

Nincs teljes közmegegyezés arról, hogy a Nemzeti alaptantervnek mit is kell tartalmaznia – egyfajta műveltségi minimumot, vagy inkább az ideális esetben átadandó tudást kell felvázolnia –, de abban mindenki egyetért, hogy rögzítenie kell azokat az értékeket, amelyeket egy adott tantárgy, tantárgycsoport, műveltségi terület tanításakor szem előtt kell tartani. A február elején vitára bocsátott NAT-tervezet természettudományos oktatást taglaló része tulajdonképpen azért okozott meglepetést és váltott ki annyi vitát, mert az általa közvetített természettudománykép lényegesen eltér a tanárok és kutatók körében általánosan elfogadottól, és a természettudományos tárgyak egy eddig még soha meg nem vitatott, el nem fogadott keretben jelennek meg benne. Ez komoly ellenvetéseket és kritikákat váltott ki (többek között [1–3]).

Én ugyan nem vagyok tanár és a tanárképzésben sem veszek részt, de megkértek, hogy fizikus szemmel nézzem át, fizikus fejjel gondoljam végig az ott leírtakat. Ehhez kapcsolódóan sok beszélgetésben és vitában vettem részt, amelyek során számos olyan gondolatot kellett megfogalmazni, amelyeket eddig a szakmában mindenki által elfogadottnak hittem, pedig – amint a NAT példája is mutatja – nem azok. A vita lezárult anélkül, hogy a legfontosabb kérdésekben egyetértés alakult volna ki. Ennek ellenére vagy éppen ezért úgy érzem, nem felesleges ezeket a gondolatokat rögzíteni. Alapvetően nem a NAT újabb kritikája a célom, de mivel az alábbiak a NAT-tal kapcsolatban fogalmazódtak meg, az érthetőség kedvéért elkerülhetetlenek bizonyos utalások és kritikai megjegyzések.

Az oktatás célja: műveltség és egyetemi felkészülés

Nemrégiben *Bognár Gergely Fizikatanítás, de mi végre* című cikkében [4] számos nagyszerű érvet sorakoztatott fel a fizikatanítás szükségességére és hasznos volta mellett. Teljes mértékben egyetértek az ott összefoglaltakkal, ugyanakkor nagyon szomorúnak tartom, hogy emellett ma érvelni kell. A 21. században, abban a tudományos-technikai robbanásban, amiben élünk, nem lehetne kérdés, hogy a természettudományok világában való eligazodás képessége érték, aminek bizonyos szinten az általános műveltségben is meg kell jelennie. Az én felfogásomban a műveltség olyan készségek, képességek és ismeretek együttese, amelyeket az ember nem közvetlenül használ, mégis kellenek ahhoz, hogy otthonosan érezzük magunkat abban a világban, amelyben élünk, hogy nagyobb esélyünk legyen a tartalmas és az emberhez valóban méltó életre (mert amit ma a fogyasztói társadalom kínál, azt nem nevezném an-

nak). Én úgy látom, a gimnázium alapvetően erről szól. Különbözik miért tanítjuk a gyerekeknek az ókori birodalmak történetét, ha úgysem lesznek történészek, vagy miért kellett (volna) *Zalatnai Cininek* is megtanulni a másodfokú egyenlet megoldó képletét? (Emlékeztetőül: ő énekelte, hogy „Jaj, a matek miért oly nehéz nekem...”) A fizika esetében sem kis tudósok képzése a cél, de az elvárható, hogy mindenkinek – ha nem is válik vérévé az $F = m \cdot a$ – legyen valami fogalma arról, hogy a fizika hogyan működik, hogy az nem mese – posztmodern szóhasználatnál élve nem egy a lehetséges narratívák közül –, hanem a tapasztalatok sűrítője, építeni lehet rá. Erre mindenkinek szüksége van, a médiamunkásnak ugyanúgy, mint a humán értelmiséginek vagy akár a politikusnak. Ugyanakkor a gimnáziumokban a felsőoktatásban való részvétel feltételét képező alaptudásnak is megszerezhetőnek kell lenni, hiszen nonszensz egy olyan oktatási rendszer, amelyben a közép- és a felsőfokú oktatás között olyan rés van, amelyet csak külön kiegészítő eszközök segítségével lehet áthidalni. (Ez körülbelül kijelöli, mit tekintünk műveltségnek.) A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a reál tantervű oktatásnak elégséges alapot kell nyújtania a természettudományos, illetve a műszaki felsőoktatáshoz, ugyanakkor a humán tanterv sem lehet teljesen egyoldalú, hiszen valamilyen szintű átjárhatóságnak lennie kell, és a később ébredő természettudományos érdeklődést sem szabad figyelmen kívül hagyni.

Diszciplináris szerkezet és integrált szemlélet

2008-ban az Országos Köznevelési Tanács (OKNT) több mint ezer tanár részvételével felmérést készített a természettudományos tárgyak oktatásának helyzetéről, és javaslatokat dolgoztatott ki ennek javítására. Az erről készült beszámoló határozottan kiállt a természettudományos tárgyak diszciplináris szerkezetben történő oktatása mellett [5]. Ezzel azonban az integrált természetismeret tantárgy kérdése nem került le a napirendről. Bár az elutasító állásfoglalás után *expressis verbis* senki nem vállalja, mégis komoly erők működnek és hatnak ebbe az irányba. A NAT a szavak szintjén támogatja a diszciplináris oktatást, de a három tárgy teljesen azonos, tulajdonképpen egyik tárgy logikájához sem igazodó mesterséges szerkezetben való bemutatásával valójában az integrált természetismeret tárgy képét rajzolja fel.

Annak idején, amikor ez a kérdés először(?) felmerült, *Marx György* azzal érvelt, hogy a természet egységes, a fizika, kémia és biológia felosztás csak a mi fejünkben létezik. Ez igaz is, de az sem véletlen, hogy éppen ilyen tudományterületek alakultak ki. Az anyag szerveződésének különböző szintjein meg-

jelenő újabb és újabb tulajdonságok, jelenségek és jelenségcsoportok leírása és megértése szükségesszerűen más-más típusú szemléletvilágot, gondolkodásmódot és kísérleti megközelítést igényel. Ebből következően nem egyszerűen az ismeretanyag, hanem annak a belső logikája, egymásra épülő fogalom- és összefüggésrendszere tesz különbséget az egyes tárgyak között. Tulajdonképpen ezek megértése után lehet érdemben rámutatni az egyes tárgyak csatlakozásaira és egymásrautaltságára, az ilyen tudásra építve lehet megtárgyalni a mindennapokban megjelenő, gyakran több tudományterülethez kapcsolódó, ma fontosnak gondolt problémákat. A fordított út nem járható, a hasonlóságokból, átfedésekből, kölcsönös összefüggésekből kiindulva nem lehet megalapozott tudást felépíteni. Meggyőződésem, hogy a 2008-as jelentés sem erre a fordított útra, hanem a „természetes” összefüggésekre utalt, amikor a diszciplináris szerkezet mellett hangsúlyozta az integrált szemlélet fontosságát is.

A fizika üzenete

Szerintem minden tárgynak megvan a maga sajátos „üzenete”, aminek nem szabad elvesznie. A fizikáé a szemléletében van, abban a megközelítésben, ahogy a konkrét jelenségeket kezeli. Ennek alapja az, hogy a természet legalapvetőbb összefüggései kvantitatív módon tárgyalhatók: a jelenségekben érvényesülő törvények megfigyelések és kísérletek útján felismerhetők és a matematika nyelvén megfogalmazhatók. A fizika törvényei közvetlenül mérhető, vagy mérések alapján kiszámítható mennyiségek között matematikai összefüggéseket adnak meg [6]. Itt mind a két momentum, a megfigyelés és a matematika szerepe is nagyon fontos: a fizikában nem azért igaz valami, mert egy törvényből le tudom vezetni (ahogy a matematikában az axiómák következményei igazak), hanem a törvény azért tekinthető igaznak, mert a belőle levezethető állítások egybevágóan a tapasztalattal. Tehát fizikát tanítani akár demonstrációs kísérletek, akár számolási gyakorlatok nélkül elképzelhetetlen: mind a (tervezett, célirányos) megfigyelés és mérés, mind a tapasztalatok kvantitatív megjelenítése és kezelése a fizika lényegi vonása. (Sajnálatos, hogy a NAT-ban egyik vonás sem kap kellő hangsúlyt, az utóbbi szinte teljesen elsikkad.) Mint minden tantárgy üzenete, a fizikáé is túlmutat önmagán, mert nagyon fontos tudni azt is, hogy nem minden tárgyalható a fizika módján: például a láz vagy a vérnyomás mérhető, de az egészség nem, vagy a gazdaságtan is számszerűsíthető fogalmakkal operál, törvényszerűségei mégsem adhatók meg zárt matematikai alakban.

Itt kell megjegyezni, hogy az egész technikai civilizációnk azért lehetséges, mert a fizika és a kémia olyan amilyen: a tapasztalatok sűrűtménye a matematika nyelvén megfogalmazva. Ez adja prediktív erejét, ami a tervezés és a technikai fejlődés alapja.

Törvények, modellek, elméletek

Ma igen elterjedt a fizika modellszemléletét, a fizikusi gondolkodásban a modellalkotás képességét kiemelni, pedig ennek túlhangsúlyozása, ahogy az a NAT-ban is történik, hamis tudományképhez vezet. A „modell” szó – a hétköznapi jelentésén kívül – „a jelenség lényegét nem torzító közelítő leírás”-tól az „átmenetileg hasznos, de bizonyosan nem igaz magyarázó elv”-ig sok mindent jelenthet. A természettudományos megismerés folyamatában a modelleknek és az elméleteknek megvan a maguk helye, de a megismerés célja mégiscsak a természetben érvényesülő törvények felismerése. Ez gyakran hosszú, soklépcsős folyamat, de idővel az elképzelések letisztulnak, és már nem kell módosítani őket. Különösen jól látszik ez a fizikában: a klasszikus területeket leíró törvényeket több száz év tapasztalata igazolja, az újabb felfedezések pedig nem érvénytelenítik ezeket, hanem a hatósugarukat tisztázzák (ahogy például sem a relativitáselmélet, sem a kvantummechanika nem lépnek a newtoni klasszikus mechanika helyére, de tudjuk, hogy nagy sebességek esetén, illetve az atomi méretek skáláján ezeket kell alkalmazni). Ehelyett a természettudományok egészét, mint egymást váltó modellek és elméletek együttesét bemutatni egyértelműen torzítás, olyan kép erőltetése, ami igaz lehet a kutatás frontjain, de nem igaz a már letisztult tudásterületeken.

A törvény, elmélet és modell fogalmak használatára nincs egyértelmű szabály, a kialakult szóhasználat pedig nem teljesen következetes, az azonban világos, hogy ezek a fogalmak nem helyettesíthetik egymást. Más megítélés alá esik valami, ami törvény, és más gondolunk arról, ami csak elmélet vagy modell. Éppen ezért modelleket emlegetni ott is, ahol törvényekről vagy törvények rendszeréről van szó, indokolatlanul ronthatja a tudomány megítélését, alááshatja a helyes és kipróbált eredményekkel szembeni bizalmat is. (Érthetetlen, de a NAT fizika része tudatosan kerül a törvény szót, ilyen szóösszetételek, mint például Newton-törvény, gravitációs törvény, indukciós törvény stb. nem is fordulnak elő benne.)

A helyes tudománykép fontossága

A helyes tudománykép nem öncél, hanem több tekintetben maga is hasznos tudás. Számos dolog megítélésében csak erre számíthatunk. Ide tartoznak azok a kérdések, hogy mit (milyen jellegű eredményeket) várhatunk el egy tudománytól, tudományos-e valami, ami annak igyekszik látszani, vajon nem áltudomány-e, amit el akarnak adni nekünk. A tudományfilozófusok általában megegyeznek abban, hogy nincs olyan szabályrendszer, amivel az „igazi” és áltudományokat tévedhetetlenül meg lehetne különböztetni, ugyanakkor egy adott tudományban jártasabbak elég jól felismerik az áltudományos próbálkozásokat. Ennek az alapja a helyes tudománykép, amit csak fokról fokra, az alapoktól kezdve lehet kialakítani.

A fizikusokon nagy a nyomás, hogy akár a legmodernebb kutatások célját és eredményeit, vagy a legújabb kütyük működését is közérthetően el kell tudni magyarázni. Miért kellene? Az ilyen elvárások sokszor teljesíthetetlenek, illetve csak hamis egyszerűsítések árán teljesíthetők, ezért nem szabadna őket jogos elvárásként elfogadni. Tudomásul kell venni, hogy a modern fizika nem szemléletes, komoly erőfeszítéseket igényel, és ennek megfelelően kell hozzáállni [7]. Ezzel összefüggésben megjegyzendő, hogy az a korábban felmerült, és a NAT-tal is kompatibilis javaslat, miszerint egyfajta elbeszélő, a modern dolgokra összpontosító, profin rendezett oktató filmekkel illusztrált anyagot kell tanítani, roppant veszélyes. Munka és igazi megértés nélkül adja a megértés illúzióját. Hogy csak egy veszélyt említsek: a mindenféle áltudományos kóklerkedések is éppen így működnek. Ugyanakkor egyáltalán nem biztos, hogy egy ilyen, a kvantitatív megértés helyett elbeszélő „pseudeo” fizika tantárgy hasznosabb vagy szerethetőbb lenne, mint a hagyományos.

Posztmodern veszélyek

A NAT-ban megjelenő, az egységesítést erőltető természettudomány-kép nem a véletlen műve, tudatos ideológia tükröződik benne. Erről jó képet ad az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet által 2011-ben kiadott *Átmenet a tantárgyak között (A természettudományos oktatás megújításának lehetőségei)* című tanulmánykötet [8], amely a NAT ideológiai hátterének tekinthető, s amelynek szerzői közül többen részt vettek a NAT szerkesztésében is. Itt csak egy mondatot idézek a bevezetőből: „A »humán« és »reál« tudományok megkülönböztetése lassan értelmét veszti, mert a vizsgálódás alanyát (az embert) és tárgyát (például a »természetet«) elválasztó descartes-i szemlélet helyébe (vagy a mellé) a kettő kölcsönös egymást értelmező egysége lépett.” Ebben az amúgy szépnek tűnő, de nehezen értelmezhető mondatban több probléma is van. Például nehezen vehető komolyan, hogy a természet objektív törvényeit fürkésző fizika vagy kémia, és mondjuk az irodalom közötti különbség eltűnik. Pedig a posztmodern felfogás szerint ez így van, sőt, radikális képviselői szerint „nincs világosan megfogalmazható különbség mítoszok és tudományos elméletek között. A tudomány egyike az emberek kialakította számtalan életformának, és nem is föltétlenül a legjobb. Hangos, pimasz, drága és föltűnősködő” [9]. Ez a posztmodern szemlélet, ha nem is ilyen élesen, de egyértelműen megjelenik [8] előszavában, és implicit formái

a NAT-ban is tetten érhetők. Ilyenek például az egyes tárgyak sajátosságainak elfedése, a hamis tudományképben tükröződő leértékelés, vagy éppen az, ahogy a természettudományok középpontjába is – a természet helyett – az embert csempészi. Ezek finom formában ugyan, de a természettudományok alapvető értékeit kérdőjelezik meg, ezért talán nem szorul bővebb magyarázatra, miért veszélyes a posztmodern ilyenét beszívargása a természettudományos oktatásba.

Összefoglalás helyett

A felsorolt gondolatok egyértelműen a hagyományos tudománykép és oktatásszerkezet mellett szólnak, de ez nem véletlen, hiszen a NAT erősen avantgárd felfogásával szemben fogalmazódtak meg. Ugyanakkor az is világos, hogy a természettudományok, ezen belül a fizika oktatása a katasztrófális elutasítottság elkerülése végett megújításra szorul. Az új NAT-ot mintha ettől a katasztrófától való félelem szülte volna, de ahelyett, hogy a hagyományos értékeket megőrizve talált volna új megoldásokat, teljesen új, ki nem próbált, nem ellenőrzött elképzelésével másféle veszélyek, nevezetesen az alapértékek elvesztése előtt nyitja meg az utat.

Reményeim szerint a fenti összeállítás segíthet annak átgondolásában, hogy a fizikaoktatásban mi az, ami minden megújítási kísérlet mellett is fontos, azaz melyek azok az értékek, amelyeknek a szabályozás alsóbb szintjein (kerettantervek, helyi tantervek) mindenképpen meg kell jelenniük.

Irodalom

1. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Elnökségének véleménye a készülő NAT 2012 dokumentumról. *Fizikai Szemle* 62/4 (2012) 129–130; http://www.kfki.hu/elft/NAT_velemenye_ELFT_korr.doc
2. NAT petíció <http://www.ipetitions.com/petition/nat>
3. Az ELTE TTK Oktatásmódszertani Centrumának véleménye a Nemzeti alaptanterv (NAT) tervezetről.
4. Bognár Gergely: Fizikatanítás, de mi végre. *Fizikai Szemle* 62/2 (2012) 55–57.
5. Javaslatok a természettudományos közoktatás magyarországi helyzetének javítására, Az OKNT-bizottság jelentése II. http://www.phy.bme.hu/~termtud/OKNT_javaslatok_egysegesszoveg.pdf
6. Richard P. Feynman: *A fizikai törvények jellege*. Akkord Kiadó, Budapest, 2005.
7. Károlyházi Frigyes: Az öcskös felesége. *Fizikai Szemle* 57/11 (2007) 367–373; <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0711/karolyhazi0711.html>
8. Bánkuti Zsuzsa, Csorba F. László (szerk.): *Átmenet a tantárgyak között (A természettudományos oktatás megújításának lehetőségei)*. Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, Budapest, 2011. <http://tamop311.ofi.hu/kiadvanyok/konyvek/atmenet-tantargyak>
9. Paul Feyerabend: *A módszer ellen*. Atlantisz, Budapest, 2002. (11. o.)