarian school teaching 338
LUCA SZALAY
Implementing project-based learning in chemistry education 342
GÁBOR Z. OROSZ, TIVADAR KISS, VERONIKA NÉMETH
All that glitters is not gold – teaching Metals by use of cooperative and other techniques 347
KATALIN BALÁZS
New ways in performing experiences in the chemistry class 353
ÉVA DOBÓ-TARAI, LAJOS SARKA, ZOLTÁN TÓTH
M-learning in chemistry education 358
ATTILA LÁSZLÓ FŐZŐ
Book reviews
Not only to teach, but to give experience and to enthuse with training to persistence, critical approach and self-knowledge (Luca Szalay (ed.): Methodology of chemistry teaching) 361
ÁGNES DÁVID
Research-based chemistry education (Zoltán Tóth: A modern approach to the education of chemistry – A bridge between educational research and educational practice in chemistry) 362
ÉVA DOBÓ-TARAI
A good teacher learns until his/her death (Lászlóné Bohdaneczky, Lajos Sarka and Zoltán Tóth: Teachers' training in chemistry education) 363
LAJOS LUDÁNYI

UNICAM
Magyarország Kft.

1144 Budapest, Kőszeg utca 27.
Telefon: +36 1 221 5536 • Fax: +36 1 221 5543
E-mail: unicam@unicam.hu • Web: www.unicam.hu

„Az Ön GLP partnere”

Thermo Scientific:

Thermo SCIENTIFIC
Authorized Distributor

- AA, ICP-OES és ICP-MS spektrométerek
- ED-XRF készülékek
- Kompakt NMR spektrométerek
- UV/látható spektrométerek
- Automata fotometriás analizátorok
- C, H, N, S, O elemanalizátor
- FTIR, Raman és NIR spektrométerek, mikroszkópok
- Hordozható Raman, NIR és XRF spektrométerek
- GC, kvadrupol GC/MS és GC/MS/MS
- Automatizált SPE és ASE mintaelőkészítők
- HPLC, UHPLC, nano-LC
- Kvadrupol és ioncsapdás LC/MS
- Orbitrap hibrid HR/AM LC/MS
- Ionkromatográfok
- Kromatográfiás oszlopok, kiegészítők és fogyóanyagok

Olympus:

OLYMPUS
Your Vision, Our Future

- Mikroszkópok

SOTAX:

sotax
Solutions for Pharmaceutical Testing

- Tablettavizsgáló berendezések

OI Analytical:

- Purge & Trap

Markes International:

- Termikus deszorpció

PS Analytical:

- Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se, stb. analizátorok

Trace Elemental Instruments:

- TN, TS, TX, AOX meghatározók

HunterLab:

- Színmérő készülékek

Peak Scientific:

- Gázgenerátorok

iX Cameras:

- Nagysebességű kamerák