

KOVÁCS LÁSZLÓ

Fizikatanár-képzés Szombathelyen

Történeti áttekintés, felszereltség

Szombathelyen a Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskolán 1983-ban alakult a technika és a fizika tanszék és egy év múlva indult meg a földrajz, a kémia és biológia szakos tanárok képzése.*

A fizika tanszék hét fős oktatógárdája előírás szerint általános iskolai matematika-fizika és technika-fizika szakos tanárokat képez, azonban az eddig végzettek több, mint 20%-a szakmunkásképzőkben és szakközépiskolákban tanít. Emiatt is és az iskolarendszer átformálása miatt is igyekszünk az egyetemi szintű tanárképzést megközelíteni. Az *oktatás tárgyi feltételeinek* vonatkozásában reális ez a törekvés. Igen nagy hátrányt jelent azonban, hogy a főiskolának nem voltak természettudományos hagyományai. A tanító- és népművelőképzésbe, a humánszakos tanárképzés szervezetébe sajátos törekvéseikkel, eszmerendszerükkel szinte idegen testként épültek be a kísérletorientált, eszközigényes természettudományi tanszékek. További hátrány, hogy nincs olyan *közvetlen*, serkentő, éktető egyetemi kapcsolatunk, mint amilyen pl. a nyíregyházi vagy a szegedi tanárképző főiskolának van. Elszigeteltségünkben a példa, a viszonyítás hiánya miatt szükségszerűen torzulások jönnek létre az emberi értékek, valamint az oktatói és kutatói teljesítmények megítélésének területén.

Száz éve sokkal jobb volt a helyzet Szombathelyen. Az akkori vallás- és közoktatási miniszter, Eötvös Loránd avatta fel a gimnázium új épületét, ahol Kunc Adolf és Edelman Sebő tanította a fizikát: Foucault-ingát működtettek a székesegyházban, röntgenfelvételt készítettek a felfedezést követő másfél hónapon belül. Gothard Jenő segítette őket, aki vízierőművet, csillagvizsgálót épített és új csillagokat fedezett fel. Száz év után komoly teljesítménynek számít, hogy lézeres és Hall-generátoros érzékeléssel sikerül megismételni Kunc ingakísérletét, és tudunk röntgen diffrakciós szerkezetvizsgálatokat végezni.

A viszonylagos technikai visszalépést a szocialista tervezésű, vadonatúj fizika tanszék kialakítása jól mutatja. Kevés, kicsi, sötétítés nélküli termek, parányi szabad falfelületek – ezek jellemezték azt a folyósórészt, amelynek bejáratára kiírták: fizika tanszék. Az alapvetően a kísérleti fizika tanítására épített tanszék eredeti elrendezését alaposan átalakítottuk az évek folyamán. A tanári szobákból, a szertár-

* A Szerző a Fizika Tanszék megalapítója. (a szerk.)

ból, a folyosói kihasználatlan helyekből könyvtárat, műhelyt, fotolabort, C-szinű izotóplabort, számítógéptermekeket, szakmódszertani laboratóriumot és spektroszkópiai tanári kutatószobát alakítottunk ki az eredetileg is tervezett laborok mellé. Először csak a főiskolai költségvetést, majd a Felsőoktatási Fejlesztési Alaptól nyert támogatást is igénybe vehettük. Lépcsőzetes kiképzésre építettük át az előadótermet, amelyben szavazógép, hálózatba kapcsolt számítógéprendszer, videomagnó, videokamera, két nagyméretű televízió, gáz- és vízvezetékrendszer teszi lehetővé a szemléltetést, a mikrotanításokat, azok videós rögzítését, valamint a foglalkozások alatti folyamatos hallgatói visszajelzést.

Gazdag házi készítésű és vásárolt videoanyagunk van. A demonstrációs és tanulókísérleti eszközpark is öröndetesen bővült: megvan valamennyi, jelenleg Magyarországon kapható általános iskolai és középiskolai taneszköz. Ezenkívül MİGÉRT-es műszerek, az ELTE, a JATE, a KLTE és a JPTE Fizikai Tanszékeitől vásárolt laboratóriumi eszközök, Leybold és Philip Harris berendezések találhatók tanszékünkön. A fenti beszerzési források sorrendjében felsorolok néhány eszközt: Robotron gyártmányú beépített számítógépes gammaspektroszkóp, ultrahanggenerátor; e/m -mérő, Millikan-berendezés; mikroprocesszoros fotokapus óra; optokapus légpárnás asztal; hőtani üvegeszközök; légpárnás pálya, Michelson-interferométer, Cavendish-ínga; demonstrációs röntgenkészülék.

Ezen eszközök működtetésén kívül még – az alábbi laborméréseket végezzük.

A mechanika laborban a hang terjedési sebességét számítógéppel nemcsak levegőben, de széndioxidban, majd vízben is mérjük, és ismertetjük Öveges mérési módszerét is. Ezenkívül változtatjuk a közegek hőmérsékletét is.

A hőtan laborban a hővezetési tényezőt meghatározzuk alumíniumban, rézben, vasban és ólomban, közönséges hőmérőkkel és termisztoros érzékeléssel számítógépes kiértékeléssel is.

Az elektrolaborban a hallgatók a hagyományos mérések mellett megismerkednek a félvezetők gyakorlati alkalmazásával. Nyomtatott áramköröket terveznek, készítenek, majd a saját építésű eszközökkel vizsgálják az analóg és digitális áramköröket. Az elektronikában jártasabb hallgatók labor-tápegységeket, univerzális mérőműszert, frekvenciamérőt, jelgenerátort is építenek.

Az optikalaborban változtatható anyagú folyadékklencse segítségével mérik a törésmutatót. Van saját felújítású 50 éves polariméter és ultraibolya spektroszkóp, van gyári lángfotométer éppúgy, mint négy üveglapból és leukoplasztból épített "összecsukható" füstkád, házikészítésű napállandó-mérő és higanygőzlámpa. Figyelemreméltóak a lézertechnikai mérések. A laborban végzett csillagászati modellezést a Gothard obszervatóriumban csillagászati gyakorlatok egészítik ki.

Az anyagszerkezet laborban a hallgatók a kvantummechanikai mérések mellett zónás átolvaszással kadmium egykristályt készítenek és vizsgálnak. Mikrohullámú berendezéssel anyagszerkezeti modellkísérleteket működtetnek, majd olyan elektrodiffrakciós berendezéssel, amelyek elektronikája már a tanszéken készült, tényleges méréseket végeznek. Az ugyanebben a helyiségben levő C-szintű izotóplaborban számítógépezérlésű háttérugárzási mérések is szerepelnek. Számítógép segíti a felezési idő meghatározását és az abszorpció-méréseket is. A hallgatók szilárdtestnyomdetektoros méréseket is végeznek.

Oktatóink és hallgatóink

Vágyaink közt él az eötvösi szándék, hogy a kutató tanárok oktassanak. " ... mert a fő dolog mindig az, hogy tudósok tanítanak-e vagy tudatlanok. Tudós pedig nem az, aki sokat tud, hanem az, aki tudományát előbbrevinni képes, aki saját tudományának területén belül valamely részben kutatni tud. Mert aki ilyen úton megtanult önállóan tudományosan gondolkodni, az el tud igazodni másfajta kérdésekben is, ha azoknak utánajár, és pedig jobban, mint az olyan, aki egyebet sem tett, mint folyton tanulta a tudományt. Mások eszméit is csak az képes helyesen hirdetni, akinek magának is vannak eredeti eszméi. Csak az ilyen tanár tudja tanítványait gondolkodásbeli önállóságra szoktatni, ami pedig legszükségesebb tudósoknak és a gyakorlat emberének egyaránt."(1) Az elmélyült kutatómunkához azonban belső készíttetés és – a fizika területén – sok-sok műszer kell. Ezek csupán részben állnak rendelkezésünkre. A debreceni ATOMKI készségesen segítene, de nagyon messze van.

Hallgatóink a középiskoláknak nem a legszorgalmasabb és legtehetségesebb tanulóiból kerülnek ki, és ez számos gondunk forrása. Az oktatás–nevelés területén hármast kell megvalósítanunk: pótolnunk kell a hallgatók középiskolai ismerethiányait, tanítanunk a főiskolai tananyagot és ezzel párhuzamosan – az eredményes tanárképzés érdekében – azonnal módszertani ötleteket is kell adnunk, egyszerű eszközöket mutatnunk az általános iskolai fizikatanítás számára.

Gondjaink másik forrása maga a jelenlegi középiskolai fizikaoktatás. Nagy kérdés, hogy hogyan tudunk gondolkodásra nevelő, kísérletező fizikatanárokat képezni olyan tanulókból, akik – sok, érthető, objektív ok miatt – alig beszélhettek összefüggően, folyamatosan fizikaórákon, és alig végeztek vagy láttak kísérleteket. Ugyanis a hetvenes évek végén az MTA támogatásával megszervezett új középiskolási tanítási gyakorlat az egyetemi tananyag egy részének bevezetésével hozta a módszereket is: csak tájékoztatni kívánt. Az egyetemen általában nincs lehetőség elmélyülni a tananyagban: egy-egy sikeres vizsga után a legjobb dolog felejteni, hogy a hallgató agya befogadja a következő vizsgára szükséges ismereteket. Az egyetemen általában nincs meg az a biztonságérzet, amit a régi középiskola nyújtani tudott. Az ötvenes, hatvanas években érettségi után nemcsak fizikából érezhették azt a tanulókat, hogy van áttekintésük a dolgokról és a megoldás reményével vághattak bele egy-egy probléma megoldásába, hanem pl. irodalomból is nagyon sok mindent részletesen megtanultak, és beléjük neveltek egy látásmódot, egy értékítéletet, amivel el tudtak igazodni a magyar és a világirodalomban is, és ismerték vagy felismerték az értékest.

Módszereink

Biztonságérzet adása

Megkérdeztem jelenlegi főiskolási hallgatóinkat, és tőlük tudom, hogy nekik nincs biztonságérzetük. Ők a középiskolában élték át azokat az élményeket, amit mi az egyetemen: hallottak sok dologról, tudják, hova tartozik az adott ismeret, de nem

magabiztosak. Lehet így majd fizikát tanítani? Nem! Akkor pedig nekünk kell biztonságérzettel felvérteznünk őket. Tudomásul kell vennünk ismereteik, gondolkodási képességük viszonylagosan alacsonyabb szintjét, és innen indulva kell ismeretet elsajátíttatni velük, és gondolkodni tanítani őket. Ugyanis bármilyen szinten kétféleképpen lehet tanítani: vagy úgy, hogy komolyan érdekel az, hogy a tanítványok megértették-e és elsajátították-e a tananyagot, érdekel maga az ember; vagy pedig úgy, hogy nem törődöm igazán azzal, hogy mélyen értik-e a diákok azt, amiről tanulnak, szeretik-e az adott tantárgyat: a lényeg az, hogy feleljenek a kérdésekre, írják meg a dolgozatokat, és én tudjak osztályozni.

Értékesebbé válás

Mi nemcsak tájékoztatni kívánunk, hanem szeretnénk *megtanítani, elsajátíttatni* a tananyagot. Rájöttünk, hogy ehhez nem elegendők a fizikatanításban alkalmazott eddigi módszerek. *Az egész embert kell értékesebbé tennünk, fogékonyabbá a kulturális értékek befogadására*, és akkor lehet csak reményünk arra, hogy a fizikával is többet foglalkoznak majd. Nagy tudósok, tanárok életútját szeretnénk példaként eléjük állítani, ezért pl. a kötelező olvasmányok közt szerepel Sík Sándor, Mikola Sándor élete (Magyar Pedagógusok-sorozat), A kettős spirál, az Atom a családban és a Mme Curie c. könyv. Ezenkívül hangverseny -, képtár- és színházlátogatásra is biztatjuk hallgatóinkat.

Az aktív nyelvtudást úgy próbáljuk szorgalmazni, hogy a szemináriumi beszámolókhöz több irodalmi forrást csak idegen nyelven adunk meg.

Egyes esetekben még a kultúrált viselkedés módjait is tanítjuk. Egy odavetett, vagy bajusz alatt elmormolt "Jónapot!" elhangzása után elmagyarázzuk, hogy egy leendő tanár így köszön: "Jó napot kívánok", sőt ha még figyelmes, udvarias is akar lenni, akkor azt mondja: "Jó napot kívánok, tanár úr!" (Meglépő tapasztalat, hogy szótfogadnak!)

Emberség

Céljaink eléréséhez mindenekelőtt őszinte, barátságos kapcsolatot kell kialakítani a hallgatókkal. Szeretnünk kell tanítani, és szeretnünk kell a hallgatókat, hogy majd ők is ilyenek legyenek. *Napjainkban* új gondolatok ezek; ilyen pedagógiából nem tanítottak mostanában. Pedig írt már erről pl. a festő V. van Gogh: "Mennél többet gondolkodom rajta, annál inkább érzem, hogy semmi sincs, amiben több művészet lenne, mint szeretni az embereket." Pedagógiájának alappilléreül szánta az alábbi gondolatot Sík Sándor (1889–1963):

"Embernek lenni!
Csak embernek, semmi egyébnek,
De annak egésznek, épnek
Föld-szülte földnek,
És Isten-lehelte szépnek!"

Vannak a hallgatókat elnyomó, félelemben tartó oktatók. Viselkedésük gyökereit abban kell keresnünk, hogy őket is sanyargathatták főiskolás, egyetemista korukban. A több lehetséges közül ezt a példát követték. Alig várták, hogy felszabadulja-

nak a nyomás alól, és helyrebillentsék lelki egyensúlyukat azzal, hogy most ők nyomnak el másokat.

Mi a barátságos, segítőkész, a hallgatót megtisztelő, munkatárssá felemelő tanárokat tartjuk példaképünknek, olyanokat, mint akik az egykori budapesti evangélikus ("fasori") gimnáziumban tanítottak. Wigner Jenő így emlékezett ottani tanáira: "Talán jó lesz megjegyeznem, mielőtt rátérnék iskolatársaimmal való kapcsolataimra, mely sokat segített tanárainknak az a tudat, hogy nincsenek elszigetelve a tudomány legmagasabb házától: az egyetemtől. Ismerték a tanáraink az egyetemi kollégáikat és néha, noha talán ritkán, egy szombat délutánt együtt töltöttek velük egy budai kávéházban – később egy párszor engem is meghívtak oda."(2)

Lelkesedés, egyszerű eszközök

Nem szabad érzelem nélkül tanítani. Átszellemülten, lelkesedve kell kérdezni, demonstrálni, magyarázni. Ahogy Pólya György is írja *A gondolkodás iskolája* c. híres művében: egy kicsit színésznek kell lennie minden tanárnak; ténylegesen vagy megjátszva, de érdeklődéssel, hévvel kell tanítani.

Sorolhatjuk a példákat: Öveges József – néha talán már túlzásba is vitt – színpassziója; a nemrég elhunyt amerikai Eric M. Rogers átszellemültsége mély nyomot hagyott hallgatóiban. Mindketten mertek egyszerű eszközökkel demonstrálni, igen részletesen, aprólékosan magyarázni. Videofilmről ismerkedhetnek meg velük hallgatóink.

Mikola Sándor is ezt vallotta:

"A kísérletek végrehajtására a lehetőleg egyszerű eszközök a legjobbak. Ha valamely kísérlet a közhasználatból ismert eszközzel elvégezhető, végezzük el azzal, mert minden módon arra kell törekedni, hogy a tanuló a fizikát a természettel és ne a különleges eszközökkel hozzák kapcsolatba."(3)

Az újabbkori külföldi irodalomból az amerikai V. E. Schmidt és V. N. Rockcastle: *Teaching Science with Everyday Things* (McGraw-Hill, New York, 1982.) c. könyvét kell említenünk, amelynek használata során szintén saját készítésű eszközeikkel tanulják meg a gyerekek a fizikát.

Tele van ez a könyv – ugyanúgy, mint Öveges és Rogers előadásai – kérdésekkel, meg nem válaszolt kérdésekkel. Az egyszerűség, a játékoság ugyanis nem zárja ki, sőt elősegíti a gondolkodást. Az alkotó gondolkodáshoz éppen a felszabadultság, könnyedség kell, hogy a fejekben a probléma megfejtése érdekében összekapcsolódhassanak olyan dolgok, amelyek nem voltak kapcsolatban eddig. J. D. Watson, A DNS szerkezetének egyik felfedezője ír pl. érzékletesen a teázás közbeni csevegés során születő új, alkotó gondolatokról a már említett, A kettős spirál c. könyvében.

Amint az az eddigiekből is látszik, nagy súlyt vetünk a *kísérletező fizikatanárok képzésére*. Harmadéves korukban az úgynevezett "Öveges-délutánon" közönség előtt kell minden tanárjelöltnek saját készítésű, egyszerű eszközével kísérleteket bemutatnia, és értelmeznie.

Tanulmányútjaink során a kutatóintézetekben, egyetemi tanszékeken is mindig kísérletbemutatókat nézünk meg.

A játékok fizikája

Magyarországon többek között Radnai Gyula gyűjti megszállottan azokat a játékokat, amelyek működésének megmagyarázása csak a fizikai törvények alapos ismerete-

te alapján lehetséges. Felvetődhet persze a kérdés, hogy illik-e egy felsőfokú intézet komolyságához a játékoság? Vajon szégyellnünk kell-e, vagy büszkék lehetünk rá, hogy vállaltuk Öveges József, Mikola Sándor és Eric M. Rogers tanítási örökségét?

A kezűgyesség fejlesztésére is igen alkalmas sok játék. Nagyon sokan nem tudják felvenni pl. a mozgás szükséges ritmusát egy közismert játék, a kettős zsinórral átfűzött műanyagkarika felpörgetésekor. Pedig e nélkül nem tudják szemléltetni majd az állóhullámok kialakulását rugókkal összkötött fagolyókkal vagy egyszerűen csak gumikötéssel, és nem képesek elvégezni a rugókkal összekapcsolt kiskocsiknál a saját frekvenciák bemutatását. Természetesen amikor kialakítottuk a hiányzó fogalmakat, akkor nem maradhatunk meg a hétköznapi eszközök szintjén, hanem méretni kell a hallgatókkal pl. hangsebességet, gyorsulást, hőmérsékletváltozást számító-gépes vezérléssel is. Dolgozniuk kell a laborokban ultrahanggenerátorral, Cavendish-ingával, interferométerrel, röntgenkészülékkel és gammaspektroszkóppal is.

Az előadás közbeni kérdezés

Úgy nem szabad kérdeznünk, hogy egyszerűen rámutatunk valakire.

Barátságos, bensőséges diák-tanár viszony esetén viszont bátran megnyilatkoznak a hallgatók, hisz nem jár megvetés a rossz válaszáért, nem lesz lenéző mosoly a válaszoló jutalma. Ismét Mikola Sándort idézem: "A hibás feleleteket is jó türelemmel végig hallgatni, mert ezeknek elintézése és a hibás gondolkodás forrásaira való rámutatás által sokszor sokkal élesebben domborodik ki a helyes út, mint a nélkül."(3)

Hallgatóimnál jutalmazási rendszert is bevezettem, hogy ezzel is sarkalljak a gondolkodásra. Egy-egy kreativitást is tükröző jó válasz esetén a problémát megoldónak akár egy hónappal a szorgalmi időszak vége előtt is megadom a félévi jeles osztályzatot. Hihetetlennek tűnik, hogy huszonevéveseket is lehet ilyen módon munkára bírni, gondolkodásra serkenteni. Öröm nézni azt az erőfeszítést, ahogy próbálkoznak, ahogy mondják az ötleteket. Talán meglepő tapasztalat az is, hogy a megjutalmazott, a megdicsért, az elismert hallgató nem vonul kényelmesen vissza; hanem szárnyakat kap; megnő az önbizalma. Hisz már saját teljesítőképességében, és az elkövetkezendő előadásokon is aktív, gondolkodó résztvevő lesz.

Egy sajátos tanári látásmódot követel ez a "kérdézes előadásmód". Keresni kell a lehetőségeket arra, hogy hol és hogyan lehet az egyszerű közlés helyett felismertetni a logikai megoldást, vagy az ügyes kísérleti elrendezést. A játékos, gondolkodtató közös munka észrevétlenül tanártársunkká emeli a hallgatókat, és így nem okoz majd nehézséget nekik pályakezdésükkor az, hogy gondolkodni tanítsanak és könnyedén feleljenek éleseszű kis tanítványaik meglepő kérdéseire.

Irodalom

- (1) **Mikola Sándor:** B. Eötvös Loránd tudós egyénisége, Eötvös-émlékkönyv, Bp., 1930. MTA; 269.1.
- (2) **Vermes Miklós:** Visszaemlékezések a Budapesti Fásori Gimnáziumra, Fizikai Szemle 23., 294.p. (1973)
- (3) **Mikola Sándor:** Utasítások a középiskolák (gimnáziumok, reál-gimnáziumok és reáliskolák) tantervéhez XIV. Fizika; Egyetemi Nyomda, 1927.