

VALÓ VILÁG

A TUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉNEK KÉRDÉSEI

„Aki alaposan figyeli az ekzakt tudományok fejlődését, két ellentétes tendenciát figyelhet meg. A természettudományok a maguk egészében folyamatosan és egészségesen fejlődnek, félreismerhetetlen a haladás mind a belső elmélyülést, mind a természet külső technológiai célú alkalmazását illetően, másrészt viszont – nem is nagyon ritkán – felbomlanak a fizika alapvető fogalmai, valóságos forradalom tör ki a fogalmak világában, amely mintha elsöpörné minden előző tudásunkat és a kutatások új korszakának bekövetkezését jelezné.”

(Max Born, 1928)

A filozófia több évezredes fejlődése során szoros kapcsolatban állt a mindenkor létező tudományokkal. A tudományok kérdéseit a fennálló filozófiai világnép alapján vetette fel, és a közvetítést is hozzájuk saját filozófiai kategóriáin keresztül próbálta megvalósítani.

A XIX. század közepétől a tudományok fejlődésének óriási mértékű felgyorsulását tapasztalhatjuk. Míg a filozófia korábbi feladata a különböző szak-tudományok eredményeinek általánosítása volt, addig a tudományok XIX. századi fejlődése átlépi azokat a határokat, amelyeket a filozófia korábbi formája, a tudománymetodológia értelmezni tudott.

Ezen felmerülő új igény kielégítését a legutóbbi évszázadban egy sokoldalú, önmaga is komplex, önálló diszciplína, a tudományfilozófia segíti. Így a tudomány hosszú fejlődéstörténetében elérkezett az idő a tudományoknak a tudományos megismerés tárgyává válásához.

A tudományelméleti kérdések egyik legfontosabb aspektusát képezi a tudományfejlődés-elmélet, amely a tudományos megismerés fejlődésének mibenlétére és a változások törvényszerűségeinek problémáira keresi a választ.

Ahhoz, hogy a tudomány fejlődésének kérdéseire eljuthassunk, vizsgálódásainkat a tudományos és köznapi megismerés különbségét az előbbi igazolhatóságában és ellenőrizhetőségében megjelenő empirista és racionális felfogások alapelveiből kiindulva kell kezdenünk. A két nézet csak abban tér el egymástól, hogy milyen típusú következtetést alkalmaz az igazolás végrehajtására.

A klasszikus empirizmustól a XX. századi logikai empirista iskoláig

Az igazolás végrehajtása, mint az empirikusan megfigyelhető egyedi esetekből leszűrt általános tétel igazolása, az angol—francia felvilágosodás negatív vonalából kinövő pozitivista tudományfilozófiákból indul.¹

A történelmi fejlődés Comte-féle felfogása szerint a „fejlődés vitathatatlanul egyenes vonalú, és az értelmi kibontakozás útján halad a jólszervezett társadalmak egyensúlyi állapota felé.”² A technikai és tudományos haladás az értelmi fejlődés megnyilvánulása.

A „nyugalmass evolúció” modelljét a pozitívizmuson belül is túlhaladja a Spencer-féle darwinista fogantatású történelemfelfogás, amelyben a társadalomban megjelenik a harc, a differenciálódás, amelynek eredménye egy, a jövőben megvalósuló egyensúlyi állapot lesz. Am ha a társadalom fejlődésének, tökéletesedésének tétele nála problematikussá is válik, a tudományos ismeretek folyamatos gyarapodását vitathatatlanak tartja.

A XIX. század második felének tudományelméletét Mill indukcionista kumulatív fejlődéselmélete uralja.

Mill a tudományok fejlődését egy épülő piramishoz hasonlította. A piramis alapjai szélesednek, csúcsa egyre magasabbra nyúlik, s az alapon egyre magasabb, átfogóbb általánosításokat hajtunk végre. A tudomány piramisát azonos jellegű építőkövekből egységes módszerekkel építhetjük fel.

A tudományelméletben az indukción a bizonyítás legfőbb módszere. A tudományos általánosítás az egyedi események közös kiemelése, absztrakciója. Az általános egyedi tulajdonságok csomója, az általánosítás az egyedi tulajdonságokban meglévő fontosabb vonások kiemelése.

A tudomány fejlődése egyrészt az egyedi jelenségek mind szélesebb körének feldolgozásán, másrészt az egyre magasabb szintű indukciók elvégzésén keresztül valósul meg. Így a tudomány kizárólag csak a mindenkori jelen állapotában igazán értékes, s a régebbi korok tudósainak elképzelései a tudomány előtti próbálkozásoknak számítanak.

Mill elképzeléseihez képest igen újszerűnek számítanak azok a gondolatok, amelyet a pozitívizmus második hulláma³ képviselt a XIX. század végén. Mach szerint: „Egyetlen út vezet csak a tudományos tisztánlátáshoz, a (tudomány) történeti tanulmányok”⁴. Szerinte a tudomány fejlődése az embernek a környezetéhez való pszichikai adaptációjaként fogható fel. A tudomány egyetlen célja, hogy a lehető legegyszerűbb, legökonomikusabb módon fejezze ki a tényeket — tapasztalatokat, érzeteket — absztrakt, érzetekre vissza nem vezethető fogalmakban. A visszavezetés módja ismeretelméletileg, pszichológiailag adott és változatlan, így a Mach-féle elmélet látszólagos történetisége mögött egy történelmietlen, szenzualista ismeretelméleti felfogás húzódik meg. A machi pszicho-

logizmus bírálatából kinövő logikai pozitívizmusban⁵ ez a tisztára ismeretelméleti jelleg még élesebb, határozottabb kifejezést nyer.

A logikai pozitívizmus első szakaszának redukcionizmusa az egész tudományt átfogó modell radikális programjával lép fel. Az emberi tudás felfogásuk szerint egy többszintes rendszer, ahol a felsőbb szintek létjogosultságát csak az teremti meg, hogy elméletileg bármikor visszavezethetjük, redukálhatjuk őket a legalsó szintre, az érzéki benyomásokat leíró megfigyelési tételekre. Az induktivista hagyományokhoz nyúltak vissza azzal a céllal, hogy a tudományos megismerés fundamentumát az emberi megismerés tapasztalati szintjén mutassák fel.

Szerintük csak azok az állítások lehetnek tudományos jellegűek, amelyek logikailag visszavezethetők a megfigyelési tételek egy tetszőleges halmazára. Ezek a kitüntetett jellegű konstatálások időbelileg és logikailag is a tudomány „végén” foglalnak helyet és a tudomány által szolgáltatott predikciók verifikálásában töltik be szerepüket. Tehát „nem a tudomány alapjait alkotják, hanem az ismeret mintegy lángként felcsap hozzájuk, mindegyiket csak egy pillanatra éri el, és azonnal felemészti. És ezután újra jóllakva és megerősödvé lángol fel legközelebb. A kiteljesedés és az ellobbanás e pillanatai a lényegesek. Ezekből sugárzik az ismeret minden fénye”⁶.

A fundamentum az ismeret és a valóság érintkezési pontja. Tehát a kitüntetett ismeretek nem a kezdet értelmében fundamentális jellegűek, hanem ezeknek a valósághoz való igazolására szolgálnak, így a „fundamentum problémája magától átváltozik az ismeret és valóság érintkezési pontjainak problémájává”.⁷ Az érintkezési pontokon kívül eső nem kitüntetett ismeretek igazságértéke bizonytalanává válik.

A logikai pozitivisták a tudományt az individuum érzeteit leíró megfigyelési állításokhoz kötve tulajdonképpen szubjektívizálják a tudományt. A tapasztalati állítások ilyen értelmezése mellett azonban megszűnne a tudomány interszubjektivitása, azaz a tudományos állítások nem lehetnének elvileg mindenki számára érthetőek és ellenőrizhetőek. A tudomány alapját képező megfigyelési tételek a szubjektív érzelmi benyomásokat nyelvi formában rögzítik. Mivel ezek a tételek egyedi személyes tapasztalatokra vonatkoznak, így mások számára nem lehetnek érthetőek. Ezt a problémát érzik a Bécsi Kör tagjai is és hozzáfognak a megfigyelési tételekre vonatkozó koncepciójuk átdolgozásához. Ebben a kérdésben azonban sem a Bécsi Kör tagjainak, sem a vitában részt vevő Körön kívülieknek nem sikerült végleges megoldásra jutniuk⁸. A harmincas évektől a fizikai nyelvet tekintik olyan alapnyelvnek, amelyre minden állítást vissza lehet vezetni. A fizikai tárgynyelv azt a nyelvet jelenti náluk, amelyen a környező fizikai tárgyakról beszélünk. „Minden kijelentésünk már eleve fizikalisztikus lehet.”⁹ A fizikai nyelv megfelel az interszubjektivitás feltételeinek, s egyben a tudományról vallott módszertani felfogásukkal is egyezik. Ha a redukció alapja a fizikai nyelv, akkor tulajdonképpen csak egyetlen, mindent átfogó univerzális nyelv létezik. Így a fizikalizmus elképzelése mellé csatlakozott a tudományok — természettudományok és szellemi tudományok — egységéről szóló program.

A fizikai nyelvre való áttérés azonban számos megoldhatatlannak tűnő új problémát vetett fel (pl. pszichológia és fizika nyelve közötti viszony) így Car-

nap a problémák megoldásaként a verifikációs elv gyökeres átalakítását kísérte meg.

Az értelmesség kritériumaként eredetileg használt verifikáció helyett bevezeti a konfirmáció fogalmát. Carnap ezen vállalkozása az „Ellenőrizhetőség és jelentés”¹⁰, az utolsó nagy vállalkozás átfogó nagy filozófiai elmélet létrehozására. Lezárja a logikai pozitivizmus klasszikus periódusát, s egyben megnyit egy újat, amelynek kísérletei újabb problémák keletkezéséhez vezetnek. Carnap szerint: „Egy mondatot akkor tekinthetünk konfirmálhatónak, ha megfigyelési mondatok pozitívan vagy negatívan hozzájárulnak konfirmációjához”.¹¹ Egy mondat konfirmálható, ha tudjuk, hogy milyen feltételek mellett lenne a mondat konfirmálva.

Carnap a konfirmáció bázisát szolgáló alapnyelv tekintetében is változást javasol. Szerinte a tapasztalat ítéletei tárgynyelven, azaz a mindennapi életben használt nyelven hangzanak el és a tudományos nyelv minden fogalma levezethető tárgynyelvi megfigyelési predikátumok alapján.

Carnap ezen műve a nyelvforma szabad megválasztásával az igazság fogalmának a valószínűség fogalmával való helyettesítésével számos elfogadhatatlan elemet tartalmaz.

Így a Bécsi Kör tagjainak az az elképzelése, hogy a tapasztalat szolgáltatott anyagból a tudomány egészét logikailag felépítsék, nem valósult meg.

Azt a kérdést, hogy mi a tudományos megismerés specifikuma, miben különbözik a jelenségek tudományos magyarázata metafizikai magyarázatuktól, nem tudták megválaszolni.

Deduktivista felfogások az antiinduktivistáktól Popperig

A klasszikus deduktivista felfogásokban a hipotézis jellegű általános tétel empirikus következményei révén való ellenőrzése, cáfolása, azaz a hipotetikus-deduktív módszer kapott hangsúlyt. A korai antiinduktivisták¹² az indukciót mint heurisztikát támadják elsősorban. Szerintük nem a tiszta empiriától jutunk el a fogalmakig, hanem egy már meglévő fogalmi sémával közelítünk az empirikus anyaghoz. A tudomány útja nem lehet tisztára induktív, nem indulhat ki a tiszta megfigyelésekből, elmélettől független tényekből.

Minden elméletalkotás már valamilyen szelekciót tételez fel. Tudnunk kell, hogy mit kell megfigyelnünk, milyen tényeket dolgozzunk fel. Ezt a szelekciót mindig egy már meglévő elmélet alapján, az elméleti-fogalmi apparátusban rögzített absztrakciók, általánosítások alapján végezzük el.

Ezt a gondolatot a modern tudományok felé P. Duhem¹³ közvetíti. „Egy tudományos elmélet genezisének nincs abszolút kezdete; s amikor azoknak a gondolatoknak a fonálát követjük, amelyek jelezték, sejtették és előkészítették a szóban forgó elméletet, akkor mindig olyan nézetekre bukkanunk, amelyek

maguk is már előre jelettek, előkészítettek és mások által sugalltak; s ha felhagyunk az egymást megelőző eszmék e láncolatának visszafelé követésével, az nem azért történik, mert rábukkantunk az ősforrásra, hanem azért, mert a lánc kezdete eltűnik a kifürkészhetetlen múlt mélységeiben.”¹⁴

A redukcionizmus kritikájával fellépő W. Quine¹⁵-nál élednek újra Duhem nézetei 1951-ben.

Quine szerint a tudományos igazságok sem egyenként sem kettesével nem szembesíthetők a gyakorlattal. Tudásunk a tapasztalattal csak a peremek mentén érintkezik. A „tudomány egésze hasonló egy erőterhez, aminek határfeltételeit a tapasztalat adja. A tapasztalattal a széleken történő összeütközés az erőter belsejében új rendet hoz létre; kijelentéseink igazságértéke új elosztást nyer. Bizonyos állítások újraértékelése maga után vonja mások újraértékelését is, mivel ezek logikailag kapcsolódnak egymáshoz”¹⁶. A rendszernek mint egésznek a fenntartása a legdöntőbb, csak ennek érdekében engedhető meg minden átalakítás.

A logikai pozitivizmus filozófiai koncepciójának belülről való megreformálására tett kísérletet Karl Popper¹⁷. Szerinte a tudomány irányát tekintve induktív utat jár be úgy, hogy közben nem indukciós módszerekkel haladunk előre. A tudomány reális módszerének az általános tételek hipotetikus felállítását és ennek deduktív ellenőrzését tekintette. Poppnernél a tudomány lépcsőin felfelé haladva induktív lépcsőkön nem indukciós módszereket veszünk igénybe. Az indukciót mint bizonyítást elveti, s a valószínűségszámítás alkalmazásával sem tartja megengedhetőnek. Nála a pozitív eredményű ellenőrzés, igazolás, a bizonyítás funkcióját is a falszifikáció tölti be. A falszifikálhatóság Poppnernél azt jelenti, hogy ismereteinket képesek vagyunk hamissá nyilvánítani. „Amennyiben egyáltalán lehet szó arról, hogy a tudomány, illetve a megismerés kezdődik valahol, úgy érvényes a következő: a megismerés nem észleletekkel vagy megfigyelésekkel, vagy adatok, illetve tények összegyűjtésével kezdődik, hanem problémákkal.”¹⁸ A tudomány a kiinduló problémákra megoldást keres. A megoldási javaslatokat kritikának vetjük alá. Tudásunk adott fokán az az elmélet tekinthető igazoltnak, amely kiállta a végrehajtható legszigorúbb próbákat is. Popper a tudományfejlődést úgy képzei el, hogy az új elmélet mindig a valóság egy, a régebbinél szélesebb szféráját öleli fel. Ennek a régi, meghaladott elmélet nem része, csak megközelítése az új egy részének. Popper a tudomány fejlődését előrehaladó folyamatnak ábrázolja. A tudomány létrája az igazságnak van alátámasztva. A létrán csak akkor juthatunk egy fokkal feljebb, ha már megtaláltuk a foknak azt a gyenge pontját, amelyen eredetileg álltunk, azaz csak elméleti falszifikációja útján.

A tudományfejlődés kérdőjelei T. S. Kuhntól napjainkig

A tudományfilozófiai elképzeléseket alapvetően változtatta meg Thomas S. Kuhn-nak a tudomány fejlődéséről kidolgozott elmélete¹⁹.

Kuhn megdöntötte azt az elképzelést, hogy a tudományos megismerés — legalábbis az utóbbi 300 évben — töretlenül, egyenes vonalúan fejlődött. Kuhn szerint a tudomány tulajdonképpeni története akkor kezdődik, amikor létrejön az első olyan elmélet, amely az empirikus anyag egységes rangsorolásának igényével lép fel. Kuhn ezt az első paradigmikus elméletnek nevezi. „Ezek olyan általánosan elismert tudományos eredményeket értek, amelyek egy bizonyos időszakban a tudományos kutatók egy közössége számára problémáik és problémamegoldásaik modelljeként szolgálnak”²⁰. A régi paradigma válságba kerülésekor egy új paradigma előtti káoszhoz hasonló helyzet áll elő.

A tudomány forradalom előtti állapotba kerül. Előtérbe kerülnek, élesednek a problémák, s általában egy rangsor is kialakul közöttük. A válságot egy új elmélet paradigmává válása oldja meg. A paradigmák annak köszönhetik helyzetüket, hogy segítségükkel versenytársaiknál sikeresebben lehet megoldani néhány olyan problémát, amelyet a kérdéses tudományterületen tevékenykedők időszerűnek tartanak”²¹. A paradigma által nyitva hagyott problémákat az ún. normál tudományos tevékenység próbálja megoldani. „Egy normál kutatási probléma megoldása azt jelenti, hogy az előre sejtett eredményt új módon érik el, és ehhez mindenféle bonyolult műszeres, fogalmi és matematikai rejtvényeket kell megoldani.”²²

A normál tudományos tevékenység sohasem ér feladatának végére. Előbb vagy utóbb mindig felmerül egy olyan probléma, amely nem egyszerűen feloldhatatlannak bizonyul, hanem mindig megenged egy, a paradigmával nem megegyező megoldást. Az ilyen megoldás már az újabb problémák sorozatát veti fel. A válság megoldásaként létrejön az új fogalmi apparátus, az alaptételek egy új rendszere, amely lehetőséget ad a régi elméletben feloldhatatlannak látszó nehézségek kiküszöbölésére. Azt, hogy a hagyományos tevékenység befejezettsége révén előkészíti önmaga megváltozását, bizonyítja „az a tény, hogy a jelentős tudományos eredmények gyakran egyszerre születnek meg több laboratóriumban is.”²³

A forradalmak idején a tudósok új és más dolgokat látnak meg, mint azelőtt, annak ellenére, hogy megszokott eszközeiket alkalmazzák. „Mintha a szakmai közösség egyszer csak átkerült volna egy másik bolygóra, ahol az ismerős tárgyak más megvilágítást kapnak és az ismeretlenekkel együtt jelennek meg.”²⁴

A tudományos fejlődést Kuhn olyan folyamatként ábrázolja, amelyben a kutatás hagyományt követő szakaszainak rendjét időnként nem kumulatív törések tarkítják. Az új paradigma nemcsak jobb eszköze a normál tudományos tevékenységnek, hanem jobb reprezentációját is adja annak, hogy valójában milyen is a természet.

Kuhn felfogásában a tudományfejlődés a struktúra, az elemek, a relációk megváltozását jelenti, amelynek eredménye az új struktúra lesz.

A tudományfilozófiának ez a szemléleti fordulata ráirányította a kutatók figyelmét a tudományok valódi történetére, a felmerülő problémák megoldásának keresésére. Ha ugyanis a kutatásokat vezérlő paradigmákat önmagukhoz és egymáshoz mérve vizsgáljuk, akkor szembe kell néznünk az ún. inkommen-

zurábil̄it̄as-probl̄émáival, más szóval: a nézetrendszerek fogalmi, metodológiai, ismeretelméleti stb. szempontból való összemérhetetlenségének problémájával. Matematikai értelemben azonban két struktúrát akkor és csak akkor mondunk hasonlónak, ha a bennük értelmezett relációk egyértelműen leképezhetők egymásra. Eszerint a paradigmákhoz tartozó tudományos elméletek összemérhetetlenné lennének.

Az inkommenzurabilitás problémájához kapcsolódik az ún. meaningvariance probléma. Ti., hogy a különböző paradigmákban megfogalmazott tudományos állítások akkor is összemérhetlenné egymással, ha tárgyukat és eljárásaikat azonos néven nevezik meg. Ugyanis a különböző paradigmák ontológiailag, ismeretelméletileg és metodológiailag is különböző világokat írnak le. Ezért még ha az új elméletre való áttérés nem is jár új dolgok, vagy fogalmak bevezetésével, a terminusok jelentése megváltozik.

A modern tudományelmélet ma már szinte általánosan elismeri a tudományos forradalmak meglétét.

A tudományfilozófusok egy része alternatív modellek kidolgozásával igyekszik kiküszöbölni a felmerült problémákat. Egy másik csoport (Feyerband, Hanson, Toulmin) az inkommenzurabilitás tételét forradalmi, végzetes anomáliának tekinti. Néhányan a problémákkal való szembenézéshez alternatív, ismeretelméleti állásponton kidolgozott, új jelentéselméletet sürgetnek (pl. Mary Hesse).

Ha elfogadjuk, hogy a tudományos megismerés előrehaladása nem egyszerűen az ismeretek mennyiségi felhalmozását jelenti, hanem a megismerés rendszerének és benne elemeinek teljes, vagy részleges, folyamatos, vagy megszakított változását, akkor feltétlenül fel kell tennünk a változás miértjének kérdését is.

A polgári tudománytörténészek a természettudományos megismerést öncélú tevékenységnek tartották, amelyet a tudós kizárólag a megismerés vágya által hajtva folytat az igazság feltárása érdekében. Az atombomba felrobbantása, a háborús, hidegháborús viszonyok azonban rádöbentették a tudósokat arra, hogy a cél voltaképpen megszabását a társadalom kivette a tudós kezéből. Nem a tudományos szempontok szabják meg azt, hogy mi történjék az eredményekkel, melyik kutatási téma folyhat nagy erővel. A tudomány céljai, eszközei, eredményeinek felhasználása végső soron társadalmilag meghatározott és nem magyarázható, igazolható társadalmi kontextusok figyelembe vétele nélkül. Fejlődésének egésze feltételeiben és gyakorlati lehetőségében egyaránt nagymértékben függ a mindenkori gazdasági élet által nyújtott lehetőségektől. A tudományos kutatás irányát és módszertanát nagymértékben befolyásolja a filozófiai rendező elv is, hiszen a tudomány az ember önkifejezésének eszköze, a világhoz való viszonyulásának módja.

A tudomány tehát „többcélú játék”. Így a rivális paradigmák közötti választás nemcsak racionális bölcselkedés kérdése, hanem mindig az adott társadalom által megoldandó feladat is, amely új célokat ad a tudománynak, s egyben az új módszerekkel elérhető új eredményeket is követel tőle.

MADÁRAS LÁSZLÓNÉ

JEGYZETEK

1. Fő képviselői: Auguste Comte (1798—1857) francia filozófus és szociológus, John Stuart Mill (1806—1873) angol filozófus és logikus, valamint Herbert Spencer (1820—1903) angol filozófus.
2. A. Comte: Course de philosophie-ben kifejtett gondolatai. Megjelent: Fehér Márta: A tudományfejlődés-elméletek története. A filozófia időszerű kérdései 1979. 38. sz.
3. Megalapítója: Ernst Mach (1838—1916) osztrák filozófus, fizikus és Richárd Avenarius (1838—1916) svájci filozófus-pszichológus. Híres machista volt Alexandr Alexandrovics Bogdanov (1873—1928) orosz orvos, közgazdász és filozófus.
4. E. Mach.: Die Geschichte und Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit. Prag 1827. FIF 1983/4. p. 53.
5. A logikai pozitivizmus programjának megalkotásában az ún. Bécsi Kör játszotta a fő szerepet. A kör vezetője Moritz Schlick (1882—1936) filozófus és fizikus. Legjelentősebb alakjai: Rudolf Carnap (1891—1970) logikus és filozófus, Philipp Frank (1884—1966) filozófus és fizikus, valamint Otto Neurath (1882—1945) filozófus, szociológus és közgazdász.
6. Moritz Schlick: Az ismert fundamentumáról. P. 281. Megjelent: A Bécsi Kör filozófiája. Gondolat 1972.
7. U. o. p. 286.
8. A vita az Erkenntnis hasábjain folyt 1932—35-ben.
9. Otto Neurath: A fizikalizmus szociológiája. Megjelent: A Bécsi Kör filozófiája p. 542.
10. R. Carnap: Ellenőrizhetőség és jelentés. Megjelent: A Bécsi Kör filozófiája.
11. The Philosophy of Rudolf Carnap Id. kiad. 59.
12. A korai induktivisták fő képviselői: J. F. W. Herschel, W. Whewell, és A. de Morgan.
13. P. Duhem a francia tudománytörténet-írás kiemelkedő alkja.
14. P. Duhem: Le système du monde, histoire des doctrines. Cosmologiques de Platon a Galilae. Paris. Idézi: Fehér Márta: A tudományfejlődés-elméletek c. tanulmányában (FIK 38. p. 40.).
15. Williard van Orman Quine: (1908) amerikai filozófus és logikus.
16. W. van Orman Quine: Az empirizmus két dogmája (ford.: Szabó J. MF. SZ. 1973. (1—2) pp. 237—239.
17. Karl Popper (1902—).
18. Karl R. Popper: A társadalomtudományok logikája. Megj.: Tény, érték, ideológia. Gondolat 1976. p. 301.
19. Thomas S. Kuhn: A tudományos forradalmak szerkezete. Megj.: Gondolat Bp. 1984.
20. U. o. p. 11.
21. U. o. p. 42.
22. U. o. p. 62.
23. U. o. p. 96.
24. U. o. p. 96