

A tudomány tanításáról

Természettudományok a közoktatásban

Lehet, hogy a szaktudományok művelői között sokan vannak, akik megengedhetik maguknak, hogy reflektálatlanul, a saját fedélzetükön való túlnézés bármiféle igénye nélkül, vagyis bátran, szabadon és magabiztosan cselekedjenek, döntsenek és ítélkezzenek; azonban a tudomány szemlélőjének, különösen, ha pedagógus, nem adatik meg ez a szerencse(/átok?). Ezért mostani írásommal provokálni akarok; valamiféle reflexiót adni pedagógiáról és tudományról, meg a kettő kapcsolatáról. Maradnak hát a kérdések – biztos válaszok nélkül. Most éppen főképp az iskolai tanulás tartamára vonatkozóan. (1)

A tudománnyal átítatott világ

Munkahelyünk, háztartásunk, az egész társadalom (tárgyakban is testet öltő) léte mögött, természettudományt tanító tanárként, szüntelenül ott látjuk azt a mérhetetlenül sok tudást, amely – véljük – a rendszert működteti, s amelynek ismerete nélkül a (természettudományos kultúrából fakadó) tudatos társadalmi lét elképzelhetetlen. Nagy és szükséges megerősítés nekünk látni ezt a tudást, mert az iskolában nap mint nap érezzük, mennyire nehéz ezt az évenként egyre növekvő ismeretet a tanulók agyába préselni... De hát kell! – nyugtatjuk magunkat. Kell, s még több is kellene, mert érezzük és tudjuk, hogy az iskola csak töredékét képes közvetíteni ennek a mindennapjainkat átítató tudásnak. Bizonyosan többre lenne szükség! – mondják mellettünk sokan. Talán valami új módszer is kellene, hogy elérjünk ebből a többől valamit?

Tanárként látjuk a repülőgépeket, a felhőket, a búzatáblákat, a számítógépeket, a genetikailag manipulált növényeket, a távérzékelőket, a televíziókészülékeket, a gyógyszereket, a háromfázisú villanymotorokat, a megporzó rovarokat a tulipán virágában, az aszfaltot az utakon, a joghurtot a boltok polcain, a légkalapácsot a munkások kezében, a telefonzsinórokat és a mobiltelefonokat, s megrémülünk, hogy mennyire bizonytalanul látják tanítványaink mindennek a tudományos alapjait! (És mi?)

S miközben ezen elmélkedünk, mert itt a tanév vége, itt a nyár és nagy a meleg, egy üvegből szörpöt öntünk műanyagpoharunkba, megnyitjuk a krómazottan csillogó vízcsapot, majd a hűtőgépből jégkockát dobunk italunkba; közben szemünk végigsiklik a fehérre festett jég-szekrény feliratán: »NO CFC«. Mikor kortyolni kezdjük a szörpöt, ismét meg kellene rémülnünk, hisz sem az üvegről, sem a műanyag pohárról, sem a csapról, sem a hűtőgépről, sem a fehér festékről, sem italunk molekuláinak útjáról szervezetünkben, sem... ezek nagy részéről nem rendelkezünk pontos tudományos ismerettel; sokszor szinte semmilyen ismerettel sem. Pedig bizonyosan szükség lenne rá! – ezt képviseli, ezt mutatja az iskola. De most nem szeretnénk megrémülni emiatt. Nem méltó ez hozzánk, nem méltó hozzánk a rémület, hiszen olyan sok mindent tudunk.

Zavarodottságunkat csak fokozhatja, ha belegondolunk, hogy ismeretségi körünkben, tanítványaink közül, ki kapott nyolcadikos végbizonyítványt vagy érettségit. Közülük sokan még elégségesre sem tanulták meg azt, amit rájuk mért az iskola. (Szomorú és hiba tehát,

hogyan kaphattak. Ha csak rajtunk múlott volna, sohasem kaphattak volna, de hát... – mondják mellettünk néhányan.)

S boldogulnak-e/boldogulhatnak-e ők ezután ebben a tudománnyal átítatott világban? Ha igen, akkor talán mégis félreértésen és nem (társadalmi) szükségszerűségeken alapszik a tudományos tudás ilyen (nagy)mértékű jelenléte az iskolában? Talán mégis félreértésen alapszik a (szak)tudás ilyen (nagy)mértékű jelenléte a huszadik század végi (természettudományos) oktatási kánonban?

Persze, könnyen meg tudjuk győzni magunkat, hogy nem félreértésről van szó. A minél több tudás iránti igényünk csak jogos lehet. Meggyőzzük magunkat, amikor például elme-nyünk népszavazásra a közelben tervezett hulladékégetőről/bauxitbányáról/autópályáról/... , bemegyünk egy áruházba, ahol megint választani kell: bioélelmiszerek, bioruhák, biobútorok, biokozmetikumok, biovitaminok, biohumusz, biogyomirtó, biogiliszta, felületnemesítő olajadalék, újrapapír, E 123, természetazonos aroma, pH 5.5 stb. A tudatos és jó választáshoz nagyon kellene látszik a tudomány. Persze, hogy kell a minél több tudás, hiszen ma már egy segédmunkás munkaeszközei működésének és felépítésének, de persze mindenféle gyártástechnológiának is az alapja a tudomány elvont régióiban fekszik. Az elidegenedés és elszívárosodás ellen csak a tudás védhet meg bennünket. Jogosnak tűnik, hogy meggyőztük magunkat az előbb.

De hát ismerőseink és tanítványaink is élnek, választanak és dolgoznak ebben a világban? Hibát hibára halmozhatnak? Alig boldogulnak? Elidegenednek és kiüresednek? – Ideje befejezni e polémiát, mert innen nézve elkerülhetetlennek látszik a határok nélküli tananyag-növekedés (mint egy daganatos burjánzás); erre nem látjuk a kivezető utat. Máshonnan kell közelíteni. Talán lehet máshonnan.

Elkerülhető-e a tantárgyakban az ismeretanyag felhalmozódása?

A közoktatás tantervi követelményeiben megfogalmazott [s így az általános képzésben (2) helyet kapó] tudás növekedésének eredendő oka: a természettudományos ismeretek exponenciálisan gyarapodnak, s a tanterv-, illetve tankönyvkészítők igyekeznek ezzel lépést tartani.

Mindemellett el kell ismerni – s ez a baj egyik gyökere –, hogy a lépéstartás (a tudomány teljes/szükséges „lefedése” a tantárgyban, a tanórákon) ma már több szempontból is lehetetlennek tűnik, mert 1. az egyre szaporodó tudományos közleményekben összegezetlen, nyomon követhetetlen és feldolgozatlan, mert feldolgozhatatlan információ/tudás-tömeg jelenik meg; 2. az általános képzés időtartama korlátozott (10–12 tanév), s napjaink sem hosszabbodnak, így nincs vagy alig van több idő a tanulásra (3); 3. agyunk kapacitása és információ-feldolgozási sebessége minden ellenkező híresztelés ellenére nem végtelen nagy (4).

Ha a mindennapok nyomasztó tudástelítettségétől el is tekintünk, egy másik ok, ami miatt elkerülhetetlennek látszik a kumulálódás, hogy (végre) az „általános műveltség” részének tekintik a természettudományt. A második kultúra napjainkra beépült az első mellé, s az intellektuális teljesség a tudományok ismerete nélkül elérhetetlen. Legalábbis természettudósként/tanárként szeretnénk így látni; nagyon-nagyon csúnya dolog lenne tőlünk ennek tükrében a tudomány áttekinthetlenségének és megtanulhatatlanságának felvetése. S mégis, érezzük, hogy a tankönyvekben sokasodó ismeret egyre töredékesebb, egyre összefüggéstelenebb, egyre távolabb áll a tudományos naprakészségtől. Ha megletelnék az okát, miért van ez így, esetleg lehetne tenni ellene... talán ismét el lehetne érni a teljességet...

Talán a teljességre vágyó reneszánsz ember szép eszméje egyszer régen elérhetőnek tűnt. Talán. Később (mondjuk az 1800-as évek elejétől, közepétől) már csak a partikularitásban volt remény a teljességre: volt, aki elmondhatta magáról, hogy ő jó asztalos, sebész, szakács, analitikus (kémlő, ahogy a múlt században mondták), cipész, futóbogár-taxonómus..., mert ismeri szakmájának minden csínját-bínját. (5) Még később (nagyjából 1930–1940-tól), azt kellett hozzátenni, hogy a jó szakember nyomon követi a változások

kat. Mára a teljességet (ami kétségkívül nyugalmat-kiegyensúlyozottságot és tekintélyt kölcsönözhetett birtokosának) fel kellett adnunk, s meg kellett barátkoznunk azzal, hogy nemcsak a kultúra teljességét nem birtokolhatjuk, hanem még csak egy szakkultúráét sem; ma már nem lehetünk (a korábbi értelemben véve) jó szakemberek sem, mert sokkal gyorsabban keletkezik és sokkal több az információ, mint ahogy és ami feldolgozható lenne. Akkor mit is kergetünk az iskolában?

Ma a szaktudományok (a szak-szak-szak...-rész-rész-rész tudományok) idején az összegzés a csőd állapotát mutatja: lehetetlen lépést tartani az új eredményekkel, s ha meg is kísérli ezt egy-egy szerzőgárda, az eredmény (pedagógiailag is) katasztrofális. Nem is lehet más, mert a korábbi évtizedekből tehetetlenül átörökölt (kézikönyv-tankönyv) formában-gondolkodásban nem lehet a ma tudását összefogni. (6) Az „összegzés” néhol az unalomig és naprakészen részletes, szörszálhasogató és pontos, s ezzel a szakterület specialistáin kívül más számára alig érthető/élvezhető/tanulható; máshol, más részekben, felszínesen elnagyolt és túlhaladott; egészében pedig koherencia nélküli (mert sem idő, sem ember nincs, aki ezt megteremtse; a posztmodern kor szerkesztője ezt egyáltalán nem érzi feladatának még egy tankönyvnél sem). Vagyis az egész mű tanulhatatlan/alig-alig tanulható, és a vizsgán túl mindenképp elfelejtődő tudást foglal össze. Tanulhatatlan, mert ami benne írva van, nem integrálódhat a korábbi ismereteink rendszerébe, csak mintegy additívan kötődhet hozzá. Ennek a kötődésnek azonban oly nagy mértékben és oly rövid idő alatt kell megtörténnie, hogy az ismeret nem képes megszilárdulni, és nem képes hosszú távon ellenállni a továbbra is érkező ismeretözön retroaktív törlőhatásának; s ha részben ellen is áll, ami marad belőle, nem más, mint műveltségi vetélkedőkön és intellektuális társalgásokkor csillogtatható, passzív és töredékes tudás. (7) Ha tehát ezt a tudást akarjuk tanítani, akkor szembe kell nézni azzal a kritikával, amely szerint ma az iskola egy javarészt felesleges és értelmetlen tartalom segítségével kívánja fejleszteni (helyesebben megerhelni?) a tanulók értelmét.

Véglegesen hasznavehetetlenné váltak a korábbi típusú (mondjuk, utoljára talán még a negyvenes-ötvenes években meglevő) kézikönyvek, mert a tudomány óriás adatgyáriparrá fejlődött, amely (belsőleg) egyáltalán nem igényli az összegzést, hiszen nincs ember, aki át tudná tekinteni, meg tudná alkotni és meg tudná tanulni ezt az összegzett tudást. Az újrarendezés, az átgondolás és az összegzés sokak szemében értéktelen, mert alig tűnik önálló szellemi terméknek, mert nem eredményez tudományos novumot, s így pályázati pénz sem nyerhető el vele.

Hogyan vállalhat tehát a közoktatás egy ilyen, a századelő szellemében fogant tudománykép alapján álló, összegzett tudásrendszert közvetítő, természettudományos alapképzést (egy, a felsőoktatásban zajló szak-alapképzés megalapozását)? Hogyan vállalhat akkor, amikor sem a popperi második, sem a harmadik világban, azaz már sehol sincs meg ez az összegzett alaptudás? Nem anakronisztikus és szükségszerűen elavult tehát az a tankönyv/pedagógia, amely ezt kívánja közvetíteni? S hogyan vállalhat a közoktatás egy ilyen összegzett tudásrendszert közvetítő természettudományos alapképzést akkor, amikor a tudományegyetemek sem próbálnak mást vállalni (az alapképzésben), mint egy-egy szűk szakterületen a további információk befogadására való felkészítést, a szakterület általános ismereteinek részleges-hiányos bemutatásával?

S hol van még az alapismeretektől a működő tudomány? Sok (tan- és gyakorló)évnnyi távolságban... És fordítva is: amit meg kell tanulni egy kutatónak, az egyre inkább távol esik egy általános és átfogó tudástól (ami akár el is felejthető)... Mire készít hát fel az az alapképzés, amely a nem létező összegzett tudás (kényszerszelektált) közvetítését vállalja? A mindennapi életre? Ehhez tényleg ennyire tudományosnak kell lenni?

Mit mondhat ma egy jó szakember a saját képzettségéről, tudásáról? Esetleg azt, hogy ismer néhány (rész)problémát valamely szak(rész)tudományon belül, ért hozzá valamit, mert van valami véleménye és valamennyi tudása róla, mert tud (experimentális és egyéb) ismereteket gyűjteni, mert tud pénzt szerezni a kutatáshoz, s mert tud majd publikálni a témá-

ban. Csak ennyit? De hová tűnik így a szaktudományokból a világ tudományos megismerése, leírása, megértése? A 20. században már elveszett ennek a reménye? Vagy ezzel a kérdéssel – ha a tudomány hétköznapijaiba vezető ajtónál állunk, akkor – rossz ajtón kopogtatunk? S a pedagógiának, a műveltségképet kanonizáló tantervkészítőknek, ezen az ajtón kell kopogniuk és belépniük? Hol keressük hát az általános képzés által közvetítendő tudást, ha nem a (szak)tudományok végtelenné duzzadt adatismeret–módszer–közlemény hazmazainak összegzésében? Nem félő, hogy ha nem itt keressük a tanítás tárgyát, akkor csak valami állösszegzett műterméket, valami pedagógiai fogást, valami iskolatudományt találunk majd? Vagy éppen azzal kényszerülünk tanulhatatlan, pedagógiailag alkalmazhatatlan műtermékgyártásra, ha a létező tudomány leképezésére törekszünk?

Összefoglalva: Nem tévedünk-e tehát akkor, amikor a tantervi anyagban a szaktudományok összegzett esszenciájaként felfogott tudásösszletet („a természettudományt”) tekintjük követendőnek, mondjuk, mert a mindennapi életben vagy az általános műveltségben látni véljük, hogy jelen van és működteti világunkat, s ezért ennek ismerete nélkül félművelt, félrevezethető és a megértés reménye nélküli lehet csak valaki? Biztos, hogy az elénk táruló tudás összegzése vezet a közvetítendő esszenciához? (Nem veszik el így a baconi–descartes-i tudomány analitikájából fakadó szétदारabolás szülte ostoba részek tengereiben az egész? Az egész részei-e még ezek a darabok?)

Nem akartam, mert sok félreértelmezésre adhat okot, hogy más kultúraterületek tanításával példálózunk, ez most mégis kézenfekvőnek látszik. Ma talán mindenki belátja, hogy a festészet, építészet, politika, irodalom tanítása nem jelenti azt, hogy ezek összegzett és (ha tantárgyiasan leegyszerűsítve is, de) teljes rendszerét kellene közvetíteni az iskolában. Nem hiszem, hogy bárki is azt hinné, hogy az irodalomórakon minden olyan szerzővel, stílussal, irodalomelméleti fogalommal meg kellene ismerkedni, akivel/amivel valaki a könyvesboltokban vagy a könyvtárakban (televízióban, színházakban) találkozhat, vagy amit/akit az irodalomtudomány ismer. Vajon elkövetkezhet-e az idő, hogy a tudomány állandó társadalmi jelenlétének érzékelése ellenére elismerjük, hogy az iskola nem tud minden találkozásra specifikusan felkészíteni?

Hol keressük hát azt a közvetítendő ismeretet, ami olyan bizonyosságot alapozhat meg, amely segít eligazodni a világban? Hol találhatunk útmutatást arra, hogyan válogassunk az ismeretek közül úgy, hogy tartalmában megújíthassuk, ne csak mennyiségileg növelhessük a természettudományok oktatását? Egy rövid kitérő után ezzel folytatom majd. De nem akarok senkit sem hitegetni: explicit, biztos, egyértelmű és lezárt válaszom most sem lesz (most sem akarom, hogy legyen – s magamban persze mégis van).

Kitérő: Hogyan próbál ma a természettudományos oktatás úgy lépést tartani a növekvő ismeretanyaggal, hogy elkerülje a tananyag túlzott növekedését?

Azt hiszem, sokan egyetértünk abban, hogy a „fejlemények sürgető kérdéseket szegeznek szembe azokkal, akik a tanuláshoz (iskolázáshoz) történő hozzáféréstől, az írni-olvasni tudás jelentéséről, a »tanulni tanítás« felfogásáról, illetve az oktatásnak a társadalomban játszott szerepéről gondolkodnak egy olyan helyzetben, amikor nem annyira azzal kell foglalkoznunk, hogy a tudatlanság kiküszöbölésére információt termeljünk, mint inkább azzal, hogyan csökkentjük az információt avégett, hogy a tájékoztatási túlterheltségből eredő tudatlanságot megelőzzük”. (8) Nézzünk három „jól bevált” példát erre a csökkentésre:

Az egyik megoldás, amelyet a NAT is követ, a tömör tantervi megfogalmazások alkalmazása. De mit jelentett egy ugyanúgy megfogalmazott tantervi követelmény 1930-ban, 1960-ban, 1990-ben, s most? Mondjuk, mit és mennyi ismeretet jelent: „a sejt/az atom felépítése”? Ki gondolta végig, mik rejlenek a tanterv mondatai mögött? De nem nap, mint nap növekszik/változik, ami mögötte van? A tanárnak/diáknak lépést kell-e tartania ezzel,

vagy a tantervi dátumnál meg kell állni? (Például egy felvételi kérdéssorra adott válasznál nem mindegy.)

Egy másik lelemény a tananyagcsökkentésre (az információtartalom megtartása-növelése mellett) a linearitás öszeszményének bevitele a tantervbe. De honnan van a hit, hogy ez a szerkezet segíthet? – Mit is segít?

Persze, segíti a tantervalkotót: megkíméli attól, hogy végiggondolja, hány körben (hány, szükülő-bövülő-más összefüggésrendszerű ismétlődéssel) kellene megtanítani a tananyagot, hogy a bebifláztatás helyett valóban megérlelt, átbeszél, teljesítményképes tudássá érhesen (már) az iskolában az ismeret. (9) Mert, ugye, senki nem hiszi, hogy például ha a genetikai alapfogalmakat (az életében először) megtanulja egy tanuló, akkor az a következő órában már a korábbi ismeretek közé integrálódott, és működőképes a standard iskolai problémamegoldáson túl is – vagy az erre való felkészítésre már tényleg nem lehet

idő az iskolában? (S az időhiányt okolva, nem könnyebb-e tanárként az elégtelenek-közepesek felemelése a jó-jeles szintre, mint a valóban integrált és iskolán kívül is működni tudó tudás megteremtése?)

Persze, segíti a tantervalkotót: megkíméli attól, hogy végiggondolja, hány körben (hány, szükülő-bövülő-más összefüggésrendszerű ismétlődéssel) kellene megtanítani a tananyagot, hogy a bebifláztatás helyett valóban megérlelt, átbeszél, teljesítményképes tudássá érhesen (már) az iskolában az ismeret. Mert, ugye, senki nem hiszi, hogy például ha a genetikai alapfogalmakat (az életében először) megtanulja egy tanuló, akkor az a következő órában már a korábbi ismeretek közé integrálódott, és működőképes a standard iskolai problémamegoldáson túl is - vagy az erre való felkészítésre már tényleg nem lehet idő az iskolában? (S az időhiányt okolva, nem könnyebb-e tanárként az elégtelenek-közepesek felemelése a jó-jeles szintre, mint a valóban integrált és iskolán kívül is működni tudó tudás megteremtése?)

Azt hihetnénk, hogy ez a linearitási tantervi ösmítosz a tudomány tényleges (talán történeti) szerkezetéből származik. Lehet, hogy a századelő (és a mai természettudósok és tanárok egy részének) tudományfejlődés-képe ilyen, de a tudománytörténeszek közül ma már senki sem hisz ebben (egy egyszerű példa: a sejt szerkezetét nem egy történelmi pillanatban, de nem is egy folyamatosan bővülő, egyenes vonalú igazságfelismerési rendszerben írták le). (10) Akkor talán a tudományos gyakorlatot kísérő ismeretszerzés sugallja ezt a lineáris képet? Ott viszont azt látjuk, hogy a szakemberek egy-egy részterületen jól tájékozottak, s ha majd kell, ha majd a napi munkájukhoz szükségesnek érzik, máshol, más részekben is tájékozódnak, de különböző mélységekben és nem fokozatosan, valamely rögzített lineáris tantervi rendszer szerint, hanem leginkább ad hoc módon, s mintegy retikulárisan bővítgetve ismereteiket, és akár az iskolában alapismeretnek nevezett tananyag elsajátítása nélkül is belebonyo-

lódva a részletekbe. Ahogyan azt a világ mindennapi – működésorientált, integrált és további megismerési Lehetőségeket megnyitó, megélt világképet adó/konstruáló – megismerésében is tesszük. (11) Itt sincs szó tehát valamiféle lineáris ismeretszerzésről.

Lehet, hogy a kézikönyvekbe/tankönyvekbe merevített tudás mutatja ezt a lineáris képet? Ez lenne a példaadó minta? Vagy talán a felsőoktatási gyakorlatban mutatkozik meg ez a linearitás? Talán mindkettő. De még ha így lenne is, az előbbi nem csak holmiféle rögzített, holt tudás, az utóbbi pedig szintén nem csak oktatás? lehet, hogy csak egy kényszerszülte tantervi műtermék lenne a linearitás? De akkor van-e elegendő ok arra, hogy ragaszkodjunk hozzá?

Egy harmadik, sokat szidalmazott, de titkon és akaratlanul állandóan alkalmazott tananyag-rövidítési fogás a vulgarizálás (mert a tudás megdöbbsentő sokasága, összetettsége és ezotériája, nemkülönben a hozzánemértés, a hanyagság és az időhiány kényszerít). A vul-

garizálással szemben a tudományosság a pedagógiai ideál, minden életkorban és minden témában. De mit takar ez az iskolai tudományosság? Egy olyan tudást, ami ugyan nem a tudomány struktúráját és logikáját követi, de amit ha bevinnénk a tudományba, ott egyetértő bólogatást váltana ki minden specialistából. Persze lehet, hogy kissé csodálkozó személyek bólogatnának, mert a tudomány szereplői nem szoktak hozzá/már elfelejtették az efféle tankönyvszövegeket, iskolás kísérleteket, leírási módokat.

A vulgarizálódott tudás viszont (még ha valós tudománytörténeti bázison áll, akkor is) borzongást, rosszalló fejcsóválást és nevetést vált ki a szaktudósokból; s mondják: íme, a pedagógia, a mindennapiság, a józan paraszti ész (a tudományfilozófia?) megint – nagyon-nagyon helytelenül és szerepet tévesztve – győzelmet aratott a tudomány felett, s még ha ez a vulgarizált tudás rövid, szép, könnyen áttekinthető, tanulható, szemléletes és érthető is, el kell vetni, mert tudományosan hamis (lásd például a *Bohr*-féle atommodellt).

De nem lehet, hogy a vulgarizálást mégis afféle wittgensteini létraként kellene kezelni (ha már úgymint elkerülhetetlen a jelenléte)? S ugye, nem mindenki a fa tetején szeret/akar cseresznyézni?

A felsőoktatásban találhatjuk-e meg az általános képzés tartalmi elemeit? Összefonódott-e a tudomány a (felső-)oktatással?

Ha nem a mindennapok tudományában, nem is az összegzett szaktudományokban találjuk azt a tartalmat, amit az általános képzésben közvetíteni kell, akkor nem lehet, hogy a felsőoktatásban már kipróbáltan oktatott tudomány elemeinek áttemelésével (és persze, annak az életkori sajátosságokhoz való adaptálásával) érhetjük el az általános képzés természettudományos ismeretanyagának megújítását, modernizálását? (12) Tehát nem az a helyes, ha a tudománnyal szoros kapcsolatban álló felsőoktatás tudásszelekcióját tekintjük mértékadónak? Talán.

De nem lehetséges, hogy az oktatás (a köz- és felsőoktatás) területén olyan „(rész)tudományok és (rész)tudások” lesznek a túlélők, amelyek már elvesztették tudomány jellegüket? Itt főképp olyan kontemplatívnak látszó tudományelemekre gondolok, amelyek külszínükben ugyan megtartották korábbi formájukat, de tartalmukban kiüresedtek, mert nemlétező kérdésekre keresnek-kínálnak válaszokat. (13) E területek arányának növelése miért jelent korszerűsítési irányt?

Az olyan tudományterületek (illetve az itt termelt új adatok), amelyekben már nincsenek zavaró, megoldhatatlannak látszó vagy az uralkodó paradigmákkal ellentmondásban levő megoldásokra vezető problémák, lassan, de biztosan elvesztik tudomány [progresszív, (14) a világ jobb megértését felvállaló tudomány] jellegüket, s adattengereik holt tudássá lesznek; ilyen területnek tűnik ma például a klasszikus morfológiai taxonómia, a leíró ásványtan, a geometriai optika, az emésztésbiokémia, a klasszikus – nem evolúciós – biomorfológia, az elemi műveleti matematika, a klasszikus minőségi analitika, a klasszikus geodézia stb.*

Thomas S. Kuhn normál tudománya hosszabb távon talán nem marad tudomány, mert nincsenek benne olyan problémák, amelyek (új) elméletért (látásmódért, világképért) kiáltanak, amelyek megértése és megválaszolása túlhaladná a jelenkori tudományos (racionális?) világképünk határait. Az ilyen tudomány(terület) sorsa, hogy (nem alternatív):

- a tudománytörténet részévé lesz (ennek felvállalása egy tisztességes, de a még a területen tevékenykedő tudósoktól nem elvárható lépés); (15)
- segédeszközként él tovább a technikailag alkalmazott (extraterritoriális) tudományok területén;
- (intraterritoriális) segédtudománnyá lesz: valamely más tudományos gyakorlat segédeszközévé válik;

* Ez az állítás, s a cikk többi része is a Szerző, s nem a Szerkesztőség véleménye! – A szerk.

– tudományalapozó (felső- és köz-) oktatási stúdiummá lesz; tudományosnak látszó és/vagy iskolai problémák feltevése és megválaszolása révén tartja fenn önmaga (lát-szat)tudomány jellegét;

– a tudományos ismeretterjesztés témájává válik, mert folyamatosan igény van az általa leírt világ (tudományos) megértésére, vagyis részévé válik a második kultúrából származó általános műveltségnek.

Fontos tehát tudni, hogy ami a (felső)oktatásban tudománynak látszik, annak egy része lehet, hogy csak a tehetetlenség által tudományos oktatásban tartott tantárgy. Bár alig kifizetődő e területeken a tudományt művelni, mert nem kecsegtet olyan felfedezések lehetőségével, amelyek magas (tudományos) jutalmat érdemelnek, de a (felső)oktatásban működő kutató-tanár eredményesen publikálhat ilyen területen is, a csekély szakmai (és társadalmi) érdeklődés ellenére (kiterjedt fórumai ezen közleményeknek a saját és a „baráti” intézetek periodikái).

Bizonyosan jó tehát, ha a közoktatásban, a tudomány tanításának ürügyén a felsőoktatás tanítási gyakorlata felé kacsingatunk? Vagy mégis ezt kell tennünk, hiszen a jó képességű tanulók (akikre legalább hat a közoktatás e területe) útja a felsőoktatás felé vezet? Ez utóbbit tanárként elég erős érvnek láthatjuk...

Bonyolítsuk tovább a képet, s valljuk be: amit kamaszként-diákként-hallgatóként a tananyagban joggal megnyomorítónak, feleslegesnek, életidegennek, csak pedagógiai praktikának, iskolai álproblémának, tudálékoskodásnak, hülyeségnek, haszontalannak éreztünk, (16) s amiről azt gondoltuk, hogy megtanulásának semmi más célja sincs, csak az, hogy majd felmondjuk az iskolában, azt a tananyagot ma tanárként magunk is tanítjuk (persze, megtoldva további korszerű ismeretekkel). Hogy miért tesszük? Érveink, ha most vállalkoznánk megfogalmazásukra, nagyon gyengék lennének. Talán ilyenfélék: mert azt tanították nekünk a felsőoktatásban, hogy ezt tanítani kell, mert mindez az általános műveltség része; mert hát mi is kibírtuk, mi is meg tudtuk tanulni (könnyen felejtjük, hogy a nagyobb részét, annak ellenére, hogy tisztességgel igyekeztünk tanulni, inkább megúsztuk, mint megtanultuk); semmi kárunk nem származott belőle, hogy van, hiszen tanítjuk; íme, az oktatás egyik szép *circulus vitiosus*a. (17)

Peter Marshall írta: „A mások félelmeinek nyomása ez: cibál, taszigál, összeprésel minket, amíg felismerhetetlenné nem válunk. Egy szép napon belenézünk a tükörbe, és képtelenek vagyunk ráismerni az arcra, amely visszanéz ránk. És hamarosan már ezt sem vesszük észre. Nézzük az idegenek arcát tükreinkben, és észre sem vesszük, hogy idegenek. Ekkor kezdünk el mi is cibálni és taszigálni és préselni a többiekkel. Mert ha nem csináljuk, ha nem vagyunk elég elszántak, akkor felbukkan valahol valaki, és kényszerít, hogy nézzük – igazán megnézzük – a tükörben az arcokat. És ezt nem tudnánk elviselni.” (18)

Mégis melyik tudományt akarjuk tanítani?

Ha nem is egészen pozitív képet festettem eddig a tudományról, s az összegzett szak-tudományos tudás és a felsőoktatási gyakorlat alkalmatlannak tűnik is a tartalmi keretek meghatározására, mégis valahol a tudományban kell keresni a természettudományos tárgyak tananyagát. Más helyen nem nagyon van értelme. Vagyis, bármely tantárgyi szerkezetben vállalkozunk a tudomány tanítására, túl kell néznünk a felhalmozott tudáson, s túl a létező oktatási gyakorlatokon, és döntenünk kell, hogy a tudományos tevékenység milyen területeit (és ismereteit) akarjuk bevinni/bemutatni az iskolában. Ehhez a döntéshez elkerülhetetlennek látszik tájékozódnunk a tudomány szerkezete és működése felől.

Ha nem fogadjuk is el *Th. S. Kuhn* modelljét a tudomány fejlődésére vonatkozóan, vagyis nem tekintjük a tudomány történetét normál és forradalmi szakaszok periodicitásának, akkor is el kell ismerni, hogy a tudományos tevékenységben (ha nem is élesen) elkülö-

níthető két pólus, amely többé-kevésbé megfeleltethető a Kuhn-féle normál- és „forradalmi”-tudományoknak. (19)

A „forradalmi” tudomány jellegzetessége, hogy a (kor lehetőségeiből adódóan) még megismerhetetlen, empirikusan el nem érhető világra vonatkozó feltételezésekkel élve fogalmaz meg olyan elméleteket, modelleket, amelyek valamiképp magyarázzák a (már elérhető) tapasztalatokat. (20) E modellek akkor forradalmiak igazán (a lakatosi terminológiát kölcsönvéve), ha a korábbiaknál nagyobb területét magyarázzák a tapasztalatnak (magyarázhatónak lenni annyit tesz, mint az alapelvekből levezethetőnek lenni), és/vagy a korábbiakkal szemben több tényt jósolnak meg (ezt mondja Lakatos – elméletileg, illetve empirikusan – progresszív probléma-eltolódásnak). (21)

„A normál tudomány – az a tevékenység, amellyel a legtöbb tudós szinte minden idejét eltölti – arra a feltevésre épül, hogy egy tudományos közösség tagja tudja, milyen a világ.” (22) A „forradalmi tudomány” megteremti azt az elméleti teret (ha tetszik, mondjuk paradigmának, tudományos világképnek vagy kemény magnak), amelyben a normál tudomány művelhető; azt a teret, amelyben értelmes (megválaszolható) tudományos kérdések tehetők fel és válaszolhatók meg. A normál tudomány a tárgyakkal az elméletekben nevesített/feltételezett jellemzőit vizsgálja, míg a tudományos forradalom új jellemzők, jelenségek tudományos létét teremti meg [vö. (20) jegyzettel is].

Persze, a tudományos fejlődés nem köthető csak a forradalmi periódushoz: a megismerés technikai eszközeinek tökéletesedése, a (szakkönyvekben, közleményekben) felhalmozódó ismeretek növekedése, vagy az újabb és újabb technikai alkalmazások is ide tartoznak. Egy adott paradigma körül megszerveződő normál tudomány e tekintetben elvileg a végtelenségig művelhető és bővíthető, ugyanakkor a paradigma (a kemény mag) magyarázó ereje ezekkel a tevékenységekkel, egy adott határon túl már alig – vagy egyáltalán nem – járul hozzá a kemény mag konfirmációjához (mint ahogyan az újabb és újabb falszifikációk előli sikeres kitérés is alig – vagy egyáltalán nem – növeli a korroboráció mértékét). (23) Az új tudomány (forradalom, paradigma, elmélet, modell) nem is a normál tudomány mindennapi adathalmazásából születik meg, hanem a korábbi elméleti térben anomáliaként megjelenő (megmagyarázhatatlannak tűnő, ellentmondásként létező, csak a posztulátumként kezelhető, vagy csak túlon túl bonyolultnak érzett módon magyarázható) tények talaján jön létre.

Az új tudományos paradigma tehát ott tud fellépni (megszületni vagy egy korábbi helyére állni), ahol a normál tudomány megértése problémákba ütközik, ahol a megismerés/megértés határai (a tudományterületek eseményhorizontjai) vannak. Ezek a határok sokfélék: a térbeli korlátokon túl ilyenek a tapasztalhatóság méretbeli, leírhatóságbeli (szakterminológiai), pontosságbeli viszonyai, az adatsokaságok feldolgozhatóságának korlátai, a logikai ellentmondások, vagy a sejtések és anomáliák, amelyek tartósan ellenállnak a levezethetőségnek és a rendszerbe illesztésnek. Ahol ezek a határok eltűnnek látszanak, ott már csak a normál tudomány működik, néha már csak az oktatás keretei közé visszavonulva, ahol a régi időköt idéző szellemként lebeg a tudomány felett. Jól mutatja a határok eltűnését két (rész)tudomány eseményhorizontjának érintkezési pontján az inter(sub)diszciplinális tudományok születése, majd beleolvadása valamelyik „anya”-tudományba. (24)

Egészen más tehát a tudomány tanítását vállalni az általános képzésben, ha 1. a normál tudomány adattermelő-pénzszerező-favágó (persze, sok esetben – minden irónia nélkül mondom – tényleg szükségesnek látszó) mindennapi problémamegoldásaira; 2. a tudományt csak emlékeiben idéző (felső)oktatás-tudomány tevékenységeire; 3. az új tudományos elméletek születésére, illetve a tudományos forradalmakra; 4. a tudományos eredmények technikai alkalmazására; 5. a tudomány minden más társadalomszférárt értékelni kívánó tevékenységére; 6. az ismeretterjesztő irodalom értő olvasásához szükséges alapismeretekre; 7. az összegzett szaktudományos tudásra; vagy 8. a tudomány azon ősi, kontemplatív szerepére gondolunk, amely a világ leírását és megértését tűzte ki céljául. Mít kell/lehet

ebből felvállalni a közoktatásban? Csak a legutóbbit? Mindent, csak eltérő arányokban? De milyen arányokban?

Egy lehetséges megközelítésként olvassuk el *P. Feyerabend* (egyik) véleményét: „A mítosz [a tudomány] tanításával még ma is annak az eshetőségét akarjuk növelni, hogy a mítoszt megértsék (tanítani annyi, mint véget vetni a töprengésnek), elhiggyék és elfogadják. (...) Edzett elmékre van szükségünk, olyanokra, akik mindenütt észreveszik a problémákat, és semmit nem »értenek« meg teljesen... Folyton ellenkező, ellenjavaslatokat tevő embereket kell nevelnünk, anélkül, hogy leszoktatnánk őket arról, hogy valamely nézet részletes kidolgozásának szenteljék magukat. De hogyan érhető el ez a cél? Csakis úgy, hogy megóvjuk a gyermekek óriás képzelőerejét és fejlesztjük bennük az ellentmondás szellemét. A gyermekek egészében véve sokkal intelligensebbek tanáraiknál. De a tanárok érzelmi eszközökkel fölébük tudnak kerekedni, s a gyermekek a terror hatására beadják a derekukat, és lemondanak az intelligenciájukról... A tudomány fejlődésének az új elgondolások és a szellemi szabadság a záloga...” (25)

Természettudományt tanító tanárként tehát le kell mondani arról, hogy olyanképp jelenjünk meg tanítványaink előtt, mint aki képes a természet (egyedül lehetséges tudományos) megmagyarázására vagy megértésére? El kell vetni azt a (metafizikailag alapozott) magabiztosságot és határozottságot, amely olyannak mutatja a tanárt, mint aki mindig és naprakészen zsebben hordja az egyetlen lehetséges igazságot? Talán. Amit vállalni lehet, az annak a bemutatása, hogy még a tudomány keretein belül is (s miért ne tekinthetnénk tovább is!) vannak olyan többé-kevésbé egyenértékű alternatív szövegek-világképek, amelyek így-úgy leírják a természetet, amelyek ilyen vagy olyan módon segítenek tájékozódni a világban, s ezen szövegek megértésének képessége az, amit a tudományok tanulásától várhatunk. Valószínű, hogy az ilyen megértésen át majd maga a tudomány embere is jobban megérthetővé válik...

Hogyan viszonyuljunk a természettudományok leíró részéhez és az empirikus megfigyelésekhez?

Ami a kérdés első részét illeti, ha végigtekintünk a kurrens tudományfilozófián, akkor azt láthatjuk, hogy azok a leíró (rész)tudományokról (szép és nagy példa a biológia rendszertana) alig szólnak, fejlődésüket nemigen tekintik magyarázandónak, leírandónak, hiszen ezek nem szólnak másról, mint valamely megfigyelési nyelv narratív alkalmazásáról.

Ha vállalni akarjuk a tudomány tanítása során a tudomány reflektív megítélését is, illetve valóban kritikai módon kívánjuk működtetni annak hermeneutikai funkcióját, akkor elkerülhetetlenül be kell mutatni a tapasztalatok leírásának alternatív és/vagy egymást kiegészítő lehetőségeit. Például az emberi emésztőrendszer felépítését egészen másképp írja le az anatómus, a hisztológus, a fiziológus, a fenetikus vagy az evolúciós szemléletű taxonómus, netán egy teratológus, de egészen másként jelenik meg például a rovarvilág a rivális taxonómiai metodológiák művelői számára. S itt még messze nem az elméleti síkban mozgunk. (Persze, tagadhatjuk a ténykijelentések létét – ahogyan például Lakatos teszi –, de ez a tagadás nem azok létre, hanem inkább objektív tény voltuk megkérdőjelezésére utal.) (26)

A tudományok leíró részéhez kapcsolva (persze, más kapcsolat lehetőségét egyáltalán nem tagadva) szólni kell az experimentumnak a tudomány tanításában betöltött szerepéről. A mai oktatás egyik korszerűsítési fogásának számít a kísérletek, az empirikus megfigyelések és az ezekből való induktív általánosítások arányának növelése a tananyagban. Mivel e törekvés szintén hozzájárul a tananyag mennyiségi növekedéséhez is, fontos kérdés, hogy miért korszerűbb ez a megnövelt arány?

A kézenfekvő válasz – hogy azért, mert a tudomány tényleges gyakorlatát mutatja be –, nagyon sántít. Egyrészt mára világossá vált, hogy a klasszikus induktívizmus nem nyújthat megfelelő modellt sem a tudományos kutatás logikájának feltárásához, sem a tudománytör-

téneti rekonstrukciókhoz, (27) másrészt, mert az iskolai laboratóriumok/szaktantermek kísérleti eszközei csak távoli hasonlóságot mutatnak egy mai kutatólaboratórium eszközeivel. Ennek ellenére, az oktatás a mai formájában azt a (tév)képzetet igyekszik kialakítani a kísérletekkel, hogy a tudományos kutatás folyadékok kémcsövekbe való töltögetéséből, vasgolyók és kiskocsik egymásnak lökdöséséből, klasszikus hisztokémiai festésekkel láthatóvá tett, állandósított metszetek szemléltetéséből, homokasztal vízzel való locsolgatásából stb. áll. Nem, nem a kísérletek ellen kívánok szólni, de az az interpretációs keret, ami hozzájuk kötődik, félrevezető. Valószínűleg szükség lenne a kísérletek szerepének újragondolására is... Új célokat (s ezáltal új tartalmakat) kellene a kísérletekhez rendelni, be kellene ismerni, hogy a céljuk az lehet, hogy 1. érdekesebbé teszik a tanítási órákat (motivációs funkció); 2. problémamegoldó feladatok illusztrációjaként szerepelnek; 3. amennyiben rendelkeznek tudománytörténeti relevanciával, akkor a tényleges szituációt át a tudomány logikájának és empiriájának bemutatását jelenthetik, s nem utolsósorban alkalmasak arra, hogy 4. egy el-sajátított megfigyelési nyelv segítségével történő leírás gyakorlására szolgáljanak (stb.?). Ha ezzel szembenézünk, választ kell tudnunk adni a arra kérdésre, hogy bizonyosan korszerűsödési irányt jelent-e a korábbi induktivista értelmezési keret megtartásával a kísérletek számbeli gyarapítása? Vagy ez a pedagógiailag jól kimunkált út? Ez az, ami bizonyította, hogy számos tanuló akár maga is képes e kísérletek sokaságát elvégezni és értelmezni?

Lehet-e (/hogyan lehet) a tudomány az általánosan művelt személyiség integrálásának (egyik?) bázisa?

Ismét egy új dimenziót szeretnék nyitni ezzel a kérdéssel, amelynek bármilyen megválaszolása esetén, újra csak tartalmi konzekvenciákat kell levonni, az általános képzésben zajló tudomány tanítására vonatkozóan. Ha a kérdésre adott válasz nem lenne egyértelmű, az ugyan nagy szabadságot adna a tartalmi döntéseinket illetően, de ezt a nemet nem hiszem, hogy el lehet fogadni. Az igen sem mondható ki azonban határozottan...

Talán – mondják sokan – a tudományt napjainkban feszült várakozás veszi körül. Megtartja-e korábbi hatalmi pozícióját, vagy csak egyikévé válik a társadalom/egyén döntésbefolyásoló alrendszerének? Ez a helyzet nagyon hasonlatos a Szent Inkvizíció történelmi helyzetéhez, s miként az sem, a tudomány mai inkvizíciója sem tudja elkerülni tekintélyének megtépázását; s miként annak idején a vallás, úgy valószínűleg a tudomány [leszűkült tartalommal (28) és hatalommal] megtalálja az új helyét egy nyílt és kulturálisan sokszínű világban. Ez az újrarájzolódó hely az, amely a tudománynak az emberek életében/tudatában/világképében elfoglalt helyét is meg kell, hogy határozza majd. De látjuk-e ma ezt a helyet? Vagy csak látni véljük? S ezt közvetítjük-e az oktatásban?

A tudomány talán csak akkor lehet egy kritikai beállítódottságú személyiség integritásának egyik eszközévé (s nem pusztítójává vagy nem valami additív, passzív és terhes maszlagává), ha nem a nagyképű, mindent felülbírálni kész magabiztosság képében jelenik meg. (29) Talán a tudomány önös érdeke is ez lenne, különben maga nyit utat az ellenfelei számára... (vagy nem ilyen útnyitás lehetősége rejlik például abban, amit a környezetvédelmi mozgalom, s az ellentáborok művelnek: agresszívan és a másokra kigyót-békát kiabálva igyekeznek lesöpörni egymás érveit az asztalról, mondván, hogy a másik oldal tudományossága hazug).

Közhelyszerű, de azért megfontolandó: a mai felgyorsult világban nem lehet elég, ha a múlt értékeire hivatkozva akarjuk megteremteni a jelent. (30) A jelenbe, s a jövő lehetőségeibe kell belenézni. Így feltehetjük a kérdést: lehet-e, hogy a jövő műveltségének koherenciáját az új társadalmi szerepet elfoglaló tudomány fogja megadni (ahogyan ma lát-szik/ahogyan ma a tudomány látni szeretné)? Lehet-e, hogy a személyiség (világképének) integritását a tudománytól nyerheti majd el (ahogyan a tudományos szocializmus vagy az ateista-materialista felvilágosodás remélhette)? Tud-e/akar-e a tudomány ismét jelentést adni az általa (látszólag vagy véglegesen) varázstalanított világ létezői számára? S akar-e ez-

zel a jelentéssel helyet és értéket, s mindezen át az ember mindennapi cselekvéseiből/döntéseiből útmutatást is adni? Érdekel-e mindez még valakit a feldolgozandó adatokkal elárasztott világban? (31) S vállalhatja-e az oktatás ennek közvetítését? – Lehet. (De lehet-e/kell-e kényszeríteni/befolyásolni arra valakit, hogy igényelje ezt?)

Lauro de Oliveira Lima szerint a jövő iskolájának „bátorítania kell a »tudományos módszernek« mint a valóság megismerési eszközének egyetemes használatát”. (32) Vállalhatja-e az oktatás ezt a szerepet? A bátorításban semmi kivétlenül nem látnék, de az egyetemesség igénye megriaszt. De lehet-e hitelesen tudományt tanítani, ha lemondunk ennek a

lehetőségéről? Lehet-e tehát világnézetileg teljesen semleges a tudomány tanítása? Azaz valósítjuk-e meg a Feyerabendnél sokszor megfogalmazott célt, az ideológiák/mitoszok/világképek közti szabad választás lehetőségét, ha bármilyen nehéz is, de törekszünk arra, hogy mi semlegesek maradjunk (hogy tanítványaink szabadon választhassanak)? Tudományt tanító tanárként lehet így hitelesnek maradni?... (33) Ki tudja?

S kérdezzünk még tovább: Miféle jelentést és értéket adhat (vissza) a tudomány a dolgoknak (a jövőben)?

Talán valami olyat, mint amit a vallás adott vissza a középkor mentális-kulturális terében minden létező dolog számára? Az ókori görög természetrajz élőlényei például a keresztény kultúra hatására szakralizálódtak ismét, mármint abban az értelemben, ahogyan *M. Eliade* beszél erről; vagyis olyan szimbólumokká lettek, amelyek jelentéstitűbbetet hordoznak magukban (egy adott rendszer elemeiként, ahogy *C. Lévi-Strauss* megmutatta). (34) Olyan jelentéstitűbbetet, amely túlmutat saját (természettudományosan feltárható) struktúrájukon, s túl a jungi kollektív tudattalan ösképein is. A középkorban a szent tárgy önmagán túlmutatva valami „másnak” a létezését fedte fel, jelként funkcionált. Ez a szentség egyben a lét alapja is volt (az adott rendszerben). „Ami a profán szférához tartozik, annak nincs része a létben, mert a profánt ontológiailag nem

Bonyolítsuk tovább a képet, s valljuk be: amit kamaszként-diákként-hallgatóként a tananyagban joggal megnyomorítónak, feleslegesnek, életidegennek, csak pedagógiai praktikának, iskolai alproblémának, tudálékoskodásnak, hülyeségnek, haszontalannak éreztünk, s amiről azt gondoltuk, hogy megtanulásának semmi más célja sincs, csak az, hogy majd felmondjuk az iskolában, azt a tananyagot ma tanárként magunk is tanítjuk (persze, megtoldva további korszerű ismeretekkel).

Hogy miért tesszük? Érveink, ha most vállalkoznánk megfogalmazásukra, nagyon gyengék lennének. Talán ilyenfélék: mert azt tanították nekünk a felsőoktatásban, hogy ezt tanítani kell, mert mindez az általános műveltség része; mert hát mi is kibírtuk, mi is meg tudtuk tanulni (könnyen felejtiük, hogy a nagyobb részét, annak ellenére, hogy tisztességgel igyekeztünk tanulni, inkább megúsztuk, mint megtanultuk); semmi kárunk nem származott belőle, hogy van, hiszen tanítjuk; íme, az oktatás egyik szép circulus vitiosus.

alapozza meg semmiféle mítosz, nincs semmi példaadó mintája” – mondja *Eliade*. (35)

Tud-e tehát a tudomány efféle jelentést adó teret létrehozni a dolgok köré? Vagy már létre is hozott? Vagy egyáltalán nem ez az (egyik) feladata? A vallásra kell ezt hagynia? (36) S mit tegyen az, aki, mint én, ateista, de látni szeretne egy ilyen teret?

Két eltérő eredetű és értelmű példát hoznék fel – egy konkrétat és egy általánosat –: az előbbiként gondoljunk például arra az evolúciós és ökológiai aspektussal is rendelkező genetikai (szupraindividuális biológiai?) térre, amelyben ma az egyedek–populációk–fajok–magasabb rendszertani/ökológiai egységek, mint egyszeri, megismételhetetlen elemek feltűnnek, s amely alapján eszmei értékek rendelhetők az egyes egységekhez (amit a természetvédelmi törvények még számszerűsíteni is tudnak); az utóbbiként nézzük a tudó-

mány mai társadalmi felhasználását (s most erre nagyon tág értelemben gondoljunk, egészen a világ megértéséig), amely szintén teremt egy értékelő teret.

De akar-e az iskolákba bebástyázott, a tudomány eredményeinek óriási mennyiségével szemben tehetetlennek bizonyuló, önmagát látni alig képes, vadhajtásokkal virágzó, az oktatásban hókuszpókuszokkal mitologizáló, s önmagát, talán *Max Weber* óta, filozófiailag is megalapozottan értékmentesnek tartó tudomány tudomást venni egy ilyen jelentést adó térről? S ha igen, mihez kezdjen ezzel a térrel?

S kérdezzünk még tovább: adhat-e/hogyan adhat a tudomány jelentést úgy, hogy közben minden más jelentés lehetőségétől megfosztja a dolgokat? De adhat-e e nélkül? Az lehet, hogy nem akar, de hogy nem is tud? Nem hiszem...

Leszek Kołakowski bájos és kissé frivol könyvecskéjében – Kis előadások nagy kérdésekről – aggódva tekint a matematikára [mint az objektív és megkérdőjelezhetetlen, értékmentes, örögi (37) tudomány ősképe – s hát nem ilyen ma a természettudományok iskolai/társadalmi/tudományon belüli képe?] és a misztikára (mint a szélsőségesen szubjektív, s ezért szent és érinthetetlen bizonyosság ősképe). Szerinte, az e két területhez való reális viszony hiánya az, ami korunk emberének két életveszélyes népbetegségét okozza; a reális viszony hiánya az, ami a szcientizmushoz és az okkultához vezet. Az az ember, aki-ben nem a tudomány emberközeli (hanem a kritikától magabiztosan elzárkózó, agresszív és értékmentes) képe él/lakik, az vagy a hit erejével imádjá azt, vagy a problémák és bizonytalanságok láttán kiábrándulva elfordul tőle, s a biztonságot adó okkultban keres megnyugvást. Mindkettő meglehetősen egzaltált viszonyt tükröző állapot. De nem illet sugall/alakít ki ma a tudomány az iskolában? Persze, ez az állapot (életrajzilag is detektálhatóan) nagy tettekre sarkallhat embereket, de ebben a viszonyban elvesz az autonóm személyiség, elvesz az emberi dimenzió (vö.: a tudós élete mint követendő példa, a tudós mint példakép...)

Kołakowski írja: „Ahhoz, hogy emberek maradjunk, normális emberi sorsként kell elfogadni létünk esetlegességét, amely mind a matematikában, mind Istenben megszűnik... mindebből az esetlegességből semmi sem maradna, a kimondhatatlan isteni egységben és az örök matematikai törvényekben mindez megsemmisülne. Ha megvalósulna, amit Musil hőse megjövendöl, az a világ végét jelentené.” (38)

Megjelenjenek-e az oktatásban a tudomány normái?

A tudományt mint a társadalomba ágyazott tevékenységet, kétféle etikai rendszer tagjaként szemlélhetjük, amelyek egymással csak áttételesen vannak kapcsolatban. Ezen két etikai rendszer egyik eleme a tudomány immanens, a tudományos tevékenység belső működésére, a másik eleme az extraterritoriális világgal (a társadalom tudományon kívüli részével) való kapcsolatra vonatkozóan rögzít kötelezettségi viszonyokat. (39) A tudomány reflektív megismerése (s nem csak passzív befogadása) elképzelhetetlen az ezekben a rendszerekben működő normák bemutatása, tudatosítása nélkül (ahogyan a tudomány által feltárt tudás, a tudományos magyarázati elvek, a tudomány szervezeti rendszerének, az ezt irányító törvényeknek a bemutatása nélkül sem).

Feyerabend írta: „A tanulók kritikai érzékét csakis egy intellektuális magatartás nagyon szűk keretei között fejlesztik, egy lépést sem tesznek annak érdekében, hogy a tanulóknak magára erre a magatartásra is rálátásuk legyen.” (40)

Még a tudomány belső világában is elfogadott, hogy a tudományos tevékenységet szabályozó normák ismerete fontos részét képezi a tudomány ismeretének. Ezeket a normákat a tudósjelöltek szocializációjuk, a tudományos közösségekbe való integrálódásuk során (tehát intézet/csoport- és situáció-specifikusan, nem abszolút módon) sajátítják el (persze, a legkevésbé sem direkt-explicit módon). (41)

A tudományt kívülről szemlélő állampolgár számára e normák ismerete tehát azért lehet fontos, mert ezek tudása részét képezi azon ismereteknek, amelyek alapján kritikailag

tud viszonyulni a létrehozott tudáshoz, a tudományos tevékenységhez, illetve a tudomány szereplőéhez. Másrészt ezen normák ismerete is szükséges ahhoz, hogy valaki szabadon és tudatosan választhassa (élethivatásként, pénzkeresetként, tájékozódási pontként) a tudományt. Ha tehát valóban megvan a tudományra való rálátás igénye, akkor az elegendő indoknak látszik arra, hogy a természettudományos képzés tartalmába egyenrangú elemként (vagyis nem apró betűvel, vagy még úgy sem) beemeljük a tudományos tevékenységet irányító normákat (minimálisan legalább mondjuk ki ezeknek a normáknak a létét). Ezért talán szükséges lenne, hogy az oktatás ne csak implicit módon vállalja a tudomány normáinak bemutatását, még ha ezek a normák ellentmondásosak (normák és ellennormák egyszerre határozhatják meg a cselekvést), rejtettek, teljességükben bizonyosan leírhatatlanok is, és a tudománytól pedig idegen e normák (szigorú) tudatossá tétele.

Amíg a belső etikai rendszer léte és fontossága nem kérdőjeleződik meg, addig a tudomány szereplői nagyon gyakran a második, az extraterritoriális rendszer pusztá létezését is tagadják, illetve negatívan minősítik, a tudomány szabadságát (függetlenségét, eredendő ártatlanságát) féltve tőle. (42) Mindenki számára ismerős a felkiáltás: „A politikának (a társadalomnak) nincs joga – saját értékeire/érdekeire hivatkozva sem – korlátozni a tudományt! Amiben dönthet, és amiben felelőssége van, az csak a tudomány produktumainak elfogadása/alkalmazása.”

E hozzáállás ellentmondásossága abban is megmutatkozik, hogy 1. a magát erkölcsileg semlegesnek tartó tudomány jogot formál arra, hogy minden (a kultúra más területéről érkező) kijelentést megítéljen (látszólag azon az alapon, hogy kiállná-e egy egzakttudományos ellenőrzés próbáját); 2. ma már a tudományt megvalósító technika és maga a tudomány elválaszthatatlanul egymásba fonódott (vagyis nincs olyan tudományos megismerés, amelynek eredményéről a technikai alkalmazás előtt társadalmi diskurzust lehetne folytatni).

A (természet)tudomány a kultúra minden területén agresszívan utat tör a maga számára, s mindenben kizárólagos ítézőként kíván jelen lenni. Figyeljük meg a tudomány szereplőit: mindig akad, aki hitelesnek érzi magát olyan szerepkörben is, ahol művészetről, hitről, misztikáról, érzelmekről, történelemről, politikáról, erkölcsről, gazdaságról, tájékoztatásról, pedagógiáról vagy bármiről véleményt kell mondani. E tulajdonsága miatt elítélhető lenne a tudomány, de ez nem elég, és szükségtelen is, hisz ez minden ideológia sajátossága, vagyis a másik oldal is folyton a tudományba kíván beleszólni (az extraterritoriális etika, illetve a finanszírozás és a törvénykezés oldaláról). Addig nincs baj, ahogy Feyerabend többször hangsúlyozta, (43) amíg valamely oldal kizárólagosságra nem tesz szert a másik felett. Tehát a tudomány tanításának okán fel kell készíteni mindenkit arra, hogy számíton rá: (mint korábban/ma a vallás) napjainkban a tudomány mindenbe igyekszik belebújni, és saját belső etikája szerint igyekszik ítéletet mondani mindenről, miközben önmagát – hivatkozván a tudomány szabadságára – egy erkölcsileg kívülálló, független és egyedül hiteles szereplőként kívánja bemutatni.

A tudomány tanítása kapcsán ezt az agresszív hozzáállást kell közvetíteni (mert ez a tudomány sajátossága)? (44) Hiszen a kereszténység sem arra neveli híveit, hogy teljes megértéssel, toleranciával és elfogadással viszonyuljanak a rivális ideológiákhoz? De egy világnézetiileg semlegesnek mondott iskola lehet-e a tudományt mindenek fölé állító ideológia közvetítője? (45)

Összefoglalásként: Vannak-e valódi alternatívák a természettudományos oktatás tartalmi megújítására felmerülő válaszok között?

Most végül, befejezve e szöveget, sokkal cinikusabban is kérdezhetnék: látszik-e a jelenben valami válasz arra a kérdésre nézve, hogy a jövő természettudományos oktatása ki-juthat abból a válságos, csödközeli helyzetből, amibe ma jutott? (4) Talán. Szűkítsük le azon-

ban most a kérdést (ahogy eddig is megpróbáltam) a tartalmi elemekre, s bízunk a válaszban, ha nem is látjuk még azt világosan (hiszen enélkül értelmetlen lenne kérdezni is).

Az előzőekben feltett kérdésekre adandó válaszokon gondolkodván, három út látszik kirajzolódni (amelyek persze nem különböznek radikálisan). Az első két megoldás lényegében egy-, illetve többirányú tartalmi revíziója-kibővítése egy, az oktatás jelenlegi gondolati struktúrájára támaszkodó tartalomnak (aminek elvithatatlan pozitívuma, hogy mégiscsak működik valahogy). A harmadik megoldás a tartalmi növekedés elutasítását, s ezért egy, a korábbtól sokkal inkább különböző rendszert képvisel (ki tudja, működne-e?).

1. A hagyományos oktatásnak az iskolás tudást/iskolatudományt közvetítő szerepe továbbra is az egyik követhető út maradhat. Ha nem kérjük számon az általános képzésen (mert a szakképzés feladatába utaljuk) azt, hogy komolyan megalapozza a tanuló iskolán kívüli cselekvését, problémamegoldó képességét, hogy személyiségében az additív kötődésen túl integrációs alapot is nyújthasson, akkor a korábbi (a jelen?) állapot tartósítható és (többé vagy kevesebbé) eredményesen művelhető (az eredmény itt nem más, mint az emlékezet és a gondolkodás fejlesztése egy talán szükségtelen tartalom segítségével).

A jövő (a jelen?) iskolájának szembe kell néznie azzal, hogy a szakképesítés nélkül betölthető állások száma elenyésző, (47) így az általános képzés leértékelődik. Ez tehát e megoldás felé terelhet minket. De szembe kell nézni azzal is, hogy a természettudományos általános műveltség, amely a szaktudományokat–felsőoktatási stúdiumokat leképező tantárgyakban jelenik meg a közoktatásban, egy afféle didaktikai műtermék, amely inkább gátja, mint segítője a világban való eligazodásnak, és gátja (mert iszonyatos szellemi teher/elvesztegetett időt igényel az elsajátítása) a szaktudományokban való piacképes elmélyedésnek is. Mi a szerepe hát akkor? Hogy munkát és látszólag értelmes elfoglaltságot adjon az oktatás eddigi szereplőinek (a tanároknak és a diákoknak)?

2. Lehetőség van arra is, hogy a korábbi tantárgyi keretek megtartásával, de az oktatási tartalom korszerűsítésével, a valódi tudomány (s nem csak a pusztá tudás) iskolába való bevitelével és egy ezzel párhuzamos teljes és radikális didaktikai reformmal optimalizáljuk az iskolai ismeretszerzést/tanulást, s így csökkentjük a terhet, amivel a valóban szükségesnek látszó tudás megszerzése jár. Így olyan kiművelt emberfőket kaphatunk, akikről valóban elmondható, hogy a társadalmi elvárásoknak megfelelően általánosan műveltek, s olyan ismeret- és jól fejlett képességhalmazzal rendelkeznek, amely alapján tudományosan is helytálló képük van a mindennapok világáról, s amely képre a szaktudományok is bátran építhetnek. Ezen embereknek nemcsak a tudásról, hanem a tudomány működéséről is reális képük van, így élethivatásként is tudatosan és szabadon választhatják azt.

Tehát talán erre is van lehetőség. Talán. Mert igény bizonyosan van.

3. Védekezhet-e úgy a jövő iskolája (mert a mai bizonyosan nem teszi) a természettudományos tananyag növekedése ellen (ami talán a csőd okozója), hogy a hagyományos, szaktudományos tartalmakat integráló tantárgyak (a biológia, kémia, fizika, földrajz) helyett az általános képzésben csak természetfilozófiát (természettant), tudományfilozófiát-tudományelmélet-tudománytörténetet (tudománytant) oktat? (S emellett csak fakultatív keretek között vállalja a szaktantárgyakat. Vagyis valóban csökkenti a tananyagot.) A tudománytan és a természettan tárgyak így nem kell, hogy összesítsék a szaktudományos műveltséget (tehát nem valami NAT szerinti „természetismeret műveltségi területet” felvállaló integrált tárgyak), hanem a tudomány korábbi, kontemplatív feladatának megfelelően, a világ megértésének és leírásának alapjaira (természetfilozófia), illetve másrésztől (az ezt már túlhaladó mai, nagyrészt ipar-foglalkozás-pénzkereset-szerűen is üzőtt) tudomány működésének, érvelési rendszerének, magyarázati elveinek, történetének, hatalmi viszonyainak (stb.) alapjaira (tudománytan) mutat rá (a teljesség mindennemű igénye nélkül). Emellett bizonyosan van igény egy olyan – nevezzük most így – fizikai társadalomtanra is, amely a mindennapokban alkalmazott tudományos (tudományos-technikai) eszközöket mutatja be; de nem a korábbi, szaktudományos módon, vagyis nem a bennük rejlő tudomány feltárásával (hisz ez a végte-

lenbe mutat), hanem az eszközök felhasználási módja, használatuk célja, következménye, mi-kéntje felől közelítve. (E tárgy – műveltségi terület? – integráns részét kell, hogy képezze például az ökológia is, amely így szintén nem számszerűsített populációdinamikát jelent.)

Miért tűnik lehetetlennek elképzelni egy olyan iskolát, amely nem oktatja mindenkinek egyformán részletesen a körmozgást, az elektromágneses indukciót, a kovalens kötést, a fotoszintézis biokémiáját vagy a hegységképződést?

„Az iskolának kellene adnia egy nagyon szűk keretek között mozgó fundamentumot, s erre ráépülve bekalandozni a tudomány, a szellem, a művészet világába, megmutatva azt, hogy a különböző korok tudása hogyan bizonytalanodik el, hogyan alakul át újabb nagy kérdésekké, bizonytalanságokká. Talán kevesebb tekintélyelvű ember nőne fel egy ilyen iskolában.” (48)

Miért tűnik elképzelhetetlennek egy olyan tanterv alapján szabályozott közoktatás, amely nem tekinti a társadalmi érettség közös feltételének a szaktudományok befogadhatatlan adatsokaságát? Azért, mert sokkal könnyebb adatokat tanítani és számon kérni és osztályzatra átváltani, mint elveket, elméleteket, világképelemeket? Vagy azért, mert még mindig az a modernista eszme él bennünk, hogy bármiféle csökkenés a fejlődés megtorpanásához, leépüléshez és pusztuláshoz vezet? Vagy talán azért, mert nem erre van társadalmi igény? – Fene (se) tudja...

Fejezzük be ismét Feyerabendet idézve: „A nevelés célja majdnem mindenki szerint az, hogy a fiatalokat megismertesse az étellel, tehát a társadalommal, amelyben születtek, és a fizikai univerzummal, amely e társadalmat körülveszi. A nevelés módszere pedig az, hogy megtanítanak nekik néhány alapvető mítoszt... A mítoszok ismeretében a felnőtt mindent meg tud magyarázni (vagy legalábbis tudja, hol lehet részletesebb információkhoz jutni): a felnőtt ura a természetnek és ura a társadalomnak. (...) De nem ura annak a mítosznak, amely a megismerését irányítja.” (49)

Jegyzet

(1) Jelen írás azt az ősrégi, a tanítás tartalmára vonatkozó tantervelméleti kérdést kívánja szándékoltnan nehezebben – elgondolkodásra, továbbgondolkodásra kényszerítőbben – megválaszolhatóvá tenni, hogy melyek azok a szempontok, amelyek alapján meg tudjuk határozni azt, hogy a tudományból mit kell beemlíteni az általános képzés tananyagába; vagyis mi az, ami alapján dönteni tudunk arról, hogy mit tanítsunk?

„Tanítsuk azt, ami társadalmilag (és az egyén fejlesztési céljából) fontos, és az életkori sajátosságoknak megfelelő” – hangzik a tradicionális, igaz, bár a konkrét döntésekben alig-alig használható, tehát mindenképp kibővíten-dő válasz; hiszen például társadalmilag, ha akarom, minden emberi tudás fontos, s ha akarom, szinte bármít partikulárisra – nem általánosan fontossá – minősíthetek. Teljesen egyetértek Henchey és Feyerabend véleményével, hogy ma a (tudomány)tanítás tartalmát kijelölő tanterv egy társadalmi mítoszt közvetít (a tudományosság mítosza ez), amely magának (az igazság mitikus-magabiztos birtoklásából fakadóan) kizárólagosságot igényel, redukcionista és kikerülő a más értelmezések és a zavaró anomáliák lehetőségét. – Ma tehát ilyen. De milyen lesz a jövőben? Ez a kérdés. A kizárólagosságra való törekvés erősödik-e majd meg, vagy van valami más út is? – vö.: HENCHEY, N.: *Curriculum as Myth*. McGill Journal of Education 1981. 3. sz.; FEYERABEND, P.: *Milyen lesz a tudományfilozófia 2001-ben. A késő újkor józansága I*. Szerkesztette: TILMANN J. A. Göncöl, Bp. 1994. S még egyszer hangsúlyozom: még a kijelentő mondataim mögött is bizonytalanság és kérdések sokasága húzódik. Először ezeket a kérdéseket szeretném világosan látni. S akkor, egyszer talán, majd meg is tudom válaszolni őket... a válaszok azonban, úgy vélem, távol állnak mai pedagógiai konvencióinktól.

(2) Az „általános képzés” terminust a szövegben a közoktatásban folyó, nem szakspecifikus, egy általános műveltség kialakítását megcélzó nevelés-(oktatás) értelemben használom.

(3) Az „egész életen át történő tanulás” megelőző iskolai tanulás végességére gondolok itt.

(4) Bizonyos, hogy a sokat hivatkozott vándoradat – egyik ősforrás talán a matematikus John S. Griffith számítása(!) (= Short Term Processes in Neural Activity and Behaviour. Szerkesztette: HORN, G.–HINDE, R. A. Cambridge University Press, 1970), amely szerint agyunk kapacitása kimeríthetetlenül nagy (Griffith szerint 10^{11} – 10^{14} bit) – félreértések sorozatán alapul, s pedagógiai relevanciája nincs. Minden tényleges kísérleti ellenőrzést és hitelességet nélkülöznek az olyan kijelentések, amelyek szerint agyunk lehetőségeinek csak alig 10–17–25%-át használjuk – lásd pl. HÁMORI J.: *A veszélyeztetett értelem*. Kozmosz, Bp. 1985. 41. old. –; Griffith számításának abszurditását mutatja, hogy olyan tárkapacitást tételez fel, amely 500–500 000-szer annyi információmennyisé-

get jelent, mint a teljes *Encyclopaedia Britannica* (ilyen nagy számnál már nem érdemes firtatni, hogyan mérhetjük a szövegbe foglalt információt, s mennyi benne a redundancia). Ezzel persze nem azt kívánom mondani, hogy kellően átgondolt módszerek alkalmazásával, megfelelő motivációs bázis megteremtésével, s a játékra és a pihenésre fordított idő tanulásra való használásával a diákok által elsajátítható tananyag nem növelhető; csak azt mondom, hogy az növekedés nem végtelen, határaival számolni kell.

(5) Most, hogy leírtam: minden csínját-bínját, feltűnt, mennyire idejétmúlt lett ez a kifejezés. Csak a nyelvi divat változott volna meg?

(6) Nézzük meg az (új) *Zootaxonomía* könyvet, amelyet huszonhárom jőnévű szerző alkotott meg (= *Zootaxonomía*. Szerkesztette: PAPP L. Állatorvostudományi Egyetem, Bp. 1996). De nem tárul más kép elénk, ha mondjuk az *SH-atlasz* kötetekre tekintünk. Ezekben – a maguk nemében jó és szükséges könyvekben – az összegzés, a korábbi idők szellemét idéző címek ellenére, nem fog át egy nagyobb tudományterületet és meg sem közelíti a tudomány általános (összegzett) ismeretanyagát [pl. a biológiai tudományokkal kapcsolatos ismeretek 5(–7) címmel és 8(–10) kötetben jelentek meg az *SH-atlaszokban*, s ezek közül csak az egyik viselte a *Biológia* címet, s még e kötetek mellett is olyan területek, mint a taxonómia, az összehasonlító állatélettan és szövettan vagy a géntechnológia alig nyertek említést].

Ha talán ösztönösen és még bátoratlanul is (de annál sikeresebben), egy új típusú tudásrendszer és tudománykép mutatkozik meg azonban egy másik sorozatban (amely talán útmutatója lehet a jövő kontemplatív tudományosságának). A *Világ – Egyetem* sorozatra gondolok, amely már a kötetek címeiben sem kíván a hagyományos kézikönyvek követője lenni. Szentágothai János írta az első kötetek egyikének ajánlásában, hogy a sorozat „bepillantást nyújt a bennünket körülvevő világba, s mindenki egyetemének »tankönyveiként« adja közre a modern természettudományok legújabb eredményeit s az általuk sugallt korszerű világgépet”.

(7) VEKERDI L.: *Az általános műveltség és a felsőoktatás*. = uő.: *Tudás és tudomány*. TypoTEX, Bp. 1994.

(8) HENCHEY, N.: *Az általános képzés koherenciája felé*. = *A közoktatás világgépe*. Szerkesztette: CSOMA GYULA. Gondolat Kiadó, Bp. 1985, 67. old.

(9) Hasonló problémát (is) feszeget Szentágoth Pál a történelemtanítással kapcsolatban az Iskolakultúra 1998. 5. számában (79–82. old.)

(10) Ehhez lásd még pl.: VEKERDI L.: *A tudománytörténet-írás történetéről*; ill.: uő.: *Praesens imperfectum: töredékek a tudománytörténet-írás jelenéről*. = uő.: *Tudás és tudomány*, i. m.

(11) LYNCH, K.: *The Image of the City*. MIT Press, Cambridge 1960. – Itt azonban már a tartalom felől a módszerek felé közelítünk, erről pedig most nem szeretnék szólni. Fontosabb kérdés ez annál, mint hogy röviden elintézzük.

(12) Itt a modern szó jelentése Nádasy Á.-féle tartalomleíró értelemben való használatot tükrözi. – NÁDASY Á.: *A modern és a belőle képzett fogalmak jelentés- és használatátörténete*. Replika, 1998. 30. sz., 33–40. old.. Maga a főcím szószerkezete („a tudomány tanítása”) is utalás egy, (reményeiben) modernné tett tartalmú természet-tudományos oktatásra.

(13) Lásd ehhez: CHARGAFF, E.: *Kommentár a proscéniumban*. = *A késő újkor józansága*, i. m.

(14) Itt a lakatosi értelemben vett „progresszív kutatási program” használati módja szerint értelmezve a progresszív jelzőt. – L.: LAKATOS IMRE *tudományfilozófiai írásai*. Atlantisz, Bp. 1997, 82. old.

(15) Erre mondja Lakatos valahol, hogy a tudományos elméletek nem elhalnak, hanem kihalnak.

(16) Védekezésül mondom: soha nem voltam olyan diák, aki helyből visszautasította az iskolai tudást; sőt, kritikusan ugyan, de mohón tanultam, legyen szó matematikai analízisről, irodalomléletről, munkavédelemlről, munkaszervezéstanról, növényrendszertanról, politológiáról..., de legtöbbször csak azzal tudtam vigasztalni-biztatni magam, hogy amit megtanulok, abból talán majd még kétszer-háromszor levizsgálhatok... Aztán persze jön majd a(z) édes és felszabadító) felejtés. Már diákként félelmetesnek éreztem azt az információmennyiséget, amiről úgy gondolták (egyenként) a pedagógusaim, hogy befogadhatok (persze, mindig csak a töredékét tudtam ennek elsajátítani – pedig mind a tizenhét, felsőoktatásban töltött félévem kitűnő vagy jeles volt).

– „Annyi mindennek a kényszerű tárolása nem tesz jót a rendszernek. A felejtés képessége fontos, éppoly fontos, mint a tárolás képessége. Az agy egész kiterjedt gátlóeszközökkel rendelkezik az új információ központi raktározásának megakadályozására.” – ROSE, S.: *A tudatos agy*. Gondolat Kiadó, Bp. 1983, 297. old.

(17) Idézésre érdemes beismerő vallomás egy tudóstól (s nem tudományfilozófustól): „Mire a tudós túljut a beilleszkedési folyamatán, már nagyon nehezen tud gondolatilag, választásaiban és emlékeiben letérni arról a kutatói kényszerpályáról, melyet agyának plaszticitása jelölt ki számára.” – Uo., 300. old
S a tanár?

(18) MARSHALL, P.: *Nincs helyed a temetőben*. Európa Könyvkiadó, Bp. 1974, 273. old.

(19) KUHN, TH. S.: *A tudományos forradalmak szerkezete*. Gondolat Kiadó, Bp. 1984.

Feyerabend és Lakatos Imre írásai mellett a következő művekre utalhatnék még: FARKAS J.: *Pörlekedő tudáselméletek*. Gondolat Kiadó, BME, Bp. 1994; SZEGEDI P.: *Perlekedő tudáselméletek*. Buksz 1996. 4. sz., 454–460. old.

(20) Vegyük észre, azzal, hogy az eddig el nem ért világra hivatkozva magyarázzuk az elrészelt, azzal megteremtjük annak a lehetőségét, hogy elérjük azt. Így hatol a tudomány az általa teremtett világ mélyére.

(21) LAKATOS I. *tudományfilozófiai írásai*, i. m., 37–38. old.

(22) KUHN, TH. S.: *A tudományos forradalmak szerkezete*, i. m., 23. old.

(23) A feltárható tények száma végtelen: például egy erdőben (s milyen sok erdő van) a talaj minősége megvizsgálható három-négy („reprezentatív”) ponton és időben; de ha bármi okból több adatra van szükség (mert például munkát, megélhetést, pozíciót, tudományos címet, tekintélyt, hatalmat kell biztosítani, mert publikálni kell, értelmes munkát kell adni a hallgatónak), akár több ezer ponton és másodpercenként is mérhetünk. – Vö. pl.: ANDRIKOVICS S.–SEBŐ P.: *Az egerszalók-demjéni hőforrás hidrokémiai viszonyai*. Acta Acad. Paed. Agriensis 1998, Sectio Zoologicae, 63–73. old. – (Az adattermelés automatizálásával az így létrehozott információ elvált teremtőjétől, s anélkül sokasodik – vagy akár még fel is dolgozódik, újabb adatokat szülvé, és publikálódva –, hogy nagy részére valaki valaha is figyelmet fordítana.) Talán itt csíphetjük fölön azt, aminek az iskolába hatása ellen pedagógusként tiltakozni kellene.

(24) Egy példa a biokémia születése és a (szak-)biológiába(-ákba) olvadása. (Összehasonlítható például Györfly Barna 1948-as *Biológiájának* biokémiája és az *SH-atlasz Biológiájának* biokémiai szemlélete.)

(25) FEYERABEND, P.: *Milyen lesz a tudományfilozófia...*, i. m., 201–202. old.

(26) Vö. WITTGENSTEIN, L.: *A bizonyosságról*. Európa Könyvkiadó, Bp. 1989; pl. 109–110., 273–276., 403–407., 552. stb. paragrafusokkal.

(27) Lásd: POPPER, K. R.: *A tudományos kutatás logikája*. Európa Könyvkiadó, Bp. 1997; LAKATOS IMRE *tudományfilozófiai írásai*, i. m.

(28) Hisz ma a tudományt szinte azonosítják minden emberi ismeretszerzéssel és -feldolgozással.

(29) Például minek másnak, ha nem e magabiztoság megnyilvánulásának kell tekinteni az olyan megnyilatkozásokat (egyébként a tudományban tiszteletreméltó, a belső normák szerint megbízható, tisztességes, komoly és nagy tettek végrehajtott tudós férfiktól), mint hogy: „A tudományos követelményekkel igazolt felismerések [mivel igazolt?] könyvtárnyi bizonyítéka nem vehető össze egy eredetileg nyolcszáz oldalas könyv kétségeivel. Képtelenség arra vállalkozni, hogy a tudományos tévutakat, a ma már ellenőrizhetetlen eredményeket tételesen cáfoljuk. (...) Hittel nem lehet, s nem is érdemes vitázni, mert hiszünk abban, hogy az evolúció legfőbb mozgatója az állandóan változó sokféleség. Tudjuk, hogy a tudomány igazsága már embert juttatott a Holdra és atombombát dobott Hirosimára.” – *Természet Világa*, 1998. 5. sz., 234. old.

Miről is olvastunk? S persze, összevethetők a bizonyítékok és a kétségek. Lehet, hogy egy tudományos szakfolyóiratban nincs helye egy ilyen összevetésnek, de az ismeretterjesztésben és az oktatásban igencsak lenne. (Persze, a másik oldal sem adja alább. Például idézhetjük az egyik legjobb védekező/elhárító – talán épp a tudománytól ellesett? – gondolatot: a „laikus – kívülálló, hozzánemértő, negatív előítéllettel viseltető – hallgass, ne kritizálj!” felszólítást. – Lásd ehhez pl.: CSABA GY.: *Csillagjósolás. Legenda és valóság*. Minerva, Bp. 1986.

(30) Zavarodottságra és kilátástalanságra vezet, ha a már Platónnal is megismerhető utópista fogással a jövőt olyanok képzeljük el, mint amilyenek a múltat szeretnénk látni, s ennek a soha nem létezett múlt-jövőnek a jegyében rajzoljuk ki a jelen iskolájának a feladatát. Egy reális jelen és (egy feltételezhető, nem idealizált) jövőképre lenne szükség... – vö. *Üzenet a pompeji strázsáknak*. Beszélgetés Szabolcsi Miklós akadémikussal. Új Pedagógiai Szemle, 1996. 2. sz., 25–32. old.; SCHWARTZ, P.–LEYDEN, P.: *Nyakunkon az aranykor*. 2000, 1998. 1. sz., 3–13. old.

(31) Ezekhez a kérdésekhez lásd: IMHOF, A. E.: *Elvesztett világok. Hogyan gyűrték le eleink a mindennapokat – és miért boldogulunk mi ezzel oly nehezen...* Akadémiai Könyvkiadó, Bp. 1992; PRIGOGINE, I.–STENGERS, I.: *Az új szövevény. A tudomány metamorfózisa*. Akadémiai Könyvkiadó, Bp. 1995.

(32) OLIVEIRA LIMA, L. DE.: *Archaikus iskola, kreatív iskola*. = CSABA GY.: *Csillagjósolás*, i. m., 37. old.

(33) Vö. pl.: NAGY J.: *Értéksemlegesség, világnézeti semlegesség a mai iskolában*. Új Pedagógiai Szemle, 1992. 4. sz., 34–39. old.

(34) LEVI-STRAUSS, C.: *Responses a quelques questions*. Esprit, 1963. 1. sz., 637–639. old.

(35) ELIADE, M.: *A szent és a profán*. Európa Könyvkiadó, Bp. 1987, 88–89. old.

(36) Nem lehet, hogy ne utaljunk itt az angyali Pierre Teilhard de Chardin munkásságára – lásd pl.: TEILHARD DE CHARDIN, PIERRE: *Az emberi jelenség*. Gondolat Kiadó, Bp. 1973; uő.: *Út az Ómega felé*. Szent István Társulat, Bp. 1984.

(37) „A matematika erkölcsileg közömbös; maga az ördög, ahogyan elképzeljük, kiváló matematikus lehet.” – KO, AKOWSKI, L.: *Kis előadások nagy kérdésekről*. Európa Könyvkiadó, Bp. 1998, 122. old.

(38) Uo., 125. old.

(39) JONAS, H.: *A kutatás szabadsága és a közjó*. = *A késő újkor józansága*, i. m., 32–47. old.

(40) FEYERABEND, P.: *Milyen lesz a tudományfilozófia...*, i. m., 191. old.

(41) Ezen normák a tudományos tevékenység mindennapjainak – az experimentális tevékenység szabályainak, a szakmai kommunikációnak és publikációnak, a tudománynépszerűsítésnek, a belső finanszírozásnak és jutalmazásnak, a tudószerepeknek, az érvelési eljárásoknak, a hagyományhoz való viszonyoknak, a tudósképzésnek, a problémakeresésnek (stb.) – (meglehetősen nagy részben való) meghatározásán át, mint az intézményesült értékek közvetítői, a tudomány belső struktúrájának kialakításában döntő jelentőségűek.

A normákra és a tudomány etikájára vonatkozóan lásd pl.: MULKAY, M. J.: *Science and the Sociology of Knowledge*. G. Allen and Unwin, London 1979; MANNHEIM K.: *Ideológia és utópia*. Atlantisz, Bp. 1996; *A késő újkor józansága I*. i. m.

(42) Vö. pl.: *Deklaráció a klónozás és a tudományos kutatás sérthetlenségének védelmében*. *Természet Világa* 1998. 4. sz., 169. old.

- (43) Lásd pl.: FEYERABEND, P.: *A relativizmus elemei*. Medvetánc, 1985. 4–1986. 1. sz., 47–53. old.; uő.: *Hogyan védjük meg a társadalmat a tudománytól?* Replika 1994. 6. sz., 15–25. old.
- (44) „Valóban tragikomikus, hogy közben a világ másmerre halad. A természettudományok, a »hard« tudományok centrális helyzete megingott, és a technológia közvetítésével ható pusztító következményeit fölsímték mind a radikálisabb tudományfilozófusok, mind pedig az antiscience mozgalmak képviselői. A természettudomány mint mindent megoldó »deus ex machina« ma már nevetséges! Féltő, hogy megint aszinkronban vagyunk a valósággal.” – ZSOLNAI J.–ZSOLNAI L.: *Mi a baj a pedagógiával?* Tankönyvkiadó, Bp. 39–40. old. (lásd még a *Mely értékeket?* című fejezetet is!)
- (45) Vagy kérdezzünk más irányból: Egy erkölcsileg egyre inkább hagyományok nélkülivé váló világban (hisz nagyapáink, apáink, tanáraink, a tíz évvel idősebbek, de még csak a néhány héttel előtünk járók is még egészen más feltételek között éltek; ez az, ami feljogosít minket arra, hogy megtagadjuk erkölcsüket) teremthet-e, példát adhat-e hozzá, megalapozhat-e a tudomány egy új erkölcsöt (mert talán a tudományon belül van hit az állandó értékekben)? Túlmúthatat-e a tudomány (a tudomány személyiségünk valamiféle példakép funkcióján át) e tekintetben önmagán? Nem rideg, embertelen és álhumánus ez az erkölcs? Vagy ez még mindig jobb a semminél? – Vö.: KENDE P.: *Etikai támpontok egy amorális világban*. 2000, 1998. 7–8. sz., 9–15. old.
- (46) Valóban adós maradtam ennek a helyzetnek az elemzésével, de még csak a teljes leírásával is. Ez külön történet lenne. Tanárként azonban, remélem, elemzés nélkül – csak utalásokból – is érzékelhető és tudatosítható az anómia. Olvasnivalót azonban ajánlhatok (további irodalmakkal): *A közoktatás világproblémái*, i. m.; QUICKE, J.: *Self, Modernity and a Direction for Curriculum Reform*. British Journal of Educational Studies, 1996. 4. sz., 364–376. old. ld.: ZSOLNAI J.–ZSOLNAI L.: *Mi a baj a pedagógiával?*, i. m. stb.
- (47) SCHWARTZ, P.–LEYDEN, P.: *Nyakunkon az aranykor*, i. m., 10. old.
- (48) *Ars vagy science – avagy tényleg baj van-e a pedagógiával?* Beszélgetés Juhász Nagy Pállal II., Új Pedagógiai Szemle, 1992. 6. sz., 42. old.
- (49) FEYERABEND, P.: *Milyen lesz a tudományfilozófia...*, i. m., 201. old.