



Radnóti Katalin

ELTE TTK Fizikai Intézet | katalin.radnoti@ttk.elte.hu

A fizikaoktatás agóniája a rendszerváltozást követő évtizedekben*

Mielőtt a tárgyalt korszak részletesebb elemzésébe kezdünk, érdemes valamelyest visszatekinteni. A 20. század elején és a két világháború közötti időszakban hazánkban a gimnáziumok jelentős része reálgimnázium volt, melyekben a matematika és a természettudományok oktatása kiemelt szerepet kapott. A tantervek kialakításában kiváló tudóstanárok működtek közre, mint például Mikola Sándor és Rátz László.

Amint látható, a rendszerváltást követően folyamatosan csökkentek a fizika tanulására/tanítására fordítható heti óraszámok. Napjainkban ez szélsőséges esetben akár a harmada is lehet az 1965. évié, hiszen ha a diák a 7–8. évfolyamon integrált természettudományt tanul, és azt nem fizika szakos tanár tanítja, akkor a szervezett módon történő fizikatanulása csak a 9. évfolyamon kezdődik meg és mindössze két évig tart. Hasonló a helyzet a kémia esetében is.

Mi okozhatta a fizika- (és a kémia-) óraszámok drasztikus csökkenését?

„A magyar közoktatás egyik legnagyobb problémája a humán deficit.” [1] Ezt az állítását a szerző, Báthory Zoltán széleskörűen hangoztatta azokban az években, amelyek alapvetően befolyásolták a közoktatás alakulását. A relatíve sok természettudományt a kelet-európai szocialista országok jellegzetességékként állította be,

* A cikk a szerző Fizikai Szemlében megjelent írásának felhasználásával készült: Fizikai Szemle (2020) 7–8, 265–272. http://fizikaiszemle.hu/uploads/2020/08/fizszem-20200708-radnotikatalin_10_12_47_1598861567.515.pdf
Köszönöm Adorjáné Farkas Magdolna nyugdíjas kémia–fizika szakos tanár hasznos tanácsait és észrevételeit, melyeket a tanulmány elkészítéséhez nyújtott.

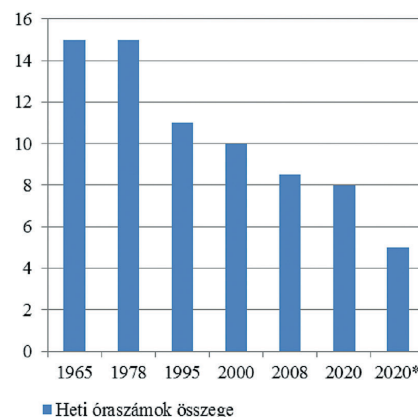
A tanterv bevezetésének éve	Évfolyam / heti óraszám							Összes heti óraszám	1965. évi órák %-a
	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.		
1965	2	2	2	0	2	3	4	15	100
1978	2	2	2	2	2	3	2	15	100
1995 (első NAT)	1,5	2	1,5	2	2	2	?	11	73
2000	0	2	1,5	1,5	3	2	0	10	67
2008	0	1,5	1,5	1,5	2	2	0	8,5	57
2020	0	1	2	2	3	0	0	8	53
2020*	0	0	0	2	3	0	0	5	33

* A 7–8. évfolyamon integrált természettudományt tanuló diákok esetében.

A fizika-óraszámok alakulása 1965-től napjainkig

melyet csökkenteni kell, hogy a humán tantárgyak arányát növelni lehessen. Ugyanakkor a reáloktatás magas színvonalának megőrzését is hangsúlyozta, jóllehet senki nem gondolhatja komolyan, hogy ez egyidejűleg lehetséges.

Az óraszámcsökkentésekkel párhuzamosan viszont a tananyag mennyisége gyakorlatilag soha nem csökkent azzal arányos módon. Ez állandó időhiányt okoz a fizika tantárgy oktatása során. Érdemes azonban Báthory Zoltán közoktatási helyettes államtitkár 1996-os, a *Fizikai Szemle* hasábjain megjelent írásából is idézni: „Olyan vélemények is hallhatók, hogy a természettudományos kultúra viszonylag magas szintje is magyarázza a kreatív design és a sakk terén mutatkozó magyar sikereket (Rubik Ernő, Polgár lányok). Marx György egyenesen azt tételezi fel, hogy az elmúlt negyven évben igen sok tehetséges fiatalember azért választotta a természettudományokat, hogy elkerülje az agyonideologizált humán szférát. Így a hazai science tehetségállománya robbanásszerűen felduzzadt. Mindent egybevetve úgy tűnik tehát, hogy a magyar oktatásügy „húzó”



A fizika összesített heti óraszámának csökkenése az elmúlt fél évszázadban

ágazata a természettudományos és a matematikatanítás.” [2]

A 60-as, 70-es években világszerte nagy fejlődésen ment keresztül a vegyipar, például a műanyaggyártás, a műtrágyagyártás és a gyógyszeripar. Az 1965-os és az 1978-as tantervek (akkori NAT) ennek a hatalmas technikai, műszaki fejlődésnek megfelelően írtak elő a mostanihoz képest jelentős kémia és fizika óraszámot.

A 60-as, 70-es években az emberek fontosnak ítélték a természettudományokat, ezért az egyetemeken – a tanárképzést is beleértve – népszerű volt a kémia és a fizika szak. Ennek a hatása a közoktatásban is érezhető volt, többek között azért is, mert azokban az években csak kimagasló tanulmányi eredménnyel lehetett bekerülni e szakokra. Azok a fizikatanárok, akik ezekben az években voltak pályakezdekők, a kollégák, a szülők és a tanulók részéről a mostanival össze sem hasonlítható megbecsülésben részesültek, hiszen nehéz és fontos tantárgyat tanítottak, aránylag magas óraszámban.

Mi lehet a probléma a fizika tanításával? Attitűdvizsgálatok

Ugyancsak Báthory Zoltán volt az, aki már a nyolcvanas évek végén rámutatott a fizika tantárgy kedvezőtlen tanulói megítélésére. [3] Magam kezdő tanárként már a nyolcvanas évek elején hasonló élményeket szereztem. Több diákom kérdezte meg tőlem, hogy voltam képes ilyen szakokat választani magamnak, mint a fizika és a kémia. De akkor még nem végeztek attitűdvizsgálatokat. Egyszerűen arra gondoltam, hogy azért érdeklődnek sokkal többen a humán tantárgyak iránt, mivel több nyelvtagozatos osztály volt az iskolában, ahol akkor tanítottam.

Egyedinek vélt tapasztalataimat azonban számszerűsítette a Csapó Benő és munkatársai által 1995-ben végzett széles körű felmérés. Ebben különböző tudásszintmérő tesztekkel vizsgálták a tanulók tudását, illetve a tantárgyakkal kapcsolatos tanulói attitűdökre is rákérdeztek. A diákok 1–5-ig osztályozták a tantárgyak kedveltségét.

Idézzük fel, hogyan interpretálták Csapó és munkatársai könyvükben az eredményeket! „Mi lesz a fizikával és a kémi-

ával, kik és hogyan fogják húsz év múlva tanítani, ha a gyerekek tizenhárom évesen tanulják meg utálni, és a középiskola végére negatív érzelmeik csak fokozódnak? A fizika helyzete különösen aggasztó: már hetedikben is a legnépszerűtlenebb tárgy, de a középiskola végére 2,64-es népszerűségi átlagával még a többi népszerűtlentől is leszakadva áll a lista végén.” [4]

És most itt vagyunk több mint 20 évvel később! Valószínűleg az óraszámcsökkenés is okozója a népszerűségvesztésnek, bár ezt még nem vizsgálták. Alacsony óraszámban ugyanis sokkal kevesebb lehetőség nyílik kísérletezésre, az érdekes jelenségek magyarázatára, az új kutatási eredmények megbeszélésére, és ami a legnagyobb probléma, hogy a tanulók nem juthatnak olyan mély tudáshoz, aminek alapján valóban megérthetnék a jelenségek magyarázatát. Elmarad az *aha*-élmény, helyette inkább a „nem értem” érzése jut a diákoknak.

„A kirajzolódó tendenciák riasztó módon egybeesnek a természettudományi karok egyes szakjaira jelentkező hallgatók számának csökkenésével. Ugyanakkor fel kell hívjuk a figyelmet arra is, hogy nem általában a természettudományok negatív megítéléséről, elutasításáról van szó, hiszen a biológia mindkét életkorban a legnépszerűbb tantárgyak között van.” [4]

Néhány évvel később az Országos Közoktatási Intézet (OKI) létrehozta a Tantárgyi Obszerváció nevű kutatócsoportot, melyben a fizika tantárgyat képviselve én is részt vettem. A munkálatok részeként 2002 májusában kérdőíves adatgyűjtést végeztünk. A kérdőívek két részből álltak: egy közös, minden tantárgy esetében azonosból és egy tantárgyspecifikusból. A felmérésben összesen 2185 pedagógus vett részt, köztük 152 fizikatanár az ország minden tájáról. A felmérésben az általános iskola felső tagozatán folyó fizikaoktatás helyzete voltunk kíváncsiak. [5] Felmérésünk-

ben többek között arról is érdeklődtünk a tanárkollégáktól, hogy véleményük szerint hogyan ítélik meg a fizika tantárgyat a szülők, a gyerekek és a tantestület. A fizika megítélése mindhárom esetben rosszabbnak bizonyult, mint az összes tantárgy átlaga.

Fizika	Véleményezők	Összes tantárgy
3,28	szülők	3,53
3,23	gyerekek	3,60
3,47	tantestület	3,74

A fizika megítélése és az összes tantárgy megítélésének átlaga (ötfokozatu skálán) az általános iskolában (2002)

A tanárok nagyon nehezményezték az óraszámok csökkenését. Kérdőívünk utolsó részében különböző megjegyzéseket is lehetett írni. Egy témánkba vágó példa: „Nagyon etikátlan a heti óraszámokat a testületekre bízni, a természettudományokat rendre leszavazzák a humán és nyelv szakos kollégák, nekik is kenyérkérdés az óraszám.”

Hogyan alakult át a tanárképzés?

Az 1980-as években az ELTE-n évente kb. 100 matematika–fizika és 20 kémia–fizika szakos tanár végzett. Ehhez hozzászámítva a vidéki egyetemeken és főiskolák hallgatóit évente mintegy 200 új fizikatanár diplomázott. A rendszerváltást követően a liberális oktatáspolitikát követve a tanárjelölt hallgatók szinte bármilyen szakpárt választhattak maguknak. Így megszűnt az a korábbi megkötöttség, hogy a matematika mellé csak fizikát lehetett szakpárnak választani. Ennek következményeként a fizikát évtizedek óta nagyon kevesen választják. Jelenleg a matematika szakosok hozzávetőleg 20%-a választja másodikként a fizikát. Elvéve egy-egy fizika–biológia, fizika–történelem, sőt fizika–magyar szakos hallgató is föltűnik. A felsőoktatási képzési struktúra átalakítása és a közoktatási tantárgyi struktúra átalakulása mintegy felerősítette egymást. A kémia–fizika szak pedig néhány év alatt szinte kiűült.

2006-ban bevezették a bolognai rendszert, mely tovább rontott a helyzeten. Előtte gyakorlatilag bedarálták a főiskolai karok egy részét, mondván, ne legyenek párhuzamos képzések. Ezzel mondhatni megszűnt az általános iskolák tanári utánpótlását szolgáló tanárképzési hálózat. Mind-

A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök a 7. és a 11. osztályban [4]

7. osztály		11. osztály	
tantárgy	attitűd	tantárgy	attitűd
biológia	3,77	idegen nyelv	3,70
történelem	3,67	biológia	3,64
irodalom	3,61	történelem	3,62
idegen nyelv	3,54	irodalom	3,41
matematika	3,37	matematika	3,14
kémia	3,32	nyelvtan	2,92
nyelvtan	3,25	kémia	2,79
fizika	3,24	fizika	2,64



ez egyszer már megtörtént Budapesten. Az idősebb tanárok számára ma is példaképet jelentő Öveges József 1948-tól a Budapesti Pedagógiai Főiskola Fizika Tanszékének tanszékvezető főiskolai tanáraként oktatott egészen 1955-ig, a Budapesti Pedagógiai Főiskola megszűnésig. Később újra kellett alapítani a főiskolát, először az egri főiskola fővárosi tagintézményeként, amelyet utóbb az ELTE-hez csatoltak, végül pedig 2003-ban ismét megszüntették.

A 2006-ban indult kétciklusú fizika és matematika BSc-re ugyan sokan jelentkeztek, de a hallgatók közül csak nagyon kevés lett tanár, mivel ez csak az egyik lehetséges szakirány volt. A közel 100–100 fős hallgatói létszámból sokan ki is buktak. (Az első végzés évében az ELTE-n mindössze egyetlen fizika minor szakos tanár végzett.) A régi rendszerben közülük sokan matematika–fizika szakra mentek volna, mivel akkor csak 20 fő mehetett fizikusnak.

Egy 2008-ban Kertész János és Csermely Péter professzorok vezetésével létrehozott bizottság – melynek jelen írás szerzője is tagja volt – a természettudományos tárgyakat tanító kollégák körében végzett kutatás révén időszerű, konkrét adatokhoz jutott. [6] A kutatásban részt vevő 1033 tanár kolléga közül 185 fő biológiát, 490 fő fizikát, 334 fő kémiát, 12 fő integrált természettudományt és 12 fő környezettant tanított. A fizika és a kémia tantárgyak esetében az országban tanítók közel 10%-a kitöltötte kérdőívünket. Megkérdeztük a tanárok életkorát is, így láthatóvá vált, hogy a tanártársadalom nagyon elöregedett. Az 50 év feletti kollégák aránya kétszerese volt a 35 évnél fiatalabbakénak. Az általános iskolai tanárok esetében a helyzet még szomorúbbnak mutatkozott.

A BSc-re járó hallgatóknak csak az első év után kellett eldönteniük, kutató szakon végeznek-e vagy tanárok szeretnének lenni. Az első három év adatai alapján már látható volt, hogy a fiatalok alig jelentkeznek tanári pályára. Különösen aggasztó helyzet alakult ki a fizika és a kémia tanári szak esetében, melyeket fő szakként alig választottak a hallgatók. Minor szakként is nagyon kevesen. Vagyis már akkor világosan látszott, hogy hazánkban néhány éven belül nagyon komoly tanárhiány várható a területen. A javaslatok közt felmerült, hogy a tanárképzést ki kellene vonni a bolognai rendszerből, vagyis visszaállítandó a hazánkban korábban meglévő öt éves képzés.

A fentebb említett 2008-as vizsgálat és a tiltakozások nyomásának engedve végül

kivették a tanárképzést a bolognai rendszerből. 2013-ban indult az első osztatlan tanárszakos évfolyam. De ez már később történt. A hétéves elmaradást nem lehetett bepótolni. Továbbá a korábbi létszámokat sem sikerült visszatornázni. Ennek a fizika esetében az is oka, hogy a matematikát továbbra is bármilyen másik szakkal lehet párosítani.

Napjainkban a tanárszakos hallgatónak nem egy esetben a megfelelő BSc-s egyetemistákkal együtt kell hallgatnia az alapozó tárgyakat és vizsgáznia belőlük – mintha az lenne a fő szakja. Holott kétszakos, amihez még pedagógiai stúdiumok járulnak. Átlagosan számítva 40–40% jut a szakmai részre, a pedagógiai-pszichológiai órák aránya pedig 20%. Talán nem kell magyarázni, hogy amennyiben kisebb időkeret áll rendelkezésre egy adott témakör megértésére, feldolgozására, esetünkben 40%, akkor azt nem lehet úgy tanítani, mintha 100% lenne, amin a BSc-s hallgatók számára előírt tananyag mennyiségét értem. A 40%-hoz egészen más megközelítés szükséges. Azt nem lehet megtenni, hogy pl. csak minden második tétléről tanul a tanárszakos hallgató, vagy a tananyag második része marad el. És nem azért, mert a tanár szakos hallgatók gyengébb képességűek! Hanem azért, mert a tanár szakos hallgató tanulmányi idejének csupán 40%-a áll rendelkezésére az adott szakanyag tanulmányozására, továbbá tanulási céljai is eltérőek. Belőle tanár lesz, nem kutató. Oktatásuk során erre általában nincsenek tekintettel – tisztelet a kivételnek –, ezért a tanár szakos hallgató képzése gyakran nem fér bele az államilag finanszírozott időkeretbe. Nem lehet azon csodálkozni, hogy ezt kevés fiatal tudja teljesíteni.

A fizika szakos hallgatók előszeretettel választják az 5+1-es képzést, mondván, hogy középiskolában szeretnének tanítani. Általános iskolába kevesen vágnak, habár néhány 4+1-es hallgató is van. A problémát az jelenti, hogy számukra is úgymond nagyon kemény fizikát tanítanak, figyelmen kívül hagyva majdani szükségleteiket. Így a fizikai tárgyakból sokan elvéreznek, végül kibuknak. Ezért sok diák is el esik attól a lehetőségtől, hogy ugyan kisebb, de az általános iskolai tanításhoz elegendő fizikatudással rendelkező tanár oktathassa.

A fent leírt folyamatok azzal a következménnyel járnak, hogy az általános iskolákban kénytelenek lesznek bevezetni a sokak, elsősorban a „szakma” tiltakozását kiváltó integrált természettudományos tan-

tárgyat, melyet majd földrajz, esetleg biológia szakos kollégák tanítanak, hiszen nem lesz más, aki bemenjen az órára! Mint a cikk elején írtuk, a biológia kifejezetten kedvelt tantárgy, sokan választják tanár szakként is. Földrajztanárból szintén viszonylag sok képződik. Tehát várhatóan e tantárgyak oktatóiból lesz több az iskolákban. Egyenes úton haladtunk afelé, hogy a fizika önálló tantárgyként csak a 9–10. évfolyamokon fog létezni! És történik mindez a 21. században, amikor a technika elemei olyan módon vesznek körül mindnyájunkat, hogy azok nélkül szinte létezni sem tudnánk, illetve csak nagyon nehezen. Gyerekeink-unokáink már ebbe születnek, életüket el sem tudják képzelni IKT-eszközök nélkül. Am ha így haladunk tovább, akkor fogalmuk sem lesz napi szinten használt eszközeik működéséről, ami kiszolgáltatottá teszi majd a felnövekvő nemzedéket azon keveseknek, akik értenek hozzá. Így elsatnyul a hazai műszaki-technikai innováció, és az is kérdéses lesz, hogy a külföldről behozott technikát kik tudják majd megérteni és működtetni. Hát ide jutottunk!

Pedig Magyarország kormánya – legalábbis nyilatkozatai alapján – az innovációt szeretné támogatni, hogy hazánk lakossága ne csak olcsó munkaerőként legyen piaci tényező. Magas hozzáadott értékű termékeket kíván előállítani. De mindez hogyan lesz lehetséges az újabb és újabb NAT-okkal egyre jobban elsorvasztott fizika- és kémiaoktatás mellett?

Napjainkra már kialakult az évtizedekkel korábban jelzett sajnálatos helyzet. Az iskolákban óriási tanárhiány van, különösen a reál és a természettudományi területen. Az iskolák óraadókat várnak, vagy nem szakos tanár tanítja a fizikát, kémiát. A megoldás nem egyszerű, mivel kis óraszámú tantárgyakról van szó, egy kisebb iskolában nem is jön ki egy teljes állású kolléga óraszámja. Ilyenkor a tanár a fizikaórák megtartása mellett lehet állandó helyettes, napközis, ebédeltethet, vagy több iskolában kell állást vállalnia stb., hogy meglegyen a teljes állás. Legyünk őszinték, ezek egyike sem szerepel a tanári vágyálmok között. És persze egy kis óraszámú tantárgyat tanító tanárnak sok osztálya van, nemegyszer 30 fő feletti létszámokkal. Azt is mérlegelni kellene, amikor a kötelező óraszámokat megállapítják, hogy egy-egy tanár hány diákot is tanít. El kellene gondolkozni azon, hogy ezt maximálni kellene. Nem várható el a kis óraszámú tantárgyakat tanítóktól, hogy miközben 300–400 diákot tanítanak, napra készen

legyenek tisztában tudásuk és személyiségük fejlődésének aktuális állapotával és ennek tudatában tervezzék meg a több száz gyerekekkel való egyéni foglalkozást (is).

Mindezek mellett a kis óraszámú tantárgyat tanító fizika- és a kémiatanár a tantestületnek – diplomatikusan fogalmazva – nem a legmegbecsültebb tagja, hiszen tantárgyai nem érettségi tantárgyak, azaz nem fontosak. (A rendszerváltás előtti években a fizika úgynevezett kötelezően pontvivő tantárgy volt, még korábban pedig kötelező érettségi tantárgy.) Egy tantestületi értekezleten hangzott el az egyik történelem szakos kolléga szájából a nem túl kedves, de találó megjegyzés, miszerint a fizika és a kémia tantárgyak „a futottak még” kategóriába tartoznak. Már a tanárképzésben is úgy van jelen a fizika és a kémia, mint „kis szak”. A fizika vagy kémia szakos tanár akkor van jó helyzetben, ha a másik szakja nagyobb óraszámú, és azt is tanítja. Azonban ennek is megvan a buktatója: szóban forgó fizikatanárunk ugyanis emiatt sokszor csak 1–2 osztály fizikaoktatását vállalja el, óraterhelésének zömét a matematika teszi ki.

Az alacsony óraszám miatt ritkán fordul elő, hogy az iskolában egyidejűleg több fizika- vagy kémiatanár tanítson, ezért az adott tantárggyal kapcsolatos minden teendő egyetlen tanárra hárul, például a szertár gondozása vagy a tanulmányi versenyekre felkészítés. Nincs lehetőség az iskolán belüli szakmai eszmecserére sem.

A fizika tanítása a matematikaoktatást is segíti, hiszen a feladatok megoldása vagy a mérési eredmények koordináta-rendszerben történő ábrázolása során a matematika eszközeit használjuk. Így érthetik meg a tanulók, hogy többek között azért szükséges a matematikai módszerek ismerete, mert ezek segítségével tudjuk leírni a fizikai jelenségeket. Például a szinuszfüggvényt nem a diákok bosszantására találták ki, hanem nélkülözhetetlenül szükséges a rezgőmozgás jellemzéséhez. A fizika viszszaosztása ezért a matematika tanítására is rossz hatással van.

A természettudományt tanító tanárok iskolai elismertségét az is csökkenti, hogy nem tudnak osztályfőnökséget vállalni, hiszen sem általános iskolában, sem középiskolában nem tanítják négy éven keresztül a tantárgyukat. Emiatt még kevesebb fiatal jelentkezik fizika- és kémiatanári szakokra. A tanárihiány mellett nem ritka a fizikatanárok elbocsátása sem, az óraszámok folyamatos csökkentése, sőt egyes iskolatípusokban a fizikaórák teljes meg-

szüntetése eredményeképp. Tehát már maga az állás sem biztos, hiszen a tanár iskolaváltásra kényszerülhet, vagy arra, hogy párhuzamosan két vagy több iskolában tanítson.

További probléma, hogy mivel kevés fizika és kémia szakos tanár van a pályán, és ezek nagy része már vagy nyugdíjas, vagy a nyugdíjhoz közel álló, nem érdemes fizikából és kémiából tantárgyi továbbképzést tartani. Ha mégis talál ilyet a tanár, akkor sok esetben ez nem ugyanabban a városban vagy térségben van, ahol az iskola. Így hiába szeretne a szaktantárgyában továbbfejlődni, kötelező továbbképzéseként mégis valamilyen általános témájú kurzust fog választani.

A reál tantárgyak „humanizálása”

Hogyan tovább? A fizika és a kémia tantárgyak „humanizálása” egyfajta alternatíva lehet. Az emberiség nem úgy fejlődött, hogy mindenki magas fokú absztraktt, elvont gondolkodásra legyen képes. A pszichológusok szerint az átlagembert inkább a történetmesélés, a narratíva jellemzi. A történetekben lévő hiányokat, lyukakat pedig az agy kiegészíti. Ezért is vannak kevesen a matematika, a fizika, a kémia tantárgyakat szerető diákok. A levezetések, a logikai láncok nem egyszerű történetek, ezeket nem lehet önkényesen kiegészíteni. Itt szigorú racionális és logikai szabályok, ok-okozati kapcsolatok érvényesülnek.

Idézzük a pszichológus Pléh Csaba gondolatait, aki a következőket írja: „*A felidézést a séma irányítja, a sémák közül pedig a legkitüntetettebb az elbeszélő séma. Úgy tűnik, hogy történeteket sokkal könnyebb felidézni, mint például tájleírásokat. ... Egy tankönyvi történet, amikor visszaadunk, sokkal kevésbé válik zavarossá, mint egy leírás, vagy magyarázat.*” [7] A gondolatot kiterjesztve további példákat sorolhatunk, hogy a levezetések, matematikai tételek, a fizika és a kémia ismeretanyaga, amelyek leírásokból és szigorúan következetes jelrendszereket használva, sokszor matematikai formában megfogalmazott törvényekből, magyarázatokból állnak, sokkal nehezebbek, nehezebben tanulhatók, mint pl. egy elbeszélés, regény cselekménye. A kémia esetében egyaránt szükséges a makroszkopikus és a mikroszkopikus szintű gondolkodás. Egy kémiai reakció lehet látványos, de a folyamat leírásához, magyarázatához el kell képzelni az atomokat, molekulákat, ionokat, elektronokat.

Így persze kérdésként vetődik fel, hogy

miképp szeretheti bárki az ilyen jellegű megfontolásokat. És hányan lehetnek ők, illetve a népesség hányadrészét teszik ki? Lehet, hogy ezek az emberek a megfelelő tulajdonságot jellemző Gauss-görbe egyik szélét képviselik? További kérdés, ha a fent említett elvont gondolkodás ennyire nem tipikus, inkább ritka, akkor miért erőltetjük rá mindenkire? Illetve lehet, hogy azért szorul egyre jobban háttérbe a tantervi változások során a természettudomány, mert az emberek jelentős részének gondolkodásától a természettudományos leírások és magyarázatok nagyon idegenek, és ezért nehezek? Természetesen annak érdekében, hogy kiderüljön, kinek tetszik a szigorú tudományos gondolkodásmód, ezt is tanítani kell az iskolában, meg kell mutatni a diákoknak. Akiknek ez tetszik, azok jelentkezni fognak szakkörökre, versenyekre, műszaki-természettudományos jellegű továbbtanulásra.

Hogyan tanítsuk a fizikát és a kémiát mindennek tudatában? Ágyazhatjuk emberi történetekbe a fizikai és a kémiai ismereteket, akár a felfedezések, akár a mindennapi élet vonatkozásában. A tudomány története kerülhetne a tananyag középpontjába, a tudósok életrajzán mint emberi történeteken keresztül. A feldolgozás során be lehet mutatni a tudományos megismerési folyamatot, az akkori tudományos elképzeléseket, a felmerült technikai és tudományos problémákat, a tényleges vizsgálódásra alkalmas kutatási kérdéseket, a vizsgálódások menetét stb. Továbbá rámutathatunk arra is, hogy napjainkban miért fontos az adott felfedezés. Feladatként adható a témával kapcsolatos kisebb színdarabok, párbeszéd írása, melyeket akár el is játszhatnak a gyerekek, például Pierre és Marie Curie párbeszéde a laboratóriumban, amikor elhatározzák, hogy uránszurokércet rendelnek. Ez a módszer különösen a humán érdeklődésű diákok számára hozhatja közelebb a fizikát és a kémiát. Példákat lehet mutatni a lányok számára, hogy nekik is érdemes természettudományos jellegű pályát választaniuk. Minden módszert meg kell ragadni! Természetesen hagyományos feladatok is helyet kaphatnak, de differenciált jelleggel, elsősorban azon diákok számára, akik érdeklődnek a kvantitatív leírások iránt, illetve a fakultáción.

Minden tanulóval érdemes megismertetni, hogy milyen módon szerzünk ismereteket. Erre szintén nagyon jó példákat lehet felhozni a tudománytörténetből. Elemezni lehet, milyen különbségek vannak a hétköznapi és a tudományos ismeretszer-



zés között. Hogyan fejlődtek a megismerés eszközei? Napjainkban kutatásalapú társadalomban élünk, melyre fel kell készíteni diákjainkat. Számptalan, a legkülönbözőbb témákról szóló kutatással kapcsolatos hír lát napvilágot a sajtóban, tv-ben, rádióban. Sokszor egy-egy termék reklámozása esetében is kutatási folyamat eredményeként állítják be a fejlesztést. Ezeket kritikával kell kezelni! El kell tudni dönteni, hogy az ténylegesen kutatás lehetett-e. Kérdéseket kell tudni megfogalmazni a kutatással kapcsolatban. Ezért fontos feladat a kutatási készségek fejlesztése is a természettudományos tantárgyak tanulása során.

Nézzük példaként a történeti feldolgozása Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794) munkásságát és abból egy érdekes felismerést. Esetében maga az életút is érdekes, mivel a francia forradalom idején mint nemesi származású adóbérlőt nyaktílóval kivégezték. [8] Lavoisier kémiai munkásságának elméleti háttere a fizikában akkora már kialakult és alkalmazott tudományos kutatási módszer volt, melynek fontos eleme a mérés, a mennyiségi viszonyok és a mért adatok között az összefüggések keresése. Tevékenységének tanulmányozása során nagyon jól lehet követni a tudományos megismerési folyamatot, melyet fontosnak tartott kutatásaiban és eredményeinek leírásában. Míg a korabeli vegyész kutatók jellemzően csak kvalitatív vizsgálatokat folytattak, Lavoisier pontos tömegméréseket végzett, továbbá mérési eljárásokat dolgozott ki, melyekhez speciális berendezéseket tervezett. Együtt dolgozott feleségével, aki vezette a jegyzőkönyveket,

**Lavoisier és felesége
(Jacques-Louis David, 1788)**



férjének latinból és angolból fordított, továbbá nagyon pontos rajzokkal illusztrálta a könyveit. Itt arra is fel lehet hívni a tanulók figyelmét, hogy már abban az időben is részt vettek a nők a tudományos kutatásban, ha nem is önállóan.

Lavoisier sok korábbi kísérletet ismételt meg, de mérésekkel egybekötve, és nem egyszer újszerű értelmezésekkel állt elő. Továbbá szeretett – ma úgy mondanánk – demonstrációs előadásokat tartani. Ezeknek gyakran illusztris közönsége is volt, mint például II. József császár vagy a francia király, XVI. Lajos. Összesen 61 tudományos írást tett közzé. A legfontosabb, a *Traité élémentaire de chimie* (A kémia alapjai) 1789-ben jelent meg. A francia kutató munkássága során több problémával is foglalkozott, melyekre megoldást is talált. Ilyen az égés és a légzés; a levegő és a víz összetétele; a termokémia és a szerves kémiai analízis alapjainak lerakása; ezenkívül részt vett a kémiai jelrendszer megalkotásában.

**Példa a fizika humanizálására
– a hó természete**

Példaként egy érdekes vizsgálatot írunk le, mely kiválóan alkalmas a természettudományos ismeretszerzés bemutatására.

A hót illetően abban az időben kétféle elképzelés élt párhuzamosan. Az egyik szerint a hó az egész természetben elosztott fluidum, mely attól függően, hogy mennyi található a testben, megszabja annak hőmérsékletét. Ezt vallotta Lavoisier. A másik szerint a hó a testeket alkotó atomok mozgásából ered. Így vélekedett Pierre-Simon de Laplace (1749–1827). (A hőről alkotott eltérő elképzeléseik nem zavarták őket a közös munkában.)

Kutatási kérdések: Miért van az élőlényeknek viszonylag állandó testhőmérséklete? Milyen folyamat biztosítja ezt? Hogyan lehet mérni a hót? Miként lehet azt számszerűsíteni?

Hipotézis: Minden bizonnyal a hó a légzés folyamata során keletkezik, mégpedig a legtisztább levegőnek (oxigén) rögzített levegővé (szén-dioxid) válása során.

Kísérlet: A vizsgálathoz megszerkesztették az úgynevezett jégkalorimétert, mely a kaloriméterek őse. Egy adott folyamatban keletkező hó mennyiségét a közben megolvadt jég mennyiségével (tömegével) jellemezték. Az új eszközzel később sok anyag fajhőjét és számos anyag égéshőjét mérték meg. Most nézzük az élettani vizsgálatot! A mérés két részből állt. Először megmérték, hogy adott idő (10 óra) alatt

egy tengerimalac mennyi szén-dioxidot lélegez ki. Ezt követően kaloriméterbe helyezték a malacot, és megmérték, hogy a jelenléte miatt mennyi jég olvad meg.

Tapasztalat: Amikor a malacot kivették a kaloriméterből, közel azonos hőmérsékletű volt, mint amikor betették.

Következtetés: Tehát a malacban végbe menő életfolyamatok állandóan pótolták a hideg környezetnek leadott hőt. Lavoisier szavaival: „Az állati hő fenntartásának fő oka tehát az a hő, amely a légzés folyamán keletkezik a legtisztább levegőnek rögzített levegővé való átváltozása folyamán. A légzés tehát egy égés, igaz rendkívül lassú égés, de egyébként teljesen hasonló a szén elégéséhez. ... Az állati hő megmaradása tehát döntő részben annak köszönhető, hogy az állat által belélegzett legtisztább levegő vegyülésbe lép a rögzített levegő másik alkotórészeivel, amelyet a vér szállít oda.” [8]

Érdekesképp vegyük észre, hogy Lavoisier a hőről fluidumként beszél. A vizsgálat ezt a kérdést nem döntötte el. Továbbá keveri a hő és a hőmérséklet fogalmakat. Nem az állati hő marad meg, hanem az állat hőmérséklete marad állandó. E két fogalom különválása is azokban az időkben történt meg.

Írásunkban bemutattuk a természettudományos tantárgyak, azon belül a fizika rendszerváltást követő fokozatos kiszorulását a közoktatásból. Rámutattunk a természettudományokat tanító tanárok egyre aggasztóbb helyzetére, az általuk tanított diákok magas száma által okozott nehézségekre, a tanárképzés változásaira. Végül megpróbáltunk egy módszertani javaslatot tenni a természettudományos tantárgyak eredményesebb oktatásának érdekében.

IRODALOM

- [1] Báthory Zoltán: Tanulók, iskolák – különbségek. Bp., OKKER, 1997, 263.
<https://docplayer.hu/68361250-Bathory-zoltan-tanulok-iskolak-kulonbsegek.html>
- [2] Báthory Zoltán: Fizikai Szemle (1996) 5. sz. 145.
<http://fizikaiszemle.hu/old/archivum/fsz9605/batz9605.html>
- [3] Báthory Zoltán: Pedagógiai Szemle (1989) 12, 1162–1172.
- [4] Csapó Benő (szerk.): Az iskolai tudás. Bp., Osiris, 1998. 50–52.
- [5] Radnóti Katalin: Fizikai Szemle (2003) 5. sz. 170–176.
<http://fizikaiszemle.hu/old/archivum/fsz0305/radnoti0305.html>
- [6] Radnóti Katalin: Új Pedagógiai Szemle (2009) 3, 3–17.
<https://ofi.oh.gov.hu/radnoti-katalin-termesztudomanyi-nevel-es-fizikaoktatas-helyzete-2008-tanari-felmeres-tukreben>
- [7] Pléh Csaba: A tanulás és gondolkodás keretei. Bp., Typotex, 2015, 88.
- [8] Szabadváry Ferenc: Lavoisier és kora. Bp., Gondolat, 1968, 114–115.

A honlapok esetén az utolsó megtekintés: 2020. április 16.