

Történeti szemlélet a természettudományok tanításában

Historical Wievpoint in the Teaching of Sciences

Punct de vedere istoric în predarea științelor naturale

CSORBA F. László

Eszterházy Károly Egyetem Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet
1074 Budapest, Rákóczi u 70-72.
<https://uni-eszterhazy.hu/csorba.laszlo@ofi.hu>

Abstract

The historical thinking in the teaching of the natural sciences can be useful in three ways. On the one hand makes it easier to create links between different disciplines, especially when they has developed at the same time from common ideas (paradigmas). On the other hand these method shows the sciences as a part of the entire culture. Thirdly, since the students, at least temporarily, should be to re-establish themselves on the known researchers thought back-to-back but often conflicting paradigms, evolving at the same time our empathy and our culture of discussion. The historical approach today is a programme of advice worth considering László Németh developed and applied in practice.

Rezumat

Punctul de vedere istoric în predarea științelor naturale este benefic din trei rațiuni. În primul rând ușurează legătura dintre ramurile științei, pe urmă deoarece prezintă științele ca o parte a culturii deschide ochii elevilor pentru a vedea cercetarea științelor ca o parte a culturii. În al treilea rând elevii trebuie să se poziționeze măcar temporar în postura celor care discută păreri contradictorii. Această abordare se datorește scriitorului László Németh.

Összefoglaló

A történeti szemlélet a természettudományok tanításában három szempontból hasznos. Egyrészt megkönnyíti a különböző tudományterületek közti kapcsolatteremtést, különösen, ha azok egy időben, közös alap gondolatból (paradigmából) fejlődtek ki. Másrészt, mivel a tudományokat a kultúra részeként mutatja be, fölnyitja az ily módon tanulók szemét arra, hogy a természet rendjének kutatását, mint a teljes műveltség egy szeletét lássák. Harmadrészt, mivel a tanulóknak, legalább időlegesen bele kell helyezkedniük a megismert kutatók egymásra épülő vagy egymással versengő gondolataiba, egyidejűleg fejlődik vitakultúrájuk és empátiakészségük. A történeti megközelítés ma is megszívlelendő programját Németh László dolgozta ki és alkalmazta a gyakorlatban.

„A műveltség eszerint annyit jelent: mint azt a történeti helyet, amelyen mint ember, honpolgár, szakember állok, történelmileg – tehát a múltból kifejtve (s persze a jövő felé nézve) megérteni. ... A gimnázium ezt a történeti helyérzéklet adná meg – nem úgy, hogy egy látásmódot rövid tételekben rákényszerít, hanem úgy, hogy megtanítja: a körötte levő eredményekben a nehezen kicsikart s újra megvívandó vagy tökéletesítendő történeti vívmányokat látni, a magánéletéről is mint a történelem atomjáról gondolkodni.”

NÉMETH László: *Pedagógiai töredék*¹

1. A történeti műveltség problémája

A történeti műveltség, NÉMETH László gondolatát egy szóban összefoglalva: helyzetfelismerés. A felismerés pedig a teljesebb egység meglátása, az időben, térben és megjelenési formájában távoli részek egésze ötvözésének képessége. Fejlesztéséhez szükséges időrendi sorok, térbeli mintázatok és oksági láncolatok elemzése is, de ezek nem öncélúak, hanem eszközök a jelen megértéséhez és a jövő tervezéséhez. A megértés nehézségét a magyarázatok körkörösége jelenti, hiszen a jelent a múlt alapján kívánjuk magyarázni, a múltat pedig a jelen magyarázó elvei, keretei között értelmezzük. Az elkövethető két fő hibára POLÁNYI Mihály hívta fel a figyelmet.²



Németh László emléktáblája a nagybányai református templomban (A szerző felvétele)

A racionalista (más szóval pozitivistá) kiindulópont szerint a kutatás módszerei és a bizonyítás elvei időtlen érvényűek, ezért a jelenhez vezető út zsákutcái az elért eredmény ismeretében bizvást elhagyhatók. Az ismeretek téglaként épülnek egymásra, a tudománytörténetből a múlt rekonstrukciója során végül maga a történet tűnik el. A racionalista tudománytörténet-fölfogás hibaforrása az egyoldalúság. A múlt jelenségeit magyarázhatjuk mai elméleteinkkel, de ugyanezen elméleteket nem, vagy csak kellő tisztelettel alkalmazhatjuk múltbéli gondolatok magyarázatára. A mai „atom” nem azonos DÉMOKRITOSZ „atomoszával”, a mai „evolúció” fogalma sem azonos a papirusztekercsek kigöngyölítésének, evolúciójának jelentésével.

A másik szélsőség, amit POLÁNYI relativizmusnak, túlzó historicizmusnak nevez. A relativista kutató a múlt paradigmáit, magyarázó elveit összemérhetetlennek tartja a jelen paradigmáival. A paradigmaváltásoknak, a tudományos forradalmaknak (KUHN³) ezért inkább történelmi-szociológiai okait keresi, a szemléletváltások eredetét nem a tudományok belső fejlődésével magyarázza. A végletesen relativista tudománytörténetből így végül eltűnik az (egységes) tudomány, marad a pusztá történet.

A kétféle, szembenálló egyoldalúságot LAKATOS Imre kísérelte meg összebékíteni a „kutatási program” fogamával.⁴ Eszerint a gondolkodás története párhuzamosan futó, egymással versengő „programok” – gondolati vezérfonalak – szövedéke, melyek közül adott korban az válik uralkodóvá, amelyik több új problémát tud fölvetni és megválaszolni. Ez a dinamikus leírás azonban kevésbé alkalmas a versengést mindig kiegészítő, sőt azt felülmúló együttműködés magyarázatára, a programok párhuzamosan futó száaira merőleges keresztfonalak jellemzésére. Márpedig éppen ezek a keresztkapcsolatok

adják egy-egy kor műveltségének mintázatát, azt, hogy abban egy résztvevő, „mint ember, honpolgár, szakember” miként láthatja saját helyzetét és lehetőségeit. Ha ezen keresztkapcsolatok hálózatát is meg kívánjuk jeleníteni, ki kell lépnünk egy-egy szaktudomány nyelvi kötöttségei közül, figyelmet kell fordítanunk a szavak és képek közötti asszociációkra is. A 18-19. századi tudomány nyelve ezen szövedékmodell szerint a gondolkodásnak csak egyik eleme, amely maga is a gondolkodás története során alakult ki.

2. Akhilleusz pajzsától a Gaia hipotézisig

Az Íliász híres részletében Akhilleusz remekművű pajzsán egymást kiegészítő körkörös mozgásokat idéz fel Homérosz.

*„Ötrétű lett végül a pajzs és jártas eszével
Héphaisztosz sok-sok gyönyörű képet kalapált rá.
Ráremekelte a földet, rá az eget meg a tengert
és a sohasempihenő napot is, meg a szép teleholdat.
S minden csillagot is, mely az ég peremét koszorúzza, (...)
Majd a nagy Ókeanosz bő áradatát remekelte
legszelebb peremére a szép és nagyszerű pajzsának.”⁵*

A csodálatos pajzsot maga Héphaisztosz isten készíti, s abban a görögök által lakott világ (az oikumené) érzékletes képét mutatja be. Az égi világ rendjét a pajzsán ábrázolt csillagok szabályos mozgása jelenti. A földlakók élete korántsem ilyen biztos: születés és pusztulás, háború és béke, bőség és nyomorúság, önfeledt tánc és cselvetés képei váltakoznak benne, látszólag kiszámíthatatlanul, mégis egy nagy, örvénylő körmozgás ütemét követve. A lakott világot – a pajzs peremét – egy mitikus tenger, az Ókeanosz veszi körül. Mint minden mítosz, Ókeanoszé is magába foglalta a tapasztalat elemeit. A görög hajósok – összegyűjtve a főníciaiak, egyiptomiak és barbár népek tapasztalatait is – tudták, hogy Héraklész oszlopain (a mai Gibraltáron) túl az Atlanti-óceán végtelennek tűnő vize kezdődik, mely északra és dél felé is folytatódik. Ismerték a Vörös-tengeren túl kezdődő Indiai-óceánt is. A fantázia segített abban, hogy e vizeket összekapcsolva egy közös tengert képzeljenek el, s azt Ókeanosznak nevezzék. Ókeanosz azonban nemcsak egy „nagy víz”, hanem istenség is. Mítosza mást, többet mond, mint amit a hiányos tapasztalatok egyszerű kiegészítése sejtet. „Bő áradata” egyfajta folyam, körmozgás, ahogyan a lakott világ életműködései is azok.⁶ A pajzsán ábrázolt három világot – a csillagokat, az oikumenét és az Ókeanoszt – a mítikus világlátás törvényei kapcsolják össze.

A kép azonban már az ókorban is megmozgatta a magyarázatot kereső elmét, így ARISZTOTELESZ Meteorologikájában már mint megfejtendő rejtvényre hivatkozik Ókeanoszra.

„A ható, döntő és első helyen álló ok a körforgás, amit a Nap mozgása kelt, s ami szétváláshoz és összekapcsolódáshoz vezet, ezáltal okozva a keletkezést és az elmúlást. A Föld nyugszik, de a nedvesség elpárolog róla a napsugarak vagy más, magasból jövő hő hatására, és fölemelkedik. De ha a meleg magasba emelkedik, részben ki is alszik, mert a vízgőz a magasban kondenzálódik – ez is egy formája a hővesztésnek – és így a levegőből víz lesz, ami aztán a Föld felé törekszik. [...] Amint a Nap követi saját pályáját az ekliptika mentén alacsonyabb vagy magasabb szintre emelkedve, úgy emelkedik és csökken a nedvesség köre is. Úgy kell elképzelnünk ezt, mint egy folyót, amelyhez a levegő és a víz is hozzátartozik, ami váltakozva emelkedik és süllyed. Ha a Nap közel van, akkor a vízgőz folyamszerűen a magasba tör, ha eltávolodik a Nap, akkor az eső hull folyamként alá. Ez örökké így megy végbe, megszabott rend szerint. A régiek Ókeanosz szava egyfajta rejtvény, s talán erre a folyamra gondoltak, amely körkörösén visszatér a földre.”⁷

ARISZTOTELESZ leírásának egységét nem a mítosz, hanem a mechanizmust vizsgáló szemlélet teremtetten meg. Ókeanosz isten-volta helyébe – vagy inkább annak kiegészítésként – a fölmelegedés-párologás-lecsapódás-hővesztés körfolyamata lépett. Bár a leírás szinte mainak, korszerűnek tűnik, valójában inkább „ókor-szerű”, a felvilágosult görögség műveltségét tükrözi. Az arisztotelészi szférikus leírás szerint az „őselemeknek” természetes helyük van, ahol nyugalomba kerülnek. A levegő helye a víz fölött van, ezért a vízre vagy földre nem nehezedik rá, nincs súlya, sem nyomása. A mozdulatlan, gömb alakú Föld körül keringő Nap mozgása miatt a változó fölmelegedés, azaz a „tűz” túlsúlya emeli ki az

elemeket természetes helyükről, és indítja meg a körforgást. HOMÉROSZÉHOZ hasonlóan ARISZTOTELESZ leírása is egységes egész-látáson alapul, ez adja erejét, szépségét, de ez jelöli ki korlátait is. Ez a kép a skolasztika próbálkozásai ellenére részleteiben nem reformálható meg. A mechanika korának tudósai éppen ezért a teljes arisztotelészi világgépet elvetették, és újat állítottak a helyébe. Az őselemek helyébe kémiai elemeket és vegyületeket (BOYLE, LAVOISIER), a súlytalan szférák helyébe a levegőre is ható gravitációt (PASCAL, NEWTON), a geocentrikus modell helyébe heliocentrikusat (KOPERNIKUSZ), a minőségileg különböző égi és földi mozgások helyébe egységes mechanikát (KEPLER, NEWTON). Az egész Földre kiterjedő szél- és vízkörzési, valamint a lemeztectonikai rendszert olyan fogalmak segítségével írták le, mint a nyomás, a sűrűség, a fajhő, a viszkozitás, a súrlódás és a tehetetlenség.

A 20. században a szabályozottság felismerése, a kibernetika és rendszerelmélet ismét szemléltváltozást hozott. Nem cáfolva a mechanikai leírások érvényességét, olyan kérdéseket vetett föl, amelyek a rendszerek stabilitásával, egyediségével, fejlődésével, a részrendszerek funkciójával, élő és élettelen kapcsolatával kapcsolatosak. LOVELOCK Gaia-hipotézise nemcsak nevében idézi fel a Föld-istennő mitikus személyét, hanem maga az elmélet is újrafogalmaz, mai keretbe illeszt számos régi problémát, egyúttal választ keresve sok mai kérdésre is (pl. a környezeti kár és a természetvédelem elvi háttere).⁸

A földidézett példa azt szemlélteti, hogy egy probléma hogyan vezet végig vezérfonalként a gondolkodás történetében időben, térben és megjelenési formájában változatos módon, minden kor saját műveltségének részeként. Eközben mégis maradandó az a figyelem, amivel alkotói az alapkérdés felé fordulnak.

3. Pedagógiai következtetések

A történeti megközelítés a pedagógiai gyakorlatban két okból is vitatott. Alapvető kérdés, hogy a gyermeki-serdülő gondolkodás és az emberi gondolkodás története között milyen párhuzam vonható. Bizonyos, hogy az egyedfejlődés nem a faj vagy a társadalom múltját ismétli meg, sőt, mintha inkább fordítva állna: a mai szövegek ismerősebbek, érthetőbbek a mai fiatal fülének, mint a régiek. Másrészt éppen a tudományok – különösen a természettudományok – egyértelműségükkel vonzzák az elmét, amit látszólag megkérdőjelez a történetiségből következő sokértelműség.

Saját tanári tapasztalataim alapján ez a látszatellentét feloldható. A diákok figyelmét nem a kronológia irányítja, hanem az, hogy megérinti-e őket a fölvetett téma, látják-e értelmét a megtanulandó ismeretnek. S éppen ez, az értelem, ami szorosan összefügg a tudás személyes jellegével, a beleéléssel, a viták keresztüztüében kibontakozó magyarázat érvényességi körének megértésével. A diákokat a sokértelműség az egyoldalúságtól óvja meg, anélkül, hogy tudásuk bizonytalanná válna. Könyveink írása során is ezt az elvet követtük, amikor a biológia, fizika, kémia és a természetföldrajz összefüggéseit történeti keretben mutattuk be.⁹ A kognitív tudományok és a fejlődéslélektan eredményei alapján a tanuló elméje nem „üres lap”, hanem egymással versengő, sokszor logikailag összeegyeztethetetlen gondolati sémák dinamikus mozaikja. A konstruktív pedagógia a tudás épülését személyes és közösségi alkotásnak tekinti, mely konstrukciók az alkalmazkodás eszközei, használhatóságuk tehát erősen függ a környezettől, melyben az egyén vagy közösség alkalmazza azokat.¹⁰

Hibáinkból csak akkor tanulhatunk, ha felismerjük, hogy milyen gondolati feltételek vezettek a hibához – figyelmeztet tanulmányában Aliston GOPNIK.¹¹ Már 3-4 éves korban kialakul bennünk az a meggyőződés, hogy a világról alkotott elképzeléseink (reprezentációink) megváltozhatnak, miközben maga a (kül)világ változatlan marad. Erre az önreflexióra, PLYSHYN kifejezésével saját „reprezentációváltásaink reprezentációira”¹² épülhet később a modell-alapú gondolkodás, és a különböző modellek párhuzamos létének elfogadása, azaz a (tudomány)történeti szemléletmód. Az így nyert tudás legfőbb erénye: mások gondolatainak megértése, mely a sokféleség ellenére is közös műveltséget ad, és ezzel magát a közösséget tatja fenn. Németh László idézett tanulmányában így fogalmazta meg a célt:

„Bár műveltek és műveletlenek, tehetséges és tehetségtelen emberek mindig lesznek, de egy közös nyelvet – a közös műveltséget – mindenkinek el kell sajátítania: amely természetüket is összébb hangolja s gondolataikat is kicserélhetővé teszi.”

Irodalomjegyzék

- [1] NÉMETH László 1955: Pedagógiai töredék. in: A felelősség szorításában I-II. p. 863-864 Püski, Budapest.
- [2] POLÁNYI MIHÁLY 1997: Az ember tudománya. in: Tudomány és ember. p. 153. Argumentum, Budapest.
- [3] KUHN, Thomas 1962: *The Structure of Scientific Revolutions*.
https://projektintegracija.pravo.hr/_download/repository/Kuhn_Structure_of_Scientific_Revolutions.pdf
- [4] LAKATOS IMRE I.: Falszifikáció és a tudományos kutatási programok metodológiája. in: Forrai G – Szegedi P. (szerk.) 1999: Tudományfilozófia szöveggyűjtemény. Budapest: Áron p.187-219.
- [5] Iliász, XVIII. ének (Devecseri Gábor fordítása)
- [6] BOTH Mária – CSORBA F. László 2017.: A táj és az ember a tudományban és a művészetben. Kézirat
- [7] ARISZTOTELÉSZ: Meteorologika / Meteorology 347a. transl by E.W.Webster.
classic.mit.edu/Aristotle/meteorology.html
- [8] LOVELOCK, J. 1987: Gaia. A földi élet egy új nézőpontból. Göncöl, Budapest.
- [9] BOTH MÁRIA–CSORBA F. LÁSZLÓ 2003.: *Források. Természet-tudomány-történet 1*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- [10] BOTH MÁRIA–BÁNKUTI ZSUZSA–CSORBA F. LÁSZLÓ 2006: *A kísérletező ember. Természet-tudomány-történet 2*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- [11] BOTH MÁRIA–BÁNKUTI ZSUZSA–CSORBA F. LÁSZLÓ–HORÁNYI GÁBOR 2011.: *A megőrzött idő. Természet-tudomány-történet 3*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- [12] <http://mek.oszk.hu/16800/16816/>