Természettudományos írástudás

MARX GYÖRGY

Az Ókorban olyan lassú volt a változások üteme, hogy állni látszott az idő, a halandók, az uralkodók végső célja a halhatatlanság volt. Ezt az életérzést fejezte ki az Ókor művészete: az építészet és a szobrászat. A szobor volt az ember modellje. Az Ókor időtlen világmodelleket készített a valóságról: amit az Ókor tudománya ránk hagyott, az a geometria volt meg a statika. Márványba vésték az erkölcsi parancsokat is. Ebben a világban jól működött a családi nevelés: a fiatalok utánozták az atyát, az atya volt számukra a tekintély. Évezredeken át nagyon sikeres kultúra volt a mediterrán kultúra.

500 évvel ezelőtt jöttek a felfedezések: Columbus egy *új világot* fedezett föl, világkereskedelem született, majd ipari forradalom. Az új ízlést a barokk fejezte ki, ahol a *mozgás* már szép kategória volt, Shakespeare jött és Monteverdi, dráma és zene, az időbeli művészetek. A tudományban a dinamika, az idő irányának felfedezése, majd a fajok eredete jött, az új hősök Newton és Darwin voltak, díszsírhelyeket érdemelve ki a Westminster székesegyházban. Az ember modellje ekkor a *gőzgép* volt, amelyik tüzelőből vagy táplálékból mozgást teremtett. Mivel az iparosodás folytán a társadalomban is megindultak a mozgások, a családi nevelés már nem volt alkalmas az igények kielégítésére. A társadalom felfedezte az *iskolát*, ahol időről-időre megújított tankönyvekből, tantervekből a tanár mindig a kor színvonalának megfelelő ismereteket adott, a *tanár* nagyobb tekintély lett, mint a nagypapa. Áthelyeződött a történelem súlypontja. Mindezt az *atlanti kultúra* valósította meg sikeresen.

Már elég öreg vagyok, így mondhatom, hogy az én életem során robbant be a társadalomba a modern tudomány által létrehozott magasszintű technika. Az autó, repülő, televízió, fax, számítógép, fogamzásgátló egy vagy két év alatt mélyebb változást hozott a mindennapi ember életébe, mint korábban egy-két nemzedék. A hidegháborút nem tömeghadseregek nyerték meg tankokkal és bombákkal, hanem a telekommunikáció és a magasszintű technika. Neumann János mondta, hogy az ember modellje a *számítógép*, melybe mindig új programot lehet betölteni, és felgyorsítva játssza le akár a csillaghábORút, akár a biológiai evolúciót, akár a mesterséges intelligenciát.

A haladás üteme gyorsabb lett, mint a nemzedékváltás ritmusa. Ez konfliktusokat idézett elő, a régi módszer, hogy az *érettségi* vagy a *diploma* egy jogosítvány, hogy ne kelljen többet tanulni, csődöt mondott. Ebből az ellentmondásból adódott a generációs ellentét, elidegenedés, elszaladó fiatalok, magára hagyott öregek, a társadalomból való kivonulás, a hippimozgalom, a kábítószerek, a tetoválás, a terrorizmus. Ezek mind az *atlanti kultúra válságának a kifejezői.* Ma a fiatalok többre értékelnek egy rocksztárt, mint egy tudós öreget, mert az ő érzésüket fejezi ki jövőérzékenyen. Egy új társadalmi modellt kezdtek keresni, melynek megvalósítására egyes közgazdászok szerint a *csendes-óceáni kultúrának* van esélye.

Hangoztatni szeretném azt, hogy nálunk sokat beszélnek országos politikai *rendszerváltásról,* de ezenközben talán egy ennél hatalmasabb *korszakváltás* megy végbe a világban, mindenütt keresik az új társadalmi modellt. Gazdag országok értékálló bankókra természettudósok képeit rakják rá, az angoloknak jó Newton vagy Faraday, az olaszoknak Galilei és Volta, az osztrákok még modernebbek, ők Schrödingert teszik a ban-

kókra. Tessék ezt szembeállítani a mi Nemzeti Bankunk döntésével: olyan „parvenü internacionalista" alakokat, mint Bartók Bélát, le kell venni, és a „modern idők" szellemében Anjou Károly királyt kell a helyébe tenni a magyar bankóra.

Szeretnék valamit mondani az erkölcsi nevelésről. Az öregek úgy képzelik, hogy meg kell tanulni a kőtáblára vésett morális szabályokat. De mindnyájan tudjuk, hogy a fogamzásgátló meg az AIDS sokkal jobban befolyásolta a fiatalok erkölcsi viselkedését. El lehet képzelni, hogyha jövőre feltalálják az AIDS gyógyszerét, az a szexuális kultúrát megint át fogja alakítani. De van egy másik nézőpont is. Ha én nagyfogyasztású autót vagy füstölgő gyárkéményeket üzemeltetek, akkor az a széndioxid-termelés és üvegházhatás miatt majd egy emberöltő múlva Hollandiában és Bangladesben olyan áradásokat fog csinálni, hogy gyerekek fognak belepusztulni. De a bíróság nem ítél el engem, mert 10 liternél többet fogyaszt az autóm. Ezek a problémák jogilag nem oldhatók meg, csak erkölcsi neveléssel. A fluor vegyületeknek a használata hűtőszekrényekben, légkondicionálókban ugyancsak 10-20 év múlva szétrombolja az ózonpajzsot, az áthatoló ultraibolya sugárzás további 10-20 év múlva okozza a bőrrákot, mert ennyi a lappangási idő. Magyarországon a huszonévesek bőrrákja három-négyszeresére ugrott föl – ez azt jelenti, hogy ezek a huszonévesek tizenéves korukban sokat napoztak. Az ózonpajzsot akkor az a freon lyukasztotta ki, amelyet a 60-as években Amerikában gyártottak és eregettek a levegőbe. Az erkölcsi nevelés, ha realisták vagyunk, már nem prédikációk szintjén megy, hanem egész más szinten. Talán nemcsak hittan-, irodalom- és történelemórákon, hanem biológia és fizikaórákon is. Keresnünk kell tehát egy új társadalmi modellt.

A posztindusztriális társadalom modelljét nehéz megtanítani, mert még nem tudjuk, hogy milyen lesz a 21. század technikája és társadalma, de néhány dolgot lehet mondani.

Az *egyik:* párhuzamos időcsatornák lesznek, mint egy avantgarde regényben. Egyes országok még a 18.-19. században fognak élni, ahol régi könyvekbe írt abszolút parancs, vagy történelemben tanult országhatárok távolabbra való tolása marad vezérlő elv. Más országok viszont a 20. vagy 21. században léteznek, a globális információ korában. De egy ember fejében is együtt él még, hogy minél több legyen az enyém, minél több beosztottnak dirigálhassak a hivatalban, de ugyanakkor tévét használok és számítógépet, 19. századi mentalitással beülök egy nagyteljesítményű autó volánja mögé, azt gondolva, hogy „én akkor vagyok igazi férfi, ha mindenkit lesöprök az útról". Ez a konfliktus akkor válik igazán tragédiává, ha a generálisok kezében marad (19. századi mentalitással) 21. századi fegyverek indítógombja.

A *második:* a pluralitás. A biológusok nem győzik hangoztatni, hogy változó éghajlat alatt a választék fenntartása, a biodiverzitás létkérdés. Ugyanilyen módon változó intellektuális éghajlatban az ideák pluralitása lesz fontos, tisztelni kell a véleménykülönbségeket. Tudnunk kell azt, hogy meg kell tanulnunk tűrni az ellentmondó modelleket. Ezek egymás mellett futnak, mert mindegyik megragad valamit a valóságból, és mindegyiket kell használni.

A *harmadik*: az információ. Régen nálunk is azzal mérték a termék értékét, hogy hány kiló. Most kedves kollégák, ha vesznek egy fényképezőgépet, vagy videokamerát, nem aszerint értékelik, hogy mennyi vas van beleépítve, hanem hogy mennyire okos. Az energia- és anyagmennyiség helyett az információtartalom lett az értékadó. Ez nagyon jó hír, mert az információ olyan, hogy nincs rá megmaradási törvény; energiát, vasat importálni kell, de információt itthon is lehet teremteni.

Az Orosz Fizikai Társaság elnöke mondta azt Budapesten, hogy „uraim végetért a hidegháború és ki nyerte meg? Japán és Németország". Elkezdődött egy újabb hidegháború az Egyesült Államok és Japán között. Ha beszélget az ember amerikaiakkal, leszólják, hogyhát rémes ez a Balkán, Magyarország stb., hogy törzsi ellentétek dúlnak, mint az indiánoknál; de tessék rájuk kérdezni: a japánokra utalva rögtön gyűlölet villan a szemükben, alsóbbrendű ördögöknek tekintik őket. Tehát ismét igen kényes helyzet áll elő. A Nyugat szívesen elszörnyed a Holocaust vagy a boszniai népirtás hallatán. Igen: Észak-Amerika már 150 éve kiirtotta az indiánokat, Észak-Írországban protestáns angolok és katolikus írek gyilkolják egymást, Franciaországban nincs jog a baszk nyelv használatára.

Figyeljünk egy kicsit saját magunkra is önkritikusan. Most fölvételi vizsgák folynak, fölvételi vizsgákra készülnek a gyerekek. Tudják, hogy ilyen típusú példákat kell megoldani,

hogy kell törteket papíron összeadni, vagy egyenáramú áramköröket kiszámítani, csigasort használni, és így tovább. Ezeket kell nekik magolni, hát mert a fölvételi a fontos. Lelkesen vagy nem lelkesen ezt teszik – hát Önöknek is vannak gyerekei. De a mai gyerekek egy olyan világban élnek, ahol tizenévesek közt kicsit más szavak fordulnak elő. Olyan szavak fordulnak elő, amik, hogy úgy mondjam, nem minden gimnáziumi tankönyvben vannak benne, de az újságokban vagy a fiatalok egymás közti beszélgetésében mindennaposak. Ezeket a szavakat a felnőttek nem biztos, hogy értik, de a fiatalok biztosan. Előfordulnak-e majd ezek a Nemzeti Alaptantervben?

Jöjjünk haza Magyarországra. Volt egyszer egy századforduló, száz évvel ezelőtt. Nagyon érdekes időszak volt. Volt császár és király, voltak dzsentri földesurak, akik azután lecsúsztak és bürokraták lettek. Közben megérkezett az ipari forradalom. Eötvös József bevezette a kötelező közoktatást, a zsidókat emancipálták, közben mellékesen dicsőségesen megszálltuk Boszniát. A milleniumi világkiállításon 100 éve Eötvös Loránd eszközeit állítottuk ki! Majd Szarajevóban történt valami Ferenc Ferdinánddal, megüzentük az I. világháborút, el is vesztettük. S akkor volt egy nagyon érdekes év a magyar történelemben. Hol IV. Károly, hol Károlyi Mihály, hol Kun Béla, hol a megszálló csapatok tábornoka, Horthy Miklós dirigált, és mindez egy éven belül! Aztán rögtön jött 1920-ban a numerus clausus, (elsőként a világon). Tessék észrevenni, az akkori fiataloknak mindig megtanították a *végső igazságot* és az havonta *más* volt. Ezt nevezi a pedagógia „ingergazdag" környezetnek, amely önálló gondolkodásra, kritikai érzékre, kreativitásra nevel. Úgy is lőn.

Hevesy György, aki a radioaktivitást elkezdte tanulmányozni, rájött a radioaktív nyomjelzőre és vele az anyagcserét, az élete végén pedig már a rákot kezdte kutatni. Komoly gondban vannak a nyugati tudománytörténészek, hogy Hevesy György kémikus volt-e, fizikus, geológus, biológus vagy orvos.

Szilárd Leó abból indult ki, hogy a tárgyak szétesnek, elbomolnak, a világban önként nő a zűr (szakszóval: entrópia), az értelem viszont tud rendet teremteni. Azután fölfedezte az atomreaktort, utána olyanokkal kezdett foglalkozni, mint az öregedés genetikája. Hogy ugye ő fizikus volt-e, vagy feltaláló, vagy biológus, el lehetne rajta vitatkozni.

Neumann János, akit matematikusnak mondanak, föltalálta a számítógépet, megtanulta hozzá az elektronikát, azután a számítógép aggyal való kapcsolatát elemezte. Élete végén például azt, hogy a koreai háborúból nem lett világháború, azt Truman elnök Neumann János számítógépes modellezése alapján döntötte el.

Bay Zoltán elektronokkal foglalkozott, de mellékesen ki kellett találnia a radart, mert az amerikaiak bombázták Budapestet. Ekkor egyszer csak eszébe jutott, hogy ezt a Holdra is lehet irányítani, és megindította az űrkorszakot.

Szent-Györgyi Albert orvosként indult, anyagcserével kezdett foglalkozni, a sejten belüli oxidációval. A C-vitamin kapcsán rájött, hogy az elektronoknak döntő szerepe van, 50 évesen elkezdett kvantummechanikát tanulni, és a végén elméleteket fejlesztett ki, hogy a rákot mi okozza. Mi volt Szent-Györgyi szakmája? Utolsó budapesti előadását az Atomfizikai Tanszéken tartotta az elektronspirál-rezonanciáról. Ezek az „őrült magyarok" ebben az „ingergazdag" környezetben születtek. Itt nevelkedett ez a *nagy generáció.*

Egy örömhír, uraim és hölgyeim: most is „ingergazdag" a környezet, ha a kedves kollégák nem vették volna észre. Olvassuk, hogy a magyar nemzet ezer éves, és hogy Trianon átka ül rajtunk, meg olvasunk a keresztény erkölcs tízparancsolatáról, de ugyanakkor dicsőítjük a magántulajdont és a piacgazdaságot, azt tiszteljük, akinek a pénze sok, nem nézvén, hogy csinálta. Olvasunk az európai integrációról meg utópista szocializmusról, viszont mindenki vikendházat és Mercedest akar venni. Hát ha nem vennénk észre, ezek is mind értékrendek, amelyek egyszerre léteznek, egyikről sem mondhatjuk azt, hogy nem igaz. Mindről érezzük azt, hogy igaz, annak ellenére, hogy egymásnak ellentmondani látszanak. Mi az, amit legkevésbé láthatunk előre Magyarországon? Hát nem a holnaputáni (V. 29-i) választási eredményt, hanem a múltat. Ez havonta változik: a magyar történelem visszamenőleg át- meg átíródik, mint Orwell regényében (1984).

Van egy kőtáblába vésett parancsolat: *tiszteld atyádat és anyádat, hogy hosszú életű légy a Földön. Szilárd Leó* javasolt egy másik változatot: *tiszteld a gyermeket, hallgasd a szavait figyelmesen és végtelen szeretettel szólj hozzá.*

Azt mondtam, hogy egy ingergazdag környezet jót tesz. Mert ez a XXI. század. Azt hiszem, hogy tényleg jót tesz. Egy amerikai professzor barátom panaszkodott, hogy pang a gazdaság, és a fiataloknak nincs kedvük dolgozni, elfordulnak az igényes tanulmányoktól. Javasoltam neki: próbáljanak ki egy Hitlert és Sztálint ők is! Volt tavaly a Nemzetközi Fizikai Diákolimpia. Az Egyesült Államokban volt, tehát nem magyar fölvételi vagy egyéb kelet-európai trükk befolyásolta. Amerikaiak adták a problémákat. 40 országból az 5-5 legjobb gyerek vett részt. 3 aranyat egyedül Oroszország és Magyarország hozott haza. Most tessék elgondolni, az 5 legokosabbat kellett 250 millió orosz, és 10 millió magyar közül kiválasztani. A 25 év alatt a Nemzetközi Diákolimpiák élén a Szovjetunió, Kína, Magyarország, Anglia járnak. 1994-ben már Kína tarolt. Tessék a lakosok lélekszámával összehasonlítani, mert mindenünnen 5 diákot kellett kiválasztani. De felidézhetjük azt is, hogy tizenéves sakknagymesterek közül első volt *Bobby Fisher*, azután korban rávert (a férfiak mezőnyében) a nála fiatalabb *Polgár Judit*, Polgár Juditra is rávert a még fiatalabb *Lékó Péter*. Szeretném kérdezni, (ugye most sok kitüntetést lehet kapni), vajon a bonyhádi aranyérmes fizikai diákolimpiás, *Katz Sándor* kapott-e kitüntetést, vagy Lékó Péter kapott-e kitüntetést a kormány javaslatára a köztársasági elnöktől? Kapott-e kitüntetést, aki őket nevelte, *Polgár László* vagy *Jurisits József?* Mindenesetre amerikai lapokban előkelőbb helyen szerepelt a nevük, mint nálunk.

Nézzünk szembe magunkkal. Azt hiszem, hogy jó ennek a tanácskozásnak az időzítése, (és nagyon gratuláltam már Zsolnai József barátomnak, hogy mostanra teszi), mert valamilyen értelemben itt az igazság pillanata. Báthory Zoltán megengedi, hogy IEA-babérokat idézzek. Az IEA a 80-as években felmérte az átlagos gyerekek matematika-tudását 14 éves korban. Tessék megnézni a legjobb itt „véletlenül" aritmetikából Japán, geometriából Japán, algebrából Japán és mérésekből Japán. Magyarország sem rossz, például geometriából Magyarország a második, és mérésekből is második. Futottak természetesen még alacsonyabb rendű országok, mondjuk, mint Anglia vagy az Egyesült Államok. De 18 éves korban matematika: véletlenül első Hong-Kong, Japán, jóval hátrébb van Magyarország algebrából. Geometriából Hong-Kong, Japán vezet, lemaradva Magyarország. Függvényekből Hong-Kong, Japán a listavezető, Magyarországnak pedig sikerült Thaiföld *mögé* kerülnie. A magyar újságok ezt a 14 és 18 év közti lemaradást nem hangsúlyozzák. Hadd idézzem inkább *Kemény Jánost*. (Kemény János az, aki Amerikában a BASIC nyelvet megalkotta). A matematika-oktatásra azt mondta, hogy a matematika az egyetlen tudomány, amit 14 éven keresztül lehet tanulni, anélkül, hogy bármelyik XIX.-XX. századi téma előjönne az oktatásban.

Nézzük meg ezek után a természettudományos helyezéseket. 10 éves korban Japán Finnország, Korea, Svédország, Magyarország az élmezőny. 14 éves korban Magyarország, Japán, Hollandia az élmezőny, Egyesült Államok is létezik azért *valahol* hátul. 18 éves korban biológiából Szingapur, Hong-Kong, Anglia, Magyarország az élmezőny. 18 éves korban kémiából Hong-Kong, Anglia, Szingapur; Magyarország kémiából egy kicsit hátul van. (Ennek egyébként tudjuk az okait.) Fizikából Hong-Kong, Anglia, Magyarország, Japán, Szingapur. (Tudni kell azt, hogy a brit oktatási rendszerben a felső középiskolában 3 tárgyat elég tanulni, mondjuk angolt, matematikát, fizikát. Magyarországon 9 tárgyat kell tanulni, de a brit oktatási rendszer is jobban működik Hong-Kongban, mint Angliában). Tehát ez volt a helyzet a 80-as évek végén.

91-ben a sorrend a következőképpen alakult természettudományból is: Korea, Taivan, Svájc, Magyarország, Szovjetunió, Izrael, hátul kullog az Egyesült Államok. Mi lehet emögött? Jó-e a természettudomány a társadalom számára? Van-e az idézett helyezéseknek valami köze ehhez a társadalomhoz? Közgazdasági tény, hogy a nemzetközi fölmérésekben természettudományi oktatási teljesítményekben sikeres országok, Japán, Korea, Kína produkálja az új gazdasági csodákat. Pungor Ernőtől kaptam egyébként, a múlt héten jelent meg, a Wirtschaft nevű német gazdasági lapban, hogy mi az országok külgazdasági versenyképességének a sorrendje. Ma az élen Egyesült Államok, Svájc, Japán, Belgium, Németország, hátrább van valahol Korea és huszonnyolcadik Magyarország. Mi lesz 2005-ben, tíz év múlva? Az élmezőny ez lesz: Korea, Kína, Izrael, Szingapur, Japán, Hong-Kong. Mintha korrelálna az előbbi felmérésekkel. Magyarország keményen tartja a 28. helyét itten, de Svájc mögénk csúszott, és az Egyesült Államok is jól leszakadt. És ez egy német gazdasági prognózis.

Többen idézték a 70-80-as évek lelkes hangulatát, amikor oktatási megújulásról beszéltünk. Mi lett ennek a hatása? Hogyan alakult a 14 éves átlaggyermek válasza 70-től 80-ig ugyanazon kérdésekre? Tíz év különbség, egész más a gyerekanyag. Közben volt egy Akadémiai Oktatási Bizottság és az akkori miniszter úr reformtantervet vezetett be. Hogyan tükröződik ez a nemzetközileg szervezett fölmérésekben? A biológia 70-től a 80-as évek elejéig felment, azután stagnált, a reform biológiából a 70-es évek táján volt. A kémia felment tovább 1980-ig, azután javult, a reform az 1980-as évek elején volt. A fizika nem emelkedett olyan látványosan 83-ig, mert akkor a nemzetközi felmérés a régi tanterv utolsó évét mérte fel. De 1983 után bejött a fizika-reform és az 1980-as évek végére ugrott fel a teljesítmény. A National Science Foundation által preferált felmérés igazolta azt, hogy jók az Akadémia által sugallt és a Minisztérium által elfogadott természettudományos reformtantervek, *objektív eredményt* hoztak!

A tankönyvek kereslete úgy alakult, hogy mikor a 80-as években megjelent egy tradicionalista, meg egy avantgarde tankönyv, 50-50%-ban vették, később azonban a tradicionalista tankönyv kereslete lezuhant. Nem a tanárok, hanem a diákok érdektelensége miatt!

A Művelődési Minisztérium nyíltan-titokban, de hozzáférhető módon számontartja az iskolák sorrendjét: a legjobb iskola az, ahonnét a gyerekeknek a felét fölveszik az egyetemre, a leggyengébb iskola az, ahonnan csak egy-két százalékot. Az iskolák „minisztériumi" sorrendje, és a nemzetközi felmérés szerinti teljesítmény nem mutat korrelációt. A National Science Foundation által patronált felmérés más szempontokat tekint, mint a magyar egyetemi felvétel.

Tudjuk, hogy több országban már az óvodába is csak felvételivel lehet bekerülni. Itt még egy csomó megoldatlan probléma van. A hagyományos iskola célja a *társadalmi reprodukció* nemzedékről-nemzedékre. De a mi mai tanítványaink a XXI. századot fogják formálni. Ezt egy osztrák barátom mondta, hogy ne felejtsük el, hogy tíz év múlva azt fogják mondani a gyerekek, hogy a relativitáselmélet, meg az atomenergia, meg a DNS, meg a számítógép csupa *múlt századi dolog, ami az öregeknek való.* Ezek pár éven belül *múlt századi* fogalmak lesznek! De hogy tanítsuk meg a gyerekeket a jövő fizikájára, vagy természettudományára, ha nem tudjuk, hogy 10-20 év múlva mi fogja hajtani az autókat (az biztos, hogy nem benzin). Miből csinálják a villanyt (biztosan nem szénből vagy olajból). Milyen lesz az éghajlat? Olajbogyó fog teremni, vagy lesz még kukorica is a disznóknak, hogy karajt együnk vasárnap? Mivel fogják vívni a háborúkat, milyen eszközökkel? Ezt ki tudja? Valami háború lesz azért a jövő évszázadban is, de hogy milyen? Mik lesznek az erkölcsi normák? Ez nagyon szorosan összefügg az AIDS gyógyíthatóságával! És mi fog történni a határokkal? Lángolni fognak vagy eltűnnek? Ezt nem tudjuk megmondani. Mégis a jövőre kell felkészíteni a gyerekeket, mert lesz egy *szép új világ*!

A természettudományos nevelés célját úgy fogalmaztuk meg még a szépemlékű akadémiai bizottságban, hogy a tudomány egy *érdekes cselekvés*, amiben mi is, diákjaink is érdekeltek. Az ember a *természet és a társadalom édes gyermeke* és nem kiüldözöttje, a világot emberivé alakítani nem a természet legyőzése által lehet, hanem *a természet megismerése által.* A XXI. század nem katonai verseny lesz, hanem sokkal inkább *gazdasági, végső soron informatikai verseny.* És a döntőképes demokrácia feltétele az, hogy az emberek értsék, hogy *mi fölött döntenek.* Ne legyenek manipulálhatók sem Paks és Ófalu, sem Bős és Nagymaros ügyében.

Jelenleg ma Magyarországon a fizikatanárok közt erős a véleménykülönbség (nem tudom hogy kell finoman mondani a veszekedést?). Van egy olyan axióma a fizikakönyvekben, hogy ha egy test csúszik egy másik testen, a *súrlódás, független a felülettől.* Ez benne van a fizikakönyvekben, *eszerint kell megoldani a példákat felvételin is.* Hát akkor tessék mondani, mindegy-e az, hogy valaki lefekszik a jégpályán, vagy a korcsolyáján szalad? Az Ohm-törvény azt mondja, hogy *az ellenállás független az áramerősségtől.* Ha ez a tankönyv-törvény igaz lenne, egy tranzisztor sem működne. Állandók-e a kémiai elemek? Hát a konnektorból a villanyáram fele onnan jön, hogy a kémiai elemeket megváltoztatják: Pakson uránból bárium és kripton lesz. Változatlanok-e a fajok? Hát tudjuk azt, hogy (én éppen utána néztem bizonyos modellezési okokból), az AIDS és az influenzavírus azért is veszélyes, mert évről évre nagyot tud változni. Hogy a háromszög szö-

változtatják: Pakson uránból bárium és kripton lesz. Változatlanok-e a fajok? Hát tudjuk azt, hogy (én éppen utána néztem bizonyos modellezési okokból), az AIDS és az influenzavírus azért is veszélyes, mert évről évre nagyot tud változni. Hogy a háromszög szögeinek összege 180 fok, ezt többen tanulták. De hogyha ezt a háromszöget megcsinálják fénysugarakból, akkor könnyű tapasztalatilag kimutatni, hogy nem annyi. Na most ezek olyan axiómák, amikre katekizmust építettek a természettudományi tankönyvek, hinni kell bennük,mert egyébként nem mennek át a felvételin, nem kerülnek be az egyetemre. Ez végzet, valami nagy könyvben vagy kőtáblán eleve lerögzítve, ami a teremtéskor a kezünkbe adatott? Vagy tapasztalat? Vagy csak egy közelítés? Erről általában nem szólnak a tradicionalista tankönyvek. Ez az egyik tábor, (meg is tudnám mondani, hogy az ország melyik részén dominál). A másik tábor kedvelt módszere a *modellalkotás.* A tapasztalatból és a megfigyelésből kell kiindulni, meg kell mondani, hogy most milyen szempontból nézzük. Ki kell választani a céljainknak megfelelő, bennünket épp érdeklő változót, a változóra vonatkozólag egy prediktív működési modellt kell megalkotnunk a fejünkben, a modell jóslatait kell kísérletileg ellenőrizni. Meg kell keresni a *modell határait,* a határon belül alkalmazni kell. Nem szeretném, hogyha valaki úgy építene hidat, úgy használna bizonyos képleteket, hogy ne tudná, hogy a képlet mikortól kezdve *nem érvényes.* És a határon túl újra kell kezdeni a kutatást. Tehát a másik tábor szerint a *megismerés lépcsőfokait,* a *megimerés módszerét* kell bemutatni, mert ezzel kell majd a tanítványainknak kiigazodni a XXI. században. Azt kell mondanunk, hogy az euklidészi geometria egy nagyon jó és viszonylag széles körben használható modell, de nem abszolút igazság. A merev test is, a biológiai faj is egy ilyen időleges és korlátozott modell. Akkor majd megértik, hogy a különböző újságok, vezércikkek, meg a különböző tantárgyak, a különböző nyelvek, a különböző nemzetek, a különböző vallások és a különböző ideológiák is *mind* nagyon értékes modellek, de egyik sem a teljes végső, örök igazság.

Én mondtam már egy európai összejövetelen (és nagyon furcsán néztek rám), hogy szerintem a Koránt az európaiaknak is kötelező tananyaggá kellene tenni, hiszen az iszlám ideológia erősen befolyásolja Európa sorsát. Komplementer modellekkel élünk, nem lehet azt mondani, hogy egymilliárd ember hülye, mert történetesen mohamedán, mint ahogy egyesek mondják egyes országokban.

A komplementer modellek ellentmondanak egymásnak és mégis igazak. Niels Bohr (aki a fizikában a komplementaritást bevezette) próbálta ezt megmagyarázni, a koppenhágai egyetem bölcsészettudományi fakultásán a profoknak. A következő példát használta: Mondjunk komplementer modelleket, amelyek ellentmondóak és mégis mind a kettő igaz. A jogi igazságosságnak mi a komplementere? Megválaszolta: a szeretet. Nincs értelme azt kérdezni, melyik az igaz. Mind a kettő igaz, és mégis konfliktusba kerülhetnek. Azt hiszem, hogy ez a tanítás aktuális ma Magyarországon is.

Egy magyar fizikatanár, aki egyébként utánam fog szólani, a tanítványainak a következő kérdést tette fel: a hit fontos érték. Mi a komplementer modellje? A türelem.

Most ez mit jelent, kicsit tudományosabban elmondva? A valóságban az egyénnek, a nemzetnek, az emberiségnek túl kell élni. Az állat már kifejlesztett egy idegrendszert, amelyik bizonyos változásokra reflexszerűen reagál, hogy kivédje vagy kihasználja a valóság változásait. Az ember fejlesztette ki a programozható idegrendszert, az agyat, amelyik különböző modelleket képes használni, változó modelleket, nemcsak örökölt modelleket. És meg tudja vizsgálni, hogy a valósághoz melyik, illik legjobban. Volt egyszer, hol nem volt, volt az emberi történetben nem is egy, hanem több korszak, amikor egy jól bevált modellt dogmának nyilvánítottunk, elfelejtve, hogy azt időről időre empirikusan ellenőrizni kell. És amikor a valóság elmászott a korábbi valóságtól, a dogma hatástalanná vált és vak követése katasztrófához vezetett. Mindenki, pártállásától függően gondoljon arra a dogmára, amit épp nem szeret.

Ezzel szemben minden gyerek tudja, hogy a gyerekjátékok a felnőtt viselkedés modelljei. Tudja azt, hogy egy matchbox autó nem egy Mercedes, tudja hogy a hajasbaba nem egy csecsemő, mégis tudja használni, hogy felkészüljön a felnőtt viselkedésmintákra. A gyerek az tipikus modellalkotó. Ezt Lánczos Kornél úgy fejezte ki, *hogy a lángelméhez a gyermek áll legközelebb.* Akkor ez mit jelent az iskola számára? Létezik *nor-*

matív iskola, amelyikben a tanár *közli* a *végső igazságot*, zárt végű kérdéseket tesz fel, igennel, vagy nemmel kell válaszolni, és azt a tanulót jutalmazza, aki hűen reprodukálja a tankönyv és a tanár szavait. Készen vannak a sémák, és a gyerekeket be kell ebbe gyömöszölni. Van *kreatív iskola* is, amelyik alternatív modelleket kínál, nyílt végű kérdéseket tesz fel, és eltűri azt a gyereket, aki a nem várt kérdést kérdezi.

Be kell fejeznem. Legyen szabad mostan néhány klasszikusra hivatkozni. Ady Endre írta: *„Szép szembeszállni ezernyi pokollal, s kis otthonunkban harcolni ki a rendet, mikor körülöttünk véresen loholnak népóriások, századok, világok, és trónok és ősi álmok rebegnek: keresni egy bús kis országnak az álmát."*

Egy másik változat: Paul Valery mondta, hogy *már a jövő sem a régi.* Neumann János mondta, hogy *a haladás ellen nincs orvosság.* Szent-Györgyi Albert (a Vietnam elleni amerikai háború, Johnson elnök Amerikájában mondta): *„Olyan felnőttek vezetik a világot, akik agya lemerevedett az atomkor előtt. A gerontokrácia jól működik lassú sodrású korokban, amikor a fő cél az értékek megőrzése, de a gerontokrácia nagyon veszélyes lehet gyors változások idején, amikor a túlélés a változó körülményekhez való gyors illeszkedésen múlik. A mai szülők a kozmikus kor előtt születtek, de gyermekeik már a kozmikus korszak fiai és leányai. Ők már kitörnek, önmagukat tanítják, megteremtik önnön világukat. Az ifjúság a jövőnk reménye."*

Hadd idézzem Békesi György Nobel-díjast az 1940-es évek végi Magyarországból: *„A kísérletek túlélik a politikusokat."*

Végül szeretnék még idézni egy teljesen modern pedagógust: *„Ne higyj el semmit csak azért, mert mondták neked, vagy te így képzeled. Ne fogadd el, amit a tanító mond csupán az iránta való tiszteletből. De ha gondos megfigyelés és elemzés győz meg róla, hogy az valóban minden létező javára szolgál, akkor fogadd el a tanítást, ragaszkodj hozzá és legyen a vezetőd."* Ezt a tanítót úgy hívták, hogy Buddha, 2500 évvel ezelőtt élt.