Keglevich Kristóf
Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium | keglevich@fazekas.hu

Kémiatörténet a kémia tanításában

Ötletek kémiatanároknak óráik színesítésére
Első rész*

A kémia köztudottan nem túl népszerű tantárgy. Ezért különösen nagy a tanár felelőssége abban, hogy megfelelően motiváljon, hogy lelkesítse a tanulókat. A motiváció legfontosabb módszere vitathatatlanul a kísérletezés; a tanári és a tanulókísérleten kívül azonban számos más módon is fölkelthető a diákok érdeklődése. Ide tartozik a kémia hétköznapi vonatkozásainak megemlítése, izgalmasak a határtudományok, például az ásványtan, a különböző vegyületek élettani jelentősége, a környezetvédelem. Ebbe a sorba tartozik a kémiatörténet is.

A történelem, az események egymásutánisága önmagában is érdekes; egy-egy történeti kitérő a kémiaórákat is földobhatja. Tanulmányom első fele – amely jelen folyóiratszámban olvasható – módszertani szakirodalmi összefoglalás, illetve egy fejezetben konkrét példákat hoz a kémiatörténet tanítására: az etimológiai vonatkozások vizsgálatát. Ennél talán érdekesebb és lényegesebb lesz a cikk második fele, amelyben arról esik majd szó, milyen történeti kommentárok fűzhetők a középiskolás kémiatananyaghoz, a hagyományos irodalmon (tanterv, tankönyvek) túlmenően, gyakorló tanárok igényeihez szabottan. Egyfajta, az órák színesítésére alkalmas tudománytörténeti érdekességekből összeállított gyűjteményt kívánok bemutatni.

Kémiatörténet a szakmódszertani irodalomban

Az alábbiakban azokat a kémiatanárok számára könnyen elérhető, esetleg kimondottan nekik szóló folyóiratokat tekintem át kémiatörténeti szempontból, amelyeket az 1980-as években vagy azután adtak ki. *A kémia tanítása* című módszertani folyóirat 1962-től 1989-ig jelent meg. 1993-ban a Mozaik Kiadó jóvoltából újjáéledt, 2013 óta sajnos csak elektronikusan jelenik meg (2014 óta szünetel). Régi és új folyama is viszonylag sok kémiatörténeti cikket közöl, évente átlagosan kettőt. Az 1970-es években Szőkefalvi-Nagy Zoltán, később Balázs Lóránt publikált sokat e témában. Ezek a cikkek azonban többnyire szaktudományos jellegűek, amelyek a pedagógusok számára íródtak érdekességként, az oktatásban közvetlenül nem használhatók. Például: *Az első kémiai újságokról*, *A kolloidkémia útja Magyarországon*, *A kémia oktatásának története hazánkban 1750–1950*. Kisebb számban jelentek meg olyan közlemények, amelyek olyan szorosan kapcsolódnak a tananyaghoz, hogy ezáltal beépíthetők a kémiaórákba. Ilyenek: sav-bázis elméletek és ezek oktatási vonatkozásai – a tudomány által használt fogalmak fejlődése, finomodása [1]; a daltoni szemlélet továbbélése napjaink nyelvhasználatában [2]; a vegyi fegyverkezés története [3]. Hasznosak az életrajz jellegű cikkek, amennyiben a tantervhez kapcsolható tudósokat

Tanóra a Fazekas Mihály Gimnáziumban

* Köszönet illeti Riedel Miklóst és Lente Gábort, amiért értékes megjegyzéseikkel, az irodalmazásban nyújtott segítségükkel hozzájárultak a tanulmány megszületéséhez.

mutatnak be. Jó ötlet volt Balázs Lóránt *Évfordulók* című cikksorozata, amelyben összegyűjtötte az adott naptári évben ünnepelt 25, 50, 75, 100 stb. éves jubileumokat, jól használható listát adva a tanárok kezébe, amelyből egész évben válogathattak. Az első 1984-ben, Mengyelejev születésének 150. évfordulóján jelent meg [4]. Az utóbbi időben Kalydi György írt számos életrajzot, elsősorban a középiskolai tanárok számára szinte teljesen ismeretlen magyar tudósokról. Egy zenei beállítottságú középiskolás diáknak érdemes talán tudnia, hogy Mozart a Varázsfuvola Sarastróját Born Ignác erdélyi szász bányamérnökről mintázta. Könnyebben hasznosítható Kekuléról írt cikke [5]. Kisebb számban kémiatörténeti jelentőségű kísérletek leírása is hozzáférhető, így például Wöhler híres kísérlete [6] vagy Az Avogadro-szám kísérleti meghatározása (igaz, nem korabeli módszerrel) [7]. Üdítő színfolt, ahogy egy publikáció nyomán Görgey Artúr – aki vegyész is volt – munkája alapján összeállított kísérleteket és számolási feladatokat végeztethetünk a tanulókkal. A motiváló erő nem szorul külön magyarázatra [8]. Victor András kitűnő írása történeti alapon, közérthetően mutat rá, hogy a természettudományokat dialektikus megközelítéssel szebb, igazabb és érdekesebb módon lehet leírni, mint ha merev kategóriákkal dolgozunk [9].

Az 1994 és 2003 között létezett Módszertani Lapok profiljába a kémiatörténet nem tartozott bele. Az 1974-ben indult Középiskolai Kémiai Lapok (KÖKÉL) rendszertelenül bár, de közöl kémiatörténeti cikkeket, tudósportrékat, illetve a tanulóknak szóló kémiatörténeti feladatokat. A 2004-ben átalakult KÖKÉL több számában mutatott be Kalydi György 19. századi magyar vegyészeket, feltételezhetően inkább a tanárok, mintsem a diákok érdeklődésére számot tartva. A szerző az anyagot 2005-ben könyvvé formálva is kiadta [10]. A KÖKÉL Szakmai cikkek rovatában azóta is számos kémiatörténeti cikk látott napvilágot. A 2004–2005 táján megjelent Győri KÖKÉL is mutatott be magyar vegyészeket [11]. Szintúgy haszonnal forgatható a Magyar Kémikusok Lapja (MKL), mely gyakran tesz közzé az adott évhez kapcsolódó kémia- és vegyipartörténeti évfordulókat. Az *Évfordulónaptár* című cikkeket 1978 és 1983 Költő K. László jegyezte, 1984 óta Próder István szerkeszti. Próder tucatnyi más kémiatörténeti cikket is közölt a lap hasábjain [12]. Az MKL 2012-ben indult, Lente Gábor által szerkesztett *Híresek és kémikusok* című rovata olyan személyeket ismertet, akiket elsősorban nem kémikusként ismerünk, bár ilyen végzettségük is van/volt (Margaret Thatcher, Angela Merkel, Ferenc pápa, Alekszander Porfirjevics Borogyin, Görgey Artúr, Martinovics Ignác stb.). A cikkek jó része könyv formában is megjelent [13].

Összegezve: a régi kémiatörténeti szakmódszertani irodalom zöme a tanításban nem használható, nem elég közvetlen. A közelmúltban e téren pozitív változás állt be. Az említett folyóiratokban az elmúlt húsz évben örvendetesen megnőtt a kémiatörténeti cikkek száma. Egy részük műfaja klasszikus tudóséletrajz, más részük egy felfedezést, természettudományos problémát jár körül. Ez utóbbiak az értékesebbek. Hosszuk (néhány oldal) és mélységük (népszerűsítő jellegűek) is megfelelő, akár érdeklődő diákok számára is.

A jogszabályi háttér

Az első, 1995. évi Nemzeti Alaptanterv (NAT) kiadásáról a 130/1995. (X. 26.) kormányrendelet határozott, bevezetése szakaszosan, az 1998/99-ik tanévben kezdődött el (1998. szeptember 1.) az első és a hetedik évfolyamon. A NAT új szempontokat honosított meg a magyar közoktatásban. Ezek egyike volt, hogy a tantárgyi megközelítést a tanítási tartalom integrált szemléletével váltotta fel, 10 műveltségi területet határozott meg. A kémiát az Ember és természet műveltségi területbe sorolta, ezzel önmagában is a különböző tudományterületek egymásra utaltságát jelezte. Ezt külön is hangsúlyozta. A NAT jegyében az a hozzáállás vált uralkodóvá, hogy a kémiát kevésbé elvont és öncélú módon kell tanítani, a hétköznapi vonatkozásokat ki kell domborítani. (A jó tanár alighanem korábban is így járt el.) Ennek hatására a kémiatörténet egyenesen „trendi” lett, hiszen a NAT-ban határozott kémiatörténeti előírások is olvashatóak: *A tanulóknak nyolcadikos korukra képesnek kell lenniük az anyag szerkezetével kapcsolatos ismeretek fejlődésének, valamint egy-két kiemelkedő kutató (Dalton, Mengyelejev, Curie házaspár, Bohr, Rutherford) munkásságának áttekintésére. Az egyes anyagokhoz tartozó kémiatörténeti vonatkozásokat (Irinyi, Szent-Györgyi, Hevesy) is ismerniük kell. A tizedik évfolyam végére könyvtár, ismeretterjesztő irodalom fölhasználásával föl kell tudniuk tárni az egyes anyagokhoz kapcsolódó tudománytörténeti eseményeket, össze kell tudniuk gyűjteni a kiemelkedő tudósok munkásságára vonatkozó információkat* [14]. Az imént megkövetelt ismeretek egy részével a diákok jó része a mai napig nincs tisztában, például elterjedt tévhit, hogy Szent-Györgyi a C-vitamin előállításáért, mi több, fölfedezéséért, Hevesy pedig a hafnium fölfedezéséért kapott Nobel-díjat (helyesen: a biológiai égésfolyamatok tanulmányozásáért, különösen a C-vitamin és a fumársav-katalízis vonatkozásában, illetve: az izotópos nyomjelzés módszeréért).

A 2003-i és a 2007-i után jelenleg a 2012. évi NAT hatályos. A 2012-es, a NAT-ra épülő kémia kerettanterv számos ponton utal a humán tudományokra (ún. kapcsolódási pontok): a magyarra [15] („Addig üsd a vasat, amíg meleg”, „Eltűnik, mint a kámfor”), a vizuális kultúrára (kovácsoltvas kapuk, ékszerek) és természetesen a történelemre. Emellett tantárgyi fejlesztési célként fogalmazza meg a tanulókban a kémia kultúrtörténeti szemléletének kialakítását [16]. Karlik Zsuzsanna hangsúlyozza, hogy míg a természettudományok összevonásáról *(science)* manapság egyre többet hallunk, a humán és reál tudományok merev szétválasztását szinte senki sem kérdőjelezi meg – pedig kapcsolatuk, kölcsönhatásuk vitathatatlan. Gondolhatunk itt az ipari forradalomra vagy az atombomba kifejlesztésére, ahol történeti események hatottak a mérnöki tudományok fejlődésére, de említhetjük a kvantummechanika filozófiára gyakorolt hatását vagy egyszerűen azt a tényt, hogy a budapesti tudományegyetemen 1949-ig a Bölcsészettudományi

Karon tanították a természettudományos ismereteket [17].

Kémiatörténet a tankönyvekben

Az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet (OFI) égisze alatt 2015-ben megjelent nyolcadikos kísérleti kémiatankönyv egyik fejezetének címe: *A tűzgyújtás története*. A lecke felét valóban tudománytörténet teszi ki: a diák a kovakőtől kezdve Brandon keresztül Irinyi gyufáiig egy oldal terjedelemben tájékozódhat a témáról [18]. Ez a lecke a korábbi tankönyvekben *A fehér- és vörösfoszfor összehasonlító jellemzése* címmel látott volna napvilágot. A két allotróp szerkezetének összevetése most egy kis táblázatnyi helyet kapott; az anyagszerkezet és a kémia belső logikája teljesen háttérbe szorult. A nyolcadikos tananyag drámai átalakításának vagyunk tanúi. A rendszerező szervetlen kémia helyett „életszagú" vagy szórakoztató kémia kerül a tankönyvekbe. E sorok írója szkeptikus a tekintetben, vajon ettől a cseltől csakugyan diákkedvenc tantárggyá válik-e a kémia. Ezt már a 2003-i NAT is szorgalmazta, teljesen eredménytelenül, a kémia reputációja akkor sem nőtt.

Mivel e pillanatban nem lehet látni, a lóhalálában megírt és íziben bevezetett tankönyvek közül melyek és milyen átalakítások után maradnak majd tényleges használatban, összeállításomban elsősorban a közelmúlt tankönyvei közül szemlézem, hiszen ezek közül némelyiket – így a Mozaik Kiadó termékeit – ma is rendelik még iskolák. A meghatározó fontosságú, nagyobb példányszámban megjelent, széles körben használt gimnáziumi és általános iskolai tankönyveket nézem át. Essék szó elsőként az 1990-es évek tankönyveiről! Ezek jelentőségét az adja, hogy vitathatatlan szakmaiságuk mellett a jelenleg praktizáló kémiatanárok többsége ezeken a könyveken nevelkedett, ezek jelentik a kiindulópontot, az etalont. A Boksay Zoltán és szerzőtársai által írt elsős tankönyv [19] kisebb számban, Hobinka Ildikó elsős [20], valamint Pfeiffer Ádám másodikos könyvében [21] nagyobb számban voltak kémiatörténeti kommentárok. Az elsős könyvekben az atommodellek tárgyalása és bizonyos törvényszerűségek kapcsán szerepel Mengyelejev, Rutherford, Pauli, Guldberg, Waage, Arrhenius, Brönsted stb. fényképe. Az atomszerkezet témájának kifejtése Hobinka Ildikó művében kimondottan történeti alapú volt, Boksay Zoltán a kvantummechanikai modellt véve alapul a történeti oldalt kiegészítésként közölte. Pfeiffer Ádám szerves kémiai könyvében a híres tudósok portréin kívül egyéb képi, illetve szöveges információk – a dinamit története, Emil Fischer kutatásai – is szerepeltek. Pfeiffer könyvében a kémiatörténetet a főanyagtól elkülönítve, a bal oldalon, a kiegészítések között tárgyalta.

Némiképp meglepő módon, fiatal célközönsége ellenére a Kecskés Andrásné és Rozgonyi Jánosné neve alatt megjelent és megannyi kiadást megélt általános iskolai tankönyvek igen sok kémiatörténeti információt tartalmaztak. Ezek száma az új kerettantervek nyomán létrejött átdolgozásokban még tovább nőtt. Például a 2007. évi NAT után megjelent nyolcadikos kötetben a hidrogén-klorid apropóján olvashatunk a glaubersóról és Glauber sósavdesztilláló berendezéséről, továbbá a besz-

Növényi ornamentika Fazola Henrik kovácsoltvas kapuján, az egri vármegyeházában

Fehérfoszfor égése

Besztercebánya és környéke

tercebányai cementvízről, amelyben az alkimisták igazuk egyik fő bizonyítékát látták, ugyanis a vasszerszámok rézzé változtak benne (redukálósor). Ezekben a tankönyvekben a kémiatörténeti adalékok gyakran a szövegbe vannak ágyazva, szerepük nem csupán egy képaláírás, hanem szerves kapcsolatban állnak a tanulnivalóval. A legutóbb megjelent, az OFI jelenlegi tankönyvjegyzékére is felkerült hetedikes kötet végén Tudóslexikon is helyet kapott [22].

A NAT orientációjának hatására megjelent tankönyvekben a kémiatörténet mint motiváló erő nagyobb súlyt kapott. Ezek a könyvek elődeiknél sokkal jobban törekedtek arra, hogy megszerettessék a kémiát a diákokkal. Az igényes kivitel, a színes rajzok, a kísérletfotók mellett ezt a célt szolgálta a sokasodó tudománytörténeti információ is. E tekintetben kiemelkedik Boksay Zoltán Kémia 9. és Pfeiffer Ádám Kémia 10. című munkája. Mindketten régi, jól bevált könyvüket alakították át. Főként az elsőben annyi a kémiatörténeti vonatkozás, hogy már-már terhesnek érzi az olvasó. Kimondottan érdekes olvasmány, de egy 14–15 éves diáknak valószínűleg túl sok. (Arról nem is beszélve, hogy a könyv a 9. évfolyam témájába, az anyagszerkezetbe és az általános kémiába még a szervetlen kémiát is integrálja.) Jellemző, hogy Gróh Gyulának szóló ajánlással jelent meg. Rengeteg arc-, illetve fényképet tartalmaz; a flogisztonelmélet mibenléte és cáfolata a törzsanyaghoz tartozik; hozza Mengyelejev eredeti periódusos rendszerét (ami a maira külsejében egyáltalán nem hasonlít). A klasszikus latinos műveltséget is gyarapítani akarja, például a hét, ókorban ismert fémhez kötve közli a hét napjainak latin, olasz, francia, angol neveit [23]. Pfeiffer könyve, amely korábbi művének átdolgozott változata, a múlt (régi technológiák, tudósok fényképei stb.) mellett a modern tudománytörténetre is gyakran utal, egyebek közt Oláh György Nobel-díján keresztül bemutatja a karbokationokat, illetve megemlíti a kombinatorikus kémiát is [24]. Jelen sorok írója szerint mind Boksay, mind Pfeiffer műve inkább alkalmas tanári segédkönyvnek (ebben a műfajban kiválóak), semmint tankönyvnek.

A többi forgalomba került tankönyvcsalád anyagában is nagyobb súlyt kapott a kémiatörténet. Siposné Kedves Éva és szerzőtársai Mozaik Kiadónál napvilágot látott, vonzó külsejű kötetei megjelenésüktől (az ezredforduló) a 2013-ban elkezdett tankönyvreformig nagy népszerűségnek örvendtek [25]. A mozaikos tankönyvsorozat, mely a közoktatási kémia mind a négy évét (7., 8., 9., 10.) lefedi, nagyon – talán túlságosan is – diákbarát kialakítású, rengeteg érdekességet és sok fotót foglal magába. Azon túl, hogy a NAT-nak megfelelő módon a szóba kerülő – a tudományos törvényszerűségeknek nevet adó – tudósokról szerepel fénykép, esetleg egy-két életrajzi adat, előfordul néhány kémiatörténeti fogalom (az arisztotelészi négy őselem tana, *vis vitalis*), mindezek tetejébe seregnyi érdekfeszítő kiegészítés is. Ezek többsége egyszersmind hétköznapi vonatkozású: cukor-, sör-, gumi-, papír- és üveggyártás-, ezenfelül kerámiatörténet. Némi kultúrtörténeti ismeret saját jogon is helyet kapott a kötetekben, mint például az ókori rómaiak rövid életideje és az ólommal bélelt vízvezetékcsövek, illetve az ólomtartalmú arcfestékek közötti összefüggés. A mozaikos könyvek erős oldala az ízléses külalak, a sok információ. Hátrányuk, hogy a kémia belső logikája, összefüggései veszítettek fontosságukból.

Villányi Attila a Műszaki Kiadó által megjelentetett, szűkebb kör számára írt, emelt szintű tankönyvei a kémiatörténeti széljegyzetek vonatkozásában is külön utakon járnak. Viszonylag kevés van belőlük, és gyakran mások, mint amit a többi könyv közöl: például a Fehling-próba kifejlesztése, Alexander Fleming és a penicillin. Etimológiai kiegészítései részben a tanároknak is újak lehetnek. (Pl. az észter szó az etil-acetát régi német nevéből, az ecet-észter jelentésű *essig ether*ből származik.) A kémiatörténeti kiegészítések itt a főszövegtől elkülönítetten olvashatók [26].

A 2012. évi kerettanterv nyomán jelentősen szűkült a tankönyvpiac, jelenleg 12 könyv szerepel a hivatalos listán (2–2 hetedikes, nyolcadikos, kilencedikes A és B, tizedikes A és B kerettanterv szerinti). Nem tudni, melyek terjednek majd el. A régebbi előzmények átdolgozásaként megszületett általános iskolai kötetekről fentebb már szót ejtettem. Mivel bevallott cél a tananyag „konyhakémia” szintű tanítása – amitől azt várják, hogy a kémia népszerűbb lesz –, bőségesen van helye a lényeghez nem szervesen kapcsolódó kiegészítéseknek, így tudománytörténetnek is. Ezeket – példaképp – az OFI kilencedikes és tizedikes B tankönyveiben megkülönböztető barack színű háttér jelzi. Egy érdekesség: a szerzők álláspontja szerint a kémiai egyenletekben eredetileg nyíllal jelölték az átalakulást, az egyszerűbb nyomtathatóság miatt tértek át az egyenlőségjelre [27]. A tendencia egyértelmű: egyre több a kémiatörténet a tankönyvekben. Szomorú, hogy ezzel párhuzamosan maga a tananyag és a kémia tanítására fordítható órakeret mind kevesebb lesz…

Kémiatörténet a közoktatási kémiatanításban

Több szempontból is érdemes a kémiaórákat kémiatörténeti vonatkozásokkal színesíteni. Pontosabban érdemes lenne, ha a tanterv hagyna rá időt, és nem lenne a kémiatanárnak az érdekességek elhagyása mellett is az az érzése, hogy rohannia kell az anyaggal, ha teljesíteni akarja a tantervi előírást. A történeti vonatkozások azonban általában izgalmasak, így önmagukban is fölkeltik a diák érdeklődését. Szerepük lehet az ún. felfedeztetve tanításban vagy a kutatásalapú tanulásban *(inquiry-based science education, IBSE)* [28], akár kísérletek pótlására is használhatók. Persze, nem minden kísérlet helyett, hiszen a kémia kísérleti tantárgy, de előállhat olyan helyzet, hogy hiányzik egy fontos vegyszer, vagy az adott témához nincsen kísérlet (atomszerkezet). Ilyenkor motivációképpen jól jöhet egy rövid kémiatörténeti kitekintés. A harmadik szempont: a tudománytörténet gyarapítja az általános műveltséget, különösen az etimológiai megjegyzések kapcsán. A redukál ige a köznapi életben történetesen pont fordított jelentésben használatos (csökkent, kisebbít, lefarag), mint a kémiában (elektront ad, tehát növel, kiteljesít). Erre fontos rávilágítani, különben a diákok a redukciót hibásan értelmezhetik. Negyedszerre: a tudománytörténet tanítása nyomatékosítja a diákokban, hogy jelenlegi tudásunk egy hosszú fejlődési folyamat eredménye. Emellett világossá válik, hogy a kémia vívmányai nélkül évszázadokat/évezredeket kellene visszalépnünk az életminőségben [29]. A gyufa, a szappanfőzés vagy a kőolaj-finomítás története (ezek mind szóba szoktak kerülni kémiaórán) rámutatnak, hogy a kémia és a vegyipar milyen komoly szerepet játszik a hétköznapokban. Végül: a kémiatörténet a kiemelkedő magyar tudósok munkásságának bemutatásán és földrajzi, ipari vonatkozásain keresztül a magyarságra nevelés eszköze is lehet. Például felidézhető, hogy Irinyi János jelentős feladatot látott el az 1848/49-es szabadságharcban, az ágyúöntést és a lőporgyártást felügyelte. A szabadságharc bukása úgy megtörte, hogy utána már semmit sem publikált. Általánosabban fogalmazva sok vegyész életútjából – például Marie Curie első világháborús embermentő tevékenysége nyomán – tanulhatunk emberséget.

Egy pedagógiai szempontra is szeretném fölhívni a figyelmet. Beszélhetünk a diákoknak a tudósok tévedéseiről, illetve a későbbiekben hibásnak bizonyult elméleteikről is, például a Thomson- vagy a Bohr-féle atommodellről, vagy akár Mengyelejev (mai szemmel nézve érthetetlenül buta) tévtanairól: amellett, hogy kitűnő intuícióval több felfedezetlen elemet előre megjósolt (Ga, Ge), két, a hidrogénnél kisebb atomtömegű elem (éter és kolónium) fölfedezésére is számított. Valójában a Mengyelejev megjósolta elemeknek csak a fele létezett a valóságban. A tudomány 19. század végi állása szerint sikertelen jóslatai sem voltak logikátlanok [30]. Lényeges, hogy a diákok megértsék: egy elmélet addig működik, amíg ellentmondó eredményeket nem kapunk, kísérletek meg nem cáfolják. (Akár a mai elméletek között is lehetnek olyanok, amelyek néhány évtized múlva erre a sorsa jutnak!) Ezenkívül ha elismert tudósok (még a legnagyobbak is) tévedhettek, akkor ez velünk is előfordulhat. Nem szégyen, ha a diák melléfog, miközben elmondja véleményét, elképzelését a tanórán (vagy otthon gondolkodik). A híres tudósok tévedéseinek bemutatása azzal a további előnyel is jár, hogy a tanulókat kritikus gondolkodásra neveli: ne fogadják el senki véleményét automatikusan, hanem merjenek kételkedni az arra okot adó – például áltudományos – elméletekben [17].

Természetesen a kémiatörténet középiskolában nem tanítható a maga összefüggéseiben, csak olyan részletekben, amelyek hozzákapcsolhatók az aktuális tananyaghoz. Vannak olyan részek, amelyek a kémiatörténet belső logikájában rendkívül fontosak, az iskolai órákon mégsem kerül(het)nek elő. Ilyen egyebek között a dualista elmélet vagy a gyökelmélet. A kémiatörténet ugyanakkor határterületet képez több más tantárggyal, így a technikával (acélgyártás története), a földrajzzal (Magyarország híres porcelángyárai: Pécs, Herend, Hollóháza), a biológiával (Szent-Györgyi Albert és az aszkorbinsav) és természetesen a történelemmel. Ezt az interdiszciplináris szellemet erősíthetjük egy-egy osztálykirándulás alkalmával is, ha felkeressük a helyi kémiatörténeti emlékeket. Például a várpalotai Vegyészeti Múzeum egy középkori várban kapott helyet. Alapvetően technológiai szemléletű kiállításai mellett a bányászattörténeti tárlat – mozgó, világító, csilingelő stb. modelljeivel – minden diáknak érdekes lehet [31]. A somogyfajszi és újmassai őskohó a korai vasgyártást mutatja be, előbbi középkori (tulajdonképpen őskori), utóbbi 18. századi szinten. Az újmassai őskohó és a szomszédságában lévő, a magyar vas- és acélgyártást teljes mértékben áttekintő felsőhámori Kohászati Múzeum ráadásul nagyon szép természeti környezetben van [32]. A Herendi Porcelánművészeti Múzeum hatalmas porcelángyűjteménye és a porcelánkészítés gyakorlata mindenkit megfog [33]. Végül a parádsasvári Üvegmanufaktúra (az üveggyár, a Parád Kristály Manufaktúra 2005. évi bezárása után az üveggyártási hagyományok őrzője) talán a leginkább figyelemfelkeltő valamennyi hazai kémiai jellegű múzeum és kiállítás közül. Itt az üvegtörténeti kiállítás mellett az üvegfújókat munka közben láthatjuk [34].

Természetesen vigyázni kell a „tiszta” kémia és a kitérők, a motiváció helyes arányának fenntartására. E sorok írója hallott már olyan gyermekről, aki a gimnáziumban kémia tantárgyként végig ógörög természetfilozófiát tanult. Az egyetemen kémiatanár szakra vették fel, de innen hamar kibukott; ugyanis rá kellett döbbennie, hogy a kémiában egyenletek, matematikai összefüggések és számolások is vannak. Tehát a kémiatörténet – vagy akármilyen más kiegészítés – csak jelentőségének megfelelő súllyal szerepelhet az órán, és nem mehet a tulajdonképpeni tananyag rovására. Az érdeklődő és/vagy tehetséges diákok persze az órai anyagon kívül is foglalkozhatnak kémiatörténettel. A tanár adhat külön információt, másoknak terápiás céllal, egy jobb jegy érdekében, otthoni feladatot tűzhet ki, amely utánaolvasást igényel. Egy ilyen – adott esetben csoportos – projekt eredménye lehet házi dolgozat, plakát vagy kiselőadás.

Etimológia a kémiaórán

Cikkem első részének utolsó fejezetében néhány példát mutatok, hogyan lehet kémiaórán etimológiai vonatkozások kapcsán kultúrtörténetet, kémiatörténetet, illetve szoros értelemben vett kémiát tanítani [35]. Látszólag a réz *(cuprum)* és az ezüst *(argentum)* latin neve is földrajzi eredetű: Ciprusra, illetve Argentínára utalnak. A magyarázat a réz esetében helytálló, érceit az ókorban csakugyan Ciprus szigetén bányászták [36]. Az ezüst latin neve azonban évezredekkel korábbi, mint Dél-Amerika fölfedezése: ez esetben a fém kölcsönözte nevét a 16. században a mai államnak, amelyről kiderült, hogy földje gazdag ezüstben [37]. A chilei salétrom a rézhez hasonlóan lelőhelyéről kapta nevét a 19. században [38]. Szintén tanulságos a gallium nevének elemzése, amelyről sokan úgy vélik, hogy Franciaországra (Gallia) utal. Ez azonban nem – vagy csak részben – igaz, ugyanis az elem, a Mengyelejev megjósolta ekaalumínium fölfedezőjét Paul Émile Lecoq de Boisbaudrannek hívták (1875). Boisbaudran nevének *le coq* tagja azt jelenti, *kakas*, latinul *gallus*. Így a felfedező elsősorban saját magának állított emléket az elem nevével [36]. A higany neveinek (*hydrargyrum*, *mercurium*, szerdany, higany, keneszu, kéneső) vizsgálatával a legkülönfélébb kémiai, illetve kultúrtörténeti vonatkozásokat taníthatjuk meg a diákoknak: gyors pergése miatt az ókorban a tolvajok és hírnökök istene, Mercurius fémje volt, aki a szerdai naphoz *(mercredi, mercoledì)* is kapcsolódik. A keneszu török jövevényszó, jelentése: az atkákat lemosó víz. A kéneső pedig a pirit pörkölésekor képződő kéngőzöket érzékelteti [39]. A transzurán elemek elnevezéséért folytatott küzdelem – pl. kurcatóvium vagy rutherfordium legyen-e a 104-es rendszámú elem – hidegháborús összefüggésekben tárgyalható [40].

Az elemek után vizsgáljuk meg egy-két vegyület köznapi nevét és az abból levonható kémiai tanulságokat! Az ezüst-nitrát lápisz vagy a kissé ijesztő pokolkő *(lapis infernalis)* néven is ismert. Pedig nevének pozitív üzenete van. Mint nehézfémsó baktericid hatású, régen rúddá öntve szövetek helyi felületi marására, fertőtlenítésre használták, például a lepra (poklosság) okozta fekélyek esetében is [41]. A hamuzsír (kálium-karbonát) neve onnét származik, hogy a növényi hamu mindig tartalmazza. Oldata lúgos, emiatt sikamlós („zsíros”) tapintású és zsíroldó hatású [38]. A metil-alkohol és az etil-alkohol köznapi nevei illékonyságukkal függnek össze. A rézeleje név úgy született, hogy az égetett szeszes italok készítésekor az erjesztett cefre lepárlásakor az erjedés során kis mennyiségben keletkező metanol előbb csöpög le a rézretortán, mint az etanol [42]. A spiritusz név pedig az etil-alkohol–víz elegy azeotrópos jellegére, a 96 térfogatszázalék alkoholt tartalmazó párlat minimális forráspontjára mutat rá. Akármilyen összetételű elegyet – mások mellett bort – forralunk is, először gyakorlatilag az alkohol forr el belőle, ami ezért kapta a bor lelke *(spiritus vini)* nevet. Ha ezt nem húzzuk alá, a diák arra is gondolhat, hogy az alkoholos befolyásoltság elősegíti a spiritualitást… [38] Nemigen hangzik el kémiaórán, hogy az aszkorbinsav név a vegyület skorbutellenes hatásában gyökeredzik [36]. Láttuk, hogy a baktericid hatás, a lúgos hidrolízis, a forráspont függése a moláris tömegtől

Jón oszloprend: az athéni Athéna Niké-templom

és az elegy összetételétől milyen szemléletesen tanítható szómagyarázatokon keresztül.

Fogalmakhoz is kapcsolhatók etimológiai kommentárok. Ezek közül sok általánosan ismert – pl. aldehid (hidrogénelvonáson, enyhe oxidáción átesett alkohol), keményítő (oldatával inggallérokat, szoknyákat keményítettek) – mások kevésbé. Ilyen az ion, amely ugyanaz a szó, mint a jón (oszloprend, görög törzs): *vándor* [36]. A kifejezés Svante Arrhenius elektrolitos disszociáció-elméletéhez köthető: az elektrolitok az oldószer hatására elektromosan töltött ionokká válnak szét, amelyek vándorolhatnak az oldatban. Végül a kovalens szó eredetét szeretném bemutatni: *együtt (co-, con-) boldoguló*. A latin *valeo* ige azt jelenti: *jó erőben lenni, egészségesnek lenni.* Az ókorban búcsúzáskor is használták: *Vale!*, azaz *Élj boldogul!/Viszontlátásra!* [43].

IRODALOM

Rövidítések: KT = A kémia tanítása; KÖKÉL = Középiskolai Kémiai Lapok (online elérhetőség: http://www.kokel.mke.org.hu). A honlapok esetében az utolsó látogatás időpontja: 2017. augusztus 31.

[1] Balázs Lóránt: *Sav-bázis elméletek és ezek oktatási vonatkozásai*. KT, 3. évf. (1964) 2–3. sz. 70–75.

[2] Boksay Zoltán: *A daltoni szemlélet fennmaradása egyes fogalmakban és ezek oktatási vonatkozásai*. KT, 9. évf. (1970) 4. sz. 118–120.

[3] Buzás Norbert: *A vegyi fegyverkezés rövid története*. I–III. KT, 4. évf. (1996) 2. sz. 27–28., 3. sz. 20–21.; 5. évf. (1997) 2. sz. 10–11.

[4] Balázs Lóránt: *Mengyelejev – a periódusos rendszer kidolgozója*. KT, 23. évf. (1984) 5. sz. 149–157. Uő: *Évfordulók 1993-ban*. In: KT, 1. évf. (1993) 4. sz. 10–11.; *Évfordulók 1994-ben*. KT, 2. évf. (1994) 2. sz. 8–10.; *Évfordulók 1996-ban*. KT, 4. évf. (1996) 3. sz. 8–11.

[5] Kalydi György: *A debreceni kollégium tudós professzora. 290 éve született Hatvani István*. KT, 16. évf. (2008) 5. sz. 28–31.; Uő: *Egy világhírű bányász, kohász*. KT, 19. évf. (2011) 3. sz. 30–32.; Uő: *Kekulé „álma”*. KT, 18. évf. (2010) 5. sz. 16–19.

[6] Tóth Zoltán: *Wöhler kísérletének bemutatása*. KT, 3. évf. (1995) 5. sz. 18.

[7] Fórián-Szabó Zoltán: *Az Avogadro-szám kísérleti meghatározása*. KT, 11. évf. (1972) 1. sz. 26–28.; Barabás György: *Egyszerű módszer az Avogadro-féle szám meghatározására*. KT, 13. évf. (2005) 2. sz. 11–12.

[8] Somogyi Farkas Pál–Riedel Miklós: *„Arthur Görgey aus Toporez in Ungarn”, a vegyésztábornok. 90 éve hunyt el Görgey Artúr*. KT, 14. évf. (2006) 4. sz. 10–16.

[9] Victor András: *Dialektika a kémiában*. KT, 15. évf. (2007) 1. sz. 4–11.

[10] Kalydi György: *Arcképek a magyar tudománytörténetből*. Győr, k. n., 2005.

[11] S. n.: *Bay Zoltán (1900–1992)*. Általános és Középiskolai Kémiai Lapok, 31. [1.] évf. (2004) 4–5. sz. 242–243.; Várnai György: *Winter Ernő (1897–1971). „A katódos Winter”*. Győri KÖKÉL, 32. [2.] évf. (2005) 1. sz. 3–4.

[12] Próder István írásait lásd Tömpe Péter: *A Magyar Kémikusok Lapja repertóriuma*. 1946–2006. Bp., Pytheas, 2015.

[13] Lente Gábor: *Vízilónaptej és más történetek kémiából*. Bp., Typotex, 2017. A cikkek szerzőjük honlapján online is elérhetőek: http://www.inorg.unideb.hu/LenteBlog/archivum_tema. html#1

[14] Nemzeti Alaptanterv. Bp., Művelődési és Közoktatási Minisztérium, 1995. Kémia: 140–144.

[15] Ide köthető: Lente Gábor–Ősz Katalin: *Mennyire ismerte Jókai Mór a vegytant?* KÖKÉL 39. (2012) 2. sz. 93–99.

[16] kerettanterv.ofi.hu

[17] Karlik Zsuzsanna: *Tudománytörténet a kémiaórán*. KT, 16. évf. (2008) 2. sz. 20–25.

[18] Albert Attila et al.: *Kémia 8. Tankönyv*. Bp., OFI, 2015. 44–45.

[19] Boksay Zoltán et al.: *Kémia a gimnázium I. osztálya számára*. Bp., Tankönyvkiadó, 1982.

[20] Hobinka Ildikó: *Kémia a gimnázium I. osztálya számára*. Bp., Tankönyvkiadó, 1989.

[21] Pfeiffer Ádám: *Kémia a gimnázium II. osztálya számára*. Bp., Tankönyvkiadó, 1990.

[22] Kecskés Andrásné et al.: *Kémia 7., Kémia 8*. Bp., OFI, 2015, 2016. (A könyvek előzményének első kiadása: Tankönyvkiadó, 1984, 1987.)

[23] Boksay Zoltán: *Kémia 9*. Bp., Nemzeti Tankönyvkiadó, 2001.

[24] Pfeiffer Ádám: *Kémia 10*. Bp., Nemzeti Tankönyvkiadó, 2002.

[25] Siposné Kedves Éva et al.: *Kémia 7–10*. Szeged, Mozaik, 1998–2002.

[26] Villányi Attila: *Kémia 9. Általános kémia. Kémia 10. Szerves kémia*. Bp., Műszaki, 2013, 2011. (A könyvek előzményének 1. kiadása: 2002, 2003.)

[27] Tóth Zoltán et al.: *Kémia 9., Kémia 10. Tankönyvek a B kerettantervhez*. Bp., OFI, 2015.

[28] Szalay, Luca–Tóth, Zoltán: *An inquiry-based approach of traditional 'step-by-step' experiments*. Chemistry Education Research and Practice, 17. évf. (2016) 923–961.

[29] Franciszti László–Németh Veronika: *Ismerik-e a középiskolások a kémiatörténetet?* KT, 16. évf. (2008) 2. sz. 26–32.

[30] Lente Gábor: *Mengyelejev tévedései*. KÖKÉL, 36. évf. (2009) 4. sz. 289–294.

[31] Kovács Gy. István–P. Nagy Sándor: *Várpalota, Magyar Vegyészeti Múzeum*. [Bp.], TKM Egyesület, 1992. (Tájak-Korok-Múzeumok Kiskönyvtára 192.)

[32] Heckenast Gusztáv: *A magyarországi vaskohászat története a feudalizmus korában*. Bp., Akadémiai, 1991.

[33] Sikota Győző: *Herend porcelánművészete*. Bp., Műszaki, 1984.

[34] http://www.artglassparad.hu/uveggyartas-paradsasvaron/

[35] Victor András: *Sav, avagy egy szó százféle jelentése*. KT, 13. évf. (2005) 2. sz. 6–10.

[36] Fülöp József: *Rövid kémiai értelmező és etimológiai szótár*. Celldömölk, Pauz-Westermann, 1998. 22. (aszkorbinsav); 34. (cuprum); 54. (gallium); 68. (ion)

[37] Greenwood, N. N.–A. Earnshaw: *Az elemek kémiája*. III. Bp., Nemzeti Tankönyvkiadó, 2004. 1607.

[38] Balázs Lóránt: *A kémia története*. I–II. Bp., Nemzeti Tankönyvkiadó, 1996. I. 51. (K_2CO_3), 144. (spiritusz), 365. ($NaNO_3$)

[39] Keglevich Kristóf: *Nendtvich Károly és magyar nyelvű kémiája*. KÖKÉL, 33. évf. (2006) 4. sz. 245–253.

[40] Inzelt György: *Kalandozások a kémia múltjában és jelenében*. Bp., Vince Kiadó, 2003. (Tudomány-Egyetem) 194–202.; Lente Gábor: *Elemnévadás az uránon túl*. KÖKÉL, 34. évf. (2007) 5. sz. 345–351.

[41] *Römpp Vegyészeti Lexikon*. Szerk. Beliczay András. I. Bp., Műszaki, 1960. 605–606.

[42] Bruckner Győző: *Szerves kémia*. I-1. Bp., Tankönyvkiadó, 1973. 264–271.

[43] Finály Henrik: *A latin nyelv szótára*. Bp., Franklin Társulat, 1884. [Reprint: 2002.] 410., 2069.