



Szántay Csabáné Imre Judit

■ Rátz Tanár Úr életműdíjas (2018) kémiatanár | memocamamoca@gmail.com

Kémiatanítás anno: így is lehetett

Beccsengetés

A világhoz elsődlegesen az érzékszerveinken keresztül, tapasztalati úton kapcsolódunk: azt értjük meg, vagy akarjuk a leginkább megérteni, amit látunk, hallunk, tapintunk, szagolunk, ízlelünk. A kémia különlegessége, hogy mind az öt érzékszervünket „lerohanja”: a kémia villan, durran, mar, büdös, csípős. Az erős érzékszervi hatások erős kérdéseket vetnek fel: *Miért történik mindez? Hogyan lehet a kémiai jelenségeket megérteni és e megértés segítségével olyan új anyagokat előállítani, amelyek hasznosak, értékesek, izgalmasak lehetnek (esetleg még nagyobbat villannak, durranak, még jobban marnak, még büdösebbek, még csípősebbek)?* E kérdések kínzóak, hiszen a kémiai jelenségek mögötti okok ugyanezen érzékszerveink számára elérhetetlenek, megfoghatatlanok, rejtélyesek. Minden más természettudományhoz képest a kémia különlegessége – és a kémia tanításának különleges kihívása – éppen abból a feszültségből ered, hogy ez az erős érzékszervi-tapasztalati élmény csak az érzékszervi-tapasztalati alapú felfogáson kívül eső, attól elvonatkoztatott molekuláris és atomi szintű érvelésekkel magyarázható meg. A kémia *magyarázata* a kémia *valóságát* olyan absztrakción keresztül igyekszik értelmezni, ami a kémiai elemeket, molekulaképleteket és kémiai történéseket egy sajátos, betűkből, számokból, speciális írásjelekből és grafikai ábrázolásokból álló jelképrendszerrel írja le. A kémiában ez a nehéz, és egyben ez a varázslat: a kémiai megértés az érzékszervi világunkon kívül eső fogalmakra épül ugyan, de olyan eszközt ad a kezünkbe, ami visszavezet a valós, érzékszervi világba, és lehetővé teszi a kémiai anyagok viselkedése fölötti „uralmat”. A kémiában ez a csoda!

E csodának az emberi történelmen átívelő kibontakozása hosszú és fokozatos folyamat volt, amelynek néhány, többé-kevésbé önkényesen kiragadott, de mégis jellegzetes állomása a következő. Eleink nem tanulták, hanem *élték* a kémiát. A kémia misztikus őse, az alkímia hajdan a négy őselem, a Föld, a Víz, a Levegő és a Tűz mítoszára épült. Az alkímisták keresték a „bölcsék követ”, amelynek segítségével aranyat reméltek előállítani a már ismert fémekből. Később gyógyító anyagok kinyerése, életet hosszabbító „életelixír” előállítása lett a cél, miután felismerték, hogy „fűben, fában orvosság”. Az égési folyamat elemzésekor felfedezték az oxigént, a testek összetételének vizsgálatakor megfogalmazták az anyagmegmaradás tételét. Robert Boyle (1627–1691) kinyilvánítja, hogy spekuláció helyett a kísérleti megfigyelés, a kémiai reakciók mennyiségi módszerekkel történő tanulmányozása a kémiai megismerés, a kémiai elméletek alapja. Sokan őt tekintik az első modern kémikusnak, a *tudományos módszer* egyik úttörőjének. A kémiát áltudománynak tekintő nézetek eloszlására irányuló erőfeszítései nagy szerepet játszottak

abban, hogy a tizenhetedik században a kémia önálló tudományággá vált. Antoine Lavoisier (1743–1794) azzal, hogy megalakította a kémiai elem fogalmát és kísérleti alapon bizonyította, az égés oxigénfelvonással jár, illetve megállapította a víz elemi összetételét, a modern kémia egyik atyjának számít. Friedrich Wöhler (1800–1882) kísérleti úton, szervesetlen anyagból szerves anyag előállításával megdőntö a 18. századbeli tudósok „vis vitalis”, azaz életerő-elméletet. Dmitrij Ivanovics Mengyelejev (1834–1907) megalkotta az elemek periódusos rendszerét.

Mindez a közoktatásban is fokozatosan lecsapódott, különösen magának az oktatásnak, ezen belül a természettudományos oktatásnak az egyre erősödő jelentősége és intézményesedése okán. Mária Terézia (1717–1780) 1777-ben, a felvilágosult abszolutizmus jegyében kiadott Ratio Educationis törvénye megszünteti a tanítás egyházi monopóliumát, az állam szabályozása alá vonja az oktatást és központosított módon rendezi az oktatásügyet a népiskolától az egyetemig, kötelező órarendet előírva minden oktatási intézményben. Eötvös József (1813–1871) 1868-ban bevezeti az általános tankötelezettséget hattól tizenhat éves korig – ekkor válik külön a kémia a természetismeret, illetve természettan tárgytól.

Véleményem szerint a kémia jó tanításának – azaz a kémia hosszú távú megszerettetésének – két titka van. Az egyik a tanár személye. A másik pedig a fentiekből adódóan a következő. A kémia tanításának nagy dilemmája és nehézsége, hogy a kémia fokozatos „esszerűsödésével”, azaz az elméleti magyarázatok megerősödésével, és azok tanításának nyilvánvaló szükségessége mellett, hogyan lehet jó egyensúlyt találni annak érzékszervi-tapasztalati és absztrakt világa között, hogyan lehet utóbbira a diákokat ügyesen rávezetni, eközben kémiai kísérleteken keresztül megtartva az előbbihez való állandó visszatérést. Ezt az egyensúlyt több okból sem könnyű megőrizni, hiszen lényegesen kényelmesebb, olcsóbb, gyorsabb, kockázatmentesebb és látszólag „tudományosabb” az absztrakt világ tanítására helyezni a hangsúlyt a kísérletekkel szemben. A kísérletezéshez szükséges felszerelés, a vegyszerkészlet, a biztonságtechnikai eszközök drágák, nehezen beszerezhetőek, helyet foglalnak, továbbá a kísérletek sok előkészítést és utómunkálatokat igényelnek. Azonban a kísérletezés a kémia fent említett kettősségének megértéséhez és átéléséhez nélkülözhetetlen. A kémióra kísérlet nélkül olyan, mint operabérlet helyett kottát kapni ajándékba, vagy tárlatlátogatás helyett a szomszédot hallgatni az általa látottakról. Úgy hiszem, e két szempont megvalósulásának kényszerűségéből vagy más okból előálló hiányosságaiából adódik, hogy bár közismert a kémia fontossága, minden iskolatípus diákjainak sokasága elutasítja a tantárgyat mert az „sok, nehéz, érthetetlen, felesleges, unalmas”.



A kémiai kísérletek szerepe a kémiaoktatásban alapvető, de azért túlzás lenne azt állítani, hogy pusztán vagy akár döntően ezen múlik a kémiaoktatás sikere. A helyzet ennél – ahogy az általában lenni szokott – árnyaltabb: a tanár személyiségének hatása és a kémia két arcának tudatosan harmonikus kezelése éppúgy kritikusan fontos. Hitem szerint a kémiatanítás alapelve: tapasztalj, tervezz, tanakodj! A kísérletezés szerepét ebben az összefüggésben értelmezve, az alábbiakban rövid és óhatatlanul szubjektív visszaemlékezést szeretnék tenni – vagy inkább hangulatképet festeni – arról, hogyan próbáltam, illetve próbáltuk tanártársaimmal a kémiai kísérletezést bevezetni a gimnáziumi kémiaoktatásba az 1960-tól egészen 1993-as nyugdíjba vonulásomig terjedő időszakban. Azt remélem, ez a rövid írás részben korrajzi értékén is érdekes lehet, de – talán – a jelenbe és a jövőbe átnyúló módszertani ösztönzést, ihletet is adhat.

Hogyan is volt akkoriban...

A Budapesti Műszaki Egyetemen („Műegyetemen”) szerzett vegyészmérnöki diplomával, két év kutatómérnöki munka után 1960-tól 1964-ig a budapesti Kanizsai Dorottya Lánygimnáziumban tanítottam kémiát, 1964-től 1993-ig pedig a budai József Attila Gimnázium kémiatanára, a szertár őre, és a kémiatanári munkaközösség vezetője voltam. A háború veszteségeinek felszámolása, az újjáépítés az oktatásnak is nagy lendületet adott. Az elemi és polgári iskola helyébe nyolc évfolyamos általános iskola, négy évfolyamos gimnázium és szakmai technikumok léptek. A közoktatásban a természettudományok is nagy hangsúlyt kaptak. A gimnáziumban minden diák három éven át heti két órában tanulta a kémiát, kötelező volt évente legalább négy tanuló-kísérleti óra megtartása, amit általában osztálybontással, a nulladik vagy a hetedik órán lehetett megvalósítani. Több próbálkozás történt a tanulói kísérletek bevezetése érdekében. Ilyen volt például az akkori NDK-ból érkező „félmikro”-módszer, vagy az írásvetítőn történő mikroküvetés kivetítés. Technikai okok miatt egyik sem volt hosszú életű.

Alapvető céлом a kémia megszerettetése, a természettudományos szemlélet, gondolkodásmód átadása, mindennapi életünkben való szerepének bemutatása volt. Szerencsésnek tartom magam, hogy olyan időben taníthattam, amikor dicsőség volt tanulni – *jól tanulni!* A tanár szava szentírásként hatott. A rádió azt harsogta, a faliújság azt hirdette: *tanulni jó!* A diákok örömmel jöttek iskolába, sok család számára csak ekkor adatott meg, hogy gyermekük magasabb iskolát végezhesen. Fegyelmezési probléma nem volt. Nem volt jellemző a késés, a magyarázkodás, mindenki tette a dolgát. Az osztályközösségekben jellemzően a „jó tanulók” élvezték a legnagyobb megbecsültséget, a „rossz tanulók” inkább kirekedtek.

A Műegyetemen nem tanultam didaktikát, pedagógiát, oktatásmódszertant (ezeket később pótoltam), viszont rengeteget kísérleteztünk, ami nagy előnyt jelentett a kísérleteknek a kémiaoktatásba való bevezetése szempontjából. A József Attila Gimnáziumban az iskola vezetése minden tanítással kapcsolatos kérésemet teljesítette. Egyetemi mintára a kémiai előadóterem – sok más gimnázium gyakorlatához hasonlóan – lépcsőzetes volt a tanári asztalon bemutatandó kísérletek jobb láthatósága érdekében. A gimnáziumban eltöltött tanári pályám egyik első lépéseként megszüntettem az előadóterem lépcsőzetességét. A kétszemélyes tanulóasztalokat a hosszú élüknél párosával összetoltam, ezzel négy személyes asztalokat képezve. Minden ilyen dupla asztalhoz két-két diák ülhetett le egymással szemben. Középre helyeztük el

a tálcákat, amiken minden óra előtt előkészítettem a tanulókísérleteket. Ez a berendezkedés lehetővé tette, hogy a tanulók a kísérleteket kis csoportokban, családias hangulatban és kellő érzelmszervi közelségben maguk végezzék. Családi kapcsolataim révén sok eszközt és vegyszert kaptam ajándékba, így rövid időn belül ragyogóan felszerelt szertár állt a rendelkezésünkre.

A kémiaórákat mindig a kémiai előadóteremben tartottam, ahova a diákok csak füzetet és íróeszközt hozhattak, dolgozatíráskor pedig csak írószerszámot. Óra elején kértem, akinél puska van, tegye az asztalra. Előfordult, hogy a puskára adtam ötöst, annyi munka volt benne. (Ezt a szokásomat egy idő után be kellett fejeznem, mert később már szándékosan tették láthatóvá a puskát).

Igen sokat kísérleteztünk a kémiaórákon. Leginkább egyszerű folyamatokat (hidrolízis, szublimáció, elektrolízis stb.) végeztünk. De a tanulókísérletek fogalmát igyekeztem kiterjeszteni az élet minél több területére, a mindennapokra, annak érdekében, hogy a kémiai jelenségek mindent átható szerepét a diákjaim megláthassák.

Egyik órán vöröskáposztából készítettem indikátort. Ez anynyira lenyűgözte a tanulókat, hogy az indikátorkészítést feladtam házi szorgalmi feladatnak. Aki vállalta az elkészítését, hazavihett egy kémcsövet, hogy abban tárolja. A következő órán az osztály minden tagja hozta a saját indikátorát, melyet irigykedve szemlélte a párhuzamos osztály.

A polimorfi (ugyanannak a szilárd anyagnak egynél több lehetséges kristályszerkezetben való megjelenése, ami bizonyos tekintetben eltérő tulajdonságokat eredményezhet) jelenségének érzékeltetésére kulináris analógiákat is használtam. Tésztát akkoriban még a háziasszony gyúrt, készen csak drága olasz makarónit lehetett kapni. A diákok egy csoportja hozott otthon készült, főtt csusza- és kockatésztát, hosszúmetéltet, egy másik csoport pedig túrót, diót, káposztát. Mindhárom tésztafélélt kipróbáltuk mindhárom feltétel, megállapítva, hogy az ugyanabból az alapanyagból készült, de más alakú tészták mennyire más ízhatást eredményeznek. Hasonló volt a közeli pékségből nyert tapasztalat: milyen más a kifli és a zsemle ízélménye, holott ugyanazon alapanyagból készülnek!

Ilyen órák miatt vállalták a diákok hősiességben a kémia elvont arcát, az atommag körüli s , p , d elektronpályák alakjának felvázolását vagy a spinkvantszám magyarázatát. Boldog időszak volt mind a diák, mind a tanár részére.

Az 1989–90-es tanévben, sokak szerint forradalminak számító újjáépítésként bevezettem a cseppreakciós csempékísérleteket. A lakásunk felújításakor megmaradt fehér csempék adták az ötletet. Minden, az általános és középiskolai tananyaghoz kapcsolódó kísérlet, amely nem igényel magas hőmérsékletet, továbbá megfelelő egyéni védőeszközök használata mellett nem jelent biztonságtechnikai kockázatot, kémcső helyett cseppreakcióval elvégezhető rajta. Cél a kémiai reakciók minden érzékszervünkre kiterjedő, tapasztalati élményt nyújtó bemutatása. Egyszerűségük ellenére, vagy tán éppen emiatt, a csempén végzett „cseppnyí” reakciók ezt a szerepet látványosan, sokoldalúan, életszerűen látják el. A módszer olcsó (fehér csempe szinte minden padlón vagy pincében található, ha meg venni kell, „filléres” tétel), veszélytelen (zárt üvegből nyert egy-két csepp maró anyag nem okoz kárt), környezetkímélő, gyors, közvetlen „csináld magad” típusú tapasztalati élményt adó, könnyen előkészíthető és eltartható. Az alkalmazott eszközök: színes tálcák, fehér és fehérfekete csempe, szivacs, pohár víz, szemcseppentő, különböző színű, méretű csepegtető orvosságos üvegcsék, zseblámpaelemből



grafitrúd, vékony fémhuzalok színes fakockába vagy dominóba forrasztva, kiskanál, egyszer használatos orvosi fecskendő, gyufa. Energiaforrásnak elég a teamécse, zseblámpaelem. A módszer segítségével rövid idő alatt iskolánk legtöbb diákja megtanult kísérletezni. Lelkesen hozták az üvegcséket, szemcseppentőket, nyaralás alatt gyűjtötték a kis színes műanyag fagyaltos kanalakát. A csempereakciók bevezetését követő második év végére mindhárom évfolyamon folyt a rendszeres kísérletezéssel összekötött kémia tanulás.

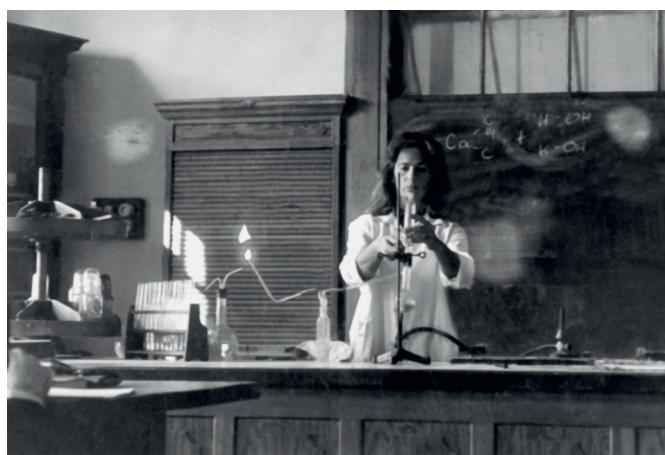
Mindegyik évfolyam kapott egy-egy sokfiókos szekrényt a kísérletekhez szükséges eszközökkel. A kísérletek előkészítése azt jelentette, hogy a négy személyes asztalokra helyezett tálcákra ki kellett rakni az eszközöket a szekrényből. A csekély anyagmennyiségek miatt az elrakódás is könnyű, kémcsőmosogatás helyett nedves szivaccsal való törölés is elég volt. A diákok örömmel, felszabadultan jöttek kémiaórára, gyakran az előírt kísérletek helyett saját ötleteik szerint is tevékenykedtek, vizsgálták például könnyesebb, izzadtság kémhatását.

A munkafüzet vezetése is megváltozott: mi a megoldandó feladat?; mi a megoldás menete?; mi a tapasztalat?; mi annak értékelése? (Ezt a fajta füzetvezetést a diákok gyakran alkalmazták fizika- és biológiaórán is.) A munkavédelmi szabály az első oldalra került: munkaterületed a csempe, munkaeszközöd a kezéd és a cseppentő; munka közben soha ne nyúlj a szemedhez (még az ártatlan konyhasó is könnyeztet); égő méceset helyezz kis tálcába és soha ne hagyd őrizetlenül; minden vegyszerhez más kanállal nyúlj; ha elemmel dolgozol, vigyázz az elrakásnál, az elektrodok ne érintkezzenek. Dolgozz felszabadultan, boldogan, csak az nem követ el hibát, aki nem dolgozik!

Nyugdíjba menetelemkor minden eszközt, óravázlatot, teljes dokumentációt az iskolának ajándékoztam. Fiatalabb kollégánóm és barátnóm, Fodor Erika átvette, kibővítette és továbbfejlesztette a csempemódszert, kiváló marketingmunkával határon kívül is sikereket ért vele.

Felvetődik a kérdés: most mi van ezekkel a kísérletekkel? Hiába sok az előnyük, az előkészítés, tárolás, elrakás jóval több időt vesz igénybe, mint krétával táblára írni az egyenleteket, reakciókat. Az idő pénz! Én szerencsés helyzetben voltam, rengeteg időt tudtam tölteni az iskolában, így módomban volt a kísérletek technikai előkészületeivel és az utólagos munkákkal foglalkozni. Úgy látom, ma kevés az idő, kevés a kémia tanár, és talán kevés a szándék is... Megrögzött optimistaként azonban mélyen hiszek abban, hogy a kémia oktatása hamarosan újra felvirágzik, hiszen

Valamikor az 1970-es években a József Attila Gimnázium kémiai előadótermében



azt is látom, hogy igen tehetséges és elszánt emberek – kiváló tanárok, tudósok, józan politikusok – szenvedélyesen küzdenek a természettudományos oktatás súlyának és a tanári hivatás tekintélyének visszaállításáért.

Mitől kémia tanár a kémia tanár?

A kísérletezés fontos eszköz a kémia tanár kezében, de olyan eszköz, amelynek megvalósítása a tanár lényéből, elkötelezettségéből, kreativitásából, sodrásából, hitéből fakad. Hiszem, hogy ez utóbbi tulajdonságok teszik a legnagyobb hatást a tanulókra. Nyugdíjba vonulásomkor eldöntöttem, hogy tanári lényemet mindenáron megőrzöm: ez nem „nyugdíjas”, hanem továbbra is „nyughatatlan” lény kell hogy legyen. Így is lett. Az elmúlt majd harminc évben számos oktatási segédeszközt alkottam meg és juttattam el a közönséghez (a kémia területén túl is) különböző médiumokon keresztül. Így például az unokámmal való foglalatosságok által inspirálva megjelentettem a „Memócéval az alkímisták nyomában” című munkafüzetet, melyet a Nemzeti Tankönyvkiadó forgalmazott nagy sikerrel. A füzet tizenöt kémiai kísérletet tartalmaz minden útmutatással ellátva. Házi használatra



is alkalmas. Nem egyet nagymamáknak adtam el. A Nemzeti Tankönyvkiadó megszűnése után a maradék példányokat antikváriumokba adták, ahol jelenleg az eredeti ár több mint kétszereséért árulják.

A mai napig igyekszem a lehető leginkább alkotó módon élni. Az itteni kép egy 2022 januárjában agyagból készített „állatot” ábrázolja. Ez az „állat” egyetlen létező

állatra sem hasonlít, ezért én csak így hívom: *Állat*. Úgy vélem, ilyen soha-még-nem-volt *Állatot* bárki képes csinálni, csak akarni és merni kell. És talán éppen ez az elszántság és bátorság a tanítás igazi titka...

Kicsengetés

Köszönöm valaha volt összes diákomnak, hogy értelmet adtak a tanítói létemnek és életemnek, hogy teret adtak kreatív tanítási módszerekkel való próbálkozásaimnak, hogy elnézték esetleges botlásaimat, de legfőképpen, hogy velük együtt *közös* ügyként élhettük meg a kémia tanítását egy olyan korban, amelyben a tanítói hivatás nagy társadalmi megbecsültségnek örvendett, a természettudományok oktatása pedig kiemelt szerepet kapott. Igen sok, immáron nagyon is felnőtté vált volt tanítványomtól a mai napig áradnak felém a pozitív visszajelzések, a törődő megkeresések. Ezeket biztató fényjeleknek tekintem arra nézve, hogy nem az én emlékeim színezik romantikusra a múltat, hanem valóban így is volt...

Soraimat Pázmány Péter gondolatával zárom: „Nemes szép élethez nem kellenek nagy cselekedetek. Csupán tiszta szív és sok, sok szeretet.”

Köszönetnyilvánítás. Legmélyebb köszönetem a fiamat illeti, aki miatt megírhattam ezt a visszatekintést, hiszen hatvan évvel ezelőtt a mérnöki pálya lehetőségét azért választott tanárra, hogy velem többet törődhessek. Ma már ő törődik velem: nemcsak elindított az írásra, de naponta buzdított, biztatott, bátorított. Köszönöm.