

Takács László (1950–2019) nemrég elhunyt fizikusról folyóiratunk ezen számában olvasható megemlékezés. A soproni Széchenyi István Gimnázium első matematika–fizika tagozatos osztályában érettségizett, ahol a „gimnázium jeles tanárai” között nyilvántartott (<https://www.soproniszig.hu/post/152#Auth>) *Autheried Éva* (1914–1978) osztályfőnök-szaktanár (http://www.fotomedia.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=14453:autheried-eva-1914-1978-&catid=113:pedagogusok&Itemid=38) keltette fel igazán érdeklődését ezen tárgyak iránt. Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen és a Nemzetközi Fizikai Diákolimpián elért dobogós helyezései után fizikus lett, egy évtizedig aktívan részt vett az itthoni középiskolai tehetséggondozásban (1980 és 1984 között a magyar fizikai diákolimpiai csapat egyik felkészítő tanáraként is), majd az USA-ba távozása után 30 évig tanított egy marylandi egyetemen (UMBC, Baltimore). Fizikatanítással kapcsolatos elképzeléseit 25 évvel ezelőtt fogalmazta meg és ezt adjuk most közre, remélve, hogy gondolatai a mai fizikaoktatásban is hasznosíthatók. Angolból fordította: *Bakonyi Imre*.



A diákok jó része a fizikát nehezebbnek találja az összes többi tárgynál. Amitől a fizika valóban nehéz, de egyúttal izgalmas, kihívást jelentő és szellemi élvezetet nyújtó tárgy, az azon képességek és készségek együttese, amit a fizika eredményes tanulása és sikeres művelése igényel. Nem elég csupán memorizálni a fizikai koncepciókat. Ezeket meg is kell érteni, és sikeresen kell tudni alkalmazni mind ismert, mind szokatlan helyzetekre. Egy probléma megoldásának, legyen az akár tankönyvi vagy valós, azzal kell kezdenie, hogy kvalitatívan értsük meg a jelenséget, fokozatosan fogalmazzuk meg matematikai eszközökkel egészen addig, amíg a probléma egy jól definiált matematikai feladattá nem válik. Ezután a matematikai feladványt szabatosan – technikailag hibátlanul – meg kell oldani, miközben a formulák fizikai jelentését is szem előtt tartjuk. A matematikai eredmény értelmezni kell, aminek mennyiségi – és a kiinduláshoz képest magasabb szintű – kvalitatív megértéshez kell vezetnie.

Mindez azonban nem egyszerű feladat. Számos képességet kíván egyidejűleg, úgymint intuíciót, matematikai tudást, kreativitást, pontosságot, memorizálást, megértést, ügyelést a részletekre is és az általános kép megragadásának képességét, amelyek összességükben igen sokrétű jártasságot és készséget igényelnek.

A jó fizikaoktatásnak minden szinten tükröznie kell ezt a sokrétű megközelítést. A fizika nem csupán egy leíró jellegű tárgy, a lényegét nem lehet felfogni feladatmegoldás nélkül. A diákoknak meg kell tapasztal-

niuk, hogy egy elvont számítás igenis képes megjósolni valós rendszerek viselkedését. A fizika nem csupán matematika, tárgya a valós anyagi világ, nem pedig egy ember alkotta axiómarendszer. Pusztán számítások elvégzése önmagában még nem fizika, legyen az egy egyszerű behelyettesítéses feladat, vagy valamilyen bonyolultabb matematikai kiértékelés. A matematikai megfogalmazásnak valamilyen fizikai meglátásból kell erednie, és az eredménynek tudnia kell mondania valamit a természetről.

A fenti megfontolásokból számos következmény származik:

1. A tanításnak komoly hangsúlyt kell helyeznie a kvalitatív megértésre, irányítani kell tudja a diákokat a közös élményszerzéstől, a demonstrációktól és a diákok által végzett kísérletektől a probléma egyre pontosabb megfogalmazása felé.

2. A szabotosságban nem szabad kompromisszumot kötni. A kvalitatív jelző nem a pongyola vagy pontatlan szinonimája. A probléma tárgyalásának végén pontos, egy adott szinten egzakt – szóbeli és matematikai – állításokat kell tennünk. Bármely leírás egyszerűsített, bizonyos mértékig korlátozott képet ad a valós jelenségekről. Az analízis nem a természetről szól a maga bonyolultságában, hanem a természet egy általunk adott modelljéről. Ez teljesen rendben van, amennyiben világosan megfogalmazzuk a feltevéseket és a korlátokat. Ugyanaz a szituáció leírható több különböző szinten, és mindegyik egzakt lehet az adott szintű leíráshoz pontosan megfogalmazott feltételek mellett.

3. A fizikatanítás spirálhoz hasonlítható. Ugyanazt a jelenséget tárgyaljuk egyre magasabb szinten. Ez lényeges elem, mert az egyszerűbb tárgyalás egyúttal a magasabb szintű tárgyalás előkészítése. Ugyanakkor az egyszerű tárgyalás nem felesleges, egyszerű problémákat egyszerű eszközökkel kell kezelni. Közismert, hogy az egyszerűbb tárgyalás segíti a probléma jobb megértését.

4. Azt tartja a mondás: hiszem, amit látok. Ezért a demonstrációk, a diákok által végzett kísérletek, a mindennapi megfigyelésekre és tapasztalatokra történő utalások különösen fontosak.

5. Némi rajzolás hatékonyabb tud lenni a szöveg-nél és képleteknél olyan esetekben, amikor nehéz koncepciókat és szituációkat kell komolyan megértetni. Könnyedén írhatunk egy egész bekezdésnyi szöveget, aminek semmi felfogható értelme nem lesz. Ugyanakkor sokkal nehezebb felvázolni egy helyzetet, ha valójában nem értjük meg azt. Hasonlóképpen, felírhatunk valami egyenletnek kinéző összefüggést, remélve hogy legalább részben helyes lesz, de nehéz ábrázolni ezt az egyenletet anélkül, hogy valami elképzelésünk lenne annak jelentéséről. Ezért a vázlatoknak és ábrázolásoknak mindig a fizikaoktatás fontos eszköztárai közé kell tartozniuk.