

Michel Callon

Négy modell a tudomány dinamikájának leírására

„Feladatunk az, hogy megmagyarázzuk, a tudomány – amely a biztos tudás legtokéletesebb példája – miért éppen úgy fejlődik, ahogyan, és hogy ezt a célt megvalósíthassuk, legelőször is fel kell tárnunk, hogy valójában hogyan is fejlődik” (Kuhn 1962, saját fordítás). A modern tudomány kialakulása óta e két kérdésre számos válasz született, melyek közül a maga módján mindegyik hozzájárult annak a rendkívüli szerepnek a megértéséhez, amit a szokásosan tudományosnak nevezett ismeretek a nyugati történelemben játszottak. Ebben a tanulmányban azon fogalmi eszközöket vonom vizsgálat alá, amelyek segítségével az elmúlt néhány évtizedben a tudományos tudás sajátosságait és e tudás előállításának dinamikáját igyekeztek megragadni. Következésképpen csak másodrendű szerepet szánok az olyan történeti munkáknak, amelyek a tudományos forradalom kialakulásának körülményeit vagy a tudományágak, intézmények és gyakorlatok forradalom utáni fejlődését vizsgálták. Ezen írások szerzői, néhány kivételtől eltekintve (mint például Alexandre Koyré, Georges Canguilhem vagy Michel Foucault, kiknek munkássága Franciaországban jól ismert), csak közvetett módon járultak hozzá a szóban forgó analitikus vagy fogalmi eszközök megalkotásához.

Még vizsgálódásunk ily módon leszűkített területe is hatalmas. Magába foglalja az angolszász világban virágzó tudományfilozófia jó részét, és mindazokat az új és gazdag kutatásokat, amelyeket angolul a *(social) studies of science* (SSS) névvel szokás illetni, ami szociológiai, antropológiai és kisebb részben közgazdaságtani munkák sokaságát takarja.

A tudományfilozófia és az SSS megközelítési stílusa igencsak eltérő. Az első esetben a történeti vagy empirikus anyagok szerepe pusztán az általános érvényű és logikai jellegű

A tanulmány első változata angolul jelent meg a következő címen: „Four Models for the Dynamics of Science”, in *Handbook of Science and Technology Studies*, Sheila Jasanoff, Gerard E. Markle, James C. Peterson és Trevor Pinch (szerk.), London: Sage, 29–64, 1995. A jelen szöveg alapjául szolgáló újabb változat Guenièvre Callon fordításában jelent meg: „Quatre modèles pour décrire la dynamique de la science”, in *Sociologie de la traduction, textes fondateurs*, Madeleine Akrich, Michel Callon és Bruno Latour, Paris: Presses de l'école des mines, 2006, IX. fejezet. Copyright © Michel Callon 2006. Az eredetivel egybevetette Sallay Zoltán. Hungarian translation © Replika.

érvelésre épülő kijelentések szemléltetésére korlátozódik, míg a második esetben az eljárás döntően induktív: magából a tudományból indul ki, és az alapján próbál válaszokat adni általános kérdésekre. Fontos megjegyezni ugyanakkor, hogy vannak szerzők, akik a kétféle megközelítési mód ötvözésére törekszenek.

Egy olyan tanulmány esetében, amely sok és sokféle írás összegzését tűzi célul maga elé, kézenfekvő lenne a különböző vizsgált megközelítési módokat legjobban reprezentáló néhány ismert szerző munkáiból kiindulni. Én azonban egy másik utat választottam. Míg közben ezen összegző tanulmány megírására készültem, és el- vagy újraolvastam bizonyos munkákat, amelyek között eleinte nem sok hasonlóságot láttam, megdöbbenett az a tény, hogy valójában milyen kis számú olyan egymást kizáró modell létezik, amely segítségével a tudományos tevékenység, valamint az egész dinamika, amibe e tevékenység ágyazódik, leírható és elemezhető.

Az általam vizsgált szerzők, legyenek filozófusok, szociológusok, antropológusok vagy közgazdászok, mindannyian ugyanazon problémával találták szembe magukat, amelyet sem kikerülni, sem figyelmen kívül hagyni nem lehet, nevezetesen a tudomány kettős természetével: azzal, hogy a tudomány elválaszthatatlanul kognitív és társadalmi tevékenység is egyben. Azok, akik a tudomány kognitív jellege iránt lelkesednek, érvelésük bizonyos szakaszaiban nem kerülhetik ki, hogy a társadalmi aspektusról is hipotéziseket alkossanak; és így azok is, akiket szinte kizárólag csak az intézmények, a normák vagy a gyakorlatok érdekelnek, kénytelenek a tudományos ismeret egyediségére is utalást tenni. Mindezen munkák együttesen, amelyek magának a tudománynak, illetve a tudomány elképesztő dinamizmusának a leírására törekszenek, megkerülhetetlen kérdések egy szűk körét hozzák felszínre. A kognitív, illetve a társadalmi aspektust érintő alapkérdések listája csak gyakorlatias megközelítéssel, vagyis szerzők munkáiból kiindulva állítható össze. Hat ilyen kérdést gyűjtöttem össze:

- a) Melyek a tudományos tevékenység jellemző termékei?
- b) Kik azok a cselekvők, akik részt vesznek e termelési folyamatban? Milyen kompetenciára van szükségük e tevékenység sikeres végzéséhez?
- c) Milyen magyarázatot lehet találni a tudományos tevékenység megszakíthatatlan, illetve adott esetben kumulatív jellegére?
- d) Az előállított ismereteket illetően hogyan születik meg az egyetértés?
- e) A tudományos tevékenység milyen társas szerveződési formát kíván meg? (Itt egyaránt szó van a tudományon belüli, illetve a tudomány és a társadalom közötti viszonyokról.)
- f) Milyen általános, egyszerre társadalmi, politikai, kulturális és gazdasági dinamikát mozdit elő a tudományos fejlődés?

A különböző szerzők vagy személyes választás okán, vagy pedig saját kompetenciáikból adódóan erőfeszítéseik és reflexióik döntő részét e kérdések közül általában csak az egyik vizsgálatára összpontosítják. Olykor-olykor előfordul, hogy egynél több kérdésbe is belevágják a fejszájukat, viszont az, hogy mindegyik kérdéssel foglalkozzanak, még ennél is ritkábban fordul elő. Ha valaki az egyik kérdés esetében egy bizonyos fajta válasszal előáll, az szükségszerűen a többi kérdésre adható válaszok körét is behatárolja. Amennyiben a tudományt

kijelentések halmazaként definiáljuk, amelyek adott esetben elméletekbe rendeződhetnek (*a* kérdés), kénytelenek leszünk arra a kérdésre is választ adni, hogy hogyan jönnek létre szüntelenül a már meglévő kijelentéseket kiegészítő vagy felváltó újabb kijelentések (*c* kérdés). Az egyes szerzőkre nehezedő ilyesfajta logikai kényszerek megragadására vezettem be a modell fogalmát. A modell egy olyan elvont és analitikus kategória, amely a fent említett kérdésekre adott és egymásnak nem ellentmondó válaszokat foglalja magában. Gyakran előfordul, hogy különböző tudományterületeken tevékenykedő, egymásra sosem hivatkozó szerzők egymást kiegészítve ugyanazon modell kidolgozásához járulnak hozzá: a modellek ily módon a gondolkodás kollektív jellegét emelik ki, ugyanakkor a képviselhető álláspontok (egy modellen belüli, vagy a különböző modellek közötti) létező, bár korlátozott diverzitását is hangsúlyozzák.

Eldöntöttük tehát, hogy a szakirodalmat a hat kérdésre adott választ is logikusan magukba foglaló modellek szerint fogjuk szortírozni, s már csak maguknak a modelleknek a meghatározását kell elvégeznünk. Ez a művelet azonban bizonyos mértékben önkényes. Végül négy modell bevezetése mellett döntöttem, melyek mindegyike egy központi problémából indul ki. Az első modell esetében ez a tudomány mint racionális tudás problémája, és a célja az, hogy megkülönböztesse a tudományt a tudás minden egyéb formájától annak érdekében, hogy magyarázattal tudjon szolgálni a tudomány a valóság megismerésében betöltött kitüntetett szerepére. A második a tudományt mint versengő tevékenységet ragadja meg; itt a figyelem arra a szerveződési formára irányul, amely a tudomány számára lehetővé teszi, hogy működjön és fejlődjön. A harmadik a tudomány szociokulturális modellje: a tudomány sajátosságának kérdésére itt a gyakorlatokból, illetve az ezen gyakorlatok háttérében megbúvó hallgatólagos tudásból kiindulva keresik a választ. A negyedik modell, amit a kiterjesztett fordítás modelljének nevezek, azt igyekszik megmutatni, hogyan jönnek létre a szilárd lábakon álló tudományos kijelentések, és ezzel párhuzamosan hogyan alakul ki a kijelentések áramlásának tere.

Tisztában vagyok azzal, hogy ez a csoportosítás vitatható. Később még visszatérek erre, de előre kell bocsájtanom, hogy az 1-es és a 2-es modell részlegesen összeegyeztető egymással, és némiképp egymás kiegészítései is, ugyanis mindkét modell a másik által feltáratlanul hagyott dimenziókat vizsgálja. Egyes szerzők azt az álláspontot képviselik, hogy a 3-as modell magába foglalja a 4-est is, ugyanakkor én, érthető okokból, hajlamos vagyok úgy vélni, hogy ennek inkább az ellenkezője igaz.

Végül meg kell jegyezni, hogy mindegyik modell kiemelten kötődik valamely tudományághoz. Az 1-es a tudományfilozófiához áll közel, a 2-es az ún. durkheimi szociológiához, míg a 3-asra és a 4-esre az antropológiai megközelítés erőteljes hatása jellemző. Ugyanakkor hibát követnénk el, ha ezt a megfeleltetést kizárólagosnak tekintenénk: a közgazdászok munkája nem elhanyagolható mértékben járult hozzá az 1-es modell létrehozásához, míg a kognitív tudományok, azon belül is különösképpen a megosztott cselekvés és a megosztott kogníció [l'action et la cognition distribuées] fogalmaival kapcsolatos munkák a 4-es modellbe tartoznak, és tovább erősítik azt. Az is előfordul, hogy egyes szerzők – anélkül, hogy tudományterületet váltanának – pályafutásuk különböző szakaszaiban hol az egyik, hol pedig egy másik modellen dolgoznak. Végül fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy a modellek mindegyike nyitott. Furcsa lenne azt állítani, hogy az 1-es modellt a következők meghaladták volna. Mind a négy modell a kérdések és az inspiráció elapadhatatlan forrásának tekinthető.

I-es modell: A tudomány mint racionális tudás

Ez a modell azt kívánja tisztázni, hogy mi az, ami a tudományt a többi emberi tevékenységtől megkülönbözteti. Figyelmét a tudományos diskurzusra összpontosítja, és azokat a kapcsolatokat tárja fel, amelyek a tudományos diskurzus és azon valóság között jönnek vagy jöhetnek létre, amelyről e diskurzus szól.

A tudományos termelés jellege

A tudományos kutatás eredménye kijelentésekből és ezek hálózataiból jön létre. Ezen állítások osztályozása, valamint a köztük fennálló viszonyok leírása központi jelentőségű.

Az osztályozás leginkább bevett formája a megfigyelésre alapozott (avagy empirikus) kijelentéseket és az elméleti kijelentéseket szembe állítja egymással. Ez a különbségtétel a tudomány kettős jellegét ragadja meg; vagyis azt, hogy a valóságban szabályszerűségeket figyel meg, és olyan elvont rendszereket dolgoz ki, amelyek e szabályszerűségeket magyarázzák, adott esetben pedig meg nem figyelt jelenségeket jeleznek előre. E megkülönböztetés azonban felvet egy problémát, nevezetesen a kijelentések két típusa, vagyis a megfigyelhető dolgok és az ezek megragadására létrehozott elvont konstrukciók közötti kapcsolat problémáját.

Vegyük például az alábbi kijelentéseket:

- a) Az elektromos mezőbe helyezett minden elektront a töltésével arányos erőhatás éri.
- b) A párizsi Ecole des mines laboratóriumában található C áramkörben az áramerősség 50 amper.
- c) Az imént említett áramkörbe bekötött áramerősségmérő-berendezés mutatója 50 amper mutat.

Ez a három kijelentés egymástól logikailag független, továbbá az általuk használt szavak is nagymértékben különböznek. Az *a)* kijelentésben olyan entitásokról van szó, amelyek érzékelése pusztán az öt érzékszervünkkel nem lehetséges – még soha senki nem látott elektront, elektromos mezőt pedig még kevésbé, tehát ezek a fogalmak elvont fogalmak; egyesek úgy mondanák ezt, hogy hasznos fikciókról van itt szó, mások pedig rejtett, ugyanakkor a valóságban is létező objektumokról beszélnének. A *b)* kijelentés szóhasználata csak részben elvont, tartalmaz ugyanis olyan szavakat, amelyek megfigyelhető dolgokra vonatkoznak, mint a „C áramkör” vagy „a párizsi Ecole des mines laboratóriuma”. A *c)* jelű kijelentés viszont a hétköznapi ember által is megfigyelhető jelentések birodalmába vezet el minket: az 50-es szám jól látható és leolvasható, továbbá az áramerősség-mérő és a mutató is megfigyelhető; hogy a mutató az 50-es szám előtt áll-e vagy sem, arról egyszerű szemrevételezéssel meg tudunk győződni.

De hogyan jutunk el az *a)* jelűtől a *c)*-vel jelzett kijelentésig? Ezen elmozdulás leírására azt javasolom, használjuk az egyébként némely filozófus által is használt *fordítás* vagy *transzláció* [traduction] fogalmát. E fogalomnak az az előnye, hogy lehetővé teszi annak kiemelését, hogy a három kijelentés között szoros jelentésbeli kapcsolat van, anélkül, hogy teljes ekvivalenciát, vagy csak egyszerű logikai viszonyt tételezne közöttük: annak érdekében, hogy *a)*-ből *b)*-be jussunk, vagy *b)*-ből *c)*-be, más terminusokat kell beemelnünk illetve mellőznünk. Ilyen kis csalásokon [trahisons] át juthatunk az *a)* és *b)* kijelentésekhez, amelyek két teljesen eltérő nyelvi univerzumba vannak ágyazódva, mivel egyetlen olyan szó sincs, amely mindkettőben előfordulna. Itt a transzláció egy korlátozott változataról van szó, a kiterjesztett fordítás fogalmáról a 4-es modell tárgyalásakor fogok szót ejteni.

Az *a*), *b*) és *c*) kijelentések közötti translációk logikája korántsem egyértelmű. A fordítások, valamint eredetük és működés módjuk leírására többféle eljárás létezik. A translációk sorozata alapulhat a korrespondanciaszabályokon (Carnap, Nagel), koordinátadefiníciókon (Reichenbach), szótárakon (Ramsey, Campbell) vagy egy értelmező rendszer kidolgozásán (Hempel, Achinstein), amelyek ellátnak bennünket utasításokkal azt illetően, hogy a különböző alkalmazott – absztrakt vagy konkrét – terminusok jelentései között hogyan tudunk kapcsolatot teremteni, és hogy e terminusok használatának körülményeit hogyan tudjuk rögzíteni.² Hasonlóképpen lehetséges, és meggyőzőbb is, a megfigyelésekkel kapcsolatos kijelentésekhez – a megfigyelt szabályszerűségekről számot adó – empirikus modelleket kapcsolni, amelyeket az elvont szintű kijelentésekhez kapcsolódó magyarázó modellek segítségével lehet értelmezni.³ Általánosan elfogadott, hogy (a Bécsi Kör bizonyos tagjainak állításával ellentétben) kizárólag a logika eszközével nem lehetséges a kijelentések egyik típusától egy másik típusáig eljutni (Grünbaum és Salmon 1988): az elméleti terminusok szemantikailag nem redukálhatók a valóságban megfigyelhető dolgokra vonatkozó terminusokra. Az egyetlen járható út az, ha létrehozzuk a kijelentések egy harmadik, köztes csoportját, amely a megfigyelésekhez kapcsolódó terminusok egy részét az elméleti jellegű kijelentések bizonyos terminusaival kapcsolja össze: ezeknek az elemeknek köszönhető, hogy a fordítás egyáltalán lehetővé válik.

A köztes kijelentések elkerülhetetlen szaporodásával a megfigyeléshez kötődő, valamint az elméleti kijelentések közötti különbségtétel veszít az erejéből, a köztük meglévő határvonal elmosódik. Ebből adódik az, hogy a különbségtétel többféle értelmezése is lehetségessé vált. Az egyik álláspont lényege, melyet *redukcionista*nak nevezhetünk, abban áll, hogy a kijelentések e két típusa közötti távolságot, amennyire csak lehet, lecsökkenti. Ennek a redukció módszerétől függően két szélsőséges formája létezik. Az egyik szerint az elméleti kijelentéseket a lehető legközvetlenebb módon a megfigyeléshez kötődő kijelentésekből lehet (vagy kellene) származtatni. Ez a pozitivistának nevezhető tan nagy hangsúlyt helyez az indukció módszerére, és mind érvényességi (az elvont ismeretek akkor igazak, ha megfigyeléshez kötődő kijelentésekből indukció útján hozták létre őket), mind pedig demarkációs kritériumokat megfogalmaz (az értelmes és az értelmetlen kijelentések megkülönböztetésére).⁴ Az ellentétes álláspont szerint a megfigyelésből származó kijelentéseket elméleti megfontolások alakítják, amelyek nélkül nem lenne lehetséges e kijelentéseknek értelmet adni: az adatok sosem önmagukban adóttak, hanem elméleti felvetések és mozzanatok által létrehozottak, előrendezettek.⁵

2 Az itt felsorolt szerzők egy részéről, valamint az általuk használt fogalmakról bővebben lásd Jacob (1981).

3 A probléma teljes körű ismertetését lásd Jacob (1981). A különböző modellek osztályozásáról lásd van Fraassen (1980).

4 Erre példa Carnap radikális elmélete, amely minden olyan kijelentést, amely közvetlenül nem kapcsolódik a megfigyeléshez, értelmetlennek tekint (Carnap 1955). Ebből adódóan az a konstrukció szintjén helyes állítás, hogy „Cézár egy prímszám”, számára nem bír értelemmel. Ezt az álláspontot képviseli a *Tractatus*ban Wittgenstein is (Wittgenstein 1921).

5 Ezt képviselte ellentmondást nem tűrő módon Bachelard (1934) és Hanson (1965) is. Ez az álláspont összeegyeztethető a filozófiai realizmussal, amely szerint az elméleti fejlődés az általa lehetővé tett, megfigyelésekhez kötődő kijelentések pontosságának növekedése révén a természeti valóság egyre igazabb leképezését adja. De nem áll ellentmondásban a relativizmussal sem, mivel a megfigyelésből származó kijelentések nélkülözhetetlen elméleti (és ebből adódóan önkényes) dimenziója az elmélet konvencionális jellegének bizonyítékaként is felfogható.

Egy másik, pragmatikusabb álláspont az elméleti, illetve a megfigyelésből származó kijelentéseket nem rendezi hierarchikus viszonyba: ez abból a feltételezésből következik, hogy a kijelentések különböző típusai viszonylag függetlenek egymástól, és a tudományos munka abban áll, hogy kapcsolatokat létesít e két típus között, valamint azokat szükség szerint módosítja. A transláció feladata és az ehhez kapcsolódó műveletek elvégzése a tudósrá hárul, aki elbeszéléseket (narratívákat) hoz létre, és cselekményeket (események láncolatait) dolgoz ki annak érdekében, hogy egyrészt értelmet adjon a megfigyeléseknek, másrészt új megfigyeléseket javasoljon. Az ennek során használt metaforákat, homályos és többértelmű fogalmakat és az azokból fakadó bizonytalanságot nem szükséges teljesen kiküszöbölni, sőt, legalábbis bizonyos mértékig, elő kell segíteni (Cartwright 1983). Ezen körülmények között válik lehetővé az elméleti kijelentésekből származtatott empirikus jóslatok tesztelése, vagy annak eldöntése, hogy egy adott elmélet más elméleteknél jobban képes-e számot adni megfigyelések egy csoportjáról.

Ebben a modellben – azon túl, hogy a kijelentések közötti fordítások megragadására felkínált különböző értelmezéseket találhatunk – a tudás, valamint a kijelentések előállítása egymással szinonim fogalmak. A fordítás sohasem léphet ki a kijelentések birodalmából. Ez magyarázza az érdeklődés ontológiai kérdések felé történő természetes eltolódását.⁶ A fordítás eme korlátozott definíciójával nem kerülhetjük ki annak megvitatását, hogy mi az, amit a kijelentések „képviselek”. A realizmus kérdése alkotja e megközelítés központi problematikáját.⁷

A cselekvők

E modell cselekvőkön elsősorban kutatókat ért, akikre pusztán mint a kijelentések előállítóira és fogyasztóira tekint. A tudás terjesztői, a laboratóriumi technikusok, az eszközök készítői, a tanárok és maguk az eszközök csak mint díszletelemek vannak jelen: fontosak, de a szerepük pusztán másodlagos. A társadalom itt „megritkul”, a legegyszerűbb megnyilvánulási formájára redukálódik. E purifikációs eljárás azzal a következménnyel jár, hogy a modell a (csekély számú) cselekvőt a képességek rendkívül széles körével ruházza fel.

A modellben a kutatók szensoros és kognitív kompetenciákkal bírnak. A tudós feladata olyan kijelentések megfogalmazása, amelyek számot adnak a megfigyeléseiről, vagyis az öt érzék, ezek közül is elsősorban a látás áll a rendelkezésére (a megfigyelés fontosságát minden szerző megemlíti). Emellett képesnek kell lennie olyan kijelentések elképzelésére és a

⁶ Ezen fejlemények érdekes szemléltetését lásd a Quine–Davidson-ellentét kapcsán. Quine (1969) a radikális fordítás minden lehetőségét elveti (az ontológia ugyanúgy többféle lehet, mint ahogy a világot leíró kijelentések is). Ezzel szemben Davidson (1984) a transzcendentális fordítás elméletét dolgozza ki (amely egyik kijelentésnek egy másik típusú kijelentésre történő átfordíthatóságát igazolja). Ez az alapvető nézeteltérés azt bizonyítja, hogy a fordítás fogalma központi fontosságú.

⁷ E ponton a realizmus, a pragmatizmus, a pozitívizmus, illetve a relativizmus között zajlott összes vita előkerül. A realisták amellett törnek lándzsát, hogy a kijelentések egyre közelebb kerülnek a valósághoz (Putnam 1978); a pozitivisták azt az álláspontot képviselik, hogy a megfigyelésekből táplálkozó kijelentések gyarapítják és pontosabbá teszik tudásunkat (Carnap 1955). A pragmatisták úgy tekintenek a tudományra, mint olyan módszerek és eljárások összessége, amelyek már keresztülmentek egy kiválasztó folyamaton, s ez szavatolja a tudomány megbízhatóságát és hatékonyságát (a szónak itt leginkább a természet feletti ellenőrzés értelmében; l. Laudan 1990). A relativisták pedig amellett az elképzelés mellett szállnak síkra, hogy a kijelentések révén az égvilágon semmi lényegeset nem tudunk meg a külső valóságról (Feyerabend 1975; Quine 1969).

közöttük lévő translációs műveletek bevezetésére is, amelyek közvetlenül nem kapcsolódnak a megfigyeléshez. Vannak szerzők, mint például Holton (1973) és Hesse (1974), akik a tudósok metaforák és analógiák létrehozására való képességét hangsúlyozzák, míg mások az esztétikai érzéket emelik ki, mint amivel a tudósoknak rendelkezniük kell: bizonyos elméletek vagy érvelések ugyanis egyszerűségükkel, eleganciájukkal és szépségükkel hódítanak.

E kognitív és képzeleterőbeli kompetenciák egy racionális működési módot szolgálnak. A racionális cselekvés fogalma és az igazolható döntések meghozatala szorosán összekapcsolódik egymással: egy szakértők között zajló nyilvános vitában kellőképpen erős és alátámasztott érvekre van szükség ahhoz, hogy a legeltökéltebb vitapartnert is meg tudjuk ingatni a meggyőződésében. Arról azonban, hogy egy érv mitől tekinthető meggyőzőnek, a különböző szerzők véleménye már megoszlik. Egy transláció meggyőző lehet azért, mert új utakat nyit meg a jövőbe, mert már létező fordításokat erősít meg és terjeszt ki, mert egyszerű és általános érvényű magyarázattal szolgál bonyolult adatok kapcsán, mert olyan próbákat tud javasolni, amelyek érvényességében megerősítik. Ebben a modellben a tudós egy hősiesség, nem mindennapi figura, aki olyan kompetenciák egész tárházával rendelkezik, amelyek általában megoszlanak a társadalom különböző tagjai között.

A dinamika

Vajon miért fejlődik a tudomány? Illetve ezt a kijelentést modellünk nyelvére lefordítva: vajon a tudósok miért gyarapítják fáradhatatlanul újabb és újabb kijelentésekkel a már meglévőket számát? Miért áldoznak annyi energiát a meglévő kijelentések kijavítására, érvénytelenítésére vagy megcáfolására?

Először is, ha a tudós fáradhatatlanul végzi a kijelentések átalakításából és új kijelentések létrehozásából álló munkáját, az azért van, mert olyan rendkívüli erkölcsi tulajdonságokkal bír, amelyek a legszigorúbb intellektuális aszkézisre és az igazság megismerése irányuló csilapíthatatlan szenvedélyre készítetik. A tekintetben már nincs egységes álláspont, hogy ezek a tulajdonságok velük születnek, vagy pedig a konkurenciaharc és az abból adódó kíméletlen bírálatok hívják azokat életre. Kétségtől a legésszerűbb azt feltételezni, hogy e kompetenciákat mindkét tényező alakítja, és hogy a kutatók morális beállítottságának, akár velük született, akár szerzett, a tudományos közösségben uralkodó játékszabályokhoz kell alkalmazkodnia. Ezek a tulajdonságok a tudóst újabb és újabb kijelentések előállítására ösztönözik, amelyeket ellenőriznie kell, szükség esetén pedig arra is képesnek kell lennie, hogy elvesse azokat. A tudósnak két parancsnak kell engedelmeskednie egyszerre: folyamatosan állításokat kell kigondolnia és létrehoznia, amelyeket ezzel egyidejűleg kollégái kíméletlen bírálatának is alá kell vetnie.

Másodszor, a válasz részben a tudomány intézményében található; ebből látható a leginkább, hogy ez és a 2-es modell, vagyis a tudomány mint versengésre épülő vállalkozás modellje milyen jól kiegészítik egymást. A tudományban meglévő jutalmazási rendszer alapvető fontosságú, mivel a morálisan legelhivatottabb tudós sem törné magát, hogy új kijelentéseket hozzon létre, ha nem kapna emellett valamiféle jutalmat, amely őt a tudományban való részvételre sarkallja. A tudományos intézmények szerepe az, hogy ösztönözzék és becsatornázzák a tudósokat mozgató és a viselkedésüket irányító erőket – legyen az akár az igazság iránti szenvedély, a tudás közös előállításában való részvétel igénye, a természet uralásának óhaja vagy a problémák és ellentmondások legyűrésének soha nem szűnő vágya.

Ezen institucionalista perspektívából szemlélve a tudós nem más, mint egy operátor, aki által a kijelentések megszületnek és egymással összeméretnek. A modell tehát a kijelentések egyfajta darwinizmusához vezet, amelyben a tudósok a kijelentések számára csak sokasodásuk, fejlődésük és szelekciójuk hordozóinak tekinthetők. Olyan intézményekre van tehát szükség, amelyek arra ösztönzik a tudósokat, hogy magukra vállalják a saját túlélésükért harcoló kijelentések ütköztetésének végrehajtói szerepét. E modell egyik szélsőséges válfaja – némi ellentmondást sem nélkülözve – azt állítja, hogy a tudomány olyan megismerési forma, amelynek nincsen alanya. Az objektív tudás, vagyis az olyan kijelentések, melyek az őket létrehozóktól és fogyasztóktól függetlenül léteznek – például a könyvekben, cikkekben, könyvtárakban vagy a számítógépek memóriájában hozzáférhető tudás –, önszerveződő gyarapodására utalva beszél Popper (1972) „harmadik világról”, amely a tudósok terveitől, szubjektumától és szenvedélyeitől függetlenül létezik és szerveződik.

A megegyezés

A megegyezés ebben a modellben az elméleti és tapasztalati kijelentésekre éppúgy vonatkozik, mint azokra a konstrukciókra, modellekre vagy elméletekre, amelyeket az ilyen kijelentések alkotnak.

A megegyezést alapvetően az eredményezi, hogy a cselekvők hasonló kompetenciákkal rendelkeznek, és képesek olyan, szigorúan megfigyeléseken alapuló kijelentésekben egyetérteni, mint hogy „ez a zsinór, amelynek végén egy húsz kilós súly lóg, elszakad”, vagy hogy „a görbe a kísérlet megkezdése után öt perccel érte el a tetőpontját” (amihez természetesen az szükségeltetik, hogy mindenki ugyanazt értse a tetőpont fogalmán vagy azon, hogy „a zsinór elszakad”; de magunk elé tudjuk képzelni azt az egyszerű és ésszerű folyamatot is, amelynek során e létfontosságú egyetértés létrejön). A cselekvőknek ugyancsak képeseknek kell lenniük a kijelentések egyik típusáról a másikra való áttérést lehetővé tévő transláció szilárdságát, általánosságát,⁸ az általa létrehozott új kísérleti lehetőségeket, valamint annak eleganciáját, egyszerűségét és logikusságát megállapítani. Ilyen kompetenciákkal nem rendelkezik minden ember, még a legjobbaknak és letehetősebbeknek is el kell sajátítaniuk azokat. Ezért fontosak a szelekciós mechanizmusok, amelyek gondoskodnak arról, hogy a tudósokban meglegyen az az intellektuális és morális beállítódás, ami a feladatuk végzéséhez szükségeltetik.

Noha e kompetenciák feltétlenül szükségesek, korántsem elegendők. A megegyezés létrejöttéhez elengedhetetlen fontosságú, hogy a vitáknak legyen egy olyan mezeje, ahol a kijelentések egymással összeütközthetők. A racionális tevékenység nem pusztán az emberek fejében megy végbe, bármily tehetségesek legyenek is. Szükség van az elmék találkozására is, hogy egymással eszmét cserélhessenek, hogy az érveiket szüntelenül csiszolhassák és fegyverszünetet soha nem kötve ütközthessék egymással. Ezen tér, amely nélkül racionális tevékenység nem bontakozhatna ki, létrejöttének gyökerei egészen az ókori Görögországba vezetnek. Vernant (1990) frappánsan úgy fejezte ezt ki, hogy a tudomány nem más, mint a politikai vita folytatása egy másfajta küzdőtéren, a társadalmi világból a világmindenségbe terjesztve ki azt. A két forradalom, vagyis a demokrácia, illetve az ész forradalma, egymást

⁸ Például az a kijelentés, hogy „a gravitációs erő nagysága a távolság növekedésével csökken”, sokkal kevésbé pontos, mint ha azt mondjuk, hogy „a gravitációs erő nagysága a távolság négyzetével fordítottan arányos”.

kölcsönösen táplálja, bár az előbbi az utóbbinak előfeltétele. Ész nem létezhet érvelés nélkül, és mivel az érvelés állítások formáját ölti, az 1-es modellben központi szerepet játszik egy olyan tér létezése, amelyben ezek az érvek elhangzanak, és ahol azok szilárdságát próbára teszik: vagyis e modell szerint a tudomány szükségképpen nyilvános. A tudósok egymás közötti vitái konferenciákon és folyóiratok hasábjain zajlanak, vagy informálisabb keretek között, de legalább ugyanakkora komolysággal a munkaasztal mellett, amikor publikációt, előadást írnak vagy valamilyen bemutatót készítenek elő. Ezek a viták sokkal nehezebben megragadható módon is megjelennek, amikor a tudós belső párbeszéd formájában saját magával száll vitába, és megpróbálja előre kitalálni az esetleges ellenvetéseket, vagy elképzelni a vita valószínű lefolyását. A tudós saját magával szemben éppolyan szigorú, mint a kollégákkal folytatott vitában. A magánélet és a nyilvánosság szférái nem állnak ellentétben, hanem egymás meghosszabbításai. Ha van határ, az abban áll, hogy a tudósok az esetleges hibákat megtartják-e maguknak, vagy csak a legközvetlenebb kollégáinkkal osztják-e meg azokat (amelyek így anélkül korrigálhatók, hogy kár származhatna belőlük), illetve hogy a tévedések nyilvánosságra kerülnek-e, veszélybe sodorva a kutatók hitelességét.⁹

A tudományos nyilvánosságban folyó eszmecsere szerveződése és a tudósok fent leírt érvelési kompetenciái között összefüggés van, hiszen maguk a tudósok azok, akik a megfigyeléshez kötődő kijelentésekből elméleti kijelentéseket hoznak létre (és fordítva), valamint e kijelentések szilárdságáért kezkeskednek. A tudósok által a fordításaik helyénvalóságára és érvényességének megállapítására használt kritériumok sokféleségével párhuzamba állítható a nyilvánosságban használt és a megegyezést, illetve annak legitimitását garantáló igazolási típusok sokfélesége (Boltanski és Thévenot 1991). Az 1-es számú modell e kritériumok széles spektrumának enged teret. Egyesek ezen kritériumokat a priori szintre emelik, mint amelyek nem szorulnak további igazolásra. Azonosításuk általában egy-egy fontosnak vélt (és gyakran stilizált) epizódra való hivatkozás révén történik a tudományok, kiváltképpen a fizika történetéből (a relativitáselmélet és a kvantumfizika forradalmi kiapadhatatlan forrásai az ilyen próbálkozásoknak). Ezen kritériumokat, melyek meghatározó szerepe jól látszik az említett válságok megoldásában, a tudomány legáltalánosabb és semmi másra vissza nem vezethető jellemzőinek szokás tekinteni. A kritériumok általában ellenőrzések végrehajtására és azok értelmezésére vonatkoznak. Olyan eljárások kialakításához vezetnek, amelyek lehetővé teszik az elméleti és megfigyelési kijelentések sorsának összekötését, amelyek között a transláció teremtett kapcsolatot (az elméleti kijelentések cáfolhatósága a kísérleti megfigyelésekkel történő ütköztetésük alapján; az elméleti kijelentések prediktív ereje; az elméleti kijelentésekkel összhangban lévőnek tekintett megfigyelések száma és sokfélesége stb.).

Ezen kritériumok meghatározásának óvatosabb módja, ha úgy tekintjük őket, mint amik az időben is változhatnak, és a diszciplínák között is eltérhetnek. Ez a pragmatikusnak nevezhető álláspont a tudományos tevékenység történeti jellegére helyezi a hangsúlyt: az, hogy mit tekinthetünk egy adott időszakban és területen tudományos tevékenységnek, változásnak van kitéve. A pragmatizmus nem jelent relativizmust (vagyis hogy bármely kritérium egyformán jó lenne), éppen ellenkezőleg, a realista felfogást támogatja: a tudományosság

⁹ Termékeny módon alkalmazhatjuk itt Goffman szociológiáját annak megértésére, hogy a cselekvők mi módon próbálják elkerülni a homlokzatuk lerombolását (és próbálják ellenfeleiket megakadályozni a homlokzatrombolásban). Bővebben lásd Wynne (1979).

kritériumai (hatékonyság, előrejelző képesség, termékenység, a próbákkal szembeni ellenállás, gazdaságosan bevezetett fogalmak stb.) versenyeznek egymással; amelyek a legjobban alkalmazkodik a körülményekhez, az kerül ki győztesen a versenyből. Ezt a választást azonban bármikor felül lehet vizsgálni.

Amennyiben a pragmatikus megközelítés nem foglalná magába a fejlődésre és a kritériumoknak a fejlődés által kikényszerített kiválasztódására való hivatkozást, egyenesen relativizmusba vagy konstrukcionizmusba torkollna. Ekkor ugyanis a kritériumokra úgy tekintenénk, mintha pusztán konvencionális alapon, teljesen önkényesen kerültek volna kiválasztásra, amelyek létét csak azok ismerik el, akik ezt jónak látják. Ebből jól látszik, hogy egy efféle szélsőséges álláspont bajosan békíthető össze azzal a szándékkal, hogy a tudományos tevékenység racionális jellegét megragadjuk. A konvencionális, amely – Duhem óta – az elméletek tapasztalat általi aluldetermináltságát tételezi (vagyis hogy megfigyelések alapján tett kijelentésekből kiindulva elméleti állításokat sem logikailag levezetni, sem pedig teljességgel igazolni nem lehetséges), nem merészkedik ilyen veszélyes vizekre: a totális relativizmust az ellenőrző kísérletekben bizonyos kényszerek teszik tarthatatlanná, bármily képlékenyek vagy kevésbé kényszerítő erejűek is a szóban forgó kísérletek. Mikor egy tudós egy adott elméleti álláspont mellett dönt, olyan indokokkal kell előállnia, amelyek az addig elvégzett vagy a továbbiakban elvégzendő kísérletekre támaszkodnak. Ez a munka szükségessé teszi olyan entitások mozgósítását (elvont fogalmak: gének, erők, elektronok és mezők formájában), amelyekre a tudós abból a célból hivatkozik, hogy beszámoljon tapasztalatairól, vagy esetleg hogy megmagyarázza vagy egymással összekapcsolja azokat. Ha ez nem történne meg, akkor a tudományos ismeret nem jelentene mást, mint maguknak a megfigyeléshez kötődő kijelentéseknek a szüntelen ismételtetését. Nem létezik tudomány entitásokra történő hivatkozás nélkül, amelyek lehet, hogy fiktívek, ugyanakkor az mindenképpen elmondható, hogy valóságos hatással bírnak, hiszen ezek az entitások a megfigyelhető jelenségek forrásai. Nem létezik tudomány minimális konvenciók nélkül, de legalábbis egy ilyen biztosan mondhatunk: érdemes ellenőrizni és megpróbálni megcáfolni a meglévő hivatkozásokat, hogy meggyőződjünk szilárdságukról, s adott esetben az ellenőrzés vagy a cáfolási kísérlet eredményeitől függően érdemes lehet változtatni is rajtuk. A tudomány hivatkozások nélkül csupán fikció. Ezért van az, hogy a fordítás fogalma olyan jól illeszkedik a tudomány ezen felfogásához: lefordítani valamit annyit tesz, mint egy kijelentést vagy egy kategóriát egy másik kijelentésre vagy kategóriára vonatkoztatni. A fordítás nem más, mint hivatkozás. Ha ezt a konvenciót egyszer elfogadtuk, akkor ez azon kritériumok egy egész sora esetében kamatoztatható, amelyek a hivatkozás és a fordítás helyes eljárásait hivatottak meghatározni. Ez a magyarázata annak, hogy a tudomány elgondolása olyannyira egységes, míg a gyakorlatban történő alkalmazása oly sokféle lehet.

A szervezeti forma

A modell a tudományos munka társadalmi szerveződésének háttérben kényszerítő tényezőket feltételez. Valójában minél szigorúbb szabályok betartására kényszeríti a tudósokat a tudás előállításával kapcsolatban, annál komolyabb követelményeket támaszt a tudás előállításával kapcsolatos társadalmi szervezéssel szemben. Azok, akik a kijelentéseket teszik, csak úgy tudják a munkájukat folytatni – vagyis vitatkozni, ellenőrizni, kísérletezni, kiválasztani,

cáfolni és így tovább –, ha az egész társadalom, illetve a társadalom által támogatott és külön e célra létrejött intézmények védernyője alatt tevékenykedhetnek.

A (szabad) vita nyilvános tere nélkül a tudomány lángja nagyon hamar kialszik. Annak érdekében, hogy a tudományos tevékenységben rejlő lehetőségek ki tudjanak bontakozni, demokratikus berendezkedésre, vagy Karl Popper (1945) szavaival élve nyitott társadalomra van szükség. Egy nyitott társadalomban a tudásra és az intézményekre mint az emberi tevékenység olyan produktumaira tekintenek, amelyeket korrigálni lehet és kell is annak érdekében, nehogy a szabadság ideálja torzulást szenvedjen. A kritikai szellem nem ismer határokat – sem istent, sem királyt.¹⁰ Egyetlen „aktát” sem lehet végleg lezártnak tekinteni, és egyetlen témát sem lehet előzetes vizsgálat nélkül elvetni. A demokratikus társadalmakban az egyén kitüntetett helyet foglal el, mert ő az újdonságok (az új kijelentések) forrása, és az újdonság értékelésének feladata is rá hárul. Minden bizonnyal Habermas munkásságában (Habermas 1987) jut e két követelmény – vagyis a demokrácia követelményének és a nyilvános vita létének – összekapcsolása leghangsúlyosabb szerephez.

Önmagában az, hogy a tudomány nyitott társadalomban működik, még nem elegendő. Szükség van erős intézményekre is, amelyek a kijelentések előállítását és e kijelentések versenyét szavatolni tudják. Amit a 2-es modell kapcsán majd elmondunk, itt is korlátozások nélkül érvényes; a társadalmi szerveződés szempontjából a 2-es modell az 1-es logikus kiegészítésének tekinthető.

Az egész dinamikája

A tudomány fejlődése az ember és a természet közötti párbeszéd eredményeként létrejött kijelentések sokasodásában nyilvánul meg. Ha az ember és a természet is néma lenne, sem a kijelentések felhalmozása, sem pedig a felülbíráható tudások előállítása nem volna lehetséges. A tudósok nem elégszenek meg azzal, hogy a Természet nagy könyvét olvasgatják, hanem igyekeznek megfejteni, deklódnálni, átírni és átfordítani olyan kijelentésekre, amelyek nyelvi formát öltött érvekbe ágyazódnak. A tudomány legfőbb feladata nem más, mint a mindenség szavakba öntése.

A tudomány fejlődését tehát két párbeszéd eredményezi, az egyik a tudósok és a Természet, a másik pedig maguk a tudósok között folyik. Ez a kétféle dialógus nem független egymástól: háromszöget alkotnak, amelynek egyik résztvevője (a Természet) a nekiszegezett kérdésekre és faggatózásokra kódolt formában válaszol. Mint minden „szembesítésnél”, az ellentmondás és a meg nem értés is folyamatosan jelent van. Mit üzen pontosan a Természet? Hogyan kell a kísérleteket megszerkeszteni ahhoz, hogy megértsük, mit is akar a Természet közölni? Melyek azok az elméleti kijelentések, amelyek plauzibilis magyarázatokkal tudnak a megfigyelt tényekkel és jelenségekkel kapcsolatosan szolgálni? A szavakba öntés e folyamata során jelentkező eltérések és meg nem értés új kérdéseket és új válaszokat szül: a tudomány kerekét az eltérések, rejtvények és rejtélyek által biztosított energia tartja mozgásban.

Egy efféle szemléletmód, ha nem is a fejlődés, de az előrelépés fogalmát mindenképp implicálja. Az egyre szaporodó és egyre pontosabb kijelentések a jelentések, megfigyelések és magyarázatok egyre szorosabb hálóját szövik a Természet köré. A vizsgálódás sosem ér vé-

10 Callon itt az *Internacionáléra* utal: „ni Dieu, ni César, ni tribun”. (A ford.)

get! A cél kijelölését, amely felé a vizsgálódásnak haladnia kell, nem övezi egyetértés; de még abban sincs egyetértés, hogy egyáltalán van-e ilyen cél. Ebben a kérdésben csak a metafizikai preferenciák döntenek. Egyesek szerint a kijelentések sokasodása a természet valós struktúrájának egyre pontosabb és igazabb leírását eredményezi. Mások óvakodnak attól, hogy efféle bajosan igazolható megállapításokat tegyenek, és pusztán a kijelentések a tudomány által létrehozott hálózatának terjeszkedését és differenciálódását regisztrálják,¹¹ s a tévedést nemigen kockáztatva erről a hálózatról csak annyit mondanak, hogy szakítószilárdsága, megbízhatósága és használhatósága nőttön nő. Akár azt gondoljuk, hogy a létrehozott kijelentések az igazság felé tendálnak, akár azt, hogy egyre nagyobb számú empirikus megfigyelést és elméleti értelmezést kötnek össze egymással, vagy egyszerűen csak azt, hogy egyre fokozódó mértékben teszik lehetővé a számunkra, hogy képesek legyünk a világot ellenőrzésünk alá vonni és megváltoztatni; az 1-es modell tragikus szépsége mindegyik esetben abban rejlik, hogy a tudósokra, és kizárólag rájuk hárul az a rendkívüli feladat, hogy a Természettel folytatott párbeszédet kialakítsák, miközben a hálót fáradhatatlanul igyekeznek minél sűrűbbre szőni. A tudósaink a mi képviselőink. A számukra biztosított (szabályozott) autonómiáért cserébe napról napra egyre több mindenre tesznek minket, embereket, képessé.

2-es modell: A verseny

A modellnek számos változata létezik. E különböző variánsok két feltételezésben osztoznak egymással: a) a tudomány elméleti kijelentéseket tesz, amelyek érvényessége a megfelelő módszerek alkalmazásától függ; b) az ily módon létrejött tudáselemek értékelése (amely végül e tudások hitelesítéséhez vezet) versenyen, vagy általánosabban fogalmazva harcon alapul, melyet a politikai gazdaságtanból és az evolúcióelméletből kölcsönzött fogalmakkal szokás leírni.

A tudományos termelés jellege

Ez a modell semmit sem mond a tudományos munka tartalmáról. Egyszerűen csak feltételezzük, hogy a tudós tudást termel, amelyekről a kollégái mondanak ítéletet. A tudás publikációk formájában kerül átadásra, melyek terjesztésére semmilyen különösebb megkötés nem vonatkozik.

A publikációk olyan kodifikált ismereteket tartalmaznak, amelyek megértése az adott terület szakértője számára elvileg nem okoz gondot. A publikációk tartalmának megjelölésére az információ fogalma is használható. Ezeket az ismereteket vagy információkat újdonságuk, eredetiségük vagy aszerint szokás osztályozni, hogy mennyire általános érvényűek.¹² Ugyancsak lehetséges más tudósok vagy nem tudósok szemszögéből megállapítani a hasz-

11 Ez Popper álláspontja is, aki több helyen is Kolophóni Xénophanész elbűvölő sorait idézi: „Senki se tud bizonyos és senki se lesz, aki tudja / értse az isteneket, s – amiről itt szólok – a Mindent: / mert ha a teljességre netán el is érne szavával, / ő maga sem tudná – hisz minden ott van a látszat” (*Görög gondolkodók*, Budapest: Kossuth, 1993, I. kötet, 80–81. oldal, Marticskó Károly fordítása).

12 Az ennek a modellnek talán leginkább megfelelő mertoni szociológiában az eredetiség nagyon fontos szerepet játszik, mivel a tudósok jutalmazási rendszerének (award system) ez képezi az alapját.

nosságukat.¹³ Ez a modell nem zárja ki ugyan a hallgatólagos tudás létét, de az itt inkább csak egyfajta alapot képez, nem pedig a tudományos ismeretek egy különálló csoportját.

A cselekvők

Ebben a modellben a tudományos tudás előállításáért felelős cselekvők maguk a tudósok. A tudományos világot (és a szakértőket) a laikusok világtól éles határvonal választja el. A technikusok ugyanazon az instrumentális szinten helyezkednek el, mint a kísérleti berendezések. E felfogás szerint a tudomány mindenekelőtt tudományos kaland, amelynek gyakorlati és technikai oldala félhomályban marad.

A tudósok társas lények, akiknek az egyéni kompetenciáit nem érdemes önmagukban meghatározni vagy elemezni. Az a tény, hogy egy tudományághoz vagy szakterülethez kötődnek, már kijelöli céljaikat és meghatározza ambícióikat, valamint elméleti és kísérleti választásait. Ily módon a tudományos tevékenység racionalitása nem valamiféle előzetes egyéni beállítódásból származik, amely minden más embertől megkülönböztethetné a tudósokat, hanem a kutatók között végbemenő interakciókból, és különösen abból a versenyhelyzetből, amelyben tevékenykednek.

A tudósok cselekvései mögött megbúvó motivációk nem csak rájuk jellemzők. Többféle megközelítésmódban is megpróbálták már erről számot adni. Merton (1973) az elfogadható viselkedéseket meghatározó normákra, illetve a tudás előállítását intézményesítő jutalmazási rendszerekre helyezi a hangsúlyt. Bourdieu (1975) úgy tekint a tudósokra, mint akiket habitusuk vezérel, és akik stratégiákat dolgoznak ki saját maguk pozicionálására abban a mezőben, amelyet e különböző stratégiák egymáshoz kapcsolódása, összefonódása strukturál. Hagstrom (1965) felfogása szerint pedig a tudósok arra törekszenek, hogy fenntartsák kollégáikkal bizalommal és kölcsönösségen alapuló kapcsolataikat.

Ebből adódóan a tudósok szerepe kettős. Az evolúció darwini bíróságához hasonlatosan bírák és vádlottak is egyszerre. Minden kutató ítéletet mond pályatársai felett (hogy a kolléga által előállított tudás valóban újnak és szilárdnak, az információ hasznosnak nevezhető-e), ugyanakkor hasonló módon pályatársai is ítéleznek őfelette.

A dinamika

Vajon mely mechanizmusoknak köszönhető a tudás e szervezett és kollektív keresése, amely a számos és sokféle indok által vezérelt tudósokat ráveszi arra, hogy egyre több és több tudást állítsanak elő?

Jelen modellünknek erre a kérdésre adott válaszait különböző közgazdasági elméletek ihlették. Először is, Hagstrom alapján, beszélhetünk egyfajta kiterjesztett árucseréről vagy cserekereskedelemről. A tudós ingyen bocsát kollégái rendelkezésére bizonyos ismereteket, amelyeket azok olyan ismeretek előállítására használnak, melyeket majd ők is a tudományos közösség rendelkezésére bocsátanak. Hagstrom terminusait használva itt az ajándékozás Mauss által leírt formájával van dolgunk, amelyhez három kötelezettség kapcsolódik: adni, kapni és viszonzni. Aki e három kötelezettségnek nem tesz eleget, kizáratik a közösségből.

¹³ A hasznosság fogalma szorosan kapcsolódik az információ fogalmához. A hivatkozások vizsgálata lehetővé teszi e hasznosság empirikus mérését is.

De alkalmazható a neoklasszikus közgazdaságtan modellje is. Ebben az esetben a tudós egyfajta vállalkozónak tekinthető, az általa a pályatársaknak felkínált termékek pedig olyan ismeretek, amelyek értékét a kollégák azok hasznossága és minősége alapján határozzák meg. Az értékelés szimbolikus ellenszolgáltatás formájában ölt testet (lásd lejjebb a szerkezeti formáról szóló részt). Minden tudós a saját személyes hasznát, vagyis a mások által neki tulajdonított elismerés nagyságát igyekszik növelni. Így a verseny neoklasszikus piacra jellemző légköre alakul ki, amely az egyéni szenvedélyeket és önös érdekeket becsatornázza, és így azokat egy közös, racionális és nemes vállalkozás szolgálatába állítja (Ben-David 1991; Cole 1973; Hull 1988; Merton 1973).

Vagy folyamodhatunk a kapitalista gazdaság marxista megközelítések által felállított modelljéhez is. E felfogásban a tudósok nem is annyira magára az elismerésre, hanem annak lehetőségére töreksenek, hogy minél több elismerést vívhassanak ki maguknak: Felhalmozni, felhalmozni! Ez a Szentírás!¹⁴ Ezt a megközelítést követik Bourdieu munkái (Bourdieu 1975), valamint Latour korai elemzései is (Latour és Woolgar 1979). Itt a kutatónak nincs választási lehetősége: ha kollégái között érvényesülni akar, kénytelen valódi tőkeformát öltő hitelt vagy hitelességet felhalmozni. Tőke nélkül ugyanis nem képes támogatást szerezni új kutatási programokhoz, így a kudarc elkerülhetetlenné válik. Ezzel szemben minél több tőkével bír, annál könnyebben kezd el és folytat le kutatásokat, melyek eredményei aztán tovább növelik tőkejavait: vagyis sikerességre van ítélve. Ezek a felhalmozási ciklusok egyrészt a tudományos fejlődés egészének logikájára, másrészt egyúttal a tudósok körében megfigyelhető viselkedésekre is magyarázattal szolgálnak.

A közgazdasági metaforák használatának egyik előnye, hogy azok a tudósok céljainak és motivációinak nem tulajdonítanak jelentőséget. A verseny koordinálja az egyéni viselkedéseket, és a megfelelő vizsgálati témák kiválasztására, szilárd ismeretek létrehozására, a folyamatos, soha véget nem érő munkára készíti a tudósokat. Egy ilyen, megismerő szubjektum nélküli tudománykép olyan, egymástól igencsak különböző filozófusokhoz is közel áll, mint Karl Popper (1972) vagy Louis Althusser (1974). Az, hogy míg egyes szerzők darwinista metaforákkal operálnak, addig mások a politikai közgazdaságtanból emelik át a metaforáikat, az itt bemutatott elemzés szempontjából szinte teljesen közömbös.

A megegyezés

Ahhoz, hogy e modellben megegyezés jöhessen létre, szükség van a nézőpontok ütköztetésére, vagyis arra, amit a tudósok közötti szabad vitának nevezhetünk. A tudomány egyszerre nyitott és zárt. A nyitás azt garantálja, hogy minden megközelítésmód meghallgatást nyer, a zártság pedig arra utal, hogy e viták kijelölt célja a megegyezés elérése.

A vitát nem szabad a tudósközösség körén kívülre kiterjeszteni. Ebben a modellben a kutatók rendelkeznek a beszéd monopóliumával, és bármilyen, nyilvánvalóan a tudomány világán kívüli megfontolás vagy szempont potenciális zavarforrást jelent. Ugyanakkor nincs szó a szociopolitikai környezettel folytatott eszmecsere kizárásáról: lehetőség van kívülről kérések megfogalmazására, megfontolások és meggyőződések áttemelésére. Ez a modell nem zárja ki például azt, hogy az ipar vagy a politikai döntéshozók kérdéseket tegyenek fel, vagy

¹⁴ Utalás Marx *Tőkéjére*; Karl Marx, *A Tőke. A politikai gazdaságtan bírálata*. Budapest: Szikra, 1955: 551. (A ford.)

hogyan orientálják a kutatási programokat (Merton [1938] 1970); emellett azt is lehetővé teszi, hogy a kutatókat munkájukban filozófiai meggyőződések vagy metafizikai megfontolások vezéreljék. Ennek szellemében azonosítja Forman (1971) azokat az összefüggéseket, amelyek a 20. század eleji Németország politikai és kulturális klímája és a kvantummechanika fejlődése között fennállhattak, és így módon köti össze Freudenthal (1986) a newtoni fizikát Hobbes politikai filozófiájával. A példákat a végtelenségig lehetne sorolni, de mind arra mutatnának rá, hogy a külső hatások nem érik el (vagy nem lenne szabad, hogy elérjék) a tudományos tevékenység magját. E behatások a felvetett problémák prioritizálásában vagy formába öntésében játszanak szerepet, vagy esetleg meghatározhatják még az adott válaszok stílusát is. Ebből adódik az, ahogy amennyiben a külső hatások széles körben elfogadottak, fontos szerepet töltenek be a megegyezés számára kedvező feltételek megteremtésében. De megegyezés csak akkor jöhet végül létre, ha ezt a külső hatásoktól független technikai szempontok is megengedik. Ez a modell tehát egymástól elkülönítve kezeli a tudományos tevékenység kontextusait és a tevékenység kemény magját. A tudós csak akkor győzhető meg, ha a tudás előállítása megfelel bizonyos szabályoknak, vagyis a specifikus szakmai normákban testet öltő tudományos módszer szabályainak. Ezek a szabályok tudományágakként eltérőek lehetnek, függhetnek az adott tudomány fejlettségi fokától, valamint köthetnek sajátos világnézeti vagy politikai kontextusokhoz is. De bármi azért nem lehetséges: végső soron a tudósok, és csakis ők azok, akik az adott módszert megítélik és a normákat kidolgozzák. Meg kell továbbá jegyezni, hogy noha a tudományos közösséget erő- és dominanciaviszonyok hatják át (egyes tudósok valóságos birodalmakat építenek ki maguknak, és mind a kérdésfeltevések, mind pedig a válaszok stílusát képesek másokra kényszeríteni), a közösség nem hagyja, hogy ezek az erőviszonyok megfertőzzék az alkalmazott módszereket. Mindehhez azonban megfelelően hangolt szervezeti formák szükségesek.

A szervezeti forma

A szerveződés e modell központi változója. Ettől függ ugyanis, hogy a tudományos vállalkozás mennyire életképes. A szerveződés alapja a belső szerveződés és a külvilággal történő kapcsolattartás szigorú elkülönítése egymástól.

A belső szerveződés

Az ösztönzőrendszer kulcsfontosságú szerepet játszik, ez készíti ugyanis a tudósokat az ismeretek előállítására. A rendszer alapja egy kétlépcsős folyamat: azonosításra kerülnek a „felfedezések” (vagy általánosabban megfogalmazva a „hozzájárulások”), valamint az, hogy mely tudóshoz köthető, akik ezután a hozzájárulás mértéke szerint részesednek a jutalomból.

Ez a kétlépcsős mechanizmus, noha természetesen megvan a technikai alapja, mégis elsősorban társas folyamatnak tekinthető. A felfedezés fogalma ugyanis nem magától értetődő. Először is arra van szükség, hogy a tudományos termelés szüntelen áradatából kellőképpen elkülönülő eseményeket emeljünk ki, és ez nem kevés önkényességgel jár együtt: egy új felfedezésnek, modellnek vagy fogalomnak ugyanis mindig vannak előzményei vagy előfutárai. Ezután meg kell határozni azt, hogy az adott esemény milyen hatással van a tudomány

fejlődésére. Végül, ha már az egyes hozzájárulások mértéke, valamint jelentősége és a tudományra kifejtett hatása megállapítást nyert, már csak az marad hátra, hogy a felfedezéseket összekapcsoljuk azokkal az emberekkel vagy csoportokkal, akiktől e felfedezések származnak. Nem létezik univerzális és objektív eljárás e kérdések egyszer és mindenkorai megválaszolására. Ez az oka annak, hogy a hozzájárulások szétszálazása és személyekhez kapcsolása (Gaston 1973; Merton 1973) oly gyakran képezi vita tárgyát, és néha még jóval a hozzájárulások meghatározása és személyekhez társítása után is sor kerülhet átértékelésre (Brannigan 1981; Woolgar 1976).

A felfedezések és „szerzőik” azonosítása nem lenne lehetséges az ismeretek formába öntését és átadását kodifikáló szabályok és tárgyi eszközök, berendezések nélkül. A tudományos cikk, melynek jelenlegi formája hosszú és ma is tartó evolúciós folyamat eredménye, teszi lehetővé a különböző „információcsomagok” egymástól történő pontos elhatárolását, és könnyíti meg annak meghatározását, hogy melyik „csomagot” ki állította elő (Price 1967). Ez ad lehetőséget a különböző hozzájárulások időpontjának meghatározására, valamint az hivatkozások révén a más szerzőktől kölcsönzött gondolatok beazonosítására, ez pedig információval szolgál a hozzájárulásban rejlő eredetiség mértékének, s közvetett módon a hivatkozott kutatók által tett hozzájárulások jelentőségének meghatározásához. Természetesen a tudományos cikk csak egy mindazon lehetőségek közül, amelyek a felfedezések azonosítására és személyekhez való kapcsolására rendelkezésünkre állnak. Ugyancsak fontos szerep hárulhat a laboratóriumi jegyzőkönyvekre, amelyekben az elvégzett kísérletek mellett elvégzésük időpontja is rögzítésre kerül, különösen vitás helyzetekben, amikor is egy kutató esetleg egy elsőbbségi vitában kénytelen igazolni, hogy a szóban forgó felfedezés valóban tőle származik, vagy hogy felfedezése időben megelőzte valamely versenytársát. A laboratóriumi technikusok és a kutatók világos elválasztása, valamint a kutatók csoportján belül a kezdeményezők megkülönböztetése azoktól, akik egyszerű végrehajtói szerepbe vannak kényszerítve, egy olyan további mechanizmus, amely a helyzet tisztázását szolgálja: nem sokkal ezelőttig ugyanis ők nem tarthattak igényt a felfedezéseket tevők státuszára. Ezen tárgyiasult elemek mellett a szabályok, a normák vagy a szervezeti formák azok, amelyek meggátolják a konfliktusok elmergesedését. A folyóiratok működését szigorú keretek közé szorítják és folyamatosan ellenőrzik; a felkért bírálók örködnek az értékelés folyamatának helyénvalósága felett; vitás helyzet esetén a folyóiratok szakértőket kérhetnek fel a kísérletek szabályszerűségének ellenőrzésére és az események vitathatatlan időrendjének felállítására. A technikusok és kutatók közötti létfontosságú különbségtétel, amely nélkül a felfedezések személyekhez kapcsolása esetleg feloldódna a csapatmunkában, a diplomák és fokozatok rendszerére, felvételi eljárásokra és a szakmai státusok szigorú hierarchiájára épül. E bonyolult gépezet történetének és átalakulásainak elemzését még hosszán folytathatnánk. Az effajta vizsgálódások annál is inkább érdekeseek lehetnek, mivel a tudomány intézménye manapság jelentős átalakuláson megy keresztül: a kutatómunka kollektív jellege, az együttműködések sokasodása, a kísérleti munka jelentőségének növekedése, valamint az ahhoz kötődő gazdasági érdek, hogy kinek tulajdonítanak egy felfedezést, a jelenlegi szabályok gyors ütemű megváltozását eredményezi.¹⁵

15 A felfedezések azonosítását és annak megállapítását, hogy egy adott felfedezés kinek a nevéhez köthető, mindig is heves viták öveztek. Ebből a szempontból a szociológia folyamatosan e két fogalom [vagyis az azonosítás és a névhez rendelés – a ford.] konstruált jellegét hangsúlyozta. Mit nevezünk differenciál- és integrálszámításnak, és vajon ezek felfedezését Newtonnak vagy Leibniznek tulajdonítsuk-e? Erre a kérdésre nem lehet független és objek-

A jutalmazás rendszere közvetlenül kapcsolódik ahhoz az eljáráshoz, amely azonosítja és személyekhez rendeli a hozzájárulásokat. Az értékelés során diszciplinánként eltérő szempontokat vesznek figyelembe: technikai virtuozitás, alaposság, hatás, eredetiség, hasznosság, elegancia stb. A kigondolt díjazások az évszázadok során számos alakot öltöttek. A jutalom és a hozzájárulás feltételezett nagysága közötti kapcsolat megteremtése többféle jutalomtípus segítségével lehetséges: lehet előléptetés, díjak kiosztása a legszerényebbtől a legfontosabbakig, akadémiai taggá választás (az adott akadémia presztízse is lehet alacsony vagy magas), névadás (vagyis egy felfedezésnek a felfedezőről történő elnevezése, mint például Ohm-törvény esetében). A jutalmazás révén a kutatók (általában egyének) a tudományos haladás aktoraiként jelennek meg, miközben arra vannak ösztönözve, hogy hozzájáruljanak az ismeretek fejlődéséhez. A jutalmak szétosztásának intézménye létfontosságú a tudomány működése szempontjából: ennek köszönhető ugyanis, hogy vannak egyáltalán a tudósok, akik hajlandók kutatásokat végezni! Fontos azonban megjegyezni, hogy az ösztönzők fajtái és szerkezete jelentős hatással bírhat magára a tudományos fejlődésre nézve. Amikor egy akadémia vagy alapítvány jutalmat helyez kilátásba egy bizonyos probléma első megoldója számára, az erőforrásokat (vagyis a tudósok munkaerejét) a saját prioritásainak megfelelően allokálja. Az ösztönzési rendszerhez kapcsolódó különféle jutalmak hatásainak mélyreható elemzése nagyrészt még előttünk áll.

Ezen modell számára a tudósoknak odaítélt jutalmak jelentősége szimbolikus, vagyis a jutalmazott hírnevének öregbítésében töltenek be elvülhetetlen szerepet. Ugyanakkor ez nem jelenti azt, hogy a jutalmaknak ne lennének anyagi vonzatai is: a Nobel-díj várományosa például csinos kis összegre számíthat. Másrészt könnyen elgondolható – és neves tudósok által sem negligált – mechanizmusok révén lehetőség van a tudományos hírnév kamatoztatására a politika vagy a média világában, vagy egyre gyakrabban saját gazdasági vállalkozásaik beadításában. De ezek a jutalmak csak a tudományos siker járulékos formáinak tekinthetők.

Az, hogy a tudósoknak adott jutalom elsődlegesen szimbolikus jellegű – függetlenül attól, hogy mekkora átfedésben vannak a jutalmazás materiálisabb formáival –, történetileg alakult így, ami korántsem tekinthető szükségszerűnek. E fejlemény okait és logikáját a 2-es modell nézőpontjából tekintve könnyű megérteni: a tudományos kijelentések információ jellegűek, vagyis olyan közlésekhez hasonlatosak, amelyek más cselekvők számára teszik lehetővé bizonyos (közte termelő-) tevékenységek végzését, akik e tevékenységekbe egyébként – ha nem lettek volna az információ birtokában –, nem vágtak volna bele. Ezeket az információkat, mivel hasznosak, gazdasági javaknak lehet tekinteni, következésképp piaci értékelés tárgyai lehetnek: a kijelentéseket előállító tudósok pénzt kérhetnek azoktól, akik azokat saját hasznukra kívánják fordítani, az árat pedig, mint minden piacon, a kereslet és a kínálat viszonya határozza meg. Bizonyos esetekben azonban az érték ily módon történő megállapítása nehézségekbe ütközik vagy egyenesen lehetetlen, mivel az általános érvényű információ – és különösképpen a tudományos, azon belül is főként az elméleti jellegű kijelentések – bizonyos feltételek teljesülése esetén, ahogy a közgazdaságtan nevezi: tiszta közjószág-nak tekinthető. A piac a közjavak értékesítésére nem igazán alkalmas, mivel ezek *nem rivalizáló és nem kizárólagos* javak.

tív választ adni. A válaszokat ugyanis olyan cselekvők adják, akik egymással folytatott vitáikban a történelemről alkotott saját felfogásukat igyekeznek kölcsönösen egymásra kényszeríteni. Ebben a vitában minden olyan nyom felhasználásra kerül, amelyet a felfedezések és a felfedezéshez köthető személyek kilétének megállapítására használt különféle módszerek feltárnak. De mint a bírósági tárgyalások esetében, ezek a nyomok is csak feltételesek.

Vegyük a következő kijelentést: „a DNS kettős spirál szerkezetű”. A kijelentés által hordozott információt Szabó úr felhasználhatja anélkül, hogy Kovácsné ezt megkárosítaná, aki ugyancsak a saját maga számára szeretné azt felhasználni (például arra, hogy ezen ismeret birtokában egy másik kijelentést tegyen, vagy arra, hogy valamiféle innovációt eszeljen ki, amelyből hasznot remél magának). Egy kijelentés nem használódik el a használat által – éppen ellenkezőleg: minél többször alkalmazzák, annál több információval gazdagodik. Szemben egy szelet süteménnyel, amelyet ha egyszer valaki megevett, nincs többé, a tudományos kijelentések *nem riválistól* javak: ha valaki fogyasztja, nem jelenti azt, hogy mások számtalan egyéb alkalommal ne fogyaszthatnák ugyancsak. De ez még nem minden! Amennyiben az adott kijelentés tőlem származik, és szeretném elérni, hogy mások ne használhassák, nagyon hamar komoly akadályokba fogok ütközni. A kijelentést nem lehetséges szabadalmi oltalom alá vonni, mivel az a kötelesség terhel engem, hogy azt a nyilvánosság elé tárjam. Bár könnyen titokban lehet tartani egy információt, az teljességgel elképzelhetetlen, hogy az ember a közzétett információt megtartsa magának. Ez abból adódik, hogy nehéz megakadályozni bárkit is abban, hogy használja, mivel *nem kizárólagos* jószággal van dolgunk.

Nem nehéz kimutatni, hogy a piac nem megfelelő eszköz a közjavak termelésének és fogyasztásának hatékony megszervezésére. Ennek legalább két oka van. Először is, senki sem érzi magát ösztönözve egy jószág előállítására, ha attól kell tartania, hogy nem tudja majd a tulajdonjogát biztosítani a maga számára, és a terméket (nem kizárólagos jellegéből adódóan) szabadon, kézzől kézre fogják adni az emberek. Másodsor, amennyiben sikerülne is megállapodni valamiféle árban, ha lehetne szilárd tulajdonjogot kapcsolni ezekhez a javakhoz, azzal csökkentenénk a kérdéses jószág széleskörű és szabad felhasználásából adódó gazdagságot (mivel nem riválistól jószágról van szó). A tudósok egy olyan, nem pénzjellegű jutalmazási rendszert dolgoztak ki a maguk számára, amely arra ösztönzi a szereplőket (vagyis a kutatókat), hogy ilyen furcsa, közjószágnak minősülő javakat (tudományos kijelentéseket) állítsanak elő, és egyben gondoskodjanak a terjesztésükről is. A jutalmazás szimbolikus jellegéből adódóan a kutatót nem egyszerűen arra ösztönözik, hogy kijelentéseket hozzon létre, hanem ezzel párhuzamosan arra is, hogy azokat ingyenesen mások számára elérhetővé tegye. Természetesen ez a rendszer csak akkor működőképes, ha a kutatók finanszírozása valami módon biztosított, mivel a tevékenységükből közvetlenül nem húznak anyagi hasznot. Az államra marad az a feladat, hogy a pénzügyi támogatást legalább részben biztosítsa. Ezt egészítik ki a magánalapítványoktól, karitatív egyesületektől és általában a nem profitorientált szervezetektől származó források.

Most már jobban megérthetjük, hogy a 2-es modellben miért a publikáció jelenti a tudomány sarokkövét: a publikációk teszik lehetővé e furcsa rendszer működését, amelyben az altruizmus, a nem érdekalapú cselekvés és a hírnév megszállott hajszolása összebékíthető egymással, s ebből mind a tudomány, mind pedig a társadalom sokat profitál.

A szervezetnek az a feladata, hogy a tudósokat ismeretek előállítására és közzétételére ösztönözze, de emellett azt is garantálnia kell, hogy csak azok a tudósok vegyenek részt a vitában, akiknek megvan hozzá a megfelelő képességük és tudásuk. A vitában való szabad részvétel az egyik legfőbb alapelv, amelyet normákban és specifikus intézményi formákban rögzítenek: például az, hogy a folyóiratokhoz küldött kéziratokat anonim módon bírálják el, szavatolja, hogy a bírálatban személyes szempontok nem játszhatnak szerepet, és minden olyan értékelésnek és az esetleg ebből adódó visszautasításnak – vagy tágabban a folyamatból történő kizárásnak – elejét veszi, amely a bírálat alá vont hozzájárulások minőségén és

jelentőségén kívül egyéb kritériumokat is figyelembe venne. Ezek a normák, szabályok és rendelkezések azonban korántsem tökéletesek. A szociológia képes arra, hogy korlátaikra, negatív hatásaikra és a bennük rejlő ellentmondásokra (például a privilégiumokat és monopóliumokat megerősítő jutalmazási rendszer és a szabad szólás joga között feszülő ellentmondásra) rámutasson. De ezek a működési zavarok csak egy alapelv: a hozzáértők közötti szabad vita elvének háttére előtt válnak láthatóvá, hiszen e mechanizmusok csak ekkor azonosíthatók illegitim hatásokként.

Láthattuk, hogy ez a modell az egyének (a kutatók) szerepét hangsúlyozza. Ugyanakkor a tudományt egyre inkább csoportosan művelik. Képes vajon e modell a laboratóriumok léte-re és létjogosultságára magyarázatot adni? Ez a kérdés legalább annyira problematikus, mint amennyire a neoklasszikus közgazdaságtan számára a vállalatok létezése volt (Coase 1937). Annak ellenére, hogy a modell erre a kérdésre nem tér ki – bár legalább Whitley (1984) a kutatószervezetek szerkezetét, teljesítményét és stratégiáit vizsgáló eredeti munkájára il-lendő utalni –, a fentiekben kifejtett közgazdasági metaforát érdemes lehet továbbvinnünk, és a laboratóriumot egy a skáláhozadékvéln alapuló eszköznek tekintenünk (amelyben a technikai hatékonyság az eszközök méretétől és komplementaritásától függ), és amely a kö-zös projektekben vagy kutatási programokban részt vevő kutatók ismétlődő interakcióinak költségét alacsonyan tartja.

A környezettel fenntartott kapcsolat

A 2-es modell a tudomány és különböző kontextusainak viszonyát tárja fel, de teszi ezt úgy, hogy a „belül” és a „kívül” között éles határvonalat húz. Amint ezt a határt valaki áthág-ja, a játék szabályai és normái, valamint az ösztönzők és források jellege megváltozik. Az olyan fogalmak, mint a saját céljai, értékei és normái szerint működő tudomány intézménye (Merton 1973), vagy a sajátos tökefajttákkal rendelkező tudományos mező (Bourdieu 1975), egy terület határvonalait hivatottak kijelölni. Számos történeti elemzés kimutatta, hogy a társadalom e saját törvényei által vezérelt területe miképpen tett szert autonómiára, és hogy ezzel párhuzamosan hogyan jött létre és szilárdult meg a hivatásos tudósi szerep (Ben-David 1971).

Az autonómia feltételezése ugyanakkor nem zárja ki a külvilág felől érkező hatásokat, sem pedig a külvilággal folytatott interakciókat. Bourdieu például kétféle piacot feltételez: egy szűkebb, kizárólag a szakértőkre korlátozott piacot, ahol a tudományos elméletekről szó-ló vita folyik, illetve egy általános piacot, amely az előbbi által stabilizált és hitelesített pro-duktrumokat eljuttatja az irántuk érdeklődést mutató külső szereplőkhöz – vállalatokhoz, ál-lami szervekhez és az oktatási rendszerhez (Bourdieu 1971). Egy termék (egy elmélet) érté-ke a külső piacon részben, de nem kizárólag attól függ, hogy a belső piacon milyen értéket tulajdonítanak neki (és fordítva). David, Mowery és Steinmueller (David et al. 1992) az or-todox közgazdaságtan megközelítésmódját alkalmazva úgy véli, hogy az (alapkutatást vég-ző) tudomány olyan információkat állít elő, amelyek kisajátítása nem lehetséges, és amelyek a tudomány intézményén kívül további díjak megfizetése nélkül, szabadon felhasználhatók, elsősorban a gazdasági szereplők számára. Ez azonban a gazdaság szereplőit nem akadá-lyozza meg abban, hogy jobban előre tervezhető és kevésbé költséges módon saját kontójuk-ra szükségleteikhez jobban igazodó tudományos ismereteket állítsanak elő, amelyek specifi-kus és partikuláris jellege könnyen lehetővé teszi a kisajátítást: e „méretre gyártott” kijelen-

tések inkább a magánjavakkal, mintsem a közjavakkal ápolnak rokonságot. Arie Rip (1988) a Latour és Woolgar által használt hitel(kép)ességi körök [cycles de crédibilité] fogalmának kiterjesztését javasolja egy új terminus, a kutatási projektek „finanszírozhatósági képességének” bevezetésével, így módon kapcsolva össze a tudományos fejlődés logikáját a politikai és gazdasági szereplők logikájával: ezek a kiszélesített körök hangolják egymáshoz a tudósok tevékenységét és környezetük várakozásait.

A szervezeti formák dualitása kulcsszerepet tölt be a modellben. A „belső” és a „külső” közötti határvonal meghúzása létfontosságú a tudomány számára, ugyanis ez a tudomány magjának védelmét szolgálja, ugyanakkor a határnak kellőképpen átjárhatónak is kell lennie annak érdekében, hogy azok a hatások, amelyek a tudományt táplálják és társadalmi hasznosságát szavatolják, ne akadjanak fenn rajta.¹⁶ Azok a szervezetek, amelyek a tudományt a környezetével összekapcsolják (mint például az ipari kutatóközpontok vagy azok az állami szervek, amelyek az egyetemek és vállalatok együttműködését és közös kutatási tevékenységét ösztönzik), létfontosságú szerepet töltenek be ezen interakciók és közvetítési mechanizmusok megszervezésében. Ezidáig csak igen kevés vizsgálat született e tárgyban; illedő ugyanakkor megemlíteni itt néhány korábbi munkát: Barnes (1971), Cotgrove és Box (1979), Komhauser (1962) és Marcson (1960).

Az egész dinamikája

Ebben a modellben a dinamika olyan növekedési folyamathoz hasonlítható, amelynek működési mechanizmusait és feltételeit részletesen be lehet mutatni.

Láttuk, hogy a tudósok olyan vállalkozókhoz hasonlíthatók, akiket a hírnevüket öregbítő és hitelüket növelő szimbolikus jutalmak megszerzése hajt. Ebből adódóan olyan kutatási területet választanak maguknak, amelyben a várható haszon mértéke a lehető legnagyobb, vagy azért, mert az adott területen felmerülő problémák megoldása nehéz és fontos, vagy azért, mert a várható alkalmazások szép eredménnyel kecsegtetnek, vagy pedig azért, mert az adott terület nagyrészt még feltárás előtt áll. Minden, ami a tudósok számára a várható hasznosságok közötti különbséget jól láthatóvá teszi, és minden olyan eszköz, amely a témák vagy intézmények közötti mobilitásukat segíti, megnöveli a források allokációjának áramlását és a tudomány egészének növekedési ütemét (Ben-David 1971 és 1991; Mulkey 1972). Amennyiben a szabad vita és ezzel együtt a projektek és eredmények kiértékelése akadályokba ütközik, ha a jutalmazási és ösztönzési rendszer működési zavarokat mutat és monopóliumhelyzetek alakulnak ki, ez az egész tudomány produktivására kihatással lehet. Ez a felfogás, amint láthatjuk, nagymértékben hasonlít a gazdasági növekedés elemzésénél alkalmazott magyarázatokhoz.

Ez a modell, amely a második világháború utáni hidegháborús években alakult ki, a tudomány és környezete közötti határ szigorú tiszteletben tartásának szükségességét hangsúlyozza. A határvonal az interakciókat lehetővé teszi ugyan, de útját állja a barbárság betörésének, melynek legszomorúbb példái egyrészt a náci azon örült szándéka, hogy a jó árja fizikát a rossz zsidó fizikával állítsák szembe, másrészt a szovjet kommunista párt azon törekvése, hogy a dialektikus materializmusra való hivatkozással elutasítsa a mendeli genetikát. Végző soron a tudomány attól működik, és az teszi lehetővé számára, hogy túléljen és prosperáljon

¹⁶ Ezt a kettősséget és annak genealógiáját Shapin részletesen ismerteti (Shapin 1992).

egy olyan világban, amelyben a hatalom akarása és a szenvedélyek uralkodnak, hogy léteznek bizonyos törékeny intézmények, amelyek a nyugati világban jöttek létre néhány évszázaddal ezelőtt, és amelyeket bármi áron meg kell óvni és generációról generációra átadni, hogy az Ész diadalmaskodhasson, és a továbbiakban is ki tudja fejteni áldásos hatását.

A 3-as modell: a tudomány mint szociokulturális gyakorlat

E modell szerint, amely az 1-es modell antitézisének tekinthető, a tudomány nemigen különbözik bármilyen más tevékenységtől, és azok a bizonyosságok, amelyeket létrehoz, semmilyen kiváltságot nem élveznek. Ez a megállapítás azon a tényen alapul, hogy a tudományt nem lehetséges kizárólag kijelentéseken végzett munkaként leírni. A tudomány kísérletező jellege létfontosságú, és kulturális, anyagi és társadalmi komponenseket is magában foglal, amelyek legalább olyan fontossággal bírnak, mint a diskurzus rendjéhez kapcsolódó kényszerek. A tudományt úgy kell elemezni, mint bármilyen más gyakorlatot, mivel ő maga is a társadalomba van beágyazódva.

A tudományos termelés jellege

A 1-es modell megelégszik azzal, hogy elemzéseit kizárólag a kijelentésekre összpontosítsa, de azt a hipotézist is felvázolja, hogy a kijelentések önmagukban elegendők: jelentésüket kizárólag abban a rendszerben kell keresni, amelyet alkotnak; a diskurzus világa önmagába zárkózik be, és elkülöníthető attól a világtól, amellyel kapcsolatban kijelentéseket tesz, valamint a környezettől, amelyben helyet foglal. Ugyanakkor, ahogy arra a nyelv pragmatikai elemzése rámutatott, egy kijelentés csak elhangzásának kontextusára vonatkoztatva nyer értelmet. A 3-as számú modell elfogadja ezt a hipotézist, és azon kulturális, társadalmi és materiális elemek fontosságát hangsúlyozza, amelyek a hallgatóságos tudásnak és testet öltött vagy testivé vált kompetenciáknak a tudományos ismeretek termelésében játszott szerepére adnak magyarázatot.

Kuhn (1962) és Wittgenstein (1953) hozzájárulása ehhez a modellhez óriási jelentőségű. Az olyan fogalmak, mint a szabályok (mindazzal a problémával, amelyet az olyan kifejezések rejtenek magukban, mint például a „szabályt követni”), a nyelvjátékok, az életformák és a példák általi tanulás hangsúlyozzák a hallgatóságos tudás (Polányi 1958) és a (tárgyakban) testet öltött vagy (emberekben) testivé vált kompetenciák fontosságát. Bizonyos tudásokat – például azokat, amelyek egy berendezés működésével és működtetésével vagy az ezek által előállított adatok értelmezésével kapcsolatosak – nem lehetséges explicit kijelentések formájában kifejezésre juttatni. E szerint a felfogás szerint a tudományos termelés elsősorban olyan lokális gyakorlati tudások, szakmai fortélyok és szabályok függvénye, amelyek átadása igencsak körülményes. A formális kijelentéseket – amelyek természetesen léteznek, noha a tudománynak csak a látható oldalát képviselik – nem lehetséges utaztatni és megérteni, csak amennyiben a kijelentés instrumentális környezete, illetve a kijelentéseket létrehozó és használó emberekben testivé vált tudás is velük utazik, vagy pedig ott is elérhető, ahova a kijelentések átkerülnek. Ezt a témát Fleck (1935) és Ravetz (1971) ragyogóan feldolgozta: „A tudományos vizsgálódás minden szempontból kézműves tevékenység, amelyhez informális és részben hallgatóságos tudás szükségeltetik” (Ravetz 1971: 103). Collins ezt az

érvelést több tanulmányában jelentős mértékben kibővítette. A TEA-lézer¹⁷ megépítésével foglalkozó elemzésében például rámutatott arra, hogy a tudás átadása nem korlátozódik információk pusztá átadására: „A legfontosabb, hogy a kompetenciák átadása nem leírt szavak útján megy végbe” (Collins 1974). Collins ezért a tudományos tevékenység leírására két különböző modellt alkalmaz: az egyik az algoritmikus modell, a másik pedig a kultúra magától értetődő elsajátításán (enculturation) alapuló modell. Az első azt feltételezi, hogy a tudomány transzparens és kodifikált információk előállításából áll, a másodikban pedig a tanulás és a hallgatólagos kompetenciák játszanak központi szerepet – egy tudományos kijelentés mindig homályos, jelentése nem korlátozódik pusztán arra, amit megjelöl, sem pedig arra, amit a kijelentések azon rendszere közöl, amelyhez a kijelentés is tartozik. Az algoritmikus modell és a kultúra magától értetődő elsajátításának modellje közötti különbség akkor válik lényegessé, amikor a kísérletek megismétlésének kérdése felvetődik. Egy kísérlet reprodukciója szoros interakciót feltételez a tudósok és kísérleti berendezései között; ahhoz, hogy a kísérlet sikerülhessen, egy egész kultúrát (és benne számos gyakorlati tudást, a dolgok szemléletének és értelmezésének módszereit) kell átadni, valamint azt, hogy a kapott eredményeket hogyan kell megfigyelési kijelentésekké alakítani.¹⁸ Ahogy Collins megjegyzi: „Csak azok a tudósok bizonyulnak képesnek saját lézerjük sikeres megépítésére, akik már eltöltöttek valamennyi időt egy olyan laboratóriumban, amelyet a siker szele lengett be” (Collins 1974). A kultúra elsajátítására épülő modell feltételezésének van egy általános hozadéka is: e modell szerint az emberek testébe beivódott gyakorlatok (kézmozdulatok és értelmezési eljárások) szorosan összefonódnak a kísérleti eszközökkel, eljárási szabályokkal és a megfigyelési, illetve elméleti kijelentésekkel; ha a kijelentéseket kiemelnénk ebből az egészből, és a tudományos termelés kitéüntetett tárgyainak tennénk meg, azzal egyúttal kontextusukból is kiszakítanánk és jelentésüktől is megfosztanánk őket.

A cselekvők

A tudományos fejlődés dinamikájában részt vevő aktorok köre nem korlátozódik a kísérleteket végző vagy elméleteket kidolgozó tudósokra. Rendkívül gondolatébresztő cikkükben Collins és Pinch (1979) különbséget tesznek konstitutív, illetve esetleges jellegű fórumok között, és rámutatnak arra, hogy a tudósközösségen kívül elhelyezkedő és az esetleges fórumok körébe tartozó csoportok a tudás előállításában igenis mozgósíthatók. Ezen csoportok köre az éppen elemzés alá volt szituációtól függ: megtaláljuk itt például a berendezések előállítóit és kereskedőit, a médiát, az állami szerveket, a vállalatokat mérnökeikkel és pénzügyi szakembereikkel egyetemben, de ide tartoznak a civil társadalom nyomásgyakorló csoportjai (egyesületek, etikai bizottságok stb.) is. Mindezen szereplőknek, akik maguk ugyan nem tudósok, ilyen vagy olyan módon mégis lehetőségük van arra, hogy részt vegyenek a tudomány világában. Az „insiderek” (vagyis a konstitutív fórum tudósai) és az „outsiderek” kö-

¹⁷ A TEA a Transverse Electrical Excitation at Atmospheric Pressure kifejezésből alkotott mozaikszó, normál légköri nyomáson működő gázlézertípus. (A szerk.)

¹⁸ Ezt a hipotézist számos empirikus vizsgálat támasztja alá. Cambrosio rámutat arra, hogy mennyi, a szövegekben vagy az interakciókban explicit formában soha meg nem jelenő (gyakorlati) tudásra volt szükségük a kutatóknak ahhoz, hogy az első monoklon antitestet létrehozzák (Cambrosio 1988). Viccesen még azt is megjegyzi, hogy a gyakorlatok explicitté nem tett része annyira jelentős volt, hogy bizonyos babonák születtek egy kísérlet sikerességének vagy sikertelenségének magyarázására, mivel arra az explicit tudás nem volt képes.

zötti határ folyamatosan ingadozik, és alkufolyamatban, mindig a körülményekhez mérten kerül meghatározásra. Az egyik legfontosabb kérdés az, hogy melyek azok a mechanizmusok, amelyeken keresztül a tudósok körén kívüli kényszerek, elvárások és érdekek magára a tudományos tudásra hatást gyakorolnak. Egyik példaértékű művében, amelyben egy geológiai vitát elemzett, Martin Rudwick végigkövette azokat a szereplőket, akik közvetlenül vagy közvetett módon érintettek voltak az 1830-as években egy geológiai réteg (a devon) létezése körül zajló disputában (Rudwick 1985). Rudwick belehelyezte a szereplőket a korabeli intézményes struktúrába és rekonstruálta kapcsolathálózatukat, s ennek köszönhetően rendkívül árnyaltan volt képes őket megrajzolni. Wise munkája Lord Kelvinről (Wise és Smith 1988), Schafferé a csillagászokról (Schaffer 1991), MacKenzie-é a statisztika kezdetéről (MacKenzie 1981) és Pestre-é Neelről és szociális hálózatáról (Pestre 1990) ugyancsak az ilyen típusú elemzések példáiként szolgálnak.

A kutatás kollektív folyamatában részt vevő nem tudósoknak nemcsak a laboratóriumon kívül, hanem a laboratóriumon belül is figyelmet szentelnek. Az 1-es és 2-es modellben a technikusok mindenütt jelen vannak, de csupán mint áttetsző árnyalakok. Ők azok, akik összegyűjtik a vizsgálati mintákat, elvégzik a kísérleteket, kialakítják a különböző eljárásokat, munkájuknak azonban semmiféle hatása sincs az ismeretek előállításának és felhasználásának folyamatára. Státuszuk, ha szabad így fogalmazni, megegyezik a berendezésekével. A szociokulturális modell ezzel szemben kiigazítja ezt a hibát: azáltal, hogy a kísérleti munka fontosságát hangsúlyozza, reflektorfénybe állítja azokat, akik az eszközöket kezelik, a mintákat előkészítik és a méréseket elvégzik. Shapin egyik igen tanulságos cikkével nagyban hozzájárult ehhez a rehabilitációs törekvéshez (Shapin 1979); más szerzők pedig a doktoranduszoknak a laboratóriumok életében betöltött szerepére irányították a figyelmet.

De maguk a kutatók sem maradnak ki a modellből. Az 1-es modellhez képest ugyanakkor kompetenciáik jóval szerteágzóbbak (mivel itt testi lényekként jelennek meg), és kevésbé felsőbbrendűek (mivel inkább a többi emberre hasonlítanak, a maguk korlátaival és szenvedélyeivel). Ezek a kompetenciák magukban foglalják kijelentések és modellek létrehozását és értelmezését, ahogyan az 1-es modellben is, de hangsúlyozott módon hallgatolagos kompetenciák és gyakorlati tudások kidolgozását és alkalmazását is. A kutatók (és ebbe a csoportba tartoznak a technikusok is) gondolati műveleteket hajtanak végre, amely egyszerre jelenti bizonyos dolgok kezelését, rejtvényfejtést, vizsgálatokat, feltételezések megfogalmazását, bütykölést és értelmezést. A gondolkodás a gyakorlatokba van ágyazva, s így a kognitív, illetve a testi összetevőket nehéz egymástól függetlenül elképzelni (Knorr 1981; Latour és Woolgar 1979; Lynch 1985c). A tanulás fogalmát, habár e modell központi eleme, az empirikus vizsgálatok nagyrészt figyelmen kívül hagyták. A tanulás többféle megközelítése létezik a szakirodalomban. A bayesi megközelítés a tudás valószínűségi jellegét és a tapasztalatoknak a szubjektív valószínűsések megerősítésében vagy átalakításában betöltött szerepét hangsúlyozza (Hesse 1974), míg mások a piaget-i alapokra és a mesterséges intelligencia elméleti megközelítésére támaszkodnak (Mey 1982), vagy az alaklélektanra hivatkoznak (Kuhn 1962). Ez egy hatalmas kutatási terület. Bármelyik elméletből induljunk is ki, a mögöttes hipotézisek világosak; a cselekvők tanulási képességgel történő felruházása történeti dimenzióba helyezi őket (a történetiség ugyanis a tudás folyamatosságát garantálja), de egyúttal a beavatkozás (állandó) lehetőségét is biztosítja számukra, vagyis annak képességét, hogy a cselekvések összehangolásának rutinját és szabályait újradefiniálják. A tudomány egyszerre jelent alkotást és ismétlést is.

Amennyiben a hangsúly a hallgatólagos ismeretekre és a tanulási mechanizmusokra helyeződik, akkor ez egyúttal azt is eredményezi, hogy az egyéni cselekvők helyett a társadalmi csoportok kerülnek előtérbe. Társas interakciók kialakulásához egy mindenki által osztott kulturális keret és közösen végzett gyakorlatok szükségeltetnek; és ez alól az egyeztetést, értelmezést, információátadást és ítéletalkotást is magába foglaló tudományos tevékenység sem kivétel. E hipotézis a paradigma fogalmából ered, melyet Ludwik Fleck vezetett be, és tőle vette át kétségkívül némiképp sematikus Thomas Kuhn. A paradigma fogalma egyszerre foglalja magában a szaktudósok egy csoportját, kompetenciáikat és gyakorlati tudásukat, valamint az általuk kidolgozott és alkalmazott formális és informális jellegű ismereteket. Ebből adódik, hogy ez a megközelítés elsősorban a társadalmi csoportokra koncentrál, és figyelmét csak másodsorban fordítja a csoportokat alkotó egyének felé. Collinsnál az ismeretek előállítását és átadását végző valódi cselekvő az olyan kutatók csoportja, akik ugyanazon a kutatási területen dolgoznak, akiket ugyanazok a problémák foglalkoztatnak és ugyanahhoz a kultúrához tartoznak. Collins explicit módon is hivatkozik Granovetterre (Granovetter 1973), amikor megállapítja, hogy az csak növeli egy kutató súlyát, ha minél szokatlanabb és atipikusabb társadalmi kapcsolatokat létesít. Látható, hogy itt az új tudományos ismeretek létrejöttének tisztán szociológiai megközelítéséről van szó, amely a „metsző magrinálisok” elméletéhez¹⁹ hasonlatos. A „metsző magrinálisok” különböző társadalmi csoportok perifériáján helyezkednek el, és nem várt módon termékenyíthetik meg egymást. Schaffer (1991) nagyon hasonló álláspontot képvisel: „A két hálózat összehangolása létfontosságúnak bizonyult, mivel rámutatott arra, hogy az obszervatóriumok technikai személyzete és a megfigyeléseket végző csillagászok képesek voltak együttműködni annak érdekében, hogy az ellenőrzést az égi jelenségeken túlra is ki tudják terjeszteni.” Az egyazon probléma megoldására tudósokból szerveződött társadalmi csoportokat gyakran elemezték társadalmi hálózatok, vagyis olyan hálózatok módjára, amelyek képesek besűrűsödni, magukra záródni, vagy ellenkezőleg, kinyílni és szétterülni, részekre bomlani vagy más hálózatokkal egybeolvadni (Crane 1972, Mullins 1972). E hálózatok dinamikáját természetesen a tagok kapcsolat kialakítási stratégiái is meghatározzák. Kimutatható, hogy a szociális hálózat és struktúrájának változásával párhuzamosan a problémák meghatározási és a kapott eredmények igazolási módjában is változások mennek végbe (Mullins 1972).

Azáltal, hogy a tudás előállításában részt vevő minden társadalmi csoportot bevonnak az elemzésbe, a 3-as modell hívei a leírásnak valódi szociológiai dimenziót kölcsönöznek anélkül, hogy ezzel egyidejűleg a redukcionizmus hibájába esnének (a gyakorlatokat ugyanis nagy gonddal elemzik). Ez az első eset, hogy a szociológia arra törekszik, hogy a tudományt ugyanolyan mélységben és részletességgel elemezze, mint bármely más emberi tevékenységet.

A dinamika

A tudományos tevékenység dinamikájának magyarázásához semmi szükség sincs új szociológiai magyarázatok kiötlésére. Ezen álláspontot Barnes mutatja be a legvilágosabban és a legszisztematikusabb módon (Barnes 1977). A marxista hagyomány által ihletve a tudomány

¹⁹ A metsző magrinális [marginal sécant] Michel Crozier és Erhard Friedberg szociológusok fogalma az olyan személyre, aki egymástól teljesen elszigetelt csoportok „metszetében” állva közvetíteni képes azok között. (A szerk.)

dinamikáját az érdekek két nagy családjával köti össze: „az egyik érdek az előrejelzésen, a manipuláción és az ellenőrzésen, a másik pedig a racionalizáció és a meggyőzés igényén alapszik” (Barnes 1977: 38). Ennek értelmében a Shapin által vizsgált frenológiai (koponyatani) vitában a szociopolitikai és a kognitív érdekek vegyesen vannak jelen. A homloküregek létezésének bizonyítása tehát hozzájárul az edinburgh-i osztályharc feltérképezéséhez, de egyúttal az agy titkainak kifürkésztésében is előbbre visz. Az érdekek e két fajtája, teszi hozzá Barnes, minden társadalomban jelen van; az a tény, hogy a tudomány egy olyan típusú társadalomban jött létre, mint a miénk, csak történelmi esetlegességeknek köszönhető. Az ellenőrzéshez és előrejelzéshez kötődő érdekek nagy hangsúlyt kaptak, majd külön e célra létrehozott intézmények által kerültek megerősítésre és véglegesítésre.

Az imént Barnes makroszociológiai nézőpontját vázoltam fel, de ez csak egy a lehetséges megközelítések közül. A 3-as modellben a magyarázatok éppoly sokfélék, mint amilyenek maguk a szociológiai modellek lehetnek. A mikroszociológia számos további eszközt bocsát a rendelkezésünkre. Újabb írásaiban Pickering a tudományra egyfajta gyakorlatként, munkaként tekint: „a tudomány művelése valódi munka” (Pickering 1990), amelyet ugyanúgy elemzés alá lehet vonni, mint bármely más célorientált tevékenységet. Különböző erőforrások állnak a kutató rendelkezésére a saját maga vagy a mások által elé kitűzött célok eléréséhez. Ennek érdekében arra törekszik, hogy koherenciát hozzon létre össze nem illő és időnként nehezen kezelhető vagy a koherencia kialakítására irányuló törekvéseknek egyenesen ellenszegülő dolgok között, amelyek a tudós környezetét alkotják (műszerek, elméleti és kísérleti modellek, munkatársak), és amelyek egy része a viszonyok bármiféle átszervezésének ellenáll. Merleau-Ponty filozófiájára támaszkodva Karin Knorr (1981) világosan bemutatja, hogy mit is ért a részecskefizika és a molekuláris biológia „episztemikus kultúráján”. Hangsúlyozza, hogy a tudományos gyakorlatok nem egységesek. Ezeket a gyakorlatokat az határozza meg, hogy „maguk a gyakorlatok hogyan képzelik el a jeleket és azok feldolgozását, hogyan tekintenek saját magukra, hogyan rendezik össze a megismerő szubjektumokat és a természeti tárgyakat, és hogy az általuk végzett vizsgálódásokat és az általuk létrehozott igazsághatásokat hogyan kapcsolják össze egymással”. De léteznek más megközelítések is, például az etnometodológia, a szimbolikus interakcionizmus (Clarke és Gerson 1990; Fujimura 1992; Star 1989) vagy a kulturális antropológia (Hess 1992; Traweek 1988). Ezek a megközelítések mind ugyanazon a feltételezésen alapulnak: a tudomány emberi tevékenység, amely nyilvánvalóan számos sajátossággal bír, melyek miatt nem téveszthetjük össze más emberi tevékenységgel, de amelyek nem indokolják, hogy e tevékenység megragadására a szokásostól eltérő vizsgálati eszközöket vessünk be. Tehát ahány szociológiai elmélet, legalább annyi lehetséges magyarázat is van a tudomány fejlődésére!

A megegyezés

A 3-as modellben a tudósok közötti megegyezés létrejöttének magyarázata nem térhet el a bármely más tevékenységben részt vevő aktorok között létrejövő konszenzus magyarázatától. Bloor „erős programjának” alapelvei nem mások, mint e hipotézisnek a módszertan nyelvére történő lefordítása. Minthogy semmi sem támasztja alá azt, hogy a tudományt az emberi tevékenységek körén kívülre helyezzük, és mivel a tudósok ugyanolyan emberi lények mint bárki más, a megegyezés vagy a nézetkülönbség, a siker vagy a kudarc magyarázata sem szorul másféle nyelvezet használatára.

Ezt az alapvetést Collins munkássága és kiváltképp a gravitációs hullámokról írt tanulmányai szemléltetik a legjobban (Collins 1985a). Az írások tárgya a kísérletek megismétlése és a kísérleteket övező viták. Ahogyan Golinski remekül összefoglalja, Collins számára

egy kísérlet mindig nyitott marad, legalábbis elméletben. Collins felfogásában a természet a kísérletet elvégző személynek sohasem sugallja, hogy milyen értelmezés lenne a helyes. [...] A bizonyíték mindig sokkal több jelentést foglal magában, mint amennyit bármelyik értelmezési rendszer képes lenne neki tulajdonítani, viszont ahhoz sohasem eléggé meggyőző, hogy a vele összeegyeztethető több elméleti rendszer közül vitán felül kijelölje azt, amelyiket alkalmazni kellene. A vita egészen addig folytatható, amíg az egymással szemben álló tudósok érveik alátámasztásához új forrásokat tudnak találni. [...] Egy bíráló, aki azt hánytorgatja fel, hogy egy kísérletet nem sikerült pontosan megismételni, az eredeti és a megismételt kísérlet között mindig képes lesz kellő számú eltérést találni (Golinski 1990: 494).

Collins úgy véli, hogy az efféle kritikának mindig megvan a létjogosultsága, mivel a Quine–Duhem-tézis szerint egy elmélet a kísérletek fényében mindig aluldeterminált, és ezért logikusan nem határozható meg az a pont, ahol az ellenőrzését abba lehetne hagyni, így a vita végtelen regresszusba torkollik, amely minden tapasztaláson alapuló munka közös jellemzője.²⁰ Ami magyarázatra szorul, az tulajdonképpen az, hogy a „kísérletek végtelen regresszusa” miért áll mégis meg olykor, hogy a szereplők, akik különböző érdekekkel, gyakorlati tudásokkal, meggyőződésekkel, kompetenciákkal és célokkal rendelkeznek, miért hagynak fel végül a kritikával, véget vetve ezzel a regresszusnak és lezártnak tekintve a vitát.

Jól érzékelhetően a 3-as modellben a megegyezés kialakulásának magyarázata érzékeny pontnak számít. A magyarázat-kísérletek a konszenzus létrehozásának hagyományos szociológiai elemzéseit ötvözik az eszközök szerepének aprólékos szemügyre vételével.

Egyrészt vannak a hagyományos makroszociológiai magyarázatok. Mivel a megegyezés számára nincs olyan alap, amely ne lenne természetéből adódóan vitaható, az csak a társadalmi erőviszonyoktól függ, különös tekintettel a tudósközösséghez, pontosabban a vitában részt vevő kutatók csoportjához képest külsődleges erőviszonyokra. Az edinburgh-i iskola egyre több olyan esettanulmányt tett közzé, amelyben a globális politikai, gazdasági vagy kulturális érdekek már a tudományos küzdőtérrel belül is éreztették hatásukat, és így olyan erőviszonyokat hoztak létre, amelyek bizonyos elképzelések vagy értelmezések számára a többihez képest előnyt jelentettek (Barnes, Bloor, Sapin és MacKenzie). Ennek a magyarázatnak van egy többé, illetve egy kevésbé determinisztikus és mechanikus változata: vagy egyenesen arra az álláspontra helyezkedünk, hogy tökéletesen körvonalazható külső társadalmi csoportok vagy osztályok saját erejükkel azon tudósokat támogatják, akikkel közös állásponton vannak, vagy pedig a tudósra bizzuk, hogy szövetségeseit kiválassza, és megegyezzen velük abban, hogy milyen módon és milyen cél érdekében támogassák őt. Ezek a szövetségek nem rontják meg a tudományt, mivel a természet elég sokféleképpen értelmezhető, a kísérletek

²⁰ Duhem és Quine szerint a kísérletek eredményeinek és az empirikus megfigyelések magyarázatára mindig több alternatív rendszer adódik, és semmilyen logikus érv alapján nem helyezhető előtérbe egyik sem a többihez képest. Ez a feltételezés a 3-as modell egyes védelmezői számára lehetővé teszi, hogy úgy véljék, hogy amit a természet nem magyaráz meg, annak magyarázatát a társadalomban kell keresni: ha végül egy magyarázat megerősítést nyer, annak semmi köze sincs a szűk értelemben vett tudományhoz. Ezen álláspont ereje abból adódik, hogy noha a társadalom nagymértékben beszűremlik a tudományba, attól még a kapott eredmény tudományos marad: a társadalmi tényezők csak olyan opciók között szelektálnak, amelyek mind logikailag, mind pedig a megfigyeléssel való kompatibilitásukat illetően szilárd alapokon állnak.

pedig kellőképp összetettek ahhoz, hogy különböző álláspontokat és ítéleteket is alátámasz-
szanak. Itt nagyon jól látszik a megfigyelésnek a kísérletek általi aluldetermináltságára vonat-
kozó filozófiai alapelv jelentősége: anélkül hagy teret a szociológiai magyarázatoknak, hogy
a tudományos munka autonómiája veszélybe kerülne (Barnes és Shapin 1979; Wallis 1979).

A megegyezés magyarázata olyan fogalmak mozgósításával is lehetséges, mint bizalom
vagy hitelesség, amelyek eddig is számos szociológiai és közgazdaságtani vizsgálódás tár-
gyát képezték. A napneutrínók esetét elemző munkájában Pinch ezt a két fogalmat elegán-
san ötvözi (Pinch 1986). A kísérleti eredmények hitelességét nagymértékben a befektetés
nagysága határozza meg, amely a kísérlet ismételt elvégzését, vagyis a vita megnyitását na-
gyon költségessé teszi (itt az 1-es modell köszön vissza). A legfontosabb azonban a kísérle-
tek megtervezését és lebonyolítását végig övező bizalmi légkör megteremtése: azáltal, hogy
több tudományág képviselői dolgoznak együtt, és hogy az ellenvetéseket felmerülésükkor
azonnal megvitatják, a projekt egy kölcsönösségi viszonyokon (információcserén, együtt-
működésen) alapuló kollektív vállalkozássá változik. Az eredmények hitelessége a bizalmi
légkör kialakulásából fakad. Ezt a fajta megközelítést, amely tudvalegőleg jelentős fejlődést
tett lehetővé a játékelmélet területén, ezidáig csak kevésbé elemezték részletesen, noha min-
denképp érdemes lenne szisztematikus vizsgálatnak is alávetni.

A megegyezést bizonyos, a berendezéseken végrehajtott műveletekkel is elő lehet segíteni.
Collins vizsgálata, melyet számos más empirikus munka is megerősített, rámutatott arra,
hogy a kísérletek megismétlésének nehézsége nagyrészt a használt kísérleti eszközök között
tapasztható eltérésekből adódik. Collins szerint a vizsgálatokban használt eszközök elő-
zetes kalibrálása, hitelesítése és szabványosítása, mivel csökkenti az eltérés valószínűségét,
megkönnyíti a megegyezést. Ha a kalibrálás elmarad, akkor Newtonnak a prizmák fénytör-
ésével kapcsolatos kísérletei által előidézett helyzethez juthatunk, melyet Schaffer jól leírt:

Newton „törvényének” az olyan kísérletezőket, mint Rizetti, nem sikerült meggyőznie: „furcsa
lenne – kiáltott fel az olasz –, ha az ezen törvénnyel szemben kegyes laboratóriumokban a priz-
mák igazolnák azt, míg ellenséges területeken a prizmák másképp működnének!” Newton bírálói
számára a prizmák sosem váltak a kísérleti filozófia transzparens eszközeivé (Schaffer 1989: 100).

A transzparens eszközök, vagyis az olyan eszközök kidolgozásának igénye, amelyek prob-
lémaamentessé teszik a megfigyelést, a 19. század második felében jelent meg. A tudomány
jelszava akkoriban így hangzott: „hagyni kell, hogy a természetet magától megszólaljon”
(Daston és Galison 1992), és ehhez teljesen megbízható, előzetesen standardizált és kalibrált
berendezésekre volt szükség, amelyek kapcsán az ember biztos lehetett, hogy nem pusztán
artefaktumokat állít elő. Az eszközök effajta fekete dobozba helyezése (Latour 1987) hossza-
dalmas előkészítő munkát feltételez, amelyek során folyamatosan csökkentik az eltéréseket.
Ezeket a megegyezések elvileg mindig megkérdőjelezhetők. A gyakorlatban azonban miután
már létrejöttek, nem illik visszatérni rájuk: a berendezések valódi fekete dobozként viselked-
nek: utasításra adatokkal szolgálnak, amelyek aggályok nélkül elemezhetők. A felülvizsgálat
lehetősége készítette Flecket arra, hogy úttörő munkájában különbséget tegyen passzív és ak-
tív kapcsolódások között: míg az előbbieket nem vizsgálják felül, az utóbbiak szüntelenül új
kérdéseket vetnek fel, bizonytalanságot és többértelműséget hozva ezzel létre (Fleck 1935).
A „fekete dobozba zárás” helyett talán tanácsosabb lenne Fleck nyomán különbséget tenni
passzív és aktív eszközök között. Az előbbi kategóriába tartoznának a Daston és Galison
révén elhíresül transzparens kísérleti eszközök, míg az utóbbiba azok, amelyek a viták ke-

reszttüzeben állnak. A Bachelard (1934) által javasolt „fenomenotechnika” fogalma szintén hozzájárult ahhoz a felismeréshez, hogy az eszközök mennyire fontos szerepet töltenek be az elméleti modellek elfogadtatásában és elterjedésében. Amikor az eszközökben már egész elméletek testesülnek meg „összehuzalozva” (Galison 1987), a nézeteltérés lehetősége csökken (Latour és Woolgar 1979), mivel az érintett elméletek megcáfolásával együtt az eszközöket is sutba kellene dobni, noha azok jól és megbízható módon működnek, és ezért senki sem válna szívesen meg tőlük. A 3-as modellben a passzív eszközök, valamint azok a megegyezések, melyeket ezen eszközök erősítenek meg és rögzítenek, megannyi szilárd építőelem, amelyek révén a tudomány épületét egyre magasabbra és szélesebbre lehet bővíteni.

A szervezeti forma

Paradox módon a szociokulturális modellt a szervezeti és intézményi formákat érintő kérdések mérsékeltén érdeklik csupán, és ez a tudományos tevékenység belső szerveződésére éppúgy igaz, mint a szociopolitikai környezettel ápolt viszonyára.

A cselekvők, ide értve a tudósokat is, nincsenek bezárva a kijelentések, modellek és elméletek előállításának logikájába. A „szabály” fogalmát gyakran használják a tudományos tevékenységet átfogó módon megszervezni képes társas rend jellemzésére. A szabály egyszerre implicit és explicit: nem a cselekvésen kívül keresendő, hanem a cselekvésben nyilvánul meg, nyer értelmet, fejlődik ki és alakul át. A szabály társadalmi és technikai jellegű egyszerre. A koherencia minimumát biztosítja, és lehetővé teszi az előrejelzést és a kollektív vitát. Mivel maga is sokoldalú, fejlődik és alkalmazkodik, a szabály fogalma összeegyeztethető a társadalmi csoportok sokasodásával és identitásaik sokféleségével: a szabályok többé-kevésbé helyi és specifikus jellegűek, és szilárd pontot képeznek, amelyek körül a hatalmi és befolyási viszonyok kialakulhatnak. A szabályok és konvenciók kialakulásával foglalkozó szociológiai és közgazdasági munkák termékenyen felhasználhatók a szociokulturális modell kibővítésére, és megerősítik, hogy a tudományos gyakorlatokat szabályozott tevékenységekként lehet és kell is elemezni (Bloor 1992; Favereau 1994; de Vries 1992).

A modell a tanulás szerepére helyezze a hangsúlyt, a kompetenciák átadásának, valamint a képzésnek a fontosságát emeli ki. Mindez a mesterek és tanítványaik között függőségi viszony kialakulását eredményezi, és arra is magyarázattal szolgál, hogy a laboratóriumon belül eltérő kompetenciákkal és gyakorlati tudással rendelkező aktorok között miért jönnek létre hatalmi viszonyok. Ezt a megközelítést jól illusztrálja Shapin (1989) egy elemzésében, amelyben azt az egyszerre létfontosságú és alárendelt helyzetet mutatja be, amely a technikusokat az első laboratóriumokban jellemezte. Ez a fajta szociológia érdeklődést tanúsít a tudomány világát átszövő uralmi viszonyok iránt (Schaffer 1988).

Végül érdemes kiemelni, hogy a 3-as modellben a tudomány és környezete közötti határvonal állandó vita tárgyát képezi. Az aktorok harcban állnak egymással, amelynek tétje annak meghatározása, hogy ki az, aki belül van, és ki az, aki kívül. Ezek az összeütközések, illetve egyeztetések olyan különleges területeken zajlanak, amelyeket a hibrid jelzővel illethetünk, mivel heterogén kényszerek és logikák metszéspontjában helyezkednek el. Sheila Jasanoff (1990) tanulmánya a szabályozó tudományról, Abir-Am (1982) vizsgálata a Rockefeller Alapítványnak a molekuláris biológia területén kifejtett politikájáról, valamint Wynne (1992) munkái a tudomány és a politika összefonódásáról a környezetvédelemmel kapcsolatos kérdésekben jó példáit nyújtják az elemzések ezen egyre népszerűbb fajtájának.

A szociokulturális modell megkérdőjelezi a folytonosság eszméjét a tudományos tudás fejlődésében. A modell szerint az, hogy a tudomány nem lineáris módon fejlődik, annak tudható be, hogy sajátos logikával bíró társadalmi viszonyokba ágyazódik. Az érdekes Barnes által leírt fogalma ebből a szempontból nagyon jól használható. Noha a tudományos ismereteket mindig ugyanaz a fajta érdek, vagyis az előrejelzéshez és az ellenőrzéshez kötődő érdek vezérli, ezen ismeretek tartalma mindig változó és egymásra vissza nem vezethető társadalmi konfigurációk szerint szerveződik és strukturálódik. Az ismeretek magukon viselik létrejöttük körülményeinek jeleit: Kuhn megközelítése példaértékű abban, ahogyan a különböző tudások és paradigmák összemérhetetlenségét hangsúlyozza. A tudomány történetisége olyan probléma, amelyet a tudomány magának is felvet, és amely problémafelvetés maga is a világtörténelem függvénye.

De egy ennél aprólekosabb vizsgálat is lehetséges. Collins például megjegyzi, hogy a tudás terjedése nem lehetséges a helyi körülményekhez való alkalmazkodása nélkül. Egy kísérlet reprodukciója, bármilyen kísérletről legyen is szó, sosem azonos azzal a modellel, amely inspirálta, és ez még akkor is igaz, ha egyébként sor került az eszközök gondos kalibrálására, valamint az eljárások explicitté tételére és standardizálására. A kísérlet más környezetbe történő helyezése dolgok reprodukálását, kiiktatását és újak létrehozását vagy hozzáadását foglalja magában. Ezt az álláspontot képviseli Masterman is Kuhn munkájának eredeti értelmezésében, amikor is a paradigma, valamint a családi hasonlóság Wittgenstein által használt fogalma között von párhuzamot. Amikor a kutató az őt foglalkoztató problémák megfogalmazásához és megoldásához egy paradigmából merít ihletet, akkor ezzel egyúttal el is távolodik attól a modelltől, amelyet követni szándékozik. Egy paradigma életciklusának kezdetén ezek az eltávolodások nem túl számosak, de a paradigma fokozottabb használata során sokasodni kezdenek: az eredetitől mért távolság végül annyira megnő, hogy a paradigma végezetül megtagadja önmagát, ahogy egy családban is a generációk közötti különbségek addig sokasodnak, míg végül a közös családi vonások kivehetetlenné válnak (Masterman 1970). Ezek a kutatás folyamatában nélkülözhetetlen sorozatos különbségek biztosítják a tudomány dinamikáját. Mivel egy példa, egy modell vagy egy kísérleti módszer elterjedése inherens módon magában hordozza az átalakulás és az áthelyeződés lehetőségét, a tudományt folyamatos fejlődés jellemzi. Ez alapján a tudomány „autentikus történeti folyamatnak tekinthető: a tények, a jelenségek, a fogalmak és az elméletek ugyanúgy, mint a tudomány eszközei és intézményei, olyan eseményeket produkálnak, amelyek a korábbi események folyamába illeszkednek” (Pickering 1990).

4-es modell: A kiterjesztett fordítás

Az 1-es modell bemutatásakor már láttuk, hogy a transláció fogalma felhasználható a megfigyelési és elméleti kijelentések között felállított kapcsolat vagy akár ekvivalencia magyarázatára. A 4-es modell ezt a fogalmat terjeszti ki a kijelentések birodalmán kívülre. A fordítás a műveletek azon összességére vonatkozik, amelyek révén a kijelentések nem csak egymással (1-es modell), hanem egyéb materiális elemekkel (anyagokkal, technikai berendezésekkel), eljárásokkal és szabályokkal vagy az emberekben testivé vált kompetenciákkal is összekap-

csolódnak. Ezen elemek kölcsönösen lehetővé teszik egymás számára, hogy működhessenek, és mindegyik elem jelentését és hatókörét részben a többi elemhez való viszonya határozza meg. Természetesen az 1-es modell kijelentéseit vesszük alapul, de azok itt magukba foglalják a laboratóriumokban keringő egyéb szövegeket is, legyen szó végzettséget igazoló okiratokról, kutatási tervekről, pályázati felhívásokról stb. A kijelentés fogalma egyébiránt túlságosan leszűkítő, mivel csak egy fajtáját jelöli a *bejegyzéseknek* (inscription).

A transláció fogalma a translációs hálózatok fogalmához vezet bennünket, amely egyszerre jelöl folyamatot (vagyis a fordítások egymásba gabalyodásának folyamatát) és vég-eredményt (vagyis a megszilárdult kapcsolatok időleges eredményét). A translációs hálózatok heterogén összetételek, amelyeket társadalmi-technikai hálózatoknak is szokás nevezni.

A 4-es modell a tudományos kijelentések számának folyamatos növekedésére, illetve azon mező kitérülésére igyekszik magyarázatot adni, amelyben a tudományos kijelentések keringenek. Végezetül megállapíthatjuk, hogy ez a modell a társadalmi viszonyok újragondolására szólít fel.

A tudományos termelés jellege

A kijelentések előállítása

Az 1-es modellhez hasonlóan a kiterjesztett translációs modell is a kijelentések előállítását tekinti a tudományos tevékenység elsődleges céljának. Viszont a 3-as modellel összhangban az előállítás folyamatjellegére és e folyamatban a nem propozicionális elemek szerepére fektet hangsúlyt.

Vegyük a következő két példát: a) „A DNS kettős kettős spirál szerkezetű”; b) „A háromemeletes, fönt manzárdban folytatódó homlokzat termésközből épült, és azzal a sárga színnel van bemázolva, amely Párizs legtöbb házát elcsúfítja.”²¹ Az a) és b) kijelentés közötti különbség nem magukban a kijelentésekben rejlik, hanem abban, hogy milyen mértékben van egy hitetlenkedő és kitartó olvasónak lehetősége visszakövetni az elemek azon láncolatát, amelyek szavatolják, hogy a kijelentés kimutathatóan vagy bizonyíthatóan létező entitásokra vonatkozik – például azon nyomok révén, amelyeket ezen entitások vitathatatlanul maguk után hagytak.

Az a) kijelentés esetében az olvasónak, amennyiben erre volna igénye, lehetősége van ellátogatni a laboratóriumba, ahol azok a kísérletek zajlottak, amelyek eredményei korábbi, elfogadottnak tekintett kijelentések fényében alátámasztják a kettős spirálról szóló elképzelést. Ezeket az eredményeket, legalábbis részben, a vizsgálat során alkalmazott különböző berendezések jelenítették meg papíron vagy monitoron. Nem ugorhatunk egyszerűen át egyik kijelentésről egy másikra (például egy elméleti kijelentésről egy megfigyelésen alapulóra), ahogyan egy modell vagy egy bizonyítás egyik sora után térünk át a következőre, hanem olyan világokon kell keresztülutaznunk, szó szerint, amelyek az utazás vége felé egyre inkább tömve vannak tárgyi eszközökkel, emberi lényekkel és papírhalmokkal, telis tele kusza diagramokkal, számítógépek által feldolgozott képekkel és spektrométerek által előállított görbékkel. Aki a b) kijelentést olvasva szeretné felkeresni azt a panziót, amelyben

²¹ Idézet Balzac *Goriot apó* című regényéből (in: *Emberi színjáték*, II. kötet, Budapest: Magyar Helikon, 1962, 849–850). (A ford.)

Goriot apó lakott, menthetetlenül egy helyben fog toporogni egy papíron és csakis papíron létező világban, még akkor is, ha esetleg Balzac kortársa, ha kívülről tudja az egész *Emberi színjátékot*, vagy ha bele is tekinthetett akár a szerző kézírataiba.

A translációs láncolat fogalma pontosan e különbségtétel érzékeltetésére született: azt, hogy eljuthatunk a laboratóriumba, azt, hogy egy papíron felépített világot kvázi fizikai módon áttemelhetünk egy anyagi világba (amely magában foglalja a szövegeket is), a két világ között cirkuláló bejegyzések teszik lehetővé. Ezek jelenítik meg a végső kijelentésekben azokat a nyomokat, melyeket ügyesen megkonstruált berendezések segítségével azok az entitások hoztak létre, amelyekre ezáltal hivatkozni lehet, és hihető módon valós létezőknek lehet tekinteni. A bejegyzés Latour és Woolgar (1979) által javasolt fogalmának köszönhetően át lehet hidalni a kijelentés fogalmának kizárólagos használatából adódó, az eszközök és a diskurzusok, valamint az elméleti és a tapasztalati kijelentések világa között meglévő jelentős folytonossági hiányt. A bejegyzés fogalma magában foglalja a grafikonokat, táblázatokat, jelentéseket, laboratóriumi jegyzőkönyveket, feljegyzéseket, tudományos cikkeket, népszerűsítő könyveket stb., vagyis mindazt, ami az 1-es modell által tételezett fordítást valóságközelibbé és bizonyos értelemben prózaibbá is teszi. A bejegyzés fogalma rámutat az írás jelentőségére, és egyúttal annak sokféleségét is hangsúlyozza. A nyomok és jelek, valamint az azokat összefoglaló diagramok között, a táblázatok és az analízist lehetővé tevő ábra között, a grafikon és a kijelentés között, illetve az egyes kijelentések között minden esetben fordítási műveletet kell végezni. A 4-es modell az 1-es modell fordítási formái mögött mikrofordítások egész sorát tárja fel, amelyeken keresztül a kutató lépésről lépésre halad a konklúzió felé. A néma természet – amit megpróbálunk szóra bírni – transzcendenciájának helyére szerényebb mikrotranszcendenciák láncolata lép, amelyek mind a következőt készítik elő, és hozzájárulnak ahhoz az artikulációs munkához, amelynek során a tudományos eredmény előáll.

A translációs láncolat egy stilizált példája:

→ eszköz → az eszközök által előállított jelek → diagramok → táblázatok → görbék → megfigyelési kijelentések → elméleti-megfigyelési kijelentések → elméleti kijelentések → stb.

A tudomány e modell alapján egy szöveget előállító üzemnek tekinthető, vagy még inkább egy olyan berendezésnek, amely az entitásokat – bejegyzések közbevetésével – írásra készíti, amelyek ezáltal osztályozhatókká és leírhatókká válnak, és további cselekvések tárgyai vagy eszközei lehetnek. Foucault egy úttörő munkájában (1990) a kórházat olyan berendezésként írja le, amely az egyént „írások hálózatába”²² helyezi, és rámutat arra, hogy a fordítások a tudás és a tudás tárgyának egyidejű létrehozásában milyen fontos szerepet játszanak. Az imént bemutatott terminusok segítségével számos egyéb terület elemezhető. Azt, hogy milyen eszköz használata javasolt, az határozza meg, hogy éppen milyen entitások között kell fordítani: a tapasztalat azt mutatja, hogy egy kvark, egy szenvedő emberi test, egy hibás gén, egy megalázott társadalmi csoport vagy egy geológiai réteg és fossziliái csak a nekik megfelelő elrendezésben hajlandóak az írásra.²³

22 „A vizsga nemcsak felügyeleti helyzetbe hozza az egyéneket, hanem a nyilvántartás hálójába is fogja, vasos dokumentumkötegek közé szorítja, rögzíti őket. A vizsgaeljárásokat kezdettől fogva intenzív nyilvántartás és a dokumentumok felhalmozása kísérte” (Foucault 1990: 257).

23 A fizikában és a molekuláris biológiában használatos fordítási eszközök sokféleségéről ad részletes elemzést Knorr-Cetina (1999).

A translációs láncolatok létrehozása és értelmezése (hogyan lehet eljutni egy bejegyzéstől egy kijelentésig, majd egy kijelentéstől egy másik kijelentésig stb.) emberekben testivé vált és/vagy technikai eszközökben (különösen műszerekben) megtestesült kompetenciákat kíván. Ezek nélkül a tudás előállítás (Knorr 1981) nem volna hatékony. A különféle elemek közötti interakciókat a kísérletek megtervezése (Hacking 1983), a bejegyzések értelmezése, a tudósok vagy a tudósok és technikusok közötti beszélgetések, cikkek vagy jelentések írása vagy átírása (Myers 1990) során figyelhetjük meg. Mindezen interakciók fordításokként elemezhetők, mivel hozzájárulnak a translációs láncolatok létrehozásához, és ezen keresztül a kijelentések előállításához is. Ezen összetett folyamat leírására Law a heterogén mérnöki tervezés (ingénierie hétérogène) fogalmát javasolja (Law 1986b). Számos etnográfiai munka járult hozzá e folyamat különböző tudományterületeken történő leírásához. A törekvést többek között a Fujimura (1996: 6. fejezet) vagy Gooding (1992) által kidolgozott grafikus ábrázolási módszerek is segítették.

A kijelentések kiemelése a laboratóriumi környezetből

A tudományos tevékenység nem ér véget a kijelentések létrehozásával, hanem azok laboratóriumi környezetben kívül történő „forgalomba helyezésével” folytatódik.

Azok a biokémikusok, akik egy polimer felszívódását tanulmányozzák az emberi test különböző szerveiben, nem elégszenek meg annyival, hogy lefordítják az általuk megfigyelt jelenségeket (Law 1986a), hanem ezzel párhuzamosan egy másfajta fordítást is elvégeznek: álláspontjuk szerint a kérdéses polimerek hordozóként használhatók a rákot elpusztító molekulák célba juttatásában. Itt az előző részben leírt translációhoz egy újabb kijelentés kapcsolódik. A polimer biológiai tulajdonságai (felszívódik a májban) mellett szociopolitikai tulajdonságokkal is bír, amelynek révén az egészségügy kezében a rák elleni küzdelem fontos eszközévé válhat. Ha ez a második fordítás is sikerrel jár, akkor azok a tudósok, akik képesek a polimerek nevében és azok hatásairól nyilatkozni, olyan erős szövetségesekre lelnek (pl. állami szervezetekben, gyógyszergyártó cégekben), akik segítenek az általuk lefordított kijelentések és entitások (polimerek) „forgalomba helyezésében”. A polimer, amely addig csak a biokémikusok egy szűk csoportja által tanulmányozott obskúrus dolog volt, immár jövedelmező tőzsdei ügyletté válna cikázik keresztül-kasul az egész bolygón.

Tehát minden tudományos kijelentés translációs láncolatok részét képezi, amelyek olyan entitásokat kapcsolnak össze egymással, melyek közül egyeseket a laboratóriumon belül, míg másokat azon kívül vizsgálnak: röviden, emberi és nem emberi lényeket. E belső vagy külső translációk programszerűen mennek végbe. Sikerük azonban sosem garantált, hanem azon eszközöktől is függ, amelyek megszilárdítják és ellenállóvá teszik őket az esetleges félrefordításokkal szemben. Ebben az esetben tehát a biokémikusoknak nem pusztán az a feladatuk, hogy (bejegyzések közbevetésével) kimutassák a felszívódás szelektivitását, hanem az is, hogy fenntartsák a cégek érdeklődését a polimer iránt, és bebizonyítsák, hogy a polimerek ezen speciális képessége a beteg szervezetében is megmarad anélkül, hogy mellékhatásokat okozna: ennek igazolására pedig költséges és a sikeresség szempontjából bizonytalan kimenetelű klinikai kísérleteket kell elvégezniük.

A transláció e két fajtája, amelyeket az egyszerűség kedvéért belsőnek, illetve külsőnek nevezek, jellegüket tekintve azonosak. Semmivel sem könnyebb vagy nehezebb egy vállalat

vagy egy közegészségügyi politika nevében, mint egy polimer vagy egy (emberi) szerv nevében beszélni. Mindkét esetben ugyanis az a feladat, hogy meghatározzuk, kik vagy mik a cselekvők, mire képesek és mit szeretnének tenni (Callon 1981b). Továbbá, ahogy a jelen példa is mutatja, helytelen lenne külön kezelni egymástól egyrészt a kijelentés társadalmi kontextusát (a cégeket és a rákos megbetegedést), másrészt a kijelentés tartalmát (vagyis a polimereket, amelyekre a kijelentés vonatkozik). A kiterjesztett fordítás elképzelése azt hangsúlyozza, hogy a kijelentés kettős referenciával bír – egyrészt a polimerre, másrészt pedig a rák elleni harcra utal. A kijelentés az, amely egy molekula sorsát egy hosszú és bonyolult fordítási lánc révén összekapcsolja a betegekével. Mi értelme volna ebben a helyzetben külön tartalomról és kontextusról beszélni? Mi értelme van annak, hogy bármi áron fenn-tartsuk a természet és a társadalom közötti megkülönböztetést, ha a laboratórium képes és szétválasztást meghaladni azáltal, hogy szüntelenül entitások új és nem várt összekapcsolásával áll elő? Ott, ahol az elemző korábban tudományos tartalmak és társadalmi kontextusok közötti kapcsolatok meglétére vagy hiányára igyekezett rámutatni, egy újfajta, feltárássra váró tér jön létre, egy olyan tér, amelyben translációs hálózatok alakulnak ki.

Minden új fordítás vizsgálódások, értelmezések, interakciók és döntések eredménye, amelyek nem függetleníthetők azon egyedi körülményektől, amelyekbe beleágyazódnak, és amelyek egyúttal lehetetlenné tesznek bármiféle szűken determinista szemléletmódot is. Ugyanaz a polimer más fordításokat vagy összekapcsolásokat is eredményezhetett, más konfigurációkat is kirajzolhatott volna. A polimer, amely egy angliai laboratóriumban jött létre, amellet, hogy képes bizonyos szervekbe bejutni, és bevethető a rák elleni küzdelemben, másféle eseményeket, például új gyógymódok piacra kerülését és e gyógymódok cégek által történő forgalmazását is maga után vonja.

Transzlációs hálózatok

A translációs hálózat olyan fordítási műveletek sorozatának átmeneti és gyakran ingatag eredménye, amelyek egyidejűleg vezetnek kijelentések létrehozásához és „forgalomba helyezéséhez”. A fordítási hálózatok olyan heterogén elemeket kapcsolnak össze, amelyek egymással interakcióban lévő bejegyzésekből (főleg kijelentésekből), technikai eszközökből, emberi cselekvőkből (kutatókból, technikusokból, iparosokból, politikusokból) és szervezetekből (vállalatokból, karitatív egyesületekből és állami szervezetekből) állnak, ekvivalenciák egyfajta szövét hozva létre. A hálózatok kiterjedése és szerkezete esetenként eltérő. Bizonyos hálózatok, amelyek nem terjeszkednek túl a laboratóriumok birodalmán és a szakemberek közösségén, ritkán kommunikálnak csak a külvilággal, például új emberek képzése vagy ismeretterjesztés céljából. Más hálózatok, amelyek ugyancsak zártaknak tűnnek, bőséges kommunikációt folytatnak a külvilággal az általuk létrehozott anyagi eszközökön (műszereken vagy tisztított mintákon) keresztül, melyeket a felhasználók széles körének rendelkezésére bocsátanak. Wise például leírja, hogy a gépek miképpen válnak hosszú távú közvetítőkké a mérnöki munka, az ipari termelés világa és bizonyos kutatási területek ezoterikus problémái között (Wise 1988; Wise és Smith 1988). Megint más hálózatok bőven túlterjeszkednek eredeti területükön: kutatók, technikusok, kijelentések, eszközök és anyagok vesznek részt egy kiterjedt körforgásban. A tudományos tevékenységről mindenesetre megállapíthatjuk, hogy translációk hálózatait hozza létre, amelyek morfológiája, etnográfija és dinamikája jórészt még kidolgozásra vár.

Amint egy hálózat létrejött, a tudósok nem csupán a laboratóriumban előállított elektronok vagy DNS nevében kezdenek el beszélni, hanem mindazon számtalan külső szereplő nevében is, akiknek az érdeklődését a munkájuk felkeltette. Amint láttuk, az említett biokémikusok polimerek, cégek, a közegészségügyi politika és maguknak a betegeknek a szóvivőivé váltak, és egy olyan világ képét vázolták fel, amelyben ezen entitások mindegyikének a sorsa összekapcsolódik a többiével.

A fordítások láncolata egyúttal a képviseletek láncolatának is tekinthető.

A Galilei által a zuhanó testekre ható nehézségi erő lefordítása céljából tervezett híres berendezésben képviseletek sorozata található: a vízóra az időt képviseli a lefolyt víz mennyiségén keresztül, a lejtő által bezárt szög a különböző esési magasságokat reprezentálja (a megtett utak nagysága közötti különbségeket szögeltérésekre fordítva le), az időt és a megtett távolságot párhuzamosan megjelenítő táblázat a golyó haladását reprezentálja két számsorra lefordítva, a görbe a táblázatot képviseli, amelyet grafikonná vagy függvényné fordít, amiből adódik a testek esésére vonatkozó törvény, amely a görbét a parabola algebrai alakjára lefordítva mutatja be. A törvény és formulája egy translációs lánc végeredménye, amely egy golyó ejtésétől egy matematikai formula létrejöttéig ívelő, egymásba fűződő képviseletek láncolataként is értelmezhető. A formula egy negyed- vagy ötödfokú re-prezentáció, mint ahogyan a politikában is szokás efféléről beszélni (a szenátorválasztás például a választói akarat másodfokú leképezése). Star az n -edfokú képviselet fogalmával jellemzi a képviseletek azon láncolatát (Star és Griesemer 1989), amely egy tudós – például Galilei – számára lehetővé teszi, hogy a természet nevében beszéljen – jelen esetben arra a törvényre hivatkozva, amely azt írja le, hogy egy zuhanó testre miképpen hat a nehézségi erő.

Az n -edfokú képviselet fogalma a laboratóriumból kilépő fordítási láncokra is alkalmazható. A laboratóriumi kutató a polimerek, de egyúttal a kemoterápia és a rák elleni küzdelem n -edfokú képviselője is egyben. A tudós erénye abban áll, hogy képes az n -edfokú képviselet két típusát ötvözni, és egyszerre a természet és a társadalom szóvivőjeként fellépni.

Ez az elemzés a referencia szokásos problémáját új megvilágításba helyezi. A zuhanó testek formuláját tartalmazó kijelentés az n -edfokú kijelentések láncolatának utolsó láncszeme. Nem egy saját magán kívül álló valóságot képvisel; egyszerűen csak egy végpont a fordítások-képviseletek folytonos hálózatában. Az n -edfokú képviseletek folyama a képviselt entitás számára biztosítja a fordítási láncolaton történő végighaladást: az entitás a fordítási folyamat mindegyik szakaszában újabb és újabb formát vesz fel, mint ahogyan a választó is mindig más és más alakot ölt a választási rendszer különböző fokain. Egyik ekvivalenciáról a másikra, egyik távolságról a másikra haladva valami olyan megy végbe a láncolatban, ami garantálja, hogy a felírt formula a testek esését képviseli. Csak akkor beszélhetünk a kijelentés hozzáidomulásáról az általa képviselt világhoz, ha figyelmünket a végső kijelentés felé fordítjuk, és a fordítások láncolatát zárójelbe tesszük. Amikor már csak a képviselőkre koncentrálunk, és az n -edfokú képviselet logikáját figyelmen kívül hagyjuk, akkor a fordítás megfordítását, inverzióját végezzük el: amikor a kutató egy pulzár által hátrahagyott nyomokat igyekszik összegyűjteni abból a célból, hogy előállítson egy leíró kijelentést a tulajdonságairól, akkor a pulzár a kijelentés okaként szerepel, nem pedig a fordítási láncon végighaladó elemként veszik számításba (Latour és Woolgar 1979; Woolgar 1988). A fordítás megfordítása minden lefordított elem esetében lehetséges, le-

gyen szó emberi vagy nem emberi létezőkről. Ez megerősíti egy olyan világ hipotézisét, amelyben minden entitásnak – amelyek megragadása a szavak feladata – megvan a maga helye és identitása. Az oly sok logikai és ontológiai problémát maga után vonó megfordítás lehetőségfeltételeit könnyen megérthetjük, ha a referálást az n -edfokú képviselet egy speciális esetének tekintjük.

A cselekvők

A fordítás kiterjesztett modellje a cselekvő (aktor) fogalmát az aktáns fogalmával cseréli fel.²⁴ Az aktáns fogalma minden olyan entításra vonatkozik, amely képes a cselekvésre, vagyis egy adott szituáción belül különbségeket tud létrehozni, és e képességét gyakorolja is. Az efféle képességgel való felruházásra egy kijelentés is alkalmas: az a kijelentés, hogy „a szomatosztatin gátolja a növekedési hormon felszabadulását” a szomatosztatint a növekedési hormon gátlásának képességével ruházza fel, vagyis azzal a képességgel, hogy egy organizmus működési módjában változást tudjon előidézni. Ezt a képességet egy technikai eszköz is birtokolhatja: a kromatográf a gázokat azzal a lehetőséggel és képességgel ruházza fel, hogy egy olyan csőben közlekedjenek, amelyben a gáz terjedését akadályozó elemek találhatók. A tudományban új aktánsok létrehozásához, mint láthattuk, a kijelentések intenzív előállítására és kísérleti eszközök működtetésére, valamint emberek aktív közreműködésére van szükség, akik az általuk készített eszközökről leolvassák a nyomokat, majd fordítási láncokba rendezik azokat.

A tudományos tevékenység tanulmányozásában az aktáns fogalma különösen fontos szerepet játszik, mivel annak legfontosabb tulajdonsága valójában nem más, mint hogy folyamatosan változtatja a természeti és a társadalmi világot alkotó entítások listáját. A laboratóriumokban kvarkok, enzimek és proteinek formájában olyan új aktánsok jönnek létre, amelyek korábban nem léteztek ebben a formában, és nem rendelkeztek ezekkel a tulajdonságokkal. Ugyancsak a laboratóriumokban jönnek létre a tudományos termelésben érdekelt társadalmi csoportok is. Mielőtt kollégái felhatalmazását bírva Einstein postára adta volna a Rooseveltnek címzett levelet, a politikusoknak sem lehetőségük, sem igényük nem volt arra, hogy atombombájuk legyen; viszont miután megkapták a levelet, bármi áron szerezni akartak maguknak egyet. A *Roosevelt-aki-atombombát-szeretne* nevű aktáns, akinek azért van szüksége a bombára, hogy elpusztítsa a szabad világot veszélyeztető erőket, nem kevésbé tekinthető laboratóriumi terméknek, mint a *szomatosztatin-amely-gátolja-a-növekedési-hormont*. Az aktáns fogalma kellőképp rugalmas és befogadó ahhoz, hogy képes legyen a tudományos termeléshez hozzájáruló *valamennyi* entitást megragadni: az elektront éppúgy, mint a kromatográfot, Atwood ejtőgépét éppúgy, mint a nehézségi erőt, az Egyesült Államok elnökét vagy a Rákellenes Ligát éppúgy, mint a tudósok és az elnök között közvetítő Einsteint, a fizikus Fermi és asszisztenseit vagy az elektronmikroszkópot gyártó céget.

Az előző fejezetben ismertetett fordítási folyamatból létrejövő aktánsok listája és meghatározása időben változik, és gyakran vált ki vitákat. Attól a naptól kezdve, hogy egy másik laboratóriumban bebizonyítják, hogy a hasnyálmirigyben is termelődik szomatosztatin, és nem a növekedési hormon kiválasztását, hanem az inzulintermelést gátolja, a szomatosztatin definíciója megváltozik: az új kijelentéssel egyidőben a szomatosztatin mint aktáns iden-

24 A szemiotikából átemelt aktáns fogalmáról lásd Latour (1984; 1987).

titása megváltozik, még ha meg is őrzi a korábbi nevét. És ugyanez történik Roosevelttel is, ha meggyőzik a Manhattan-terv irreálitását. Minden aktáns képes ellenálni a kívülről történő meghatározásnak, képes megváltoztatni a viselkedését és ennek következtében... mássá válni. Az aktánsokról elmondható, hogy identitásuk az adott hálózat állapotától és a folyamatban lévő fordításoktól függ, vagyis attól a történettől, amelynek részei: a társadalom és a természet legalább annyira változékony és fejlődő, mint az azokat létrehozó hálózatok. A létezés mint egy entitásnak kísérleti helyzetben tulajdonított cselekvések listája megelőzi a lényegét. A lényeg ugyanis változó geometriájú: történetbe ágyazódik, és legalább olyan sokféle lehet, mint az általa felkínált fordítások, figyelembe véve azt, hogy természetesen bármilyen fordítás nem lehetséges. Mindez alapján már érthető, hogy ez a modell miért veti el az éles választóvonalakat például természet és társadalom vagy emberi és nem emberi létezők között (bár e fogalmak vitathatóságának hangsúlyozása miatt gyakran használ efféle megkülönböztetéseket). A modell nem kérdőjelezi meg a különbségek létét, éppen ellenkezőleg, hagyja őket sokasodni, feltérképezésüket és változásaik figyelemmel követését pedig a megfigyelőre bízva. Ezért tekinthetjük úgy, hogy a tudomány elemzése – feltéve, hogy agnosztikus –, valójában egy csodálatos laboratórium a humántudományok számára, ahol a társas kapcsolatok alakulásának lehetünk tanúi.

A dinamika

A fordítás kiterjesztett modellje a cselekvést tágra definiálja. Aktáns lehet egy rákellenes gyógyszereket fejlesztő cég, egy robotrepülőgépek csatornába állítását követelő politikai párt, egy tömegspektrométerrel babráló technikus, egy táblázatokat értelmező kutató vagy akár egy protonnyalábbal kölcsönható elektron is. Ezek az aktánsok kijelentésekben, eszközökben vagy testivé vált kompetenciákban mozgósíthatók. Az aktánsok köre és definíciója a fordítási műveletek egyik eredménye. Bármely új fordítás megváltoztathatja, átalakíthatja vagy ellentmondhat a korábbi fordításoknak, de akár meg is erősítheti azokat, vagyis minden egyes fordítás módosítja vagy stabilizálja az aktánsok birodalmát. Fordítani annyit tesz, mint kialakítani egy entitásokkal (aktánsokkal) benépesített világot, melyek identitása a rájuk jellemző interakciókkal együtt meghatározásra kerül. Ebben a modellben a cselekvés fogalmát a fordítás veszi át.

Vajon ilyen körülmények között hogyan lehetséges elképzelni egy egyszerű és könnyen azonosítható erőt, amelyet a tudomány dinamikájáért tehetünk felelőssé?

Ezen a ponton a fordítás modellje nagyon közel áll a szociokulturális modellhez. Minden fordítás eszköz és bejegyzés között, bejegyzés és kijelentés között, kijelentés és testivé vált kompetenciák között távolságot hoz létre és egyfajta árulást követ el. Az ekvivalencia kivételes eredmény, amely költséges, törekeny és nehezen megvalósítható. Ebben a modellben a fordítások divergenciája és az általuk létrehozott kijelentések szaporodása az irányadó. A műszer görbékét rajzol, a technikus táblázatokat készít, a tudós egyik kijelentésről a másikra tér át, kompetenciái pedig egy újabb nyomokat előállító kísérleti eszközbe ágyazódnak. Minden új fordítás eltávolodik a korábbiaktól és veszélyt jelent azokra. A transzláció modellje által felvázolt hipotézis egyszerű: a világot korábbi fordítások eredményeként létrejött aktánsok népesítik be, amelyeket újabb és újabb fordításokba vonnak be, növelve ezzel a divergencia lehetőségét és kockázatát. Ezen aktánsok közül mindegyik új és szokatlan eseményekkel találkozhat, és ennek köszönhetően megjósolhatatlan irányba térül el, letér

korábbi útvonaláról és legalább részben újraalkotja a saját világát. Ha elfogadjuk, hogy a létezés időben megelőzi a lényegét, azt mondhatjuk, hogy létezni annyit tesz, mint eltérni, áramolni, fordítani, cselekedni, tehát különbségeket előállítani. A fordítás nem szorul magyarázatra, hiszen az magával a létezéssel egynemű. A tudományt az teszi rendkívüli és soha be nem teljesülő vállalkozássá, hogy korábban elképzelhetetlen létformákat tesz lehetővé, megsokszorozva ezzel az entitások számát, de ezzel párhuzamosan kordában tartásukra, kiszámíthatóvá és ellenőrizhetővé tételükre törekszik. Egyszóval a tudomány célja az, hogy hozzájáruljon egy egyre összetettebb, differenciáltabb, sokfélebb, de egyúttal rendezettebb világ megalkotásához. Ám a világ folyton túlárad a megszabott kereteken.

A modell adós marad a fordítások dinamikáját ösztönző feltételek kielégítő leírásával. A társadalmi-technikai hálózatok együttes dinamikájának elemzésében (lásd alább) azonban már akadnak válaszkísérletek erre a problémára.

A megegyezés

A fordítás kiterjesztett modellje a vita és egyetértés fogalmait a társadalmi-technikai hálózatok általánosabb illeszkedésével és szétszóródásával kapcsolja össze.

Ha (mint az 1-es és 2-es modellben) konszenzusról, vagy (mint a 3-as modellben) a viták lezárásáról beszélünk, azzal a tudomány diszkurzív dimenzióját emeljük ki. Ezzel szemben a fordítás modellje nagy fontosságot tulajdonít a viták materiális, ebből adódóan kevésbé látható oldalának, vagyis mindannak, amiről nem folytatnak vitát, de amik a jelenlétükkel lehetővé teszik a párbeszédet. Még a leghevesebb és a legnehezebben lecsillapítható vita is egyetértést feltételez az alapvető dolgokkal kapcsolatban. Ezt Collins a gravitációs hullámokról szóló tanulmányában meg is mutatja. Weber és kollégái között nem alakulhatott volna ki vita, az érvek és ellenérvek egymásnak szegezése, ha az alapokat, vagyis Einstein elméletét, a számítógépek tulajdonságait, a matematikai eszközöket vagy a torziós inga működését illetően nem lett volna egyetértés közöttük. Ahhoz, hogy egy adat értelmezésével kapcsolatban nézetkülönbség alakulhasson ki, a testivé vált kompetenciák, ismert és elismert technikai tárgyak egész infrastruktúrájának aktív, de mégis láthatatlan jelenlétére van szükség. Ez teszi ugyanis lehetővé a vitát a felek számára, akik bár nincsenek egy véleményen, mégis képesek szót érteni egymással. A 4-es modellben egy kijelentés jelentése, vagyis annak a lehetősége, hogy megismételjék és vitázzanak róla, fordítási láncolatok terméke, amelyeknek e kijelentés csak a végpontját képezi. Egy kijelentés erejének, vagyis azon képességének magyarázata, hogy egy vitában hogyan képes meggyőzni és diadalmaskodni, jelentésének kifejtésétől nem függetleníthető. Jelentést pedig a fordítási láncok és a fordítási láncok által létrehozott hivatkozások adnak neki. A kijelentés erejét a fordítási láncok erőssége, pontosabban az általuk alkotott hálózatok morfológiája határozza meg. Egy önmagában álló kijelentésnek éppúgy nincsen semmi ereje, ahogyan jelentése sincs.

Ebből következően minél több olyan elemet tartalmaz egy hálózat, amelyek transzlációs viszonyban állnak egymással, s ezek a viszonyok minél inkább egymásba gabalyodnak, annál redundánsabbak, a fordítási láncolatok pedig annál erősebbek és stabilabbak lesznek, mivel minden lokális bíráló azonnal egy egymást kölcsönösen erősítő ekvivalenciákból álló hálózattal találja szembe magát. Az érvek szilárdságát a fordítási hálózat és alkotóelemeinek (technikai eszközök, kijelentések, bejegyzések, testivé vált kompetenciák, a laboratóriumon kívüli társadalmi csoportok) a heterogenitása határozza meg.

Pickering és Hacking munkái, melyek elsősorban a laboratóriumon belül végbement fordítási folyamatokra koncentrálnak, érdekes perspektívákat vázolnak fel ebben a témában. Pickering az elemek három kategóriáját határozza meg: a jelenségek modelljeit, a kísérleti eljárásokat és a magyarázó modelleket. A fordítási láncolatok akkor stabilak, ha ez a három alcsoport egymással koherens viszonyban áll, vagyis „a magyarázó modell zökkenőmentes fordítást biztosít a kísérleti eljárások és a jelenségek egyik modellje között (az egymással versengő két modell közül)” (Pickering 1990). A konvergenciát az elemek összekapcsolódása és az őket egy irányba terelő fordítások – ezt nevezi Pickering (1993) *mangle of practice*-nek, „a gyakorlat mángorlójának” – biztosítják. Hackinget az érdekli, hogy „a laboratóriumi tudományok hogyan hoznak létre a maguk számára egyfajta önigazoló struktúrát, amely stabilitásukat biztosítja” (Hacking 1992). Ez Hackinget olyan heterogén elemek közötti interakciók vizsgálatára készíti, amelyek egymást kölcsönösen erősítik. Ezeket az elemeket három nagy csoportba: a gondolatok, a dolgok és a jelölések/bejegyzések közé sorolja.²⁵

A hálózatok ellenállóképessége attól függ, hogy a laboratóriumokon belül létrehozott fordítások milyen mértékben képesek összekapcsolódni egymással, és egy láncá összeállni. Az ellenállóképesség azonban a laboratóriumon kívülre is kiterjed. Fujimura például a nagy kiterjedésű és erős hálózatokat létrehozó kötélekek sokféleségét hangsúlyozza (Fujimura 1992). Ahogy Pickering elegánsan összefoglalja:

A [Fujimura] által hozott példák magukba foglalják a klinikai kutatók és a műtőszoba között áramló sejteket, a különböző technikai területen működő laboratóriumok között áramló DNS-rekombinációs technikákat, az eredményeket az egyik társadalmi világból a másikba átszállító adatbázisokat [...] és az érintett társadalmi világok közötti konceptuális, társadalmi és anyagi viszonyok rendezésére szolgáló onkógen elméletet is (Pickering 1992: 13).

A fordítás modellje végeredményben az univerzális lokális meghatározását nyújtja. A kijelentések, a kísérleti eszközök és a testivé vált gyakorlati tudáselemek sosem lépnek ki abból a fordítási hálózatból, amelynek részei, amelyben keringenek, mivel ők maguk alkotják e hálózat anyagát. A tudomány univerzalitása hálózati univerzalitás.

A szervezeti forma

A fordítás kiterjesztett modelljében a szervezetet két különböző irányból szokás szemügyre venni: vagy a hálózatok globális dinamikájának, vagy pedig e hálózatok irányításának szempontjából.

A hálózatok létrejötte vagy fejlődése olyan – akár társadalmi, akár természeti – feltételek együttesétől függ, amelyek a translációk kibontakozását könnyíteni, vagy ellenkezőleg, akadályozni tudják. Egyes fordítások, és az eszközök, amelyekben e fordítások testet öltenek, bi-

²⁵ Lásd még Ackermann (1985). E három nagy csoport mindegyike öt különböző elemet tartalmaz. Ezek között találunk kijelentéseket, melyek a legáltalánosabb elméletektől a kísérleti eszközök működésének modellezéséig terjednek; felhasznált materiális elemeket, melyek közé vizsgálandó dolgok (kezelt természetes anyagok, kísérleti állatok, minták), eszközök és más adatelőállító berendezések tartoznak; adatelőállító berendezések által létrehozott bejegyzéseket (vagy „jelöléseket”), melyeken műveleteket (kiértékelést, egyszerűsítést, elemzést és értelmezést) végeznek. A tudás szilárdsága és stabilitása ezen elemek nehezen elérhető, de mégis a tudomány vezérfonalát képező konvergenciájából adódik.

zonyos társadalmakban akkora ellenállást válthatnak ki, amit nem tudnak megtörni. Vajon bármilyen vizsgálati eszköz használata elfogadható annak érdekében, hogy egy embrióról ismereteket gyűjtsünk? Elfogadható-e az, hogy egy embert csak azért hagyunk szenvedni, hogy megnézzük, meddig bírja? Belevághatunk-e olyan kutatásba, amelynek célja katonai vezetők által a politikai realizmus nevében követelt biológiai fegyverek kifejlesztése? Egyes válaszok időnként illegitimnek tekintendők. A határt, amely elvileg mindig felülvizsgálható, a tiltakozások, a normák, a szabályok vagy a technikai eszközök jelölik ki azáltal, hogy az elfogadható fordítások mezejét körbekerítik.

A fordítások burjánzásának egyéb akadályai is lehetnek, például azok a többé-kevésbé explicit beállítódások, amelyek a kijelentések, az eszközök és a testivé vált kompetenciák áramlásának terét meghatározzák. A titoktartásra vonatkozó szabályok akadályozhatják a hálózatok terjeszkedését, s ezzel párhuzamosan a bizonyos eredményekre vonatkozó kizárólagos jogok is korlátozhatják a kapcsolódások vagy az átmenetek lehetőségét, ahogy például azok a rendelkezések is, amelyek az emberi gének vizsgálatára vonatkoznak. E tekintetben a tulajdonjogok meghatározása alapvető szerepet játszik (Cambrosio et al. 1990a). Még általánosabb szinten a hálózatok dinamikájára ösztönző vagy fékező hatást tudnak kifejteni a szabályok vagy eljárások, amelyek azáltal segítik vagy akadályozzák az elképzelhető fordításokat, hogy hatást gyakorolnak bizonyos változókra. Ilyen változó például az, hogy ki és hogyan lehet kutató, hogy a tudományos világ szűk körén kívüli döntéshozók mennyi lehetőséget kapnak a kutatási programok meghatározására (például azáltal, hogy a technológiákat társadalmi kontextusba helyezik). De e tényezők körébe tartozik az is, hogy ki felel bizonyos anyagok, technikák vagy kísérleti berendezések (például embrionális őssejtek) terjesztéséért, illetve ki használhatja azokat.

Ezt a modellt a hálózatok belső irányítása, illetve azok a szervezeti formák is érdeklik, amelyekben e hálózatok testet öltenek. A hálózatok kiterjedtsége, illetve a fordítások sokfélesége jelzi, hogy különböző típusú elemek közötti interakció megszervezése fontos stratégiai kérdés. A berendezések, a kijelentések, a testivé vált kompetenciák, vagyis általánosabban fogalmazva: az összes mozgósított aktáns elhelyezkedésének és a közöttük létesített kapcsolatoknak a tanulmányozásához új elemzési eszközökre van szükség. Ezen interakciók dinamikája az előállított dolgoknak mind a tartalmát, mind pedig az áramlási módját meghatározza. Néhány, a közelmúltban lezajlott vizsgálat a konfigurációk sokféleségére irányítja a figyelmet, és a vállalatokkal, állami szervekkel és kórházakkal kapcsolatot fenntartó laboratóriumhálózatok növekvő fontosságát hangsúlyozza (Cambrosio és Keating 1992; Cambrosio et al. 1990a; Knorr-Cetina 1999; Law 1993; Vinck et al. 1993). Ezen szerveződések tanulmányozása különösen fontos a fordítás kiterjesztett modellje számára, amely a megszokott koordinációs formákhoz (piac, hierarchia vagy bizalom) a technikai eszközök általi koordinációt társítja.

Az egész dinamikája

A 4-es modell annak érdekében, hogy le tudja írni az együttes dinamikát, amelyhez a tudományos fejlődés is hozzájárul, a fordítási hálózat terminusából indul ki. A fordítási hálózatok, hálózatok lévén, feleslegessé teszik a mikro- és makrostruktúrák közötti megkülönböztetést. Ezen felül ezek a hálózatok a tudományos tartalmakat és a társadalmi kontextusokat is átható fordítások kidolgozásával a természet és társadalom szembeállítását is megkérdőjelezzik.

Társadalom és természet megkülönböztetése azt a célt szolgálta, hogy átjárhatatlan határvonalat húzzunk a világmindenséget alkotó emberi és nem emberi entitások közé. Ez a felosztás egy radikális különbség tételezésén alapszik: vannak létezők, amelyek viselkedése rajtuk kívülálló törvényeknek engedelmeskedik, és van az emberi cselekvők világa, akik a képzelet, az invenció és az önkifejezés képességével vannak megáldva. A fordítási hálózatok nem hagyják magukat egy efféle felosztásba belekényszeríteni; szüntelenül új entitásokat hoznak világra, és fáradhatatlanul kapcsolatokat szőnek közöttük, melyek hibrid konfigurációkat, „szociotermészeteket” szülnek, amelyeket aktánsok népesítenek be, az őket átalakító fordításokkal párhuzamosan változó kompetenciákkal és identitásokkal. A tudomány története elválaszthatatlan e szociotermészetektől, amelyek legalább olyan változatosak és legalább annyi különböző alakot öltenek, mint a számukra oltalmat nyújtó hálózatok. Az együttes dinamikáról beszélni, amelyben a tudományok is részt vesznek, annyit tesz, mint felidézni azokat a szociotermészeteket, amelyeknek e tudományok részesei. Következésképpen a szociotechnikai hálózatok dinamikáját kell az elemzés középpontjába állítani. A hálózatelemzés fogalmai és eszközei, amelyek egyébiránt lehetővé teszik a mikro- és makrostruktúra közötti ellentét feloldását, e dinamika teljes jogú elemző eszközei. Három fogalomra érdemes itt hivatkoznunk: a visszafordíthatatlanságra, a terjeszkedésre és a változatosásra (Callon 1986, 1989, 1991, 1992b; Callon et al. 1986; Latour 1991c; Law 1992b).

Egy hálózat úgy válik egyre inkább *visszafordíthatatlanná*, ahogyan a benne létrehozott fordítások konszolidálódnak és egyre szilárdabbak lesznek, és ezáltal a jövőbeni fordítások kiszámíthatóak és elkerülhetetlenek lesznek. Ilyen körülmények között a testivé vált kompetenciák, a kísérleti eszközök és a kijelentések rendszerei egyre inkább függővé válnak egymástól és egyre nagyobb mértékben kiegészítik egymást. A kollektív tanulás folyamata intenzívebbé és kiterjedtebbé válik, biztosítva ezáltal a (gyakorlati) tudás felhalmozódását. A fejlődés végül egy előre tökéletesen meghatározott szociotechnikai utat jár be, amely fokozatosan szűkíti az érintett aktánsok játéktérét. Ugyanakkor egy hálózat sosem válik teljessé vagy véglegessé. Ahogy fentebb is láthattuk, nem léteznek fordítások eltérések nélkül. Minden hálózat, még ha az elemei rendezettségét mutatnak is és kordába vannak szorítva, különbségek ellenőrizhetetlen csíráival vannak tele, és olyan, kezdetben korlátozott méretű terekkel, amelyekben eltérő irányú fordítások alakulhatnak ki.

Egy fordítási hálózat kiterjedése különféle aktánsok folyamatos bevonásával egyre növekszik. Aktánsok a laboratóriumonon belülről és kívülről is toborozhatók. Csak egy dolog számít: az egymással összekapcsolódó entitások számossága. Egy hálózat *terjeszkedése* az őt alkotó, különösen sűrű alhálózatok egy részének „fekete dobozba” helyezésével jár: egész fordítási láncokat foglalnak bele és tömörítenek össze olyan kijelentésekbe, technikai eszközökbe, kísérleti anyagokba vagy testté vált kompetenciákba, melyekről már nem folyik vita, és szinte gépiesen működnek. Ekvivalenciahálózatok egész alcsoportja stabilizálódott itt egyszer és mindenkorra: DNS-szakaszokat helyezünk egy szekventálógépbe, amely egymás után dobja ki az általa automatikusan felismert és feltérképezett DNS-bázisokat; anélkül alkalmazunk különböző formulákat és számítási módszereket, hogy érvényességüket megkérdőjeleznénk. A fekete doboz használata azáltal, hogy leegyszerűsíti az egyre növekvő hálózatokat, és lehetővé teszi, hogy kiterjedtségük ellenére hatékonyan működjenek, központi elemét képezi a tudomány dinamikájának (Latour 1987). Fejlődésük bizonyos szakaszában egész hálózatok tömörödhetnek egyetlen ponttá, hogy egy új aktáns formájában további for-

dítások megbízható és kényelmes kiindulási pontjává lehessenek. A fekete doboz létrejötté folyamatosságot biztosít a tudástermelés stratégiai számára azáltal, hogy a múltbéli fordítások teljes súlyával nehezedik a jövőbeli fordítások ökonómiájára, s ily módon lehetővé teszi a tudás felhalmozását. A passzív tudomány csendben működik olyan kijelentések, testivé vált kompetenciák és eszközök formájában, amelyek fekete dobozba vannak zárva, tehát amelyekről nem szükséges újabb vitát nyitni.

A fordítási hálózatok kitermelik saját koherenciájukat. Egymáshoz csak lazán vagy semmilyen módon nem kapcsolódó hálózatok esetében számos, egymástól potenciálisan eltérő fordítás létezhet. Ellenkező esetben, amennyiben a hálózatok olyan szorosan kapcsolódnak egymáshoz, hogy végül egy rendszerré állnak össze, a *változatosság* foka alacsony, a fordítások konvergenciájának mértéke pedig nagy. A változatosság fokának állandó szinten tartásában két dolognak van különösen fontos szerepe. Egyrészt bizonyos cselekvők (például állami hatóságok) a fordítási hálózatok sokasodását, következésképpen a változatosság megőrzését ösztönzik. Másrészt pedig az ún. határtárgyak (Star és Griesemer 1989) vagy mediátorok (Wise 1988) lehetővé teszik a fordítási hálózatok számára, hogy békésen egymás mellett éljenek, és elkerüljék az egyik vagy másik hálózat feltétel nélküli megszűnését eredményező összeütközéseket. A határtárgyak és a mediátorok képezik az egymástól elkülönülő fordítási rendszerek közötti kapcsolatot, s így e rendszerek anélkül képesek összekapcsolódni, hogy egymásba olvadnának; kellően képlékenyek (fogalmak és kijelentések esetében többjelentésűek, technikai eszközök esetében többfunkciósak, testivé vált kompetenciák esetében pedig összetettek²⁶) ahhoz, hogy eltérő fordítási láncolatok számára is kiindulási alapul szolgálhassanak. A határtárgyak által létrehozott kapcsolatok bizonyos esetekben meg is erősödhetnek, és ezáltal kvázi-integrációhoz vezethetnek: az összeköttetések megszaporodásával ugyanazok a kijelentések, kompetenciák és technikai eszközök szabadon keringeni kezdenek az új hálózat különböző pontjai között.

Konklúzió

A bemutatott modellek segítségével négy koherens egységbe csoportosítottunk különböző tudományágak között szétszóródó munkákat. Azzal érteltünk, hogy a tudomány dinamikájának és gyarapodásának megértéséhez tartalmi és szervezeti vonásaikat, kognitív és társadalmi összetevőiket egyidejűleg kell feltárni. Az egyes modellek más és más kérdéseket, illetve e kérdések más és más megfogalmazását részesítik előnyben, ebből adódik a kérdésekre adott válaszok sokfélesége.

Fontos megjegyezni, hogy bizonyos igencsak ígéretes fejleményekről ezek a modellek nem adnak számot. Például egyik sem tesz említést a társadalomtudományok kapcsán végzett és egyelőre elszigetelt elemzésekről, miközben az olyan tudományterületek társadalmi fontossága, mint a közgazdaságtan, egyre csak növekszik. A társadalomtudományokat be lehetne építeni a 4-es modellbe: arra kellene rámutatni, hogy hogyan működnek együtt az

²⁶ Egy kijelentés is lehet határhelyzetben lévő objektum. Ennek jól ismert példája a Lorentz-egyenlet, amely a newtoni és einsteini mechanika között teremt összeköttetést. Fontos ismét leszögezni: az eszközök és műszerek gyakran hatékony és észrevétlen közvetítőkként működnek.

élő és élettelen természettudományokkal az életünk színterét képező világ és az azt benépesítő emberi cselekvők létrehozásában. A stratégiai jelentőségű munkák egy másik példája – amelyről ebben az ismertetésben szintén nem esett szó – a társadalmi nemek kérdéséhez kapcsolódó kutatások: a tudományos tevékenységek férfias jellegére sokan felfigyeltek; a feladat annak kifürkészése és elgondolása lenne, hogy milyenek is lehetnének a különböző tudományok és technikák, ha kevésbé lenne meghatározó bennük a cselekvés és viselkedés férfiközpontú modellje.

Mindezeket túl az olvasó elé tárt ismertetés azáltal, hogy a hangsúlyt a különböző modellek között föllelhető különbségekre helyezte, háttérbe szorította a közöttük megfigyelhető konvergenciák és komplementeritások fontosságát. A 3-as és 4-es modell a tudomány dinamikájában egyaránt az eszközök és kompetenciák szerepét hangsúlyozza. Emellett elismerik a hálózatoknak a megegyezések kialakulásában játszott fontosságát is, legyen szó társadalmi, fogalmi vagy szociotechnikai hálózatokról. És bizonyára léteznek más közös vonások is ezen felül. De ami még ennél is fontosabb, az az, hogy mindegyik modell hozzájárul az őt megelőző gazdagításhoz. Hogy ez a gazdagítás miképpen és milyen mértékben megy végbe, az egyelőre nyitott kérdés. Az olvasó bizonyára belátja, hogy egy olyan szerző számára, aki a 4-es modell kifejlesztésében vett részt, nehéz e modellre nem úgy tekinteni, mint amely komplettebb és sokoldalúbb a többinél. A 4-es modell azért jött létre, hogy válaszkísérletekkel szolgáljon azok számára, akik a kijelentések szilárdságára és igazságára keresik a magyarázatot (mivel e modell a tudományok diszkurzív dimenziójának és e diszkurzivitás által lehetővé tett értelmezés különböző formáinak fontos szerepet tulajdonít), azok számára, akik a tudományt olyan nyitott vállalkozásnak tekintik, amelyben az igazságot az egymással konkuráló projektek szabad versenye hozza létre, és végül azok számára, akik figyelmüket a tudósok munkájára és e munka közben megfigyelhető társadalmi, kulturális és kognitív gyakorlatokra összpontosítják. Ezenkívül ez a modell a tudományos tevékenységnek az entitások sokasodásában játszott szerepét is hangsúlyozza, azt viszont nekünk kell eldöntenünk, hogy ezeket az entitásokat az általunk alkotott közösségekbe befogadjuk-e vagy sem.

Bármennyire is megalapozott az általam végzett osztályozás, az itt választott bemutatásnak az az előnye mindenképp megvan, hogy szisztematikussága és a rendszerezettsége révén további lehetséges kutatási irányokat jelöl ki, a diszciplínák számára pedig közeledési pontokat határoz meg.

Mind a négy modellnek vannak erősségei és gyengéi. A 2-es modell például a közgazdaságtanból csak a legáltalánosabb és, ismerjük el, legrégebbi elméleteket veszi át. A modern ipari gazdaságtan fogalmainak nyomuk sincs benne. Az olyan fogalmak, mint belépési korlát, a beruházások megtérülési rátái, a tökéletlen verseny, diverzifikációs vagy differencializációs stratégiák minden bizonnyal gazdagítanak az elemzést, főleg ha a játékelmélet által megnyitott perspektívákkal ötvöznénk őket (Tirole 1989). Általában véve érdemes lenne elvégezni a tudományos intézmények kialakulásának és fejlődésének részletes történeti elemzését. Azok, akik az 1-es modell keretein belül dolgoznak, feltárhatnák, hogy milyen változások mentek végbe a kijelentések szilárdságának és valószerűségének meghatározására vonatkozó kritériumokban, és továbbgondolhatnák a referencia fogalmát, valamint a tudomány és a fikció közötti hasonlóságokat és különbségeket. A 3-as modell hívei a megegyezés létrejöttével kapcsolatban mélyíthetnék el elemzéseiket, és megalkothatnák a tudományos gyakorlatok kultúrtörténetét, amely figyelmet fordítana a tudomány és annak társadalmi környezete, különösen pedig a tudományos kutatás, a szakértelem és a laikus tapasztalat közötti határok

kialakulására. Végül pedig azoknak, akik a 4-es modell jövőjében hisznek, a fordítási hálózatok kialakulásával járó vagy azt akadályozó szervezeti és eljárási formákról van kevés mondanivalójuk. Nekik a jövőben a politika, a közgazdaságtan és a technotudomány közötti viszonyokat kell majd feltárniuk.

Egyelőre kevés munka született egyrészt a tudomány, másrészt pedig a technológia (Bijker és Pinch 1987) és a közgazdaságtan fordítási hálózatainak kapcsolatáról. Ezen kötelek feltárása lehetővé kell, hogy tegye annak megértését, hogy a technoökonómiai hálózatok miképpen hoznak létre olyan tereket, amelyekben kijelentések, technikai eszközök, kereskedelmi tranzakciókban részt vevő javak, testivé vált kompetenciák, elégedetlen fogyasztók követelése, pénz és pénzügyi termékek egyidejűleg keringenek. Ha erre az elemzésre sor kerülne, akkor a társtudományokkal, és főként a közgazdaságtan technikai változással foglalkozó irányzatával – amelynek legújabb eredményei a technológia- és tudományszociológia eredményeivel figyelemreméltó módon egy irányba mutatnak – erős elméleti köteleket lehetne kialakítani. És ez a lehetőség a további vizsgálódásokra nézve mindenképp ösztönzést jelent.

Fordította Fáber Ágoston

Hivatkozott irodalom

- Abir-Am, Pnina (1982): The Discourse of Physical Power and Biological Knowledge in the 1930s. A Reappraisal of the Rockefeller Foundation's "Policy" in Molecular Biology. *Social Studies of Science* 12: 341–382.
- Ackermann, Robert John (1985): *Data, Instruments and Theory. A Dialectical Approach to Understanding Science*. Princeton: Princeton University Press.
- Althusser, Louis (1974): *La philosophie spontanée des savants*. Paris: Maspero.
- Amann, Klaus és Karin Knorr-Cetina (1988a): The Fixation of (Visual) Evidence. *Human Studies* 11(2–3), special issue on Representation in Scientific Practice.
- Axelrod, Robert (1984): *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books.
- Bachelard, Gaston (1934): *Le Nouvel Esprit scientifique*. Paris: PUF. [Dernière édition: PUF, 2003.]
- Barnes, Barry (1971): Making Out in Industrial Research. *Science Studies* 1: 157–175.
- Barnes, Barry (1977): *Interests and the Growth of Knowledge*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Barnes, Barry és Steven Shapin (1979): *Natural order. Historical Studies of Scientific Culture*. London: Sage.
- Ben-David, Joseph (1971): *The Scientist's Role in Society. A Comparative Study*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Ben-David, Joseph (1991): *Scientific Growth. Essays on the Social Organization and Ethos of Science*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Bijker, Wiebe E. és Trevor Pinch (1987): The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. In *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes és Trevor Pinch (szerk.). Cambridge, MA: The MIT Press, 17–50. [Magyarul (2005): Tények és termékek társadalmi konstrukciója. *Replika* 51–52: 57–87.]
- Bloor, David (1975): *Knowledge and Social Imagery*. London: Routledge.
- Bloor, David (1992): Left and Right Wittgensteinians. In *Science as Practice and Culture*. Andrew Pickering (szerk.). Chicago: University of Chicago Press.
- Boltanski, Luc és Laurent Thévenot (1991): *De la justification. Les économies de la grandeur*. Paris: Gallimard.
- Bourdieu, Pierre (1971): Le marché des biens symboliques. *L'Année Sociologique* 22: 49–126.
- Bourdieu, Pierre (1975): The Specificity of the Scientific Field and the Social Conditions of the Progress of Reason. *Social Science Information* 14: 19–47.
- Brannigan, Augustine (1981): *The Social Basis of Scientific Discoveries*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Callon, Michel (1981b): Struggles and negotiations to define what is problematic and what is not, the socioLogic of translation. In *The social process of scientific investigation*. Karin D. Knorr-Cetina, Roger Krohn és Richard Whitley (szerk.). Dordrecht: D. Reidel.
- Callon, Michel (1986): Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles St-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de St. Brieuc. *L'Année Sociologique, numéro spécial La sociologie des Sciences et des Techniques* 36: 169–208. [Angolul (1986): Some elements of a sociology of translation domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. In *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge?* John Law (szerk.). London: Routledge and Kegan Paul, 196–229].
- Callon, Michel (szerk.) (1989): *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*. Paris: La Découverte.
- Callon, Michel (1991): Réseaux technico-économiques et irréversibilité. In *Figures de l'irréversibilité en économie*. Robert Boyer, Bernard Chavanne és Olivier Godard (szerk.). Paris: Edition de l'EHESS, 195–230.
- Callon, Michel (1992b): Variety and Irreversibility in Networks of Technique Conception and Adoption. In *Technology and the Wealth of Nation*. Dominique Foray és Christopher Freeman (szerk.). London: Frances Printer, 275–324.
- Callon, Michel, John Law és Arie Rip (szerk.) (1986): *Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World*. London: Mac Millan.
- Cambrosio, Alberto (1988): Going Monoclonal. Art, Science and Magic In The Day-to-Day Use of Hybridoma Technology. *Social Problems* 35(3): 244–260.
- Cambrosio, Alberto és Peter Keating (1992): A Matter of FACS. Constituting Novel Entities in Immunology. *Medical Anthropology Quarterly* 6: 362–384.
- Cambrosio, Alberto, Peter Keating és Donald M. MacKenzie (1990a): Scientific Practice in the Courtroom. The Construction of Sociotechnical Identities in a Biotechnology Patent Dispute. *Social Problems* 37: 301–319.
- Carnap, Rudolf (1955): Testability and Meaning. In *Readings in the Philosophy of Science*. Herbert Feigl és May Brodbeck (szerk.). New York: Appleton–Century–Crofts.
- Cartwright, Nancy (1983): *How the Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon Press.
- Clarke, Adele E. és Elihu M. Gerson (1990): Symbolic Interactionism In Social Studies of Science. In *Symbolic Interactionism in Science Studies*. Howard Saul Becker és Michal M. Maccall (szerk.). Chicago: The University of Chicago Press.
- Coase, Ronald (1937): The Nature of the Firm. *Economica* 4: 386–405.
- Cole, Jonathan R. (1973): *Social Stratification in Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Collins, Harry M. (1974): The TEA Set, Tacit Knowledge and Scientific Networks. *Science Studies* 4: 165–186.
- Collins, Harry M. (1985a): *Changing Order. Replication and Induction in Scientific Practice*. London: Sage.
- Collins, Harry M. és Trevor Pinch (1979): The construction of the paranormal: nothing unscientific is happening. In *On the margins of science. The social construction of rejected knowledge*. Roy Wallis (szerk.). Keele: University of Keele.
- Cotgrove, Stephen és Stephen Box (1979): *Science, Industry and Society. Studies in the Sociology of Science*. London: George Allen and Unwin.
- Crane, Diana (1972): *Invisible Colleges*. Chicago: University of Chicago Press.
- Daston, Lorraine és Peter Galison (1992): The Image of Objectivity. *Representations* 40: 81–128.
- David, Paul A., David Mowery és W. Edward Steinmueller (1992): Analysing the Economic Payoffs from Basic Research. *Economics of Innovation and New Technology* 2(1): 73–90.
- Davidson, Donald (1984): *Truth and Interpretation*, Oxford: Oxford University Press.
- de Vries, Gerard (1992): *Wittgenstein and The Sociology of Scientific Knowledge: Consequences to a Farewell to Epistemology*. Kézirat.
- Favereau, Olivier (1994): Règles, organisation et apprentissage collectif. In *Analyse économique des conventions*. André Orléan (szerk.). Paris: Presses Universitaires de France.
- Feyerabend, Paul (1975): *Against Method*. London: New Left Book. [Magyarul (2002): A módszer ellen. Budapest: Atlantisz.]
- Fleck, Ludwik (1935): *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Forman, Paul (1971): Weimar Culture. Causality and Quantum Theory: 1918–1927. Adaption by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment. *Historical Studies in the Physical Sciences* 3: 1–115.
- Foucault, Michel (1990): *Felügyelet és büntetés*. Budapest: Gondolat.
- Freudenthal, Gideon (1986): *Atom and Individual in the Age of Newton*. Dordrecht: Reidel.
- Fujimura, Joan H. (1992): Crafting Science: Standardized Packages, Boundary Objects and Translations. In *Science as Practice and Culture*. Andrew Pickering (szerk.). Chicago: University of Chicago Press.

- Fujimura, Joan H. (1996): *The Right Tools for the Job*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Galison, Peter (1987): *How Experiments End*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Gaston, Jerry (1973): *Originality and Competition in Science. A Study of the British High Energy Physics Community*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Golinski, Jan (1990): The Theory of Practice and the Practice of Theory: Sociological Approaches in the History of Science. *ISIS* 81: 492–505.
- Gooding, David (1992): Putting Agency Back into Experiment. In *Science as Practice and Culture*. Andrew Pickering (szerk.). Chicago: The University of Chicago Press, 65–112.
- Granovetter, Mark S. (1973): The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology* 78: 1360–1380.
- Grünbaum, Adolf és Wesley Salmon (1988): *The Limitations of Deductivism*. Berkeley: University of California Press.
- Habermas, Jürgen (1987): *Théorie de l'agir communicationnel, 2. Pour une critique de la raison fonctionnaliste*. Paris: Fayard.
- Hacking, Ian (1983): *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hacking, Ian (1992): The Self-Vindication of the Laboratory Sciences. In *Science as Practice and Culture*. Andrew Pickering (szerk.). Chicago: The University of Chicago Press, 29–64.
- Hagstrom, Warren O. (1965): *The Scientific Community*. New York: Basic Books.
- Hanson, Norwood R. (1965): *Patterns of discovery. An inquiry into the conceptual foundations of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hess, David J. (1992): The New Ethnography and the Anthropology of Science and Technology. In *Knowledge and Society: The Anthropology of Science and Society*. David J. Hess és Linda L. Layne (szerk.). Greenwich: Jai Press, 1–26.
- Hesse, Mary (1974): *The Structure of Scientific Inference*. London: MacMillan.
- Holton, Gerald (1973): *Thematic Origins of Scientific Thought Kepler To Einstein*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hull, David (1988): *Science as a Process. An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Jacob, Pierre (1981): *De Vienne à Cambridge*. Paris: Gallimard.
- Knorr, Karin D. (1981): *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*. Oxford: Pergamon Press.
- Knorr-Cetina, Karin (1999): *Epistemic Cultures. How Scientists Make Sense*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Kornhauser, William (1962): *Scientists in Industry. Conflict and Accomodation*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Kreps, David és Robert Wilson (1982): Reputation and Imperfect Information. *Journal of Economic Theory* 27: 253–279.
- Kuhn, Thomas S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press. [Magyarul (2002): *A tudományos forradalmak szerkezete*. Budapest: Osiris.]
- Latour, Bruno (1984): *Les Microbes : guerre et paix, suivi de Irréductions*, Párizs: A.-M. Métailié.
- Latour, Bruno (1987): *Science in Action, How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Latour, Bruno (1991c): Technology is Society Made Durable. In *A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Domination*. John Law (szerk.). London: Routledge Sociological Review Monograph, 103–130.
- Latour, Bruno (1992b): Where Are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artefacts. In *Shaping Technology / Building Society. Studies in Sociotechnical Change*. Wiebe E. Bijker és John Law (szerk.). Cambridge, MA: The MIT Press, 225–258.
- Latour, Bruno és Steve Woolgar (1979): *Laboratory Life: the Social Construction of Scientific Facts*. Londres: Sage.
- Laudan, Larry (1990): *Science and Relativism. Some Key Controversies in the Philosophy of Science*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Law, John (1986a): Laboratories and Texts. In *Mapping the Dynamics of Science and Technology*. Michel Callon, John Law és Arie Rip (szerk.). London: Macmillan.
- Law, John (1986b): On the Methods of Long-Distance Control Vessels Navigation and the Portuguese Route to India. In *Power, Action and Belief: a New Sociology of Knowledge?* John Law (szerk.). London: Routledge and Kegan Paul, 234–263.
- Law, John (1992b): Power, Discretion and Strategy. In *Sociological Review Monograph*. John Law (szerk.). London: Routledge Sociological Review Monograph, 165–191.

- Law, John (1993): *Modernity, Myth and Materialism*. London: Blackwell.
- Lynch, Michael (1985a): *Art and Artifact in Laboratory Science A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*. London: Routledge.
- Lynch, Michael (1985c): La rétine extériorisée. Sélection et mathématisation des documents visuels. *Culture technique* 14. June: 108–123.
- Lynch, Michael (1992): Extending Wittgenstein: The Pivotal Move from Epistemology to Sociology of Science. In *Science as Practice and Culture*. Andrew Pickering (szerk.). Chicago: University of Chicago Press.
- Lynch, Michael, Eric Livingstone és Harold Garfinkel (1983): Temporal Order in Laboratory Work. In *Science observed. Perspectives on the social study of science*. Karin D. Knorr-Cetina és Michael J. Mulkey (szerk.). London: Sage.
- MacKenzie, Donald A. (1981): *Statistics in Britain. 1865–1930*. Edinburgh: The Edinburgh University Press.
- Marcson, Simon (1960): *The Scientist in American Industry: Some Organizational Determinants in Manpower Utilization*. Princeton: Princeton University Press.
- Masterman, Margaret (1970): The Nature of a Paradigm. In *Criticism and the Growth of Knowledge*. Lakatos Imre és Alan Musgrave (szerk.). London: Cambridge University Press.
- Merton, Robert K. ([1938] 1970): *Science, Technology & Society in Seventeenth Century England*. New York: Harper & Row.
- Merton, Robert K (1973): *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Mey, Marc de (1982): *The Cognitive Paradigm*. Dordrecht: Reidel.
- Mulkay, Michael J. (1972): *The social process of innovation: A study in the sociology of science*. London: Macmillan.
- Mullins, Nicholas C. (1972): The Development of a Scientific Speciality. The Phage Group and the Origins of Molecular Biology. *Minerva* 10(1): 51–82.
- Myers, Greg (1990): *Writing Biology. Texts and the Social Construction of Scientific Knowledge*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Pestre, Dominique (1990): *Louis Neel. Le magnétisme et Grenoble*. Párizs: Editions du CNRS.
- Pickering, Andrew (1990): Knowledge, Practice and Mere Construction. *Social Studies of Science* 20: 682–729.
- Pickering, Andrew (1992): *Science as Practice and Culture*. Chicago: Chicago University Press.
- Pickering, Andrew (1993): The mangle of practice. Agency and emergence in the sociology of science. *American Journal of Sociology* 99: 559–589.
- Pinch, Trevor (1985b): Towards an Analysis of Scientific Observation. The Externality and Evidential Significance of Observation Reports in Physics. *Social Studies of Science* 15: 167–187.
- Pinch, Trevor (1986): *Confronting Nature. The Sociology of Neutrino Detection*. Dordrecht: Reidel.
- Polanyi, Michael (1958): *Personal Knowledge*. London: Routledge and Kegan Paul. [Magyarul (1994): *Személyes tudás: úton egy posztkritikai filozófiához*. Budapest: Atlantisz.]
- Popper, Karl (1945): *The Open Society and its Enemies*. London: Routledge and Kegan Paul. [Magyarul (2001): *A nyitott társadalom és ellenségei*. Budapest: Balassi.]
- Popper, Karl (1972): *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach*. Oxford: Clarendon.
- Price, Derek de Solla (1967): Networks of Scientific Papers. *Science* 149: 510–515.
- Putnam, Hilary (1978): *Meaning and the Moral Science*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Quine, Willard Van Orman (1969): *Ontological Relativity and other Essays*. New York: Columbia University Press.
- Ravetz, Jerome R. (1971): *Scientific Knowledge and Its Social Problems*. Oxford: Oxford University Press.
- Rip, Arie (1988): Contextual Transformation in Contemporary Science. In *Keeping Science Straight. A Critical Look at the Assessment of Science and Technology*. Andrew Jamison (szerk.). Goethenburg: Department Theory of Science.
- Rudwick, Martin S (1985): *The Great Devonian Controversy The Shaping of Scientific Knowledge Among Gentlemanly Specialists*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Schaffer, Simon (1988): Astronomers Mark Time, Discipline and the Personal Equation. *Science in Context* 2: 115–145.
- Schaffer, Simon (1989): Glass Works Newton's Prisms and The Uses of Experiment. In *Thes Uses of Experiments. Studies in the natural Sciences*. David Gooding, Trevor Pinch és Simon Schaffer (szerk.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schaffer, Simon (1991): *Where Experiments End: Table-top Trial in Victorian Astronomy*. Unpublished paper.
- Shapin, Steven (1979): The Politics of Observation Cerebral Anatomy and Social Interests in the Edinburgh Phrenology Disputes. In *On the Margins of Science: The Social Construction of Rejected Knowledge*. Roy Wallis (szerk.). Keele: University of Keele, 139–178.

- Shapin, Steven (1989): *The Invisible Technician*. *American Scientist* 77: 553–563.
- Shapin, Steven (1992): Discipline and Bounding, the History and Sociology of Science as Seen through the Externalism-Internalism Debate. *History of Science* XXX (December): 333–369.
- Star, Susan Leigh (1989): *Regions of Mind; Brain Research and the Quest for Scientific Certainty*. Stanford: Stanford University Press.
- Tirole, Jean (1989): *The Theory of Industrial Organization*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Traweek, Sharon (1988): *Beam Times and Life Times. The World of High Energy Physicists*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- van Fraassen, Bas C. (1980): *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press.
- Vernant, Jean-Pierre (1990): La formation de la pensée positive dans la Grèce archaïque. In *La Grèce ancienne*. Jean-Pierre Vernant (szerk.). Párizs: Le Seuil, 196–228.
- Vinck, Dominique, Bernard Kahane, Philippe Larédo és Jean-Baptiste Meyer (1993): A Network Approach to Studying Research Programmes. Mobilizing and Coordinating Public Responses to HIV/AIDS. *Technology Analysis and Strategic Management* 5(1): 39–54.
- Wallis, Roy (1979) (szerk.): *On the margins of science. The social construction of rejected knowledge*. Keele: University of Keele, Sociological Review Monograph 27.
- Whitley, Richard (1984): *The Intellectual and Social Organization of the Sciences*. Oxford: Oxford University Press.
- Wise, Norton (1988): Mediating Machines. *Science In Context* 2(1): 77–113.
- Wise, Norton és Crosbie Smith (1988): *Energy and Empire. A Biographical Study of Lord Kelvin*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wittgenstein, Ludwig (1921): *Tractatus Logico-philosophicus*. London: Routledge and Kegan. [Magyarul (2004): *Logikai-filozófiai értekezés*. Budapest: Atlantisz.]
- Wittgenstein, Ludwig (1953): *Philosophical Investigations*. Oxford: Blackwell. [Magyarul (1998): *Filozófiai vizsgálódások*. Budapest: Atlantisz.]
- Woolgar, Steve (1976): Writing an Intellectual History of Scientific Development. The Use of Discovery Accounts. *Social Studies of Science* 6: 395–422.
- Woolgar, Steve (1988): *Science: The Very Idea*. London: Tavistock.
- Wynne, Brian (1979): Between Orthodoxy and Oblivion: the Normalisation of Deviance in Science. In *On the Margins of Science: The Social Construction of Rejected Knowledge*. Roy Wallis (szerk.). Keele: University of Keele.
- Wynne, Brian (1992): Uncertainty and Environmental Learning. Reconciling Science and Policy in the Preventive Paradigm. *Global Environmental Change* 2: 137–154.