14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 91

A tudomány nyelvjátéka*

Laki János

I. UTÓPIA

A Gemini ikerobszervatórium 2002. augusztus 13-i átadási ünnepségén elmondott lelkesült beszédében a Natural Science Foundation Asztronómiai Részlegének igazgatója a csillagászat új alapjainak lerakásáról szólt, az egyik programigazgató pedig egyenesen azt ígérte, hogy a két távcső (az egyik Hawaii szigetén, a másik az Andokban van) „a világ teljes tudományos közösségének értékes globális eszköze" lesz.[1] Az ünnepség Hawaii, Chile, Washington és Miami audiovizuális összekapcsolásával a virtuális térben zajlott, s már e tény is elvesz valamit a szónoklatok realitásából. Az emberben könnyen támad az az érzés, hogy nem másról van itt szó, mint utópiáról. Arról a reményről, hogy a tudomány hatékony működésének záloga a racionális tervgazdálkodás, a központosított pénzforrások tudománypolitikusok által kidolgozott elosztása, s mindenekfelett a nagy nemzetközi együttműködések kialakítása, a kutatás centralizációja és racionalizációja. Bármennyire utópiának lássék is az elképzelés, összhangban van a tudományban az utóbbi egy-két évtizedben kialakuló tendenciával. Bizonyos tudományágak ugyanis elérték azt a határt, melynél végképp fenntarthatatlanná válik a hagyományos egyetemi és kutatóintézeti intézménystruktúrát leképező forráselosztási szisztéma. Reménytelen, hogy az élvonalbeli tudomány műveléséhez szükséges berendezéseket egy egyetem (vagy akár egy ország)

* Köszönettel tartozom az Országos Tudományos Kutatási Alapnak a tanulmány megírásához nyújtott támogatásért. (T037504)

1 http://www.gemini.edu/project/announcements/press/2002-11.html

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 92

egyedül hozza létre és tartsa fenn, így voltaképpen nem a tudománypolitika kényszeríti ki az intézmények kooperációját, hanem a kutatás jellegének megváltozása szorítja rá a tudománypolitikusokat a tudomány szervezeti rendszerének és finanszírozásának újragondolására.

Az említett ünnepségen a Gemini obszervatórium igazgatója a „mutass rá és klikkelj csillagászat"[2] hajnalát köszöntötte, ugyanis a két teleszkópot egymással, valamint a világ számos egyetemével részben speciálisan e célra létrehozott, s kizárólag tudományos, valamint oktatási célokra használatos széles sávú internetkapcsolat[3] köti össze, s ez a berendezés különös használatát teszi lehetővé. A nagy teleszkópokat előre egyeztetett időben felkereső csillagászokkal korábban gyakran megesett, hogy a kijelölt időszakban a felhős égbolt lehetetlenné tette a munkát. Ezen segít a széles sávú kapcsolat: akinek a pályázatát a tudósokból álló bizottság elfogadja,[4] „megfelelő meteorológiai körülmények fennállásakor felhasználható megfigyelési időt" kap, majd a lehetséges megfigyelés előtt 24–48 órával e-mailben vagy telefonon értesítik, hogy a teleszkóp és technikai személyzete mikor áll rendelkezésére, a csillagász pedig egyetemi szobájából elvégzi a tervezett megfigyelést.

II. SEHOLHELY

1. Az eszközök megosztása

A „mutass rá és klikkelj korszak" bejelentése persze nem érte váratlanul a csillagászokat. Ők ugyanis már egy ideje nem távcsövüknél dideregve szemlélik a felettük lévő égboltot. Nem maga a csillagász végzi a beállításokat, hanem külön technikus csapat, hiszen a teleszkópok kezelése spe-

2 I. h.

3 Az AMPATH (AmericasPATH) névre keresztelt „gateway" az amerikai és nem amerikai kutatásra és oktatásra használt hálózatokat kapcsolja nemzetközi rendszerbe az Internet2 Abilene hálózatán keresztül. A dél- és közép-amerikai nem kereskedelmi hálózatokon kívül olyan kutatási és oktatási célra létrehozott hálózatokhoz kapcsolódik, mint a francia Renater vagy a holland SURFnet. Az ABILENE (http://www.internet2.edu/abilene/) az Internet2 (http://www.internet2.edu/) közössége által használt nagyteljesítményű gerinchálózat, melyet mintegy 200 egyetem hozott létre.

4 McCray, Patrick (2000): Large Telescopes and the Moral Economy of Recent Astronomy. In: *Social Studies of Science*. (30) 5: 708, 16. lábj.

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 93

ciális szakértelmet igénylő, külön szakmává vált. De a technikusok sem fenn dolgoznak az obszervatóriumban, hanem jóval lejjebb, ahol a körülmények elviselhetőbbek, s ellátásukról is könnyebb gondoskodni. Magának a csillagásznak azonban még ide sem kell eljönnie, hisz itt sem tehetne mást, mint hogy képernyőn nézné a teleszkóp által közvetített képeket, s a technikusokat kérné meg a következő beállítás elvégzésére. Ugyanezt megteheti akár másik kontinensen lévő egyetemi szobájából is.

Az efféle távmegfigyelésnek számos előnye van: a nagy berendezésekhez való hozzáférés, az intenzív gondolkodáshoz szükséges körülmények (oxigén, hőmérséklet) fennállása vagy a biztonság (megfigyelések végezhetők veszélyes helyeken, vulkánok vagy óceánok mélyén stb.). Legalább ilyen fontos azonban az empirikus adatfelvétel és -értelmezés kollektivizálódása. S itt nem csak arról van szó, hogy közösen elemezhetők a teleszkóptól vagy a részecskegyorsítóból érkező képek.

Az Egyesült Államokban a NASA és a NSF közös erőfeszítéseket tesz a Nemzeti Virtuális Obszervatórium kiépítésére, s az Európai Unió is elfogadott egy tervet az ASTROVIRTEL (Astronomical Virtual Observatory) megvalósítására. Az amerikai és európai erőfeszítéseket koordinálják az ausztrál törekvésekkel, s a megjósolható végeredmény egy hatalmas, globális virtuális obszervatórium, melynek berendezései, adatkezelési technikái és szoftverei egységesek, s a világ valamennyi csillagásza számára hozzáférhetők. A virtuális obszervatóriumok gigantikus adattárak (az ST-ECF/ESO európai adatbázis például pillanatnyilag 10 terabytenyi adatot tárol, s jelenlegi 4,5 terabyte/éves növekedési üteme a következő két év folyamán 6 terabyte/évre növekszik),[5] melyek egyre inkább úgy használhatók, mint maguk a távcsövek. Olyan részletességű, állandóan frissített adatállománnyal bírnak, hogy a csillagász, ha tudni akarja, mi található az égbolt valamely szektorában, úgy nézhet bele az archívumba, mint korábban a távcsőbe. Sőt, az egyes archívumok kölcsönösen korrigálhatják és kiegészíthetik egymást, ha vannak ugyanarról a szektorról különböző távcsövekkel, különböző földrajzi helyekről, időjárási viszonyok között és technikai személyzet segítségével készített felvételek. Így olyan helyzet áll elő, mintha a világ valamennyi csillagásza egyaránt a legújabb eszközökkel rendelkezne, melyeket bármikor használhat.

5 http://ecf.hq.eso.org/astrovirtel/

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 94

2. Túl a Nagy Tudományon

A 20. században bizonyos tudományágakban a források és szellemi kapacitások legjobb kihasználása érdekében kevés, zárt és szigorú hierarchikus szervezettel dolgozó egységbe szervezték a kutatást, létrehozva így a Nagy Tudományt. A század végére aztán megkezdődött e tudományszervezési mód erodálódása. Ma már „Nemcsak az történik, amit a »Nagy Tudomány« terminus kifejez, ugyanis hogy a kutatás egyre nagyobb méreteket ölt, hanem az is, hogy mind több projektet *különböző intézmények együttműködésében* valósítanak meg."[6] Ezt az együttműködést más szintre emeli az internet.

Már a nyolcvanas években folytattak olyan kísérletet a CERN-ben, melynek mintegy 500, a világ különböző egyetemein működő résztvevője elektronikusan volt összekapcsolva, s működött együtt a kísérlet lépéseinek megtervezésében, az adatok elemzésében.[7] Az ötvenes években még az volt a szokás, hogy az egyes gyorsítók buborékkamráiban történt eseményekről készült filmfelvételeket szállították más laboratóriumokba. Ma az, ami egy adott gyorsítóban történik, egyidejűleg jelenik meg Genovában, Tokióban, Bostonban stb. A DOE olyan fúziós kísérletet is támogat, melynek résztvevői[8] közösen használják a General Atomics San Diegóban lévő D-IIID tokamak fúziós berendezését, mégpedig úgy, hogy a vezérlőteremmel olyan gazdag információtartalmú vizuális és auditív kapcsolatban állnak, hogy a különböző földrajzi helyeken lévő stáb tagjai teljes értékűen képesek részt venni a műveletekben.[9] A CERN most építi a világ legnagyobb részecskegyorsítóját, a Large Hadron Collidert.[10] A 2005-ben kezdődő kísérletekben mintegy 150 intézmény 1000 fizikusa vesz részt, ezért „…lehetetlen egyértelműen megmondani, valójában *hol van* a kísérlet".[11] Az EU által 1999-ben létrehozott OPTICON[12] (Optical

6 Shrum, Wesley–Chompalov, Ivan–Genuth, Joel (2001): Trust, Conflict and Performance in Scientific Collaborations. In: *Social Studies of Science. (*31) 5: 683, kiem. – L. J.

7 Vö. Galison, Peter–Jones, Caroline A. (1999): Factory, Laboratory, Studio: Dispersing Sites of Production. In: Galison, Peter–Thompson, Emily (szerk.): *The Architecture of Science*. Cambridge, Mass.–London: The MIT Press, 528.

8 Lawrence Livermore National Laboratory, Oak Ridge National Laboratory, the Princeton Plasma Physics Laboratory, General Atomics.

9 http://physics.gat.com/2002/

10 http://www.cern.ch/

11 I. m. 529.

12 http://www.astro-opticon.org/overview.html

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 95

Infrared Coordination Network for Astronomy) csoport célja az európai csillagászati kutatóintézmények és infrastruktúra koordinációja, az AVO[13] (Astrophysical Virtual Observatory) az európai virtuális obszervatórium pedig már meg is valósult. A kozmikus gravitációs hullámok észlelésére épülő Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) két, egymástól igen távoli, de együtt, egyetlen laboratóriumként működő részből áll. „Ha ez az obszervatórium teljesen elkészül, az USA egész tudományos közössége használhatja, s része lesz a gravitációs hullámokat detektáló, az egész világra kiterjedő tervezett hálózatnak."[14]

Egyre gyakoribb, hogy nagy műszerekhez a világ minden részéről kapcsolódnak laborok, az adatokat tükrözik, a kísérleteket közösen tervezik és hajtják végre. A műszereket távolról is lehet működtetni, az adatok kiértékelése, elemzése testi jelenlétet nem igénylő közös folyamat, ezért egyre inkább teret nyer a különböző egyetemek, intézetek, laboratóriumok konkrét kutatási programokra történő konzorciális szerveződése. A folyamat kiteljesedését jelzi, hogy Angliában 2000 novemberében 98 millió fontot ítéltek meg az e-Science[15] program elindítására. A cél az, hogy a tudomány művelését a földrajzilag elkülönült kutatócsoportoktól mindinkább az internet által lehetővé tett globális együttműködés vegye át. Ez csak akkor lehetséges, ha sikerül megteremteni a kutatások egységes szoftverkörnyezetét. Ezért indította el az EU a European DataGrid projektet, azzal a céllal, hogy a nagyenergiájú fizika, a biológia és orvostudomány, valamint a Föld változásainak megfigyeléséhez létrehozzanak olyan szoftvereket, kódkezelő rendszereket és grafikai interface-eket, melyek lehetővé teszik, hogy egyidejűleg számos intézményben számítógépek ezrei végezzék a közös adatföldolgozást. Az egyre terjedő GRID-technológia[16] a világon szétszórt adatbázisok, feldolgozóeszközök és tudományos berendezések egyesítésével a tényleges globális tudományos együttműködés feltételrendszerét hozza létre. Ugyanezt a célt szolgálja az Egyesült Államokban a Department of Energy által finanszírozott program is,[17] melynek fő irányai: adatbázi-

13 http://www.euro-vo.org/intro.html

14 http://www.ligo.caltech.edu/LIGO_web/about/

15 http://www.research-councils.ac.uk/escience

16 Foster, Ian–Kesselman, Carl (szerk.) (1999): *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure.* Morgan Kaufmann.

17 http://www.sc.doe.gov/ascr/mics/hpn/HPN_Description.htm

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 96

sok hozzáférhetősége, közös szimulációk végrehajtása, eredmények valós idejű vizualizációja távoli helyeken, meglévő „grid"-ek közötti közvetítés és berendezések távhasználata.

A tudomány szerveződési módjának ez az egyre több diszciplínára és a világ egyre nagyobb részére kiterjedő átalakulása rövid időn belül elavulttá teszi a Nagy Tudomány megaintézményeit, melyek sem a berendezések kapacitását, sem a létrehozott adatmennyiséget, sem a bennük koncentrált kutatói potenciált tekintve nem lehetnek versenyképesek a konzorciumokkal. Ha bizonyos berendezéseket közösen lehet használni,[18] akkor nem érdemes ezeket minden laboratóriumnak megvásárolni, s ugyanez a helyzet a szakértelemmel, a tapasztalattal, a műszerhasználat és adatértelmezés kialakított készségeivel: nem a berendezéseket és szakembereket kell nagy tudásgyárakban egyesíteni, hanem a szükséges pillanatban igénybe kell venni a máshol lévő berendezést, adatot vagy szakembert.

A rugalmasság mellett ez egyben azt is jelenti, hogy bizonyos tudományágakban az eddig természetesnek és nagyon hatékonynak tekintett kompetitivitást fel kell cserélni a kooperativitással. Ilyen felismerések nyomán született meg a „kollaboratórium" gondolata. A kifejezést (a „kollaboráció" és a „laboratórium" szavak összevonásával) William A. Wulf alkotta meg 1989-ben,[19] az olyan falak nélküli laboratóriumok megnevezésére, melyek szakértelmet, eszközöket és számítógépeket egyesítenek, lehetővé téve a földrajzi helyektől független tudományos együttműködést.[20] A DOE által finanszírozott erőfeszítések célja kiterjedt virtuális laboratóriumrendszer létrehozása, mely kezdetben csak országos lenne, később a világ valamennyi tudósát egyesítené. A kollaboratórium végképp megszünteti a kutatás helyhezkötöttségét: sem a berendezések, sem az adatok, sem az egyes mérések, részkísérletek, sem a kutatók konkrét földrajzi pozíciója nem számít. Minden és mindenki a kutatás szükségletei szerinti mértékben és időpontban teszi hozzá a programhoz a maga hozzájárulását, s a hierarchikus szervezést minden

18 Jó példái ennek az NSF által fenntartott Szuperkomputer Centrumok: időre lehet bejelentkezni, kapacitást igényelni, s a gépet távolról lehet használni.

19 Vö. Lederberg, Joshua–Uncapher, Karen (1989): *Towards a national collaboratory.* Washington DC: National Science Foundation, Directorate for Computer and Information Science.

20 Ilyen kutatásokat támogatnak az USA legjelentősebb tudományfinanszírozó intézményei, az NSF, a DOE, a National Institutes of Health vagy a Department of Defense.

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 97

szinten egyenlő résztvevők együttműködésévé alakítják. Nem személyek működnek együtt, hanem csoportok, s e csoportokon belül van hierarchia, de a kísérlet egészét egyik csoport sem uralja, ott kooperatív stratégiát kell használni – írja Jones és Galison.[21] A kutatás újfajta szervezése módosítja a munkamegosztás hagyományos fogalmát. Míg a korábbi „kooperatív" munkamegosztást a feladatok jól definiált részekre bontása s az eredmények utólagos egyesítése jellemezte, a „kollaboratív" munka inkább az intellektuális kapacitások, készségek és információk közös használata. Bár a résztvevők részfeladatokat végeznek, a kollaboratív munka nem befejezett modulok utólagos egyesítése, inkább közös erőfeszítés, melyet a kommunikáció folyamatossága, a tevékenységek közös végrehajtása, a berendezések együttműködő felhasználása és az adatok digitális hozzáférhetősége tesz lehetővé.

Hiába soroljuk azonban elő a már ténylegesen zajló konzorciális kutatásokat, a „seholhelyen" zajló kutatás gondolata valahogy mégiscsak utópikusnak hangzik. Az utóbbi fél évszázad tudományfilozófiájának ugyanis éppen az volt az egyik leglényegesebb felismerése, hogy a tudományos gondolkodás nem univerzális. A tudományos megismerés sem független a társadalmi, történeti és kulturális környezettől, ezért feltételezhető, hogy a konzorciumok tagjai eltérő fogalomkészletekkel, gyakorlati készségekkel rendelkeznek, ami lehetetlenné teszi az együttműködést. Van azonban valami frivol abban a gondolatban, hogy éppen egy tudásszociológiailag érzékennyé vált tudományfilozófia nem tud mit kezdeni azzal a ténnyel, hogy átalakulnak a tudományos tudás előállításának szociológiai körülményei.

III. NYELVJÁTÉK

1. Szóbeliség

A hetvenes évek elején Diana Crane dokumentálta,[22] hogy a preprintek cseréjével, intenzív levelezéssel, zártkörű konferenciák szervezésével, meghívásokkal fenntartott informális kapcsolatrendszer milyen fontos a

21 I. m. 526–527.

22 Crane, Diana (1972): *Invisible Colleges: Diffusion of Knowledge in Scientific Communities.* Chicago–London: The University of Chicago Press.

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 98

tudomány produktivitása szempontjából. Sharon Traweek, aki antropológusként hosszú éveket töltött el a részecskefizikusok világában, a nyolcvanas évek első felében szerzett tapasztalatain alapuló könyvében arról ír, hogy a világ részecskefizikusai erős, országhatárokat, kulturális, etnikai és politikai különbségeket figyelmen kívül hagyó informális hálózatba szerveződnek.[23] Önmagában ez a tény aligha meglepő, de jelenlegi témánk szempontjából rendkívül fontos, hogy Traweek egy lépéssel tovább megy annál, mint ameddig másfél évtizeddel előtte Crane jutott. Azt állapítja meg, hogy mind a csoportok közötti társadalmi kapcsolatok, mind a tudományos hierarchia, mind pedig a tudomány tartalmi része vonatkozásában döntő jelentőségű a *szóbeli kommunikáció:* „A jó kísérleti tudósok művelik a fizikát, írnak róla, de *csak ritkán olvassák.* A fontos eredményeket gyorsan lejegyzik, és […] néhány héten belül »preprint« formában hozzáférhetővé teszik; de folyóiratcikként e preprintek csak néhány hónap múlva jelennek meg. A részecskefizika oly gyorsan változik, hogy művelői hihetetlen ostobaságnak tekintik arra várni, hogy az érdekes adatokat, detektormódosításokat vagy elméleti fejleményeket folyóiratokból tudják meg. Amiről beszélnek, az az aktuális, magas szintű tudás; ami le van írva, az megállapodott, nem vitatott, s ezért érdektelen."[24] A folyóiratokban vagy könyvekben megjelenő írott anyag nem a tudomány tényleges műveléséhez tartozik, hanem a tulajdonjog rögzítéséhez, annak kihirdetéséhez, hogy egy tény felfedezése, egy fontos mérés vagy számítás elvégzése, egy elmélet kitalálása X műve volt. Mint Traweek megfigyelte, a részecskefizikusok mindig tudni akarják, milyen kutatások folynak, ki mivel foglalkozik, melyik laboratóriumban ki mit szándékozik csinálni, ezért átfutják a preprinteket, s ha valami megragadja a figyelmüket, telefonálnak vagy személyesen megkeresik a szerzőt. Informális beszélgetések, hírcserék, pletykák és tréfák keringenek abban a kommunikációs térben, melyben eldől, ki a jó részecskefizikus, milyen a jó berendezés, mi számít ténynek, kinek kell megadni a lehetőséget, hogy berendezést csináljon vagy új tényeket találjon.[25] Ebben a folyamatosan fönntartott informális kapcsolatrendszerben történik a kutatói presztízs elosztása, a figyelemre méltó gondola-

23 Traweek, Sharon (1988): *Beamtimes and Lifetimes. The World of High Energy Physicists.* Cambridge, Mass.–London: Harvard University Press, 77–78.

24 I. m. 120–121. – kiem. L. J.

25 Uo.

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 99

tok, valódi eredmények kiválasztása és legitimálása, vagyis a különböző intézményekhez tartozó kutatók közötti állandó kapcsolat fontos feltétele a tudományos tudás előállításának.

Persze a részecskefizikusok meglehetősen kis populációt alkotnak, melynek tagjai a gyakori utazásoknak és telefonkapcsolatoknak köszönhetően kialakíthatták a tudomány művelését elősegítő szóbeli kommunikáció intézményét. Traweek tapasztalatainak megszerzése idején, a nyolcvanas években még könnyen gondolhatták, hogy csak a nagyenergiájú fizikával foglalkozók közösségére igaz a megállapítás: „kicsiny, s bár nemzetközi, mégis személyes [face to face] közösséget, *szétszórt részekből álló falut alkotnak.*"[26] De vajon a tudomány szerveződésében és a kommunikáció eszközrendszerében az utóbbi évtizedben bekövetkezett átalakulás hoz-e változást ebben a tekintetben? Az ezzel kapcsolatos kétely azért fogalmazódhat meg, mert az a tény, hogy egyre több tudomány konzorciálissá válik, delokalizálódik és folyamatossá válik a kommunikáció a csoportok között, önmagában csupán a fogalmi és perceptuális különbségek megszüntetésének igényét, s még nem lehetőségét jelenti. A relativizmus kiküszöbölésének tényleges lehetőségét mélyebben fekvő tényező biztosítja: a fogalmi sémák és perceptuális szokások, tradíciók hátterében álló cselekvési szituációk, a mérési, kísérleti és megfigyelési gyakorlat közössé válása.

Az Oak Ridge National Laboratóriumban található Hitachi HF-2000 elektronmikroszkópot nagy teljesítményű számítógép működteti. E gép képernyőjét, klaviatúráját és egerét egy szoftver segítségével tükrözni lehet bármely egyszerű személyi számítógépen, így az elektronmikroszkóp a világ akármelyik laboratóriumából használható. A Nestor Zaluzec által kifejlesztett szoftvernek köszönhetően a fizikailag különböző helyeken lévő kutatók a megfelelő interface segítségével változtathatják a vizsgált minták pozícióját, fókuszálhatják a mikroszkópot, beállíthatják a nagyítás mértékét stb. Eközben a webkamerák és mikrofonok segítségével folyamatos kapcsolatban vannak egymással, megbeszélik a következő lépéseket, közösen értelmezik a látottakat.[27] A rendszerhez tartozik az eredményeket rögzítő elektronikus laboratóriumi jegyzőkönyv (mely a szöveges feljegyzések mellett képeket, sőt digitális filme-

26 Uo. kiem. – L. J.
27 http://tpm.amc.anl.gov/mmc/TPMLVideoCollab.html

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 100

ket is tartalmaz), valamint egy fórum, mely lehetőséget ad képek és szövegek megvitatására. Ez utóbbi mozzanat nem sokban különbözik a régóta ismert telekonferenciától. A mikroszkóp közös használata azonban ennél többet, *közös tevékenységet, közös tapasztalást s ennek egyidejű diszkutálását* teszi lehetővé. Ezzel a berendezés olyan közös nyelvjátékba kapcsolja a kutatókat, mintha ugyanannak a laboratóriumnak a munkaállomásánál dolgoznának.

Az így előálló hermeneutikai szituáció alapvetően különbözik attól, mint amikor csupán a mások által elvégzett kutatásokról készült írott beszámolókat olvassák, de attól is, mikor a külön végzett kísérleteket és méréseket egy bizonyos kutatócsoporton belül akár egyidejűleg megbeszélik. Az utóbbi helyzetek ugyanis nélkülözik a nyelvhasználat cselekvési és észlelési kontextusát, a cselekvés közösségét, az értelmező erőfeszítést vezető együttműködést, s az írott vagy szóbeli beszámolót követő kutató nem folyamatosan alakuló, hanem lezárt, prezentációra szánt, stilizált értelemmel szembesül. Az elektronmikroszkóp távműködtetői az anyagminta közös vizsgálata *közben* alakítják a tapasztalt jelenségek leírására és rendezésére alkalmas fogalmakat. Olyan cselekvéseket hajtanak végre, melynek eszközei, az elvégzendő műveletek és az egész cselekvés céljai standardizáltak, miközben az ezek eredményeként előálló tapasztalatok bizonyos mértékig függetlenek a cselekvőktől. Még inkább így van ez azoknak az egyre sokasodó műszereknek az esetében, melyekkel a kutató nem kerül fizikai kapcsolatba, s így azok nem válhatnak testének „kiterjesztett részévé", az általuk szerzett tapasztalatok pedig nem lesznek privátak. Azok a műszerek, melyeket mérnökök és technikusok állítanak be a távol lévő kutatók kéréseinek megfelelően, nem olyan információkat adnak, mint a Polányi Mihály hasonlatában szereplő szerszámok,[28] hanem olyanokat, melyek minden résztvevő számára azonosak. Nemcsak azért, mert mindenki egyformán tapasztalja őket, hanem azért is, mert az együttműködésnek része és feltétele, hogy megállapodnak, milyen berendezéseket használnak, ezek milyen elvek szerint állítanak elő adatokat, mi ezeknek az adatoknak a jelentése/jelentősége. Azzal, hogy távolság teremtődik a kutató és a műszer között, egyúttal távolság teremtődik a kutató és a műszer által előállított jelek között is. A jelek közös reflexió tárgyává válnak, nem transzparen-

28 Vö. Polányi Mihály (1994): *Személyes tudás.* Budapest: Atlantisz, I. köt.: 110–111.

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 101

sek, nem a kutató elvárásai által formált jelentésük van, hanem olyan, melyet különböző tudományos közösségekhez tartozó kutatók együttműködve alakítanak ki.

A standardizációnak köszönhetően, ilyen helyzetben több joggal beszélhetünk „közös" cselekvésről, mint a valóságos életszituációk sokkal komplexebb, a cselekvők különféle rövid és hosszú távú céljai, érzelmei és szándékai által meghatározott világában. Másfelől, a kölcsönös megértés azért is könnyebb, mert a feladat nem a cselekvők intencióinak azonosítása, hanem részvétel a cselekvésben, az ennek eredményeként tapasztaltak közös értelmezése, s az ehhez szükséges fogalmak közös kialakítása. Minthogy a közös cselekvés végrehajtása közben a kutatók folyamatosan hallják és látják is egymást, olyan helyzetben vannak, mely erősen emlékeztet a köznapi kommunikáció körülményeire.

2. A tapasztalat közössége

Amíg a ténylegesen a laboratóriumban dolgozó tudós valóságos eseményeket, folyamatokat vagy dolgokat látott és manipulált, jelen nem lévő kollégája ellenben kénytelen volt beérni ezek szöveges leírásával, számokkal és képekkel, addig valódi különbség volt kettejük ismeretelméleti pozíciója között. A digitalizálásnak köszönhetően, különböző helyeken lévő tudósok egyidejűleg vagy időben eltolva, illetve újra és újra pontosan ugyanazt láthatják, illetve alakíthatják monitoraikon, mint az, aki ott van a laboratóriumban, így a cselekvési szituációk közössé válásával közössé válnak a tapasztalatok is. A korábbiakban a szó fenomenológiai értelmében csak az rendelkezett egy megfigyelés vagy kísérlet során keletkezett tapasztalattal, aki az esemény időpontjában ténylegesen a helyszínen volt, s ténylegesen belenézett a távcsőbe vagy mikroszkópba. Mindenki más csak az ő szavait vagy az általa megadott számokat, legjobb esetben fényképeket látott, de még az utóbbi évtizedekben használt filmek sem ugyanazt a benyomást közvetítették, melyet a jelenlévő szerzett. A digitális adatrögzítés ebben alapvető változást hozott: egyre több berendezés monitoron jeleníti meg az adatokat, így még a látszata is megszűnik annak, hogy a kísérlet vagy megfigyelés helyszínén tartózkodó tudós valamiképp közvetlenebb kapcsolatban van a realitással, mint az adatokat valamely távoli helyen vagy akár később vizsgáló társa.

1. Nincs senki térben közelebb vagy távolabb a megfigyelt és manipulált folyamatoktól vagy a műszerektől, az adatok pontosan ugyanúgy je-

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 102

lennek meg, az események ugyanúgy kontrollálhatók a világ földrajzilag távoli laboratóriumaiban.

2. Nincs senki közelebb vagy távolabb időben sem: aki egy évvel később hívja be gépére a teleszkóp által ma rögzített szupernova-robbanást, ugyanazt látja, mint az a csillagász, aki az adott pillanatban épp a monitora mellett ült. (Sőt: bizonyos mértékig igaz ez időben előre is, hiszen a drága és bonyolult kísérleteket előre szimulálják a számítógépeken, eldöntendő, hogy érdemes-e azokat valóban elvégezni.)

A képalkotó eljárásoknak köszönhetően, mindenki ugyanazt látja monitorán, s mivel a megjelenő képet eredményező események befolyásolásában is közvetlenül részt vehet, s másoknak az eseményekre vonatkozó elgondolásait is folyamatosan megismerheti, a monitorok által közvetített empirikus tapasztalatok jelentéstelítettebbek és valóságosabbak, mint azok, amelyeket a korábbi adatrögzítési technikákkal próbáltak hozzáférhetővé tenni. Mivel pedig e tapasztalatok a digitális megjelenítésnek köszönhetően pontosan ugyanazok is minden kutató számára, a tudomány korlátozott empirikus dimenziójában a tapasztalat valódibb közössége állhat elő, mint a köznapi életben. Nemcsak azért, mert ott ténylegesen egy látószöget csak egyetlen ember foglalhat el, s így többé-kevésbé mindenki tapasztalata más, de azért is, mert a valóságos élet eseményeivel kapcsolatban sokkal több érdek, érzelem, személyes motívum hatja át az embereket, mint a tudományos kísérletek vagy megfigyelések méréseivel kapcsolatban (ami nem jelenti azt, hogy itt ne játszanának szerepet ezek a tényezők). A köznapi tapasztalatoktól különböző tudományos tapasztalatok személytelenségének tiszta példái azok az utólagos közös értelmezésre váró adatok, melyeket emberi jelenlét nélkül, automatikusan pásztázó műszerek (műholdak, szenzorok, veszélyes helyekre küldött robotok stb.) gyűjtenek be.

Mivel redukált cselekvési és tapasztalati szituációkról van szó, a tudományfilozófus eltekinthet azoktól a lelkesült ígéretektől, melyek a valóságos élethelyzetekben való testi és szellemi jelenlét teljességével kecsegtetnek. A tudomány cselekvési és tapasztalati szituációiban való távjelenléthez nincs szükség ilyen komplex tapasztalatra: nem az életvilág, a személyes kapcsolatok élményszerű teljessége fontos, hanem a folyamatok, események meghatározott aspektusa, például az égitestek fizikai és kémiai tulajdonságai, s nem a hozzájuk kapcsolódó személyes vagy kulturális jelentések. E redukált tulajdonságok részben definiálhatók, részben hozzáférhetők a közös, s együtt értelmezett jelenségeket

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 103

eredményező megfigyelés, mérés és kísérlet számára. A tudományban, ahol eddig is döntő jelentőségű volt a műszeres tapasztalatszerzés és a kísérleti eszközök általi cselekvés, a távjelenlét újdonsága nem a természetes emberi test funkcióinak átvételében, hanem a tapasztalat individuális jellegének megszüntetésében van.

A tudomány ebben a tekintetben minden mástól eltérő nyelvjátékot teremt, így az a kritika, hogy a távjelenlét nem biztosítja a kommunikáció személyességét, jogos, de irreleváns. Tagadhatatlan, hogy a közvetített vizuális, auditív és haptikus benyomásokból nem rakható össze az élményvilág, de a tudomány nem is élményeket, hanem szikár adatokat keres. Hubert Dreyfus több alkalommal is fölhozott ellenvetése,[29] miszerint az intelligens viselkedésben fontos szerepe van a testnek, amit a közvetített jelenlét kizár, kevéssé alkalmazható a tudományra. Ellenpéldái helyenként inkább a televíziós közvetítésre,[30] mint a tudományban alkalmazott távmanipulációra illenek, máskor magától értetődő dolgot bizonyítanak (a távjelenlétből szükségképp hiányzik a testi kapcsolat intimitása),[31] vagy tévesek, mint az a (Ryle, Polányi és mások gondolatát felidéző) példa, hogy a gyakorlati ügyesség nem szerezhető meg távtanulással. Valóban nem lehet videofelvételekről megtanulni futballozni,[32] de vannak olyan készségek, mint például érzékeny és bonyolult mikroszkópok behangolása, veszélyes környezetben működő robotok irányítása, katéterek vezetése, nagyon drága vagy nagyon hosszadalmas kísérletek elvégzése, ritka tapasztalatok elemzése stb., melyek begyakorlásában a szimulációt lehetővé tevő elektronikus eszközök nagyon jó szolgálatot tesznek. Milyen testi involváltságról lehetne szó például a műholdképeket tanulmányozó klimatológusok, a Mars-szondák méréseit elemző bolygókutatók, a pozitronemissziós tomográfot alkalmazó orvosok vagy a részecskegyorsító fizikusai esetében? A műszerek működtetéséhez, a fontos jelek észrevevéséhez és értelmezéséhez készségre, gyakorlottságra, jártasságra, de nem a vizsgált dolgokkal való közvetlen fizikai kapcsolatra van szükség. Az az állítás, hogy a szakértelem részét képező készségek nem szerezhetők meg a cybertérben, a műszeres apparátus

29 Dreyfus, Hubert L. (1972): *What Computers Can't Do. A Critique of Artificial Reason.* New York–Evanston–San Francisco–London: Harper and Row Publishers, 147–168.

30 Dreyfus, Hubert L. (2001): *On the Internet.* London–New York: Routledge, 64.

31 Lásd a robotölelési példát i. m. 69.

32 I. m. 67.

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 104

kezelésére vonatkoztatva sokszor nemhogy hamis, de épp az ellenkezője igaz: ott szerezhetők meg igazán. Mindent összevéve, Dreyfus nem jár el körültekintően, amikor megállapításaiban egy kalap alá veszi a tudományos és nem tudományos kontextusokat: „…a szakértelem nem szerezhető meg a testetlen cybertérben. Ellentétben a távtanulás lelkes híveinek véleményével, a gyakorlati tanulás [apprenticeship] csak az otthon, a kórház, a sportpálya, a *laboratórium* és a különböző szakmák műhelyeiben történhet."[33] Bárhogy álljon is a helyzet az élet egyéb kontextusaival, a „laboratórium" esetében egyre szaporodnak az ellenpéldák.

A tudományos kontextus elkülönítése még hasznosabb lenne azoknak az ellenvetéseknek az esetében, melyek a távjelenlétből hiányzó személyességet és intimitást állítják előtérbe. A távjelenlét – hangsúlyozza Dreyfus – elveszíti a finom, nem vagy alig explikálható jelzéseket, mint amilyen egy beszélgetés hangulata, egy ölelés intimitása, a csak közvetlenül érzékelhető személyesség, ezért legföljebb olyan pótszer lehet, mint Harlow kísérletében a kismajmok számára a szőranya: jobb, mint a drótanya, de semmiképp sem azonos a valósággal.[34] Házasságot kötni jobb személyesen, s ugyanez a helyzet az üzlettel is. Szükség van arra, hogy az üzletfelek egymás szemébe nézhessenek, kezet foghassanak, kialakítsák a bizalom és személyesség légkörét. Nem árt ez a tudományos együttműködésben sem, de nem is nélkülözhetetlen. A távjelenlét egységes intellektuális és cselekvési teret hoz létre, melyben a legeredetibb gondolatokat is standard érveléssel kell megvédeni: nem hivatkozhat senki megérzésekre, különleges kifinomultságot igénylő tapasztalatokra, belátásokra, személyes meggyőződésre, csakis mindenki számára hozzáférhető empirikus adatokra és elvileg mindenki számára érthető megfontolásokra. A tudományfilozófia utóbbi ötven évének fejleményei után kiábrándítóan „pozitivistán" hangzik ez a megállapítás, holott csupán arra hívja fel a figyelmet, hogy a tudomány más kontextusban zajlik, mint az élet többi része, s nem ugyanazok a normák érvényesek rá.

E redukált kontextusban a távjelenlét „valóságossága" két dolgot jelenthetne:

1. a távmanipulációval kezelt műszerek magát a valóságot jelenítik meg,

33 I. m. 68–69. – kiem. L. J.
34 I. m. 71.

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 105

2. a távegyüttműködés során a partnerek teljes értékű személyes kapcsolatban vannak.

Az első lehetőségről nem sokat mondhatunk. Vannak érvek a tudományos realizmus mellett, de ezek nem érintik a műszerek távműködtetésének kérdését. Akár valóságos kvarkok nyomai jelennek meg a monitorokon, akár a berendezés működési elvét tartalmazó elmélet lenyomatai, ez nem a műszer távolról vagy közelről történő használatának függvénye. Ami a második lehetőséget illeti, amellett érveltem, hogy eltérően az élet egyéb kontextusaitól, a tudományban a távjelenlét nem lép föl ilyen igénnyel. Ahhoz, hogy tudományos értelemben távjelenlétről beszélhessünk, csak a berendezések által szolgáltatott adatokhoz és a berendezésekkel végzett műveletekhez való közös hozzáférést, valamint az ezzel egyidejű kommunikáció lehetőségét kell biztosítani.

3. A tudomány nyelvjátéka

Az együttműködés redukáltsága nem jelenti azt, hogy a tudományos gondolkodás teljesen izolált lenne a társadalmi és kulturális környezetétől. A döntő kérdés az, mit tekintünk tudományos közösségnek: egy-egy izolált kiscsoportot vagy az azonos tudományterülettel foglalkozó kutatók összességét. A tudomány relativista felfogása mellett érvelők számára nem kérdés, hogy csakis az első lehetőségről beszélhetünk. Flecktől Hagströmön át Kuhnig magától értetődőnek számít, hogy tudományos közösséget azok a kutatók alkotnak, akik folyamatos személyes kapcsolatban állnak, s tudományos tevékenységüket együtt végzik. Nehezebben védhető az az álláspont – s ennek megfelelően kevesebben is képviselik –, hogy e közösség gondolkodásmódját az azt körülvevő tágabb kultúra és társadalom határozza meg. Jóval gyakoribb a relativizmust a tudományos közösségen belüli szociológiai folyamatokból vezetni le. Az externális és internális szociológiai folyamatok különbözőségének regisztrálásából azonban nem arra a következtetésre jutnak, mint mi fentebb, hogy tudniillik a tudomány a környezetét képező társadalmi, gazdasági, vallási, politikai stb. kontextustól különböző, sajátos, redukált s ezért standardizált társadalmi összefüggésrendszer és gondolkodásmód. Inkább azt hangsúlyozzák, hogy mivel az izolált tudóskö-zösségekben különböző gyakorlatok alakulnak ki, ezzel más-más fogalmi sémák jönnek létre, s ennek következtében más közösségekétől az

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 106

összemérhetetlenségig különböző nyelvek, gondolkodásmódok jönnek létre. Az összemérhetetlenség, a „kommunikációs zárlat" végeredményeként, a gondolkodásmódok és a gyakorlat különbözőségének következményeként jelenik meg, holott ez a viszony éppenséggel fordított!

Amennyiben a tudományos közösségen belüli érdekek párosulnak az izoláció megteremtésének technikai és hatalmi lehetőségével, a kiképzés, tájékozódás, kapcsolatteremtés, publikálás, előléptetés és finanszírozás kontroll alatt tartásával, akkor egy csoport korlátozhatja a tudományos kommunikációt. A tekintély, dogmák és tradíciók rendszere izolációt eredményez, akadályozza a szabad együttműködést, így a fogalmak nem a sokféleség versenyéből és szintéziséből keletkeznek. Vagyis a tényleges helyzet az, hogy a fogalmi sémák összemérhetetlensége, azaz a kommunikációs akadályok nem következményei a gondolkodásmódok különbözőségének, hanem előidézői! A fogalmi relativizmus hátterében nem az áll, hogy az egyes közösségek különböző fogalmi sémákat definiálnak, hiszen ha léteznének explicit definíciók, a kommunikáció csak nehézkessé válna, de nem ütközne elvi nehézségekbe. A fogalmak nem definíciókon, hanem gyakorlaton alapszanak, melyet mintakövetés útján sajátítanak el a benne szocializálódók. A relativizmus éppen annak következménye, hogy teljes értékű kompetenciára csak szocializáció, s nem teoretikus reflexió révén lehet szert tenni, s ha az egyes közösségek között nincs kapcsolat, akkor mindenki csak saját csoportjának empirikus és interpretációs gyakorlatában vehet részt.

A tudomány konzorcializálódása és a hely jelentőségének leértékelődése szemantikailag úgy konkretizálódik, hogy közössé válnak a fogalmak létrehozásának, a tapasztalatokkal való koordinálásának kontextusai és a nyelvhasználati, értelmezési szituációk, így az ebben a rendszerben működő tudományok speciális fogalmainak interpretálása megszűnik tisztán elméleti kérdés lenni. A digitális adatkezelés, a műszerek távhasználata és az audiovizuális kommunikáció folyamatossága a tudományt az adott kutatási területen működő tudósok összességének közös nyelvjátékává teszi. Közös cselekvési és tapasztalati szituációt teremt, s ezáltal hozzáférhetővé teszi a szótlan, a tevékenységben, s nem a róla való beszédben megnyilvánuló tudást.

A távjelenlét által lehetővé tett közös gyakorlat azt jelenti, hogy az internetnek a tudomány e szektorában játszott szerepe nem írható le jól a „háló" metaforával. Nem arról van ugyanis szó, hogy a tudományos tudás többé-kevésbé elkülönülő csomópontokban keletkezik, s az új-

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 107

donság a kész anyag gyors közvetítésében és könnyű visszakereshetőségében áll. A kollaboratórium, távjelenlét és távmanipuláció a fogalmak kialakításának, alkalmazásának és módosításának valódi használati kontextusaiba visz. Kész értelem kommunikálása helyett az értelemképzés közös közegét nyitja meg, így az elkülönült csomópontok közötti gyors és állandó kommunikáció helyett az adott tudomány közös nyelvjátéka, a külön hermeneutikai erőfeszítés nélküli kölcsönös megértés lehetősége jön létre. Az új hermeneutikai szituáció jellegzetessége, hogy az értelmezők már nem csupán prezentációra szánt, informálás célzatával kialakított szövegekkel és egyenletekkel vannak kapcsolatban, hanem beléphetnek az értelmezni kívánt nyelv használati kontextusaiba, sőt résztvevői lehetnek a fogalomképzést körülvevő és támogató manipulatív és verbális folyamatnak, megoszthatják a nyers, még nem értelmezett, elméletbe nem épült tapasztalatokat. Nyers alakjukban látják az adatokat, még nem tényekké kristályosulva, hanem mint zavaró momentumokat, az elvárásokba bele nem simuló rendellenességeket, mint érthetetlen foltokat a teleszkóp vagy mikroszkóp adta képen, mint vibráló pontot a képernyőn, amelyről még azt sem lehet tudni, hogy a műszer hibája, a kísérleti körülmények nem elég gondos előkészítése vagy valami véletlen jelenség. Ezek a kutatók végigmennek azon a folyamaton, melyben ellenőrzik a jel eredetét, a berendezések működését, azonosítják a peremfeltételeket, izolálják a kísérletben szerepet játszó hatásokat, új hatásokat hoznak működésbe, új anyagokkal új reakciókat indítanak, kezdeti hipotéziseket állítanak föl, majd vitatnak, és speciálisan e célra kigondolt eljárásokkal ellenőriznek, közösen gondolnak ki új berendezéseket stb. Folyamatos visszajelzéseket, korrekciókat és megerősítéseket kaphatnak, észrevehetik a fogalmak inadekvátságát bizonyos szituációkban, s részt vehetnek a fogalmak módosításaiban és pontosításaiban. Az együtt játszott nyelvjáték természetesen a megértés összehasonlíthatatlanul jobb feltételeit kínálja, mint a kész szövegek utólagos interpretációja vagy fordítása, mely inkább csak az explicit (vagy explikálható) kognitív tartalmak felderítésére ad esélyt. A résztvevők egészen más viszonyban lesznek a végeredményként nyelvi formában testet öltő elmélettel, mint azok, akik azt csak bemutatásra szánt prezentáció formájában olvassák. A kutatók magába a tudáselőállító folyamatba léphetnek be, s mivel részesei ennek, anélkül értik a végeredményt, hogy bármiféle fordításra, interpretálásra vagy tanulásra lenne szükségük. Nem arról van szó, hogy megteremtődik az

14Laki(3).qxd 2005.06.09. 10:35 Page 108

összemérhetetlen nyelvek közötti fordítás vagy interpretatív közvetítés újfajta lehetősége, hanem arról, hogy az azonos tudományágakon belül közös nyelvjátékot játszanak a résztvevők, s így létre sem jönnek összemérhetetlen nyelvek. A tudomány egyre kevésbé illeszkedik a nyomtatott kultúrába. Nem azért, mert az lassú, drága, rugalmatlan, termékei nehezen kezelhetők (tárolás, keresés), és nem állandóan hozzáférhetők, hanem azért, mert a nyomtatott szöveg eltávolít a tudományos gondolatok képződésének kontextusától, s annak értelmezési nehézségeket eredményező dokumentációjával helyettesíti azt. Úgy állítja be a tudományt, mint tisztán nyelvi képződményt, s elfedi azt a tényt, hogy a tudomány egyre nagyobb részében nem csupasz szemantikáról, hanem a tudósok teljes közössége által művelt komplex nyelvjátékról van szó.