

Az ELTE Fizika tanítása doktori programjának célja és működési gyakorlata

Bevezetés

A XX. század utolsó évtizedei sajátosan ellentmondásos helyzetet hoztak világszerte, de hangsúlyosan Magyarországon is. A fizika, a többi természettudománnyal és a rájuk épülő alkalmazott tudományokkal (orvostudomány, mérnöki tudományok) korábban soha nem látott robbanásszerű fejlődést produkált, a társadalom érdeklődését azonban mégis egyre inkább elvesztette. Annak ellenére, hogy a tudományra épülő technika mindennapi életünket is egyre jobban meghatározza, a tudományok bizalmi tőkéje megcsappant. Jól jelzi ezt az értékes tudományos és ismeretterjesztő adások megritkulása a médiában, illetve az áltudományos műsorok – csillagjóslás, távgyógyítás, stb. – térhódítása. Jövönk felelős alakítása szempontjából aggodalomra ad okot, hogy egyre kevesebben vannak, akik legalább alapszinten átfogó képpel rendelkeznek a fizikáról, és világlátásukban, ill. napi gyakorlatukban kognitív szinten használják a fizikában tanultakat.

A fizikától való elfordulás már az iskolában kimutatható. Országos felmérések, attitűdvizsgálatok jelzik, hogy a fiatalok nem kedvelik a fizika tantárgyat, érthetetlenül nehéznek, feleslegesnek tartják, és emiatt ellenszenvvel viseltetnek iránta. Ennek egyik oka az, hogy a fizika iskolai tananyaga túlsúlyos, még az egyszerűbb jelenségek élményt adó alapos megértésére sincs idő. A másik ok kétségtelenül az lehet, hogy a fizika legújabb eredményeinek (ami iránt a diákokban van érdeklődés) középszintű szakmódszertani feldolgozása nagyon nehéz, és ezért kidolgozatlan. Ez utóbbi alapvető nehézségét Károlyházy Frigyes professzor találóan fogalmazta meg egy, a Fizikai Szemlében megjelent cikkében:

„Ami lehetetlen, az nem a megértés, hanem csupán az új ismeretek beillesztése a velünk született millió év alatt megszokott szemlélet keretei közé!..... A tudományos gondolkodás a XX. sz. elejére kinőtte az idegrendszer ösztönös (evolúciós) tudását”. (Fizikai Szemle 2007/11. 367.o.)

(Az idézet kiegészítéseként a modern fizika iskolai taníthatóságának problémaköréhez, érdemes megjegyeznünk azt is, hogy középiskolában a matematikai eszközrendszer is hiányzik a modern fizika „képtelen” állításainak igazolására.)

Az utóbbi mintegy hatvan évben a természettudományok igen nagyfokú specializálódáson mentek keresztül, jórészt a kutatástámogatás világszerte egyre egységesebbé váló sajátosságai, köztük az ún. publikálási kényszer miatt. Így mára a kutatók gyakran egy-egy szűk kérdéskör specialistái, akiknek munkáját esetleg nem közvetlen munkahelyi kollégái, hanem a több tízezer km távolságban hasonló témában tevékenykedő kollégája érti legjobban. Tovább nehezíti a helyzetet, hogy a kutatók nem részesülnek kommunikációs képzésben, nincsenek felkészítve arra, hogy eredményeiket a társadalom számára érthetővé tegyék.

Így elsősorban a tanárookra vár az a feladat, hogy az új tudományos eredményeket „lefordítsák” a társadalom nyelvére. A fő feladat nem egyszerűen ismeretterjesztés, annál jóval több, az oktatott tárgy rendszerébe történő szerves beillesztés. Ennek érdekében a tanárnak először meg kell értenie a szóban forgó tudományos eredményt. Ez igen nehéz, hiszen az ő képzése nem a részletek feldolgozására irányult. Ehhez számos szakközlemény feldolgozása, a kutatókkal való többszöri személyes találkozás szükséges. Ezt követi annak felmérése, hogy a téma tanítása milyen korosztályban, milyen mélységben, milyen oktatási formában lehetséges, ha egyáltalán lehetséges. Ez a szokásos tanári munkán jóval túlmenő, igen időigényes, újfajta kreativitást, kompetenciát igénylő feladat, melynek teljesítésére

elsősorban tanárok képesek. Ez a tevékenység, bár a kutatómunka szinte minden kritériumának megfelel, mégsem azonos a hagyományos természettudományos kutatással. A természettudomány és a pedagógia-pszichológia határán kialakult egy új kutatási ág, a *szakmódszertani kutatás*.

A szakmódszertani kutatást ma már a világ fejlett országaiban szinte mindenütt elismerik és művelik. Ennek kiemelt célja a természettudományok aktuális kérdéseinek, eredményeinek társadalmi szintű megértetése, az új ismeretek iskolai bevezetése, továbbá a hagyományos tantárgyi témakörök tanításának újszerű, a kognitív pedagógia eredményeit és a modern technikai kínálatra lehetőségeket alkalmazó feldolgozása. A nagy nyugati egyetemeken jelentős része a szakmódszertani kutatásban elért eredményekért, így a „fizika tanítása” (Physics Education) témakörben végzett doktori tanulmányok és tudományos alkotómunka elismeréseként fizika PhD címet ad. (Ezzel párhuzamosan – a jelenlegi hazai gyakorlathoz hasonlóan – a neveléstudomány felől közelítő fizika szakmódszertani munkával, pl. az oktatás eredményességét feltáró diagnosztikai vizsgálatokkal, az új pedagógiai módszerek tantárgyi adaptálásával neveléstudományi PhD címet lehet szerezni, az ELTE-n a Pedagógiai és Pszichológiai Karon).

Az ELTE Fizika Doktori Iskolája felismerte, hogy a természettudományok, és ezen belül a fizika ösztársadalmi presztízisének visszaszerzéséhez, az iskolai fizikatanítás tartalmi és módszertani megújításához magas szintű szakemberképzésre és tudományos igényű alkotómunkára van szükség. A fizika tanításának távlati fejlesztését célzó kutatómunka mellett, a közoktatás működtetésében is fontos a tudományos igényességgel, magas fokon képzett szaktanárok szerepe. Nélkülük a tantervek fejlesztésében, kidolgozásában, a tankönyvírásban és bírálatban, az egyre meghatározóbb, központosított, standardizált vizsgák anyagában (pl. érettségi) aligha érvényesülhetnének a szakmai szempontok. A szakmai szempontok érvényesítése egyúttal szakmai közvélemény kialakítását igényli, hiszen sporadikus, egymástól függetlenül dolgozó, mégoly jól képzett tanárok sem tudnak egységes álláspontot képviselni. A doktorjelöltek között a kutatási időszakban természetes módon létrejövő együttműködésnek (óralátogatások, tanítási anyagok kölcsönös kipróbálása, közös kutatások) hosszú távú fenntartása alapja lehet egy távlatilag hatékony szakmódszertani közösség kialakulásának. A Doktori Iskola felismerte, hogy *a fizika tanítása, mint kutatási téma* összemérhető fontosságú a fizika egyes szakterületeinek kutatásával.

Célok

Fizika Tanítása Program 2007-ben indult el a Fizika Doktori Iskola keretein belül, az egész fizikát lefedő három kutatási programmal (anyagtudomány, részecskefizika és statisztikus fizika) *egyenértékű*, önálló diszciplínaként. Deklarált célja, hogy olyan, a fizika tudományában széleskörűen tájékozott, a szaktudományt, annak új eredményeit és a pedagógiai ismereteket alkotó módon társítani képes szaktanárok képzése, akik képesek az igényes tanítás, tehetséggondozás, ismeretterjesztés, a tantervkészítés és szaktárgyi fejlesztés, a szaktanácsadói, ill. a vezetőtanári feladatok ellátására, továbbá utánpótlást jelentenek a szakmódszertan területén a felsőoktatásban. A doktori iskola létrehozását nem utolsó sorban a kétciklusú (Bologna rendszerű) tanárképzés bevezetése is indikálta. A doktori program kidolgozóit mély aggodalommal töltötte el az újonnan bevezetett képzés alapozó részének szakma-centrikus, mesterképzési szintjének pedig döntően pedagógia-pszichológia tartalmú tananyaga. A doktori program az elveszni látszó, mind szakmai, mind szakmódszertani területen széles látókörű, a tanári pályán iránymutató szerepet játszó tanári réteg képzését kívánta segíteni.

A kitűzött célok a Fizikai Szemlében kaptak előzetesen szakmai nyilvánosságot [link 2-re], majd a program eredményes beindítása után, 2010-ben a nemzetközi bemutatásra is sor került

[link 3-ra]. Az ELTE Fizika tanítása programja az országban egyedülálló abból a szempontból, hogy a résztvevők speciálisan számukra válogatott doktori kurzusokkal megerősítve közelítenek a fizika tanításhoz.

A doktori képzés előadásaira építve 2015 februárjától két, egyenként 60 órás akkreditált tanártovábbképzés is indult középiskolai fizikatanárok számára *"Korszerű tartalom és módszerek a fizika XXI. századi tanításában I."* és *"II."* címmel (engedélyszám: PED/1227-1/2014, ill. PED/1228-1/2014). Mindkét továbbképzési program témájaként választható valamelyik, az alábbiakban modulként részletezett tartalom (a Fizika tanítása program egy-egy félévre eső PhD előadásai együttesének) bármelyike, természetesen nem ismétlődő módon. Részletek itt: link ide:
<http://pedakkred.oh.gov.hu/PedAkkred/Catalogue/CatalogueDetails.aspx?Id=5268>

A doktori képzés nyitott a határon túl fizikát magyarul tanító kollégák számára is. Ez annál inkább fontos, mert a környező országokban nemhogy magyar nyelvű tanári doktori képzés, de már anyanyelvű szaktanárképzés sincs.

A Fizika tanítása PhD-program tartalma

Az ELTE „Fizika tanítása” programjában résztvevő gyakorló fizikatanárok kettős szakmai feladatot vállalnak.

- Egyrészt vállalják, hogy négy féléven keresztül aktívan részt vesznek a speciálisan a fizika tanítását segítő szakmai kurzusokon, és ezekből a félévek végén sikeres vizsgát tesznek. A tanári doktori iskolán a 4 félév alatt összesen 16 kurzust kell teljesíteni a résztvevőknek (a doktori iskola többi, a fizika egy-egy tudományterületével kapcsolatos programjában a fizikus doktoranduszoknak 8 téma-specifikus előadás és vizsga kötelező).
- Ezen túlmutatóan a résztvevők vállalják, hogy a fizika tanításának egy általuk választott területén, témavezetői támogatással, tudományos igényességű, önálló kutató-fejlesztő munkát végeznek. E munka részben nemzetközileg is publikált eredményeit doktori tézisekben foglalják össze, a tézisek háttérét a doktori disszertációban részletesen kifejtik, majd nyilvános vitában, szakmai bizottság előtt megvédik. A sikeres védelem után megítélt doktori címmel az egyetem azt tanúsítja, hogy birtokosa a fizika tanítása területén tudományos igényű, önálló kutató-fejlesztő munkára képes, és ezen a területen fiatalabb kollégák témavezetését is vállalhatja.

A Fizika tanítása program vizsgaköteles féléves előadásai

Az előadások három jól elkülöníthető témacsoportba oszthatók:

1. *Szaktudománytörténet:* ebben meghatározó tárgy a „Fizika tanítása I-IV”, mely 4 féléven vezet végig, de kapcsolódnak hozzá olyan kiegészítő egy féléves kurzusok, mint fizikatörténeti kísérletek, számítógépek alkalmazása a fizikatanításban (melyek tartalmazzák pl. az iskolai kommunikáció, az új módszerek a tanításban és az e-learning témákat is),
2. *A fizika új eredményeinek bemutatása:* környezeti áramlások, a mikrorészecskék fizikája, káosz, relativitáselmélet és kvantumelmélet,
3. *Interdiszciplináris témák:* energia-termelés és környezet, kooperatív jelenségek, csillagászat és űrkutatás, fizika a biológiában, fizika a kémiában.

A félévekre (modulokra) lebontott kurzuskínálatot az alábbi táblázat mutatja.

| | |
|--|--|
| <p>A modul Fizika tanítása I. (Klasszikus fizika: mechanika, hőtan) A fizika történelmi, nagy kísérletei A relativitáselmélet alapjai Fizika a kémiában</p> | <p>B modul Fizika tanítása II. (Klasszikus fizika: elektromágnesség, optika) A számítógépek alkalmazása és e-learning Energiatermelés és környezet Kooperatív jelenségek, interdiszciplináris vonatkozások</p> |
| <p>C modul Fizika tanítása III. (Modern fizika: atomfizika, héj- és magfizika) Szemléletes kvantumelmélet Környezeti áramlások fizikája Fizika a biológiában</p> | <p>D modul Fizika tanítása IV. (Modern fizika: statisztikus fizika, relativitáselmélet, anyagtudomány) Kaotikus mechanika A csillagászat és az űrkutatás aktuális eredményei A mikrorészecskék fizikája</p> |

A tanári doktori iskola havi rendszerességgel tartott előadásai szervezeti szinten a doktori képzés beiratkozott hallgatóinak és az akkreditált tanárképzés adott féléves modulját választó résztvevőinek szólnak, de minden tanár számára is nyitottak. Ezzel minden érdeklődő kolléga számára az érdeklődésének megfelelő területen szeretnénk segíteni – akár alkalmi jelleggel is – szakmai tájékozódását.

Az előadások a képzés első négy félévében tömbösítve, félévente 5 tanulmányi napba sűrítve kerülnek megtartásra. (A többéves gyakorlat szerint az előadási nap a hónap második szombatja.)

A doktori védések is minden érdeklődő számára nyitottak, a doktori munka tézisei és a disszertáció a Fizika tanítása program honlapján megjelennek. A védelem időpontját az ELTE TTK Doktori Iskolája hirdeti meg.

A doktori program keretében, társszervezőként vagy önállóan, rendszeresen szervezünk a fizika tanításának problémakörével kapcsolatos, mindenki számára nyitott szakmai konferenciákat. Ezek határozott célja, hogy a doktori iskolán túl, országosan, illetve a határokon túl magyar nyelven tanító fizikatanárok bevonásával, animáljuk a szakmai együttgondolkodást, egymás kölcsönös segítségét. A konferenciák előadásainak írott lektorált anyagát tartalmazó kiadványkötetek a honlapról letölthetők.

A programban történő részvétel gyakorlati kérdései

A doktori képzést a *legalább néhány éves* tanítási gyakorlattal rendelkező, a közoktatásban aktívan tanító fizikatanárok részére szervezzük. A programban hallgatóként részt vevő és közben a saját iskolájukban dolgozó tanár kollégák száma 40 körüli (az egyes évfolyamok általában 4–8 fősek).

A képzés formája: Internetes kapcsolattal segített nappali képzés.

A képzés költségtérítés köteles. Ösztöndíj nyújtására nincs lehetőségünk. A féléves költségtérítés mértéke a mindenkori egyetemi szabályzásnak megfelelően mérsékelt összeg. Ennek adminisztratív feltétele, hogy az iskola írásban nyilatkozik arról, hogy támogatja a doktori képzési idő alatt is teljes munkaidőben tanító munkatársának tanulmányait, és vállalja, hogy az iskola helyszínt biztosít a kutatómunkához. Természetesen a munkáltató, a továbbképzési keret terhére, egyéni megállapodás alapján anyagi támogatást adhat tanárának költségei fedezéséhez. A képzési idő alatt, az általánosan előírt 180 kredit megszerzéséig, a doktorandusz hallgatói jogviszonyban áll az Egyetemmel (pl. diákigazolvány, utazási kedvezmény illeti meg), az ezt igazoló abszolutórium kézhezvétele után azonban már nem (s akkor már nem is tandíjköteles). Ekkor a hallgató már csak iskolájában végzett

kutatómunkájára összpontosít, témavezetője irányításával, s az egész folyamatot a tézisek és a doktori disszertáció megírása, a doktori szigorlat és védés zárja.

A jelentkezés módja:

Hasonló a Fizika Doktori Iskola többi programjára jelentkező hallgatókéhoz, megtekinthető az Iskola honlapján. (Az elbírálásnál előnyt jelenthet: kiemelkedő tanítási gyakorlat, publikációk, fizika versenyeken eredményes tanítványok.)

A Doktori Iskolába történő jelentkezéskor a kutatási téma választása szabad (jelentkezéskor néhány téma megjelölését kérjük, melyet a szóba jöhető témavezetők ismeretében, és az átfedések elkerülése érdekében szűkítünk egy konkrét témára).

Kreditkövetelmények:

Lényegében azonosak a már működő fizika programokéval, azaz összességében 180 kredit, amely 5 vagy 6 félév alatt teljesítendő. Mivel azonban a tanári munka a fizikán belül a lehető legszélesebb spektrumon kíván tájékozottságot és áttekintő ismereteket, a tanári PhD-programban az első 4 félévben a táblázat moduljaiban összefoglalt 4-4 tantárgy szerepel. Így a tantárgyanként adható 5 kreditet figyelembe véve az ún. képzési kreditek összesített száma $16 \times 5 = 80$ kredit. Az előadások a képzés első négy félévében tömbösítve kerülnek megtartásra (l. táblázat). Ezek rendszeres látogatása és a vizsga sikeres letétele révén szerezhetők meg a képzési kreditek. A további 100 kredit (kutatási kredit) a jelölt folyamatos szakmai munkájára adható, az első 4 félévben 18, az ötödiktől 30 kredit, éppúgy, mint a fizika szakterület többi programjában. Támogatandó, hogy a doktorandusz alkalmi résztvevőként megismerje a fizika valamely szakterületén folyó „klasszikus” kutatás módszereit, és az eredmények publikálási folyamatát.

Publikálási követelmények:

A fizika doktori iskola más programjainak kritérium-rendszere a szakmódszertani területen automatikusan nem alkalmazható, mivel ezen a szakterületen alig van jegyzett impakt-faktorrallal rendelkező folyóirat. Általában igaz, hogy a fizika tanítása szakterületen a legtöbb publikáció az adott ország nyelvén íródik. A németek döntően német, a franciák francia, az angolok, amerikaiak angol nyelvű folyóiratokban publikálnak, elsősorban hazai olvasóknak, tanároknak. A szakmódszertani folyóiratokban a cikkekkel szemben támasztott fokozott nyelvi igényesség jellemző, nem elegendő a korrekt leírás, a megfogalmazás stílusa, a helyi nyelvi fordulatokhoz való illeszkedése is követelmény. Természetesen a világnyelveken megjelenő folyóiratoknak nemzetközi olvasótábora van, mégis azt mondhatjuk, hogy az igazán nemzetközi fórumok a konferenciák, illetve azok lektorált kiadványkötetei.

A PhD fokozat megadásához a Fizika tanítása programban szükséges publikálási követelmények:

Legalább egy idegen nyelvű publikáció:

A jelölt doktori témájához kapcsolódó, saját szakmai munkán alapuló szakmódszertani cikk publikálása referált munkákat közlő, valamelyik világnyelven megjelenő elismert nemzetközi folyóiratban (pl.: American J. of Physics, European J. of Physics, Physics Education, Physics Teacher, Praxis der Naturwissenschaften, Physik in der Schule, Physik und Didaktik, Fizika v Skole, Physics Competitions, Latin American J. of Physics Education, International Journal of Environmental and Science Education, Environmental Education Research).

Elfogadható még a disszertáció témájához kapcsolódó, saját szakmai munkán alapuló szakmódszertani cikk publikálása lektorált idegen nyelvű nemzetközi konferencia-kiadványban.

Legalább három magyar nyelvű publikáció:

Közülük legalább két saját szakmai munkán alapuló, referált szakmódszertani cikk publikálása elismert magyar nyelvű folyóiratban (pl.: Fizikai Szemle, Műszaki Szemle (Kolozsvár)), vagy ismeretterjesztő cikk a fizika valamely aktuális eredményéről (pl.: Természet Világa, Élet és Tudomány, KÖMAL, Firka (Kolozsvár)).

Egyéni elbírálás alapján elfogadhatók továbbá valamelyik magyar nyelvű publikáció helyett:

- fizika tankönyvek, jegyzetek,
- lektorált magyar nyelvű konferencia-kiadványban megjelent cikkek,
- tanári és szakdidaktikai segédkönyvek,
- elektronikus oktatási anyagok.

Doktori szigorlat három tárgyból:

Főtárgy: *A fizika tanítása* (tematikája [link a honlap megfelelő oldalára])

2 melléktárgy: mindegyik kérhető a „Fizika tanítása” program kurzuslistája alapján, 2-2 kapcsolódó tantárgy összevonásával (példák [link a honlapra]).

Doktori dolgozat és védés:

Megegyezik más fizika doktori programok gyakorlatával. A tézisfüzetnek és a dolgozatnak olyan új szakmódszertani eredményeket kell tartalmaznia, melyek a magyar nyelvű fizika oktatásban még nem ismertek.

Doktori oklevél:

A Kar és a Fizika Doktori Iskola szabályainak megfelelően a tudományág (fizika) mellett a program is feltüntetésre kerül a doktori oklevélben, mely jelen esetben a „Fizika tanítása”.

Juhász András, Tasnádi Péter, Tél Tamás

A Fizika tanítása program vezetői

[2] Juhász András: Az ELTE Fizika Doktori Iskolája „A Fizika Tanítása” címmel PhD-programot indít fizikatanárok részére, *Fizikai Szemle*, 2007/9-10, 333-340.

[3] T. Tél, A. Juhász: *Physics Education PhD Program at Eötvös University, Budapest, Physics Competitions 12*, 38-39, 2010