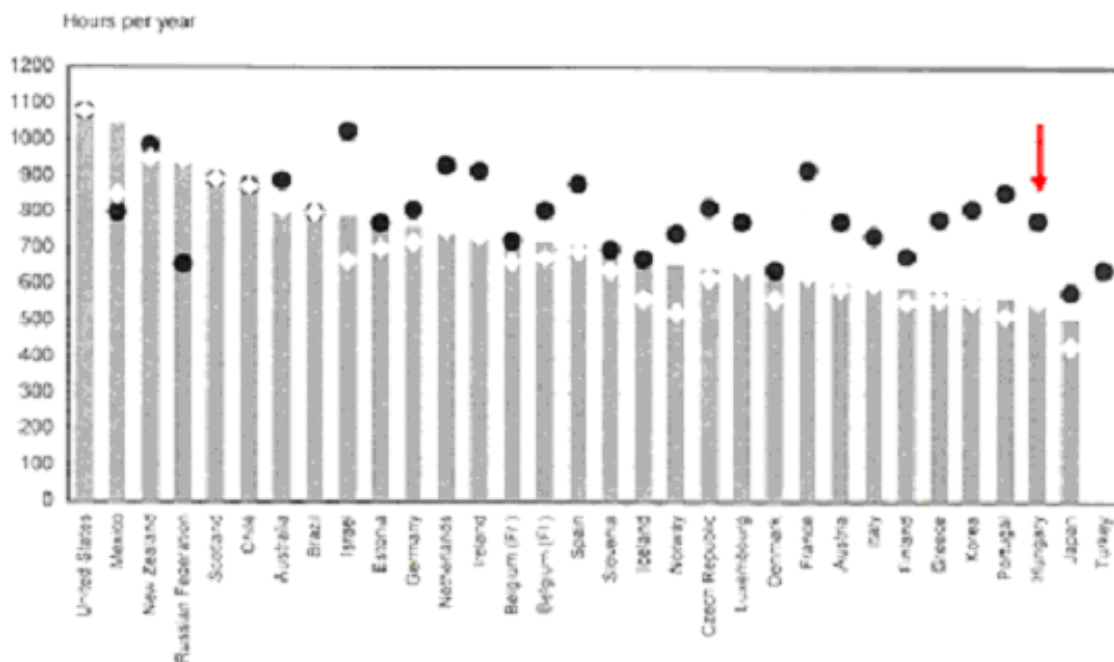


## TERMÉSZETTUDOMÁNY A KÖZOKTATÁSBAN

**Szabó Gábor**

Szegedi Tudományegyetem, elnök, Magyar Innovációs Szövetség  
 gszabo@physx.u-szeged.hu

A cím alá a nevem után nem azért írtam fel, hogy a Magyar Innovációs Szövetség elnöke vagyok, mert ezzel dicsekedni szeretnék, hanem mert az előadásom első felében arról szeretnék beszélni, hogy hogyan kellene a magyar közoktatást egy külső szemlélő – jelesül a versenyszféra képviselője – számára prezentálni. Erre azért van szükség, mert a különböző, általában munkaadói szervezetekben tartott előadásaim során világossá vált, hogy a közfelfogás a magyar közoktatásról teljesen hamis. (Hogy az adatok körül ne legyen vita, az ábrák javarészt az OECD-nek az „Education at a glance” [1] c. évente megjelenő kiadványából származnak.) Lelövöm a poént: azt szeretném ezekkel a grafikonokkal bemutatni, hogy a magyar közoktatás nemzetközi összehasonlításban nagyjából azt tudja, ami várható tőle. Meglepetés nincsen, tehát azoknak a badarságoknak, amelyekkel a közvéleményt időnként traktálni szokták, hogy milyen rossz hatásfokú az oktatási rendszer, meg hogy pazaroljuk a pénzt, nincs közük a tényekhez.

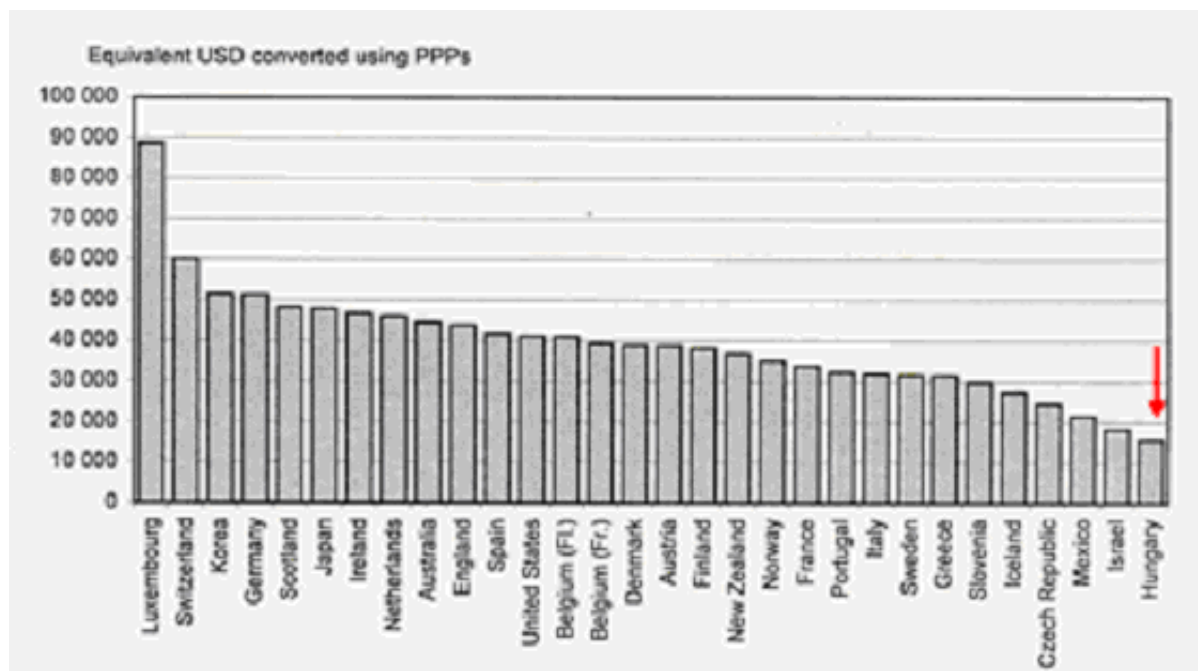


1. ábra. Az éves tanítási órák száma a közoktatás különböző szintjein. (Fekete pont: *alapiskola*, szürke oszlop: *alsó középiskola*, fehér rombusz: *felső középiskola*, Magyarországot nyíl jelzi.)

Az 1. ábrán, mely az óraszámokat mutatja, azt lehet látni, hogy meglehetősen alacsony óraszámokban tanulják a gyerekek Magyarországon azt, amit tanulni kell. Ez nyilván nem véletlen, jó pár éven keresztül lehetett hallani azt, hogy a gyerekek óraszám terhelését csökkenteni kell. Sosem értettem ezzel egyet, a gyerekeknek nem az óraszámát kell csökkenteni, hanem értelmes órákat kell tartani. Emlékszem arra, hogy amikor a lányom az

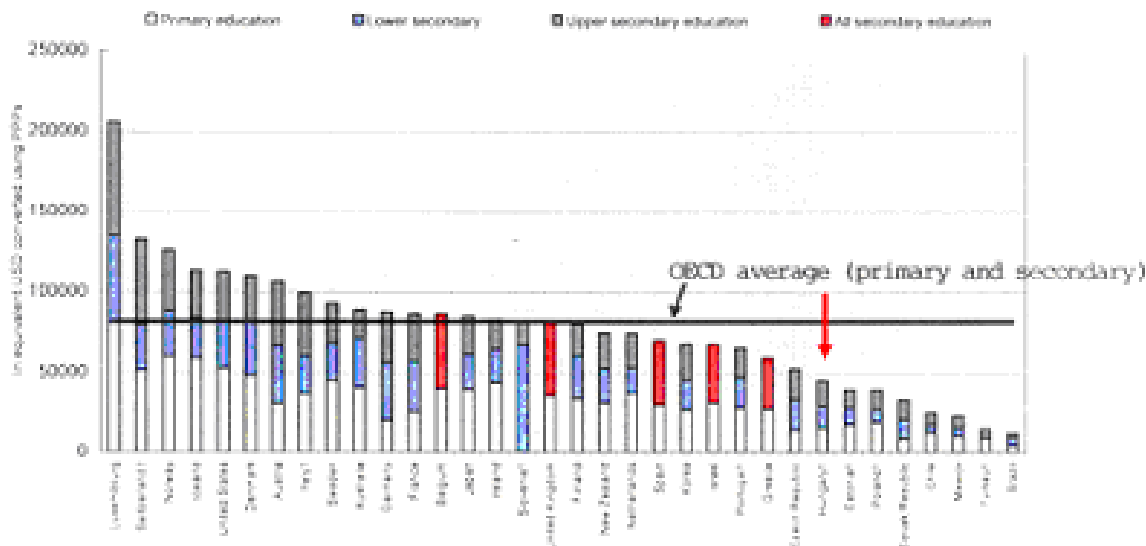
USA-ban járt iskolába, ő nem panaszkodott az óraszámra, jól megvolt fél négyig az iskolában, éppen amiatt, mert a nagy óraszám következtében, mindenre jutott idő. Például bőven volt testnevelés óra. Erről nálunk is szokás beszélni, de ezt úgy nem lehet megvalósítani, hogy közben csökkentjük az óraszámot. Mindenesetre ezzel az oktatáspolitikával már sikerült elérni azt, hogy az OECD országok között az egyik legalacsonyabb óraszámú iskolarendszert működtetjük. (Ebből részben következik hogy nemzetközi összehasonlításban a pedagógusok óraszámja sem túlságosan magas. Ehhez azért annyit hozzá kell tenni, hogy az OECD metodika nem heti óraszámban mér, hanem félévre vonatkoztatott óraszámban, ami, mivel a magyar iskolaév rövidebb, mint a fejlett országok átlaga (tipikusan két héttel) a heti óraszámban kisebb lenne a különbség.) Az óraszámok, illetve a pedagógusok terhelésének vizsgálatánál különösen óvatosnak kell lennünk a természettudományos tárgyak esetében. Számos nyugat-európai országban óraszámnak tekintik például a természettudományos oktatásban a kísérletek előkészítését. Máshol, pl. Németország bizonyos tartományaiban létezik az asszisztensi rendszer tehát a pedagógusnak a kísérletek előkészítésében szakszerű segítsége van. Tübingiában pl. magam is találkoztam olyan emberrel, aki iskolai asszisztens volt. (Német oktatási rendszerről beszélni általánosságban nem lehet, mert a pl. brémai rendszert a bajorral, kb. annyira lehet összehasonlítani, mint a magyarral.) Mindazonáltal a két dolog, a pedagógusok terhelése és az óraszám természetesen összefügg.

Amivel viszont nem kellene semminek sem korrelálnia az a következő adat, tehát az, hogy a vizsgált OECD országok közül messze és világosan legalacsonyabb Magyarországon a pedagógusok fizetése.



2. ábra. Pedagógusok fizetése az OECD országokban. Magyarországot a nyíl jelzi

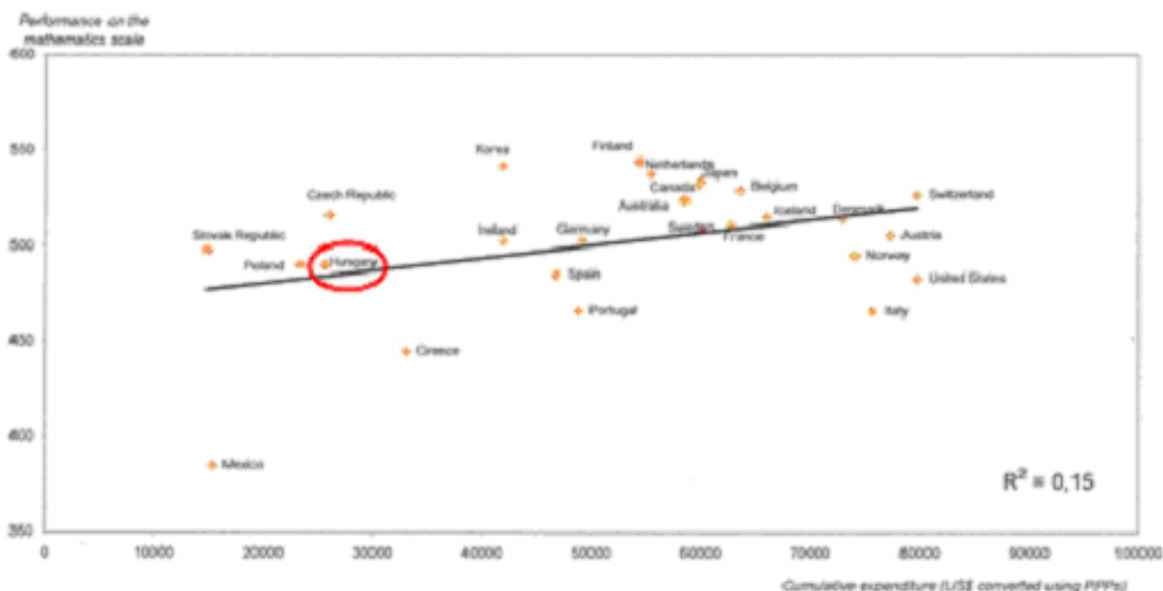
A kirívóan alacsony pedagógus bérek viszont bizonyára oksági összefüggésben állnak azzal, hogy Magyarország meglehetősen keveset költ az oktatásra. A 3. ábra mutatja ppp dollárban számítva az egy gyerekre egy évben költött pénz az oktatásügyben.



3. ábra. Az OECD országokban az egy évben az egy tanulóra fordított oktatási költség. Magyarországot nyíl jelzi.

Ebben messze az OECD átlag alatt vagyunk, valahol a leszakadónak tűnő mezőnyben. Ha valaki esetleg azt mondja, hogy az oktatásügyből további forrásokat lehet kivonni – éppen manapság hallunk ilyeneket politikusoktól, közgazdászoktól, és más „megmondóemberektől” – lehet, de akkor még messzebb kerülünk attól, amit szeretnénk. Az egyszerűen nem igaz, hogy a magyar oktatásügy ilyen értelemben pazarló, az egy gyerekre egy tanév alatt költött pénz ppp dollárban számolva nem magas.

A 4. ábra, ami az előző input adat függvényében a PISA felmérés matematika pontszámait ábrázolja, ezek után aligha lep meg valakit.



4. ábra A PISA felmérés matematika eredményei az egy tanulóra fordított oktatási kiadások függvényében

Egy lazán korrelált összefüggést látunk, de Magyarország pontosan az átlagon van. Sem nagyon jó, sem nagyon rossz. Megkérdezhetjük persze, hogy mit tudnak a csehek, akik

nagyjából ugyanabból jobbat produkálnak. Én nem akarom azt mondani, hogy nálunk minden rendben van és semmilyen kérdésnek nincsen helye. Én csak azt mondom, hogy ez egy nagy rendszer, ahol, pontosan úgy, mint az élet más területein, a „kis pénz, kis foci” elv működik. Lehet ezen változtatni, biztos van valamekkora tér a cseh irányba elmenni, de az, hogy még tovább csökkentünk a finanszírozáson és azt várjuk, hogy jobb legyen a közoktatás, az feltehetően nem fog működni.

Ha már itt tartunk, van a magyar közoktatásban egy olyan probléma, amely sokkal aggasztóbb a hatékonyságnál. A problémát a 2000-es PISA felmérésből származó táblázat alapján érthetjük meg (5. ábra), amely az elért pontszámok, és a szülők iskolai végzettsége közötti összefüggést mutatja.

AVERAGE SCORE POINT INCREASE  
WITH A ONE UNIT INCREASE ON THE ISEI INDEX

Country	Combined reading literacy	Mathematics literacy	Science literacy
Australia	1.9	1.8	1.6
Austria	2.2	1.9	2.1
Belgium	2.3	2.3	2.5
Canada	1.6	1.3	1.4
Czech Republic	3.7	3.6	3.6
Denmark	1.8	1.5	2.0
Estonia	1.3	1.2	1.3
France	1.9	1.6	2.1
Germany	2.8	2.4	2.9
Greece	1.7	1.9	1.6
Hungary	2.4	2.6	2.7
Iceland	1.3	1.0	0.8
Ireland	1.8	1.6	1.8
Italy	1.6	1.3	1.5
Japan	0.4	0.6	0.3
Korea, Republic of	0.9	1.3	1.3
Luxembourg	2.4	2.0	2.0
Mexico	1.5	1.8	1.6
New Zealand	2.0	1.9	1.9
Norway	1.8	1.6	1.6
Poland	2.2	2.2	2.0
Portugal	2.4	2.1	2.0
Spain	1.6	1.7	1.8
Sweden	1.7	1.9	1.5
Switzerland	2.9	2.1	2.8
United Kingdom	2.4	2.1	2.2
United States	3.1	2.2	2.1
OECD average	2.1	2.0	2.0
Non-OECD countries			
Brazil	1.6	2.0	1.6
India	1.3	0.9	1.3
Lithuania	2.0	1.4	2.2
Russian Federation	1.6	1.9	1.9

5. ábra. A PISA eredmények és a szülő iskolai végzettsége közötti összefüggés. Magyarországot nyíl mutatja.

A táblázatban szereplő számok azt mutatják, hogy a tanuló várhatóan ennyivel magasabb pontszámot ér el, ha a szülei egy évvel többet töltenek az oktatási rendszerben. Ha tehát egy családban a szülők egyetemet végeztek, akkor gyermekük pl. a természettudományban várhatóan  $9 \times 2,7 = 24,3$  ponttal többet teljesít, mint a csupán 8 általánost végzett szülők gyermeke. Ez nagyon nagy különbség. (Bár a különbség a természettudományban a legnagyobb, a tendencia minden területre igaz, tehát az olvasási és a matematikai képességre is.) Ebből adódik egy nagyon világos következtetés: a magyar iskolarendszernek a legnagyobb hibája nem az alacsony hatékonyság, hanem az hogy nem esélyteremtő. A gyerek nem az iskolába tanulja meg, amit kellene, hanem otthon – vagy ami ezzel gyakorlatilag egyenértékű: különórákon – sorsa tehát nagymértékben attól függ, hogy hova születik. Szemben mondjuk a skandináv országokkal, vagy méginkább Japánnal, ahol ugyanez a különbség 4,5 pont. Ezek azok az országok, ahol az iskolarendszert olyan mértékben fejlesztették, hogy nyugodtan mondhatják a szülők, hogy a gyereket elküldöm az iskolába,

mert ott esélyt kap a későbbi sikeres életre. Ez nagyon nagy probléma, de további vizsgálatával ehelyütt nem tudunk foglalkozni.

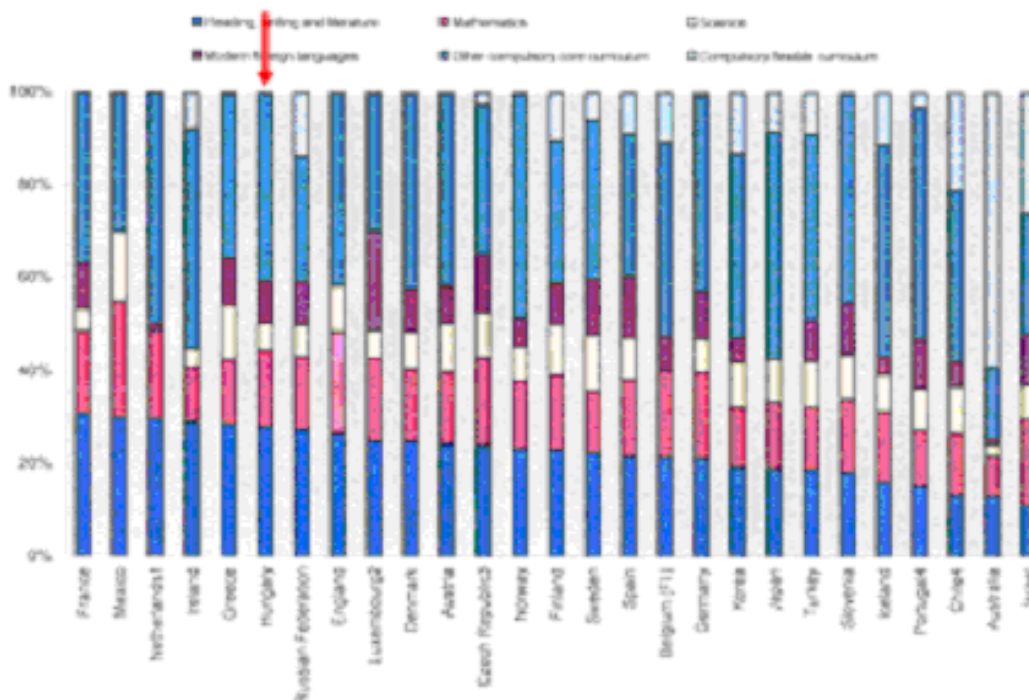
Lépjünk most közelebb a természettudományos oktatáshoz. Az utóbbi években sok vita volt az óraszámok csökkentéséről. Azt előrebozsátom, hogy nem önmagában az óraszámot tartom a kulcskérdésnek, de mivel néhol egyszerűen letagadták, hogy csökkent az óraszám, ezért nézzük a tényeket (6. ábra).

	6.évf.	7.évf.	8.évf.	Σ	9.évf.	10.évf.	11.évf.	12.évf.	Σ
1978	2	2	2	6	2	2	3	2	9
1984	2	1,5	1,5	5	2	2	3	2	9
2000	-	2	1,5	3,5	1,5	2,5	2	-	6
2003	-	1,5	1,5	3	1,5	1,5	2	2-	5,5

6. ábra. A heti fizika óraszámok változása 1978 óta (Forrás: Halász Tibor).

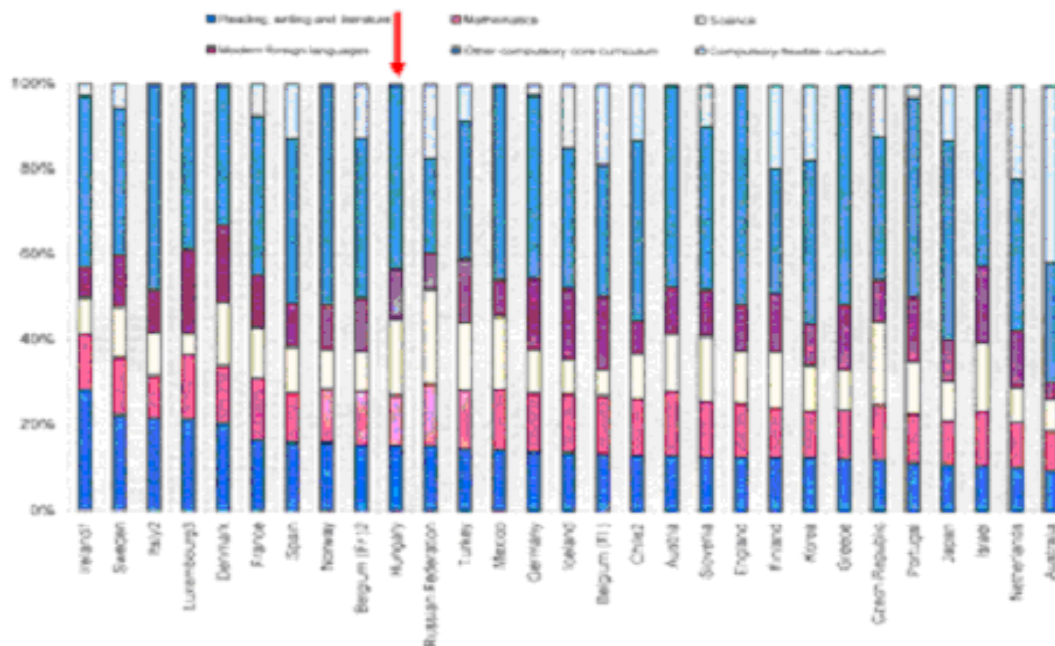
Volt egy oktatási reform, aminek a fizikára vonatkozó eredményeit követhetjük végig Halász Tibor kollégánk adatai alapján. A bázis év 1978, ez még biztosan olya év volt, ami az előző negyven évnek a változatlan struktúráját hordozta magában. (Én még tudtam használni azt a fizikakönyvet, ami a 11 évvel idősebb bátyámé volt.) Tény, hogy a nyolcvanas évek elején elindult egy reform, ami 2003-ban oda kulminált, hogy a fizika óraszámok az általános iskolai körben 50%-kal, és a középiskolában is majdnem 50%-kal csökkentek. (Ez nemcsak a fizikát érintette, pl. a kémiában is jelentős óraszámcsökkenés történt.)

Nemzetközi összehasonlításban azonban mindezzel együtt nem nagyon lógunk ki a sorból. A 7.a és b ábrán a világosabb oszlop mutatja a természettudományos oktatásnak az óraszámát a 9-11, illetve a 12-14 éves korosztályban.



7.a. ábra. A különböző tárgyak óraszámái a 9-11 éves korosztályban.

(Magyarországot nyíl, a természettudományt a világos szín jelzi.)



7.b. ábra A különböző tárgyak óraszámái a 12-14 éves korosztályban.

(Magyarországot nyíl, a természettudományt a világos szín jelzi.)

A 9-11 éves korosztályban szemlátomást Magyarország a mezőnyben a legalacsonyabbak között van. Viszont a következő korosztályban már a magasabbak közé tartozik, tehát az általános iskolát tekintve extrém módon nem lógunk ki a sorból, a koreloszlás más, az alsóbb korosztályban valamivel az átlagnál kevesebb a természettudományos órák száma a későbbi korosztályban valamivel magasabb. Azt természetesen nem mondom, hogy Magyarország nem tűzhetné ki célul, hogy olyan ország akar lenni, ahol a gazdasági fejlődése okán a természettudományos képzés sokkal erősebb mint a nemzetközi átlag. Úgy tűnik, egyre több országban kezdik felismerni – élen az Egyesült Államokkal – hogy a természettudományos és matematika oktatás erősítésével lehet a gyermekeink jövőjét biztosítani. Megállapítható tehát, hogy mi nem lógunk ki a sorból, ami persze nem jelenti azt, hogy ez így teljesen rendben van, de azoknak sincs igazuk, akik azt mondják, hogy Magyarországon főlészámolták a természettudományos oktatást.

Mindez azonban még csak a fele a történetnek, a másik fele a tartalomról kell, hogy szóljon. Mostantól kezdve kizárólag a fizikaoktatásról szeretnék beszélni, mégpedig a saját nézőpontomból, azaz egy olyan egyetemi oktató nézőpontjából, aki klasszikus mechanikát tanít az egyetemen, tehát a beérkező hallgatókkal ő találkozik először. Én sokakhoz hasonlóan, egy olyan egyetemi oktató vagyok, aki újra és újra elképedve, és nagyon frusztráltan figyeli meg azt hogy mennyire eredménytelen a munkája. Kutató vagyok, tehát szeretném megérteni, hogy miért, úgyhogy én most elsősorban kérdéseket fogok feltenni. Válaszokat azért sem próbálok adni, mert azt is tudom magamról, – miután jártam pl. a feleségem iskolájában – hogy nem tudnék megtartani egy mai magyar szakközépiskolában egy fizikaórát. Feltehetően azért nem, mert az óra közepéig valószínűleg olyat tennék, vagy mondanék, amivel másnap már a bulvárlapok és az oktatási ombudsman foglalkozna. Nem akarok jó tanácsokat adni senkinek, mert nem tudok. Ugyanakkor minden tisztelem azoké a pedagógusoké, akik be tudnak menni egy átlagos osztályba a nagy Magyar Alföld közepén, (itt nem a Szegedi Egyetem gyakorlóiskolájára gondolok, ahova a kollégáim gyerekei járnak

90%-ban, akikkel persze szintén nehéz, de nem pofozzák meg egymást, hanem furmányosan verik át a tanárt) és azt el tudják érni, hogy a gyerekek leülnek a padba és körülbelül egy felé néznek.

Térjünk most vissza ahhoz a kérdéshez, hogy reformok során mi is történt tartalmilag. Az óraszám csökkenése mellett ugyanis, a tananyag is elkezdett változni, mégpedig úgy, hogy absztraktabbá vált. Ennek előképe a Nuffield-program volt, amelyet az Egyesült királyságban a hatvanas években próbáltak ki. Ez a tudományos utánpótlás szempontjából nagyon szimpatikus megközelítés, mert egy olyan program, amely szeretne mindenkiből egy kis tudóst csinálni. Ez vonzó lehet az olyan beállítottságú emberek számára mint én, de ez messze nem jelenti azt, hogy a közoktatásban is működőképes. A tananyag nagyobb intellektuális erőfeszítést kíván, sőt az absztraktság miatt az is kevésbé triviális, hogy hogyan lehet egyáltalán összekötni a kísérletekkel (amikre persze úgyszincs idő, hiszen elő kell készíteni azokat, sőt alkalmasint eszközök sincsenek). Tendenciaként megállapítható, hogy a kísérletek voltak az első áldozatainak az egész folyamatnak. Ennek szomorú bizonyítéka, hogy nagyon kevés iskola maradt a kilencvenes évek második felére, ahol rendszeres tanulói kísérletezés folyik. (Arról, hogy a kísérletek elhalásának mi a következménye, külön lehetne egy teljes konferenciát tartani. Mostanában egyes kognitív pszichológusok arról cikkeznek, hogy a világ a megaelbutulás irányába tart, mert a gyermekek életéből kimarad a manualitás. Ezzel elkanyarodunk attól, ami belénk (mint ahogy általában a főemlősökbe) genetikailag programozva van, hogy tudniillik manuálisan tanulunk. Amit a gyerek nem tud megfogni, azt sosem tanulja meg rendesen, tehát azoknak a gyerekeknek, akik minden tapasztalatukat számítógépekkel szerzik, nem lesz olyan tudásalapjuk, amire építeni lehet.)

Az absztrakt tananyag elsajátításához megfelelő absztrakciós képesség is szükséges. Vegyük ezt egy kissé közelebről is szemügyre. (A következőkben egy, a Nuffield-program elemzésével foglalkozó igen tanulságos könyvre támaszkodunk [2], ebből származnak a 8.-10. ábrák is.) A 8. ábrán azt látjuk, hogy hogyan alakul az életkor előrehaladtával a gyerekeknek a kognitív fejlődése.

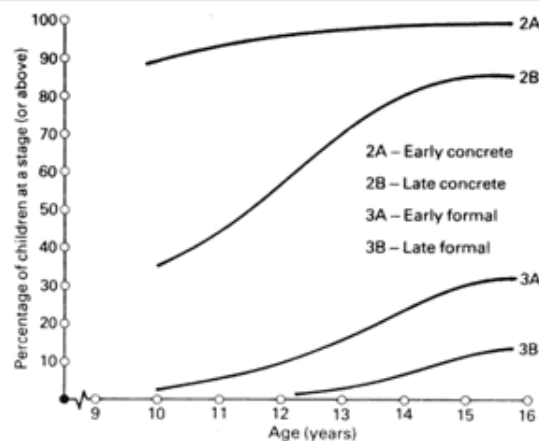
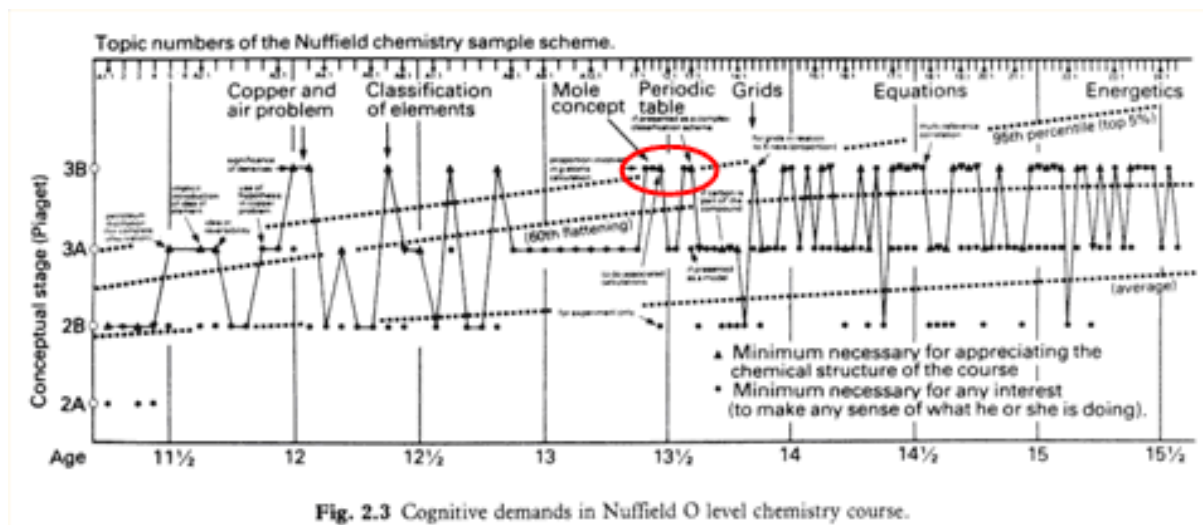


Figure 2.1 Proportion of children at different Piagetian stages in a representative British child population.

8. ábra. Tanulók kognitív fejlődése az életkor függvényében [2]

A 2A...3B jelölések a Piaget-féle osztályozásnak felelnek meg. (Tudom, hogy Piaget eredményein mára már részben túllépett az idő, az ezzel kapcsolatos vitákba helyütt nem kívánok belemenni. Ez a kategorizálás arra mindenképpen jó, hogy a tanulók mekkora hányada éri el az adott tananyaghoz szükséges szintet.) Az ábráról egyelőre elegendő csak annyit megjegyezni, hogy 13-14 éves korban a tanulók mintegy 20%-a éri el a 3A szintet

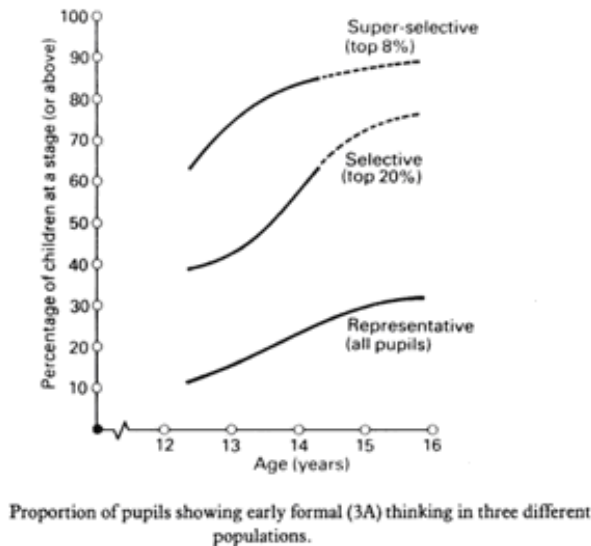
miközben közel 30% még a 2B szintre sem jutott el. Nézzük meg, hogy milyen szintet kíván a Nuffield-programbeli kémia (9. ábra).



9. ábra. A Nuffield-kémia által megkívánt absztrakciós szintek [2].

Az ábráról nagyon világosan látszik, hogy tananyag java része 3A, sőt 3B szintet kívánja meg, a 2B az abszolút minimum. A 8. és 9. ábra összevetéséből teljesen világos, hogy a Nuffield-program csak a tanulók egy töredékével végezhető el. Bármilyen jó is tehát a mögöttes tartalom, ez a program a közoktatás egészében nem működhet. (A 2B-3A átmenet környékén levő hallgatókkal ma már a felsőoktatásban is találkozunk. Ők azok, akik pl. a csúszási súrlódás fogalmát már tudják használni, de csak úgy, hogy közben elképzelik, hogy kiskocsit, vagy fakockát tolnak az asztalon. Az ennél absztraktabb tapadási súrlódással, viszont már komoly problémáik lehetnek. Ezek valójában borzasztó mély dolgok, amelyeken az ember egyetemi oktatóként hajlamos átlépni, részben, mert többségünk nem rendelkezik szakmódszertani képzettséggel, részben – amint erre hamarosan még visszatérünk – mert korábban ilyen hallgatókkal nem nagyon találkoztunk.) Amikor az oktatás tartalmáról beszélünk, nagyon fontos azt is megmondani, hogy milyen tanulókról beszélünk. A probléma lényegét a 10. ábra segítségével érthetjük meg. Az ábrán az látható, hogy amíg pl. a 14 éves korosztályban egy átlagos osztályban a tanulóknak alig több, mint 20%-a éri a 3A szintet, addig a korosztály felső 20%-át jelentő szelektív, illetve a felső 8%-ot jelentő szuperszelektív osztályokban ez 50%, illetve 85%. (A szelektív, illetve szuperszelektív kategóriák az angliai iskolarendszer jellemzői.) Ebből számunkra két fontos következtetés adódik. Az egyik: ha egy oktatási programot kipróbálnak a gyakorló iskolákban az egyáltalán nem biztos, hogy működik a teljes közoktatásban. A másik: a 90-es évek elejéig a magyar felsőoktatás automatikusan a szuperszelektív kategóriát iskolázta be. Az azóta bekövetkezett hallgatói létszám emelkedés oda vezetett, hogy ma gyakorlatilag a korosztály átlagával van dolgunk. Ezt a változást a felsőoktatás még egyszerűen nem dolgozta fel.





10. ábra . A korai formális (3A) kognitív szintet elérő tanulók részaránya [2].

Az oktatási tartalmának, és a tanulók kognitív szintjének az illesztése kapcsán egy dolgot szeretnék nagyon világossá tenni. Gyakran hallom kiváló professzor kollégáimtól, hogy ők majd megmondják, hogy mit tanítsanak a középiskolában. Nagyon kérem, hogy lépünk hátrébb egy lépést, és ne akarjuk mi megmondani a tutit. Értelme ugyanis csak annak van, ha egyszerre beszélünk arról, hogy mit kell, és mit lehet. Erről pedig azokat kell megkérdezni, akik értenek a gyerekekhez. A konzultációban persze ránk is szükség van, mert ugyanakkor mi mérjük azt, ami a közoktatásból kijön.

Érdeemes megvizsgálnunk azt is, hogy mi lehet a következménye annak, hogy olyan tananyagot próbálunk átadni – vagy inkább a tanuló fejébe gyömoszolni – ami nincs a gyermekek átlagos kognitív szintjéhez igazítva. Az egyik nyilvánvaló következmény a frusztráció. Ezt egyebek mellett jól mutatja az az interjú, ami a Szegedi Tudományegyetem hallgatói önkormányzatának lapjában jelent meg 2002-ben (11. ábra).

Az eredmény:

Az SZTE hallgatói önkormányzatának lapja, 2002 október

Energia a semmiből

Hogyan védjük ki az energiát...  
 Tesla volt a nyugati kultúra legbravurósa...  
 Ami a fizikát illeti, teszt...  
 Például az energia, vagy...  
 megmaradás törvénye csak...  
 ...

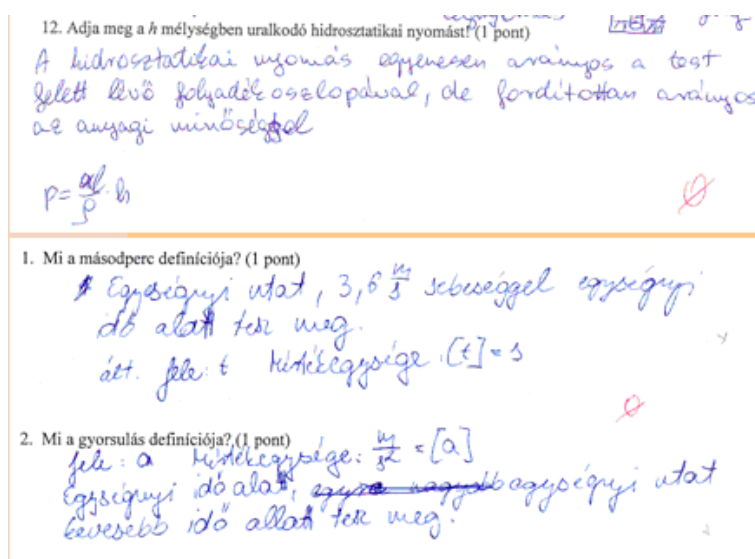
**Nikola Tesla**

Orákmozgó

11. ábra. Interjú Egely Györggyel az SZTE hallgatói önkormányzatának lapjában..

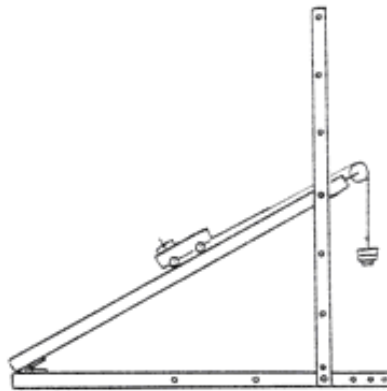
Itt nem a cikk sokatmondó címére, vagy a vastag betűvel kiemelt részre – ami miatt a nyilatkozónak valószínűleg komoly problémái lennének az elméleti mechanika vizsgán, ha Noether tételét húzná – hanem a riporter bevezetőjére. Milyen emlékei lehetnek a fizika órákról annak a feltehetően jó szándékú bölcsész hallgatónak, aki a következőket írja: „Már gyermekkoromban is sejtettem, hogy sok olyan dolgot tanítanak meg az iskolában, ami nem teljesen igaz. Felnőve tapasztaltam, hogy az üzleti érdekek mindig előbbre valók a társadalmi érdekeknél.”? Bizonyára mindvégig idegenül ült a fizika órán, ott olyanokat mondtak, amit nem értett meg, utálta az egészet úgy ahogy van, de végre rájött arra hogy mi volt a baj: hát persze, őt át akarták vágni! Ez nagyon nagy baj, mert kiszolgáltatottá teszi a magyar populáció jelentős részét azoknak, akik mindenféle csodaszereket árulnak, örökmozgót csinálnak, meg az ördög tudja, hogy mit. Ha ez az ember csupán arra emlékezne, hogy ő fizika órán mindenféle érdekes kísérleteket látott, igaz hogy nem emlékszik már, hogy mi volt a lényeg, de valahogy az egész a valóságról szólt, akkor bízna a tudományban, és nem azt keresné, hogy mikor csapták be.

A következő példa viszont már az én „mérésem”. A 12. ábrán látható idézetek első éves mérnök hallgatók 2008 végén írt mechanika vizsgadolgozataiból származnak. Ízlelgessük: „a hidrosztatikai nyomás egyenesen arányos a test fölött levő folyadékoszlop magasságával, de fordítottan arányos a folyadékoszlop minőségével”. Van ennél jobb is: a másodperc definíciója: „egységnyi utat, 3,6 m/s sebességgel egységnyi idő alatt tesz meg”. Az egyik kedvencem: „egységnyi idő alatt egységnyi utat rövidebb idő alatt tesz meg”. Szerzőnk szerint ez a gyorsulás.



12. ábra. Mechanika vizsgadolgozatok a 2008-2009-es tanévből.

Ha abbahagytuk a mosolygást, akkor gondolkozzunk el, mert igen komoly problémával állunk szemben. Szeretném megérteni, hogy hogyan juthatunk el oda, hogy egy elsőéves egyetemista fizika tudása oda redukálódik, hogy homályosan emlékszik néhány szakkifejezésre „egyenesen arányos”, „egységnyi út”, stb. és ezeket tökéletesen értelmetlen mondatokban kombinálja. A jelenség megértésében Griffiths dolgozata [3] segít. Ő a 13. ábrán látható kísérleti eszközt adta oda az egyetemre frissen bekerült hallgatóknak, akiknek meg kellett állapítaniuk kísérletezéssel a kiskocsi egyensúlyának feltételét. (Az eszközben annyi a szokatlan, hogy a háromszög átfogója adott, tehát arra kellett volna rájönni, hogy a tartó magassága a lejtő szögének szinuszával arányos.)



13. ábra. Griffiths kísérleti eszköze [3] .

A kísérletezés során az oktató nem segített, de elbeszélgetett a hallgatókkal, hogy ellenőrizte, hogy mennyire értik azt, amit csinálnak. Az eredményeik kiértékeléséhez a tanulókat az alábbi kategóriákba osztotta

- formális gondolkodásra képes és ismeri a szaknyelvet (ezt én egyszerűen úgy nevezném, hogy ilyen tanítványokat szeretnénk),
- formális gondolkodásra képes, de nem ismeri a szaknyelvet (logikusan gondolkodik, eljut a helyes eredményhez, de nem olyan hatékony, mint az előző csoport),
- nem képes a formális gondolkodásra, de ismeri a szaknyelvet, (nem érti amit csinál de használja a szakkifejezéseket, hamar abbahagyja a kísérletezést, és ha van egy hipotézise, amit a kísérlet megcáfol, akkor nem kísérletezik tovább, hanem szaknyelvi blablával kimagyarázza, hogy tulajdonképpen helyes volt a feltevés), őket én kommunikátoroknak nevezem.
- nem képes formális gondolkodásra és nem ismeri a szaknyelvet (ők általában nem jutottak semmilyen használható következtetésre).

Két intézményben végezték el a vizsgálatot, a Rutgers University-n, és a Newark College-ban (ezek a magyar fogalmak szerint egy kiváló egyetemnek, és egy közepes főiskolának feleltethetők meg). Az eredmények táblázatos formában a 14. ábrán láthatók.

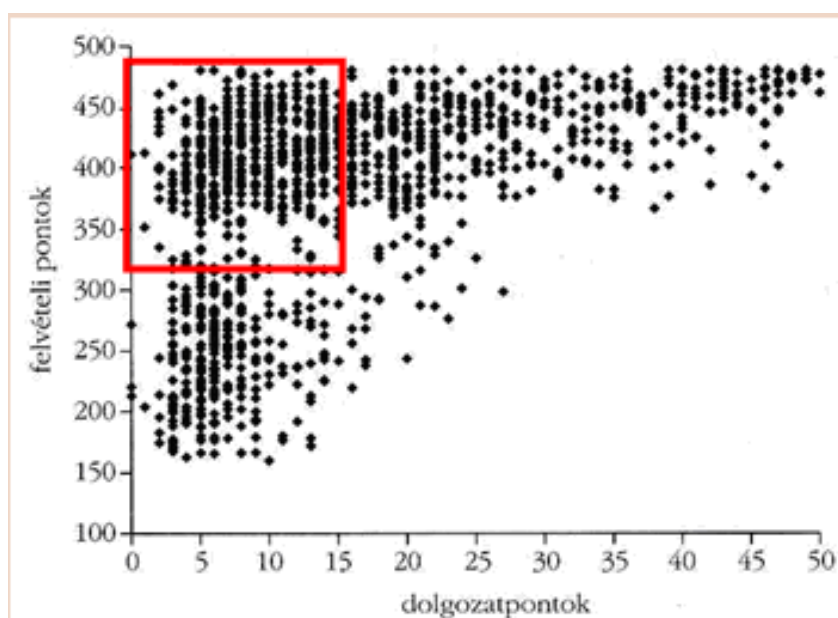
	Rutgers Uni.		Newark College	
	Formálisan gondolkodik	Nem tud form. gondolkodni	Formálisan gondolkodik	Nem tud form. gondolkodni
Szaknyelvet ismeri	30%	55%	10%	25%
Nem ismeri a szaknyelvet	4%	11%	17%	50%

14. ábra. Griffiths felmérésének az eredményei.

Az intézmények között az arányok ugyan jelentősen eltérnek – ez önmagában is megérne egy vizsgálatot – de ami figyelemre méltó az, hogy a harmadik kategóriába eső hallgatók száma, (50%, illetve 25%) meglehetősen magas. (Ha megnézzük ezeket a számokat, akkor azt

lehet látni, hogy azért nagyjából működik az amerikai felvételi rendszer, mert a Rutgers-re bejutnak jók, de nem jutnak be a leggyengébbek, de az is világos, hogy a kommunikátorokkal szemben még az amerikai rendszer is védtelen.) Itt álljunk meg egy pillanatra, és vegyünk egy mély levegőt. Nem igaz ugyanis az, hogy a fizika oktatása biztosan nem árthat, mert ha a fizika oktatása arra korlátozódik, hogy kommunikátorokat képezzünk, akikben semmi igény nincs arra, hogy megértsék a világot, de ismernek néhány szakkifejezést, amivel bármit megmagyaráznak, ha kell, verbális erőszakkal. Az ilyen fizika oktatás árthat, rosszabb lehet mintha nem lenne fizikaóra! Ha megnézzük az én hallgatóim válaszait, azok pontosan erről szólnak. Ők szemlátomást hallottak szakkifejezéseket, tudják azt, hogy fizika órán ilyesmiket szoktak mondani „egységnyi idő alatt megtett út”, „anyagi minőség”, stb., de az hogy a mondatnak, amibe ezeket beleszövik, nincs értelme, vagy a mondat első fele ellentmond a másodiknak, nem zavarja őket.

Az utóbbi húsz évben lezajlott folyamatok eredménye már teljesen világosan látszik a felsőoktatásba bejutók tudásszintjén. Ezzel kapcsolatban egy igen tanulságos cikket jelentetett meg Radnóti Katalin és Pipek János kollégánk a 2009. márciusi Fizikai Szemlében [4]. A 15. ábra is az ő dolgozatukból való.



15. ábra A felsőoktatásba bekerült hallgatók tudásszintje, és felvételi pontszáma közötti összefüggés [4].

Az ábra alapját egy több intézményben, viszonylag nagyszámú, elsős (tehát csak a középiskolából hozott tudást birtokló) hallgatóval megíratott felmérő dolgozat képezi. A vízszintes tengelyen a dolgozaton elért pontszám, a függőlegesen az adott hallgató felvételi pontszáma látható. A grafikon sok tanulsággal szolgálhat (pl. hogy lehet az, hogy a 400-nál több ponttal bekerült hallgatók 2-3 pontot szereznek az 50 pontos dolgozatban) de én most csak egy dolgot szeretnék kiemelni. A keretbe eső hallgatók – ők képezik a teljes létszám csaknem harmadát – nem érték el a megszerezhető pontok 30%-át, de 300-nál magasabb pontszámmal jutottak be. Tehát ők még akkor is bekerülnének, ha a felvételi ponthatárt 300-ra emelnék. Erre főként azoknak szeretném felhívni a figyelmét, akik azt mondják, nincs semmi baj, csak emelni kell a felvételi ponthatárt. Nem, a felvételi rendszer is rossz, és a természettudományos tárgyak oktatása is gyökeres újragondolást igényel. Az utóbbi években a felsőoktatás egyik nagy problémája az, hogy mit kezdjen azokkal a hallgatókkal, akiknél azok az alapok (most főként a fizikáról beszélünk, de a matematikai alapokkal is óriási baj

van) hiányoznak, amelyeket korábban a középiskolából evidens módon magukkal hoztak. Félreértés ne essék, ezért a helyzetért nem a pedagógusok, és biztosan nem a diákok a felelősek.

Az előadás végére maradt a szomorú csattanó. Végrehajthatjuk a legambiciózusabb fejlesztési programot a közoktatásban, ha nincs aki tanítson. Az utóbbi évtizedben ugyanis, radikálisan csökkent a természettudományos tanári pályák iránt érdeklődők száma. A folyamatban a végső csapást a bolognai rendszer bevezetése jelentette. Ma már ismert, hogy hányan iratkoztak be 2009-ben a fizika MA szakra. Ennek alapján két év múlva a frissen végzett fizika tanárok száma alig haladja meg az 5-öt. Ezen a helyzeten csak akkor segíthetünk, ha a természettudományos oktatás teljes tartalmi átdolgozása mellett, azonnal közvetlen anyagi eszközökkel – pl. speciális ösztöndíjjal – megpróbáljuk konszolidálni a tanári utánpótlást. Egy dolgot szeretnék világossá tenni: bár a természettudományos pályák iránti érdeklődés csökkenése nemzetközi jelenség, a természettudományos tanári szakokra jelentkezők száma is már vagy egy évtizede csökken. A Magyarországon bevezetett tanárképzés nemcsak a létszámok további drasztikus csökkenéséhez vezetett, hanem számomra szakmailag és tartalmilag is elfogadhatatlan. A megoldáshoz vezető első lépés, a tanárképzés egyciklusúvá tétele. Nem a régi rendszer visszaállítására gondolok, hanem egy komolyan továbbfejlesztett, egyciklusú rendszerre. Ha ezt nem csináljuk meg, akkor itt fogjuk nézni egymást évek múlva is és még jobban fogunk csodálkozni, hogy milyen számárságokat írnak a hallgatóink.

Máshol már felébredtek. Hadd idézzek pl. Obama elnök ez év áprilisában az USA Tudományos Akadémiáján tartott beszédéből: „Tudjuk, hogy a matematikát és természettudományokat tanító tanárok minősége a legfontosabb tényező abban, hogy egy tanuló sikeres lesz, vagy csődöt mond ezekben a diszciplínákban. Mégis, középiskolás tanulónknak matematikából 20%, fizikából és kémiából 60%-át tanítják olyan tanárok, akik nem járatosak ezekben a tárgyakban.” „Ezért jelentem be ezennel, hogy azok az államok, amelyek elkötelezik magukat a matematika és természettudományok oktatásának fejlesztése mellett és eredményeket is tudnak felmutatni, ez év őszétől kezdve pályázhatnak központi forrásokra az 5 milliárd dolláros ‘Verseny a csúcsra’ című programban.”

Ez az ébresztő nekünk is szól, mert egy valamit nem tehetünk: nem gondolhatjuk, hogy magától megoldódik ez a probléma.

## **IRODALOMJEGYZÉK**

1. [http://www.oecd.org/document/30/0,3343,en\\_2649\\_39263238\\_39251550\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/30/0,3343,en_2649_39263238_39251550_1_1_1_1,00.html)
2. M. Shayer, P. Adey: *Towards a Science of Science Teaching*, Heinemann Educational Books, Oxford, (1981)
3. D.H. Griffiths: *Am. J. Phys.* **44**, pp. 81-85, (1976)
4. Radnóti K., Pipek J.: *A fizikaoktatás eredményessége a közoktatásban*, *Fizikai Szemle*, 2009/3