

Székelly László

Albert Einstein és a XX. századi fizika mitológiája*

BEVEZETÉS

A filozófiai és kultúrtörténeti vizsgálódások sokszorosan rámutattak arra, hogy modern kultúránkban a tudományokat – s különösen a természettudományokat – vallásos tisztelet övezi, s így társadalmi helyzetük, szerepük tekintetében párhuzamba állíthatók a korábbi korok vallásaival és mítoszaival. Jelen tanulmány nem ezzel a jelenséggel foglalkozik. Tárnya a XX. századi fizika azon sajátossága, melynek révén e tudomány a korábbi természettudományos elméletekkel, s különösen a Galilei és Newton nevével fémjelzett fizikával szemben áll, s amely sajátosság abban ragadható meg, hogy magán a tudományon belül jelentek meg mitikusként jellemezhető elemek. E jelenség természetesen összefonódik a tudományok iránt táplált, előbbiekben jelzett fokozott tisztelettel, hiszen ezek az elemek éppen a tudományoknak tulajdonított kitüntetett ismeretelméleti szerep következtében jelenhetnek meg racionális, bizonyított és mindenki által elfogadandó tudásként, de annyiban ugyanakkor függetlenek is tőle, hogy mitikus jellegük „belső”, tartalmi sajátosság, mely független a „külső” körülményektől.

Mielőtt azonban a tárgyra térnénk, röviden jelezniünk kell, hogy mit értünk „mitikus elemek”-en. Magára a „mítosz” fogalmára számtalan tudományos meghatározás létezik, de a szónak ugyanakkor van egy általános, köznapi és társadalomtudományi-filozófiai szövegkörnyezetben egyaránt használt értelme is. Mi a következőkben ebben az értelemben beszélünk mitikus elemekről, s ennek megfelelően „mitikus”-ként fogjuk jellemezni az olyan ontológiai létezőket, amelyek a következő négy feltételnek tesznek eleget:

- nincsenek jelen mindennapi jelenségeink, tapasztalataink világában, de jelenlétüket tapasztalni véljük okozataikban, melyekre magyarázattal szolgálnak;
- a tapasztalati világgal szemben elsőbbséggel bírnak;
- létezésük és megértésük tekintetében speciális, ezoterikus képességekkel rendelkező személyek illetékesek, akiknek beszámolóit (éppen beavatottságuk miatt) el kell fogadnunk;
- nem csupán különböznek azoktól a tapasztalati létezőktől, amelyekkel mindennapi életünkben, valamint a modern korban a társadalom speciális „ezoterikus” (ipari, műszaki, tudományos stb.) tevékenységeiben találkozhatunk, hanem meghatározó jellemzőik kifejezetten ellentétesek ezzel a tapasztalattal, annak logikájával, alapvető karakterisztikáival és a hozzá kapcsolódó képzetekkel (örökkévalóság a keletkezésessel és elmúlással, mindenhatóság a korlátozott hatókörrel, mindenütt való jelenlét a lokális meghatározottsággal szemben stb.).

* A szerző ezúton mond köszönetet az OTKA-nak, mely a jelen tanulmány megszületését a T/F 046261 számon támogatta.

A mítosz szó alatt a fönti típusú létezőkről szóló tanításokat, mitológián az ilyen tanítások részletesen kidolgozott, átfogó, összefüggő rendszerét fogjuk érteni.

ELŐZMÉNYEK: AZ ÉTER, A TÁVOLBA HATÁS, A TÖBBDIMENZIÓS ÉS A NEM EUKLEIDÉSZI GEOMETRIÁK

Ha az előbbi felsorolás jegyei szerint tekintünk az újkori tudományra, azt állapíthatjuk meg, hogy amíg az első három jegynek megfelelő elemek a Galilei–Descartes–Newton vonalon kialakuló modern tudományban kezdettől fogva jelen voltak (az érzetek Ernst Mach-féle elemzése, valamint a verifikációs és a falszifikációs kritérium többek között éppen az ilyen, általuk metafizikainak és ezért tudománytalannak minősített elemek kiiktatására irányult), addig a modern természettudomány a negyedik jeggyel jellemzett entitásokat történetének első három évszázada során tudatosan kizárta magából, s az empirikus jelenségeket olyan teoretikus modellekkel magyarázta, amelyek létezői a tapasztalati világ létezőihez hasonlítanak.

A tapasztalati világnak való teoretikus megfelelés ezen programja észelvű (racionális) és tapasztalatelvű (empirikus) programként egyaránt megfogalmazható, s mindkét esetben ontológiai elkötelezettségen alapul. Empirikus megközelítésben ez az ontológiai elkötelezettség abban a tételben foglalható össze, hogy a közvetlenül nem tapasztalható természeti létezők jellege nem lehet alapvetően más, mint a tapasztalati világ létezői, racionalista megközelítésben pedig e létezők csak olyanok lehetnek, hogy nem mondhatnak ellen józan eszünknek, illetve – kartézianus terminológiával – annak, ami tisztán és határozott körvonalakkal jelenik meg eszünk számára. (Csak zárójelben: a koravén-bölcs tudományfilozófusban esetleg ellenézés keletkezhet a „tapasztalati világ” általunk használt fogalmával szemben, s arra hivatkozhat, hogy a kortárs tudományfilozófia szerint nincs tiszta tapasztalat. Csakhogy az érzéki-tapasztalati világ ettől függetlenül létezik. Mindennapi világunk érzékileg-tapasztalatilag adott számunkra, mint amiképpen a tudós számára is adottak műszerei és kísérleti tárgyai, függetlenül attól, hogy elméletileg „terhelten” olvassa-e le azokat vagy sem. A tapasztalati világ létezésének és elméleti-fogalmi terheltségének kérdése két különböző kérdés.)

A tapasztalati világ logikájának és az elméleti természettudományos magyarázatoknak ez a XIX. század végéig érvényes egymáshoz kapcsolódása karakterisztikusan rajzolódik ki az éter esetében. Az éter létezését a XVII–XIX. századi fizika gyakran föltételezte, majd az a XIX. század második felében az elektromágneses jelenségek magyarázatában nélkülözhetetlenné vált, ám minden ellentétes törekvés ellenére empirikus elérhetetlensége miatt ismeretelméleti szempontból mitikus entitás maradt. Ontológiai szempontból viszont a fizikusok arra törekedtek, hogy azt a tapasztalati világból vett minták alapján modellálják, s ezáltal „éterikus” jellegét megszüntetve a közvetlenül tapasztalható létezőkhöz tegyék hasonlatossá (vö. WHITTAKER 1953; CANTOR–HODGE 1981; SZÉKELY 1999). De hasonló a távolba ható gravitáció esete is, amelyet ugyan a normál fizika a gyakorlati hasznosságnak engedve a XVII. század végére befogadott (elfelejtve Newton ezzel kapcsolatos fönntartásait), ám amelynek kiküszöbölését a filozófiailag érzékenyebb fizikusok még a XIX. század második felében is szükségesnek érezték.¹

¹ Kiváló korabeli összefoglalást ad erről ISENKRAHE 1879. Vö. még CANTOR–HODGE 1981; SZÉKELY 1999.

A természetre vonatkozó elméletek és az érzéki-tapasztalati világ viszonyának tekintetében ugyanakkor új fejlemények jelentek meg a XIX. században, s ezek a háromnál több dimenziós geometriai terekkel és a nem-eukleidészi geometriákkal függtek össze.

Így a harmadikon túli térdimenziók nyilvánvalóan nincsenek jelen empirikus világunkban, ám a matematikára hivatkozva feltételezhetjük reális létezésüket, mint tapasztalatunkon túli transzcendens dimenziókat. S valóban: az ilyen dimenziók felvétele és benépesítése különböző transzcendens entitásokkal igen népszerű értelmiségi szórakozás volt a XIX. század második felében, de a kiváló német fizikus, *Zöllner* – akit a materialista Engels nagy vehemenciával és e tekintetben joggal bíralt egykor sokat idézett, s kötelező olvasmányként futtatott művében (vö. ENGELS 1963, 355) – a negyedik térdimenziót kifejezetten föl is használta az úgynevezett „parajelenségek” – így az ilyen jelenségeket közvetítő médiumok váratlan eltűnésének és újbóli megjelenésének – „tudományos” magyarázatára (s ezáltal tudományos „igazolására”).²

Hasonló jellegük volt a „görbült” – tehát nem eukleidészi – tereknek, melyekkel olyan zárt terek konstruálhatók, melyeken kívül azután a normál tapasztalat által soha el nem érhető, s ennyiben transzcendens-ezoterikus világokat hozhatunk létre, illetve az ilyen tereket fölhasználva (egyébként matematikailag helytelenül, de a térrel kapcsolatos szemléletünknek megfelelően) hivatkozhatunk arra, hogy ha a tér „görbült”, akkor kell lennie egy negyedik dimenzióknak is, hogy ezután e negyedik dimenziót népesítsük be a normál tapasztalat által el nem érhető létezőkkel.³ De a tér görbültsége már az ilyen hivatkozástól függetlenül, önmagában is mitikus fogalomként tűnik föl, amelyet csak a beavatottak érthetnek, hiszen kifejezetten ellentmond a tapasztalathoz kötődő mindennapi térképzeteinknek.

Nemcsak elméletörténeti érdekesség, de egyben paradigmátikus jelenség, hogy a kiváló matematikus és fizikus *Pearson* – akinek műveit Einstein, Poincaré és Mach mellett legfontosabb ifjúkori elméleti olvasmányai között említi meg – a távolba ható, s emiatt mitikusnak tartott gravitáció kiküszöbölésére egy olyan éteralapú gravitációelméletet dolgozott ki, melyben háromdimenziós világunkba az éter egy negyedik dimenzióból áramlik át éterforrások sokaságán keresztül (e források volnának az atomi részecskék), hogy azután éterelnyelő, a három dimenzióból a negyedik dimenzióba nyíló süllyesztőkön (azaz az anti-atomokon) keresztül újra eltűnjék, visszaáramoljon eredeti helyére, biztosítva ezáltal a tömegmegmaradás törvényének érvényesülését (PEARSON 1891). E matematikailag korrekten végigszámolt modell nem kisebb szaklapban jelent meg, mint az *American Journal of Mathematics*-ban, mely a kor egyik vezető matematikai-fizikai tudományos szakfolyóirata volt.

Pearson cikke kora számára érdekes és szeniális matematikai-fizikai újgyakorlat volt csupán – mely nyilvánvalóan csak a szerző tudományos respektusa miatt jelenhetett meg –, és senkiben sem vetődött föl, hogy tudományosan komolyan veendő hipotézisként kezelje azt. Mégpedig azért, mert túl sok volt benne egyik részről az ad hoc, másik részről a föntiekben általunk mitikusként jellemzett elem. Ma viszont tudományos művekben és ezek nyomán ismeretterjesztő írásokban legális tudományos hipotézis-

²Vö. pl. ZÖLLNER 1922. De a többdimenziós terek lehetősége iránti akkori intenzív értelmiségi-kulturális érdeklődést talán még Zöllner műveinél is jobban illusztrálja Edwin Abbott 1894-es *Flatland: A Romance of Many Dimensions* című, még ma is népszerű novellája (ABBOTT 1894). Az általános relativitáselmélet többdimenziós tereinek népszerűsítésére szolgáló, gömbszférában élő kétdimenziós lények példázatát minden bizonnyal ez az irodalmi mű inspirálta.

³Így Edwin Abbott előbb említett *Flatlandje* is ezzel a logikával dolgozik.

ként olvashatunk arról, hogy a fekete lyukakban elnyelődő anyag egyfajta bonyolult kozmikus geometrián keresztül máshol „fehér lyukakon” át áramlik vissza kozmoszunkba, s még talán ennél is összetettebb és fantasztikusabb matematikai konstrukciók (képzetes idejű világegyetem, a világegyetem végtelen sűrűségű ősállapota, sok dimenziós kozmikus húrok, „féreglyukak” és „csecsemő-világegyetek” stb.) jelennek meg korrekt tudományos hipotézisekként.

Mi történt azóta? Mi változott meg? A mai fizikusok többsége e kérdésekre nagy valószínűséggel azt válaszolná, hogy semmi: amíg Pearson konstrukciója ad hoc volt, addig a fekete és fehér lyukak közötti anyagáramlás mai teóriája nem ad hoc, hanem szervesen illeszkedik a modern relativisztikus kozmológiába, s ez az oka, hogy amíg az elsőt nem kellett komolyan venni, az utóbbi ma komoly és legitim elméletnek számít.

Mi a következőkben ennek az ellenkezője mellett fogunk érvelni. Azt állítjuk, hogy a XX. század során megváltozott a fizika viszonya az előbbieken jelzett matematikai konstrukcióhoz: mintegy testébe beengedve *mitizálta* azokat, s ezáltal sajátos *fizikai mitológiát* teremtett meg, s ez az új mitológia hozta létre azután azt a tudományos kontextust, melyben a fehér és fekete lyukakra vonatkozó elmélet már nem tűnik ad hoc föltevésnek. Azaz nem arról van szó, hogy született egy új elmélet, melynek kontextusában az anyag beáramlására és elnyelődésére vonatkozó, matematikailag megkonstruált elmélet immár nem tűnik többé ad hoc föltevésnek, hanem éppen megfordítva: a korábban spekulativitásuk és a tapasztalati világhoz kapcsolódó képzeteknek való ellentmondásuk miatt tiltott konstrukciókat kellett előbb beengedni a tudományba ahhoz, hogy később a fekete és fehér lyukakra vonatkozó elmélet legitim tudományos hipotézisként jelenhessék meg.

A MITIZÁLÁS ELSŐ FÁZISA: A SPECIÁLIS RELATIVITÁS ELMÉLETE, A NÉGYDIMENZIÓS TÉRIDŐ ÉS A „GÖRBÜLT TÉR”

Az előbbi bekezdésben jelzett fordulatot Albert *Einstein* speciális és általános relativitáselmélete hozta, s ez a fordulat nem csupán egy új fizikai elmélet megjelenését jelentette, hanem a tudományosság kritériumainak megváltozását is. Mi több, bár tényyszerűen az új elmélet (tehát a speciális elmélet, annak Minkowski-féle változata, majd az általános relativitás elmélete a maga nem eukleidészi tereivel) egyidejűleg hozta a kritériumoknak és a fizikának a megváltozását, logikailag a kritériumváltozás volt az elsődleges, hiszen csak ez tette lehetővé, hogy maga az új elmélet legitim, tudományos elméletként jelenjen meg.

Igaz, Einstein elmélete csupán az 1919-es napfogyatkozás eredményeinek – Arthur Eddington által Einstein javára némileg manipulált (vö. SZÉKELY 2006a) – közzététele után vált közismertté, és maga a tudós csupán ekkor vált az egyik napról másikra világhírűvé és egyúttal a tudós zseni XX. századi paradigmatiszta figurájává (lásd pl. CLARK 1973, 231), az elmélet fizikus körökben már korábban ismert volt, s tartalmazta azon elemeket, melyek révén a tárgyunkat képező fordulat megtörtént. Egy dolog volt azonban az elmélet körül kibontakozó szenzáció, és ennek nyomán annak kultikus tanítássá válása, és más az elmélet tényleges tartalma s annak tudományos mitizálása. Az előbbi az elmélet tudományon kívüli recepciójának képezte részét, és bár sokszor indokoltan hivatkozott Einstein teóriájára, sok hamis képzetrel, félreértéssel járt együtt. Ha József Attila a relativitás elméletéről elmélkedett (vö. GAZDA 2004), akkor ezen elmélkedéseknek nem sok közük volt magához az elmélethez azonkívül, hogy

a költő fantáziáját néhány, az elmélethez kapcsolódó homályos képzet indította el, s sokkal inkább a költőről (s esetleg annak pszichiátriai állapotáról) árult el információkat, mint magáról Einstein elméletéről. Hasonlóképpen: az elmélet kulturális recepciója is számos félreértésen vagy torzításon alapult, s sokkal inkább az akkori kultúra, az akkori értelmiség társadalomlélektani állapotáról volt szó benne, mintsem annak tényleges tartalmáról. Ugyanakkor tagadhatatlan, hogy ha az elméletet sok vonatkozásban félre is értették, az e félreértések nélkül is hordozott magában olyan elemeket, amelyek nemcsak konkrét fizikájukban, hanem az ontológiai bizonyosság és az ember világon belüli helyzete szempontjából is megingatták a korábbi természettudományos világgépet, s ezzel tápot adtak a félreértésekben radikalizálódó, de alapvető irányában mégis indokolt recepciónak.

Mert miről is volt szó? A relativitáselméletnek egyrészt semmiféle köze sem volt a szubjektivitáshoz, sem pedig az akkor – és ma is – divatos erkölcsi vagy ismeretelméleti relativizmushoz, hiszen az úgynevezett relativisztikus jelenségek matematikailag kiszámítható, elkerülhetetlen, szükségszerű és objektív effektusokként jelennek meg benne. Másrészt ugyanakkor az abszolút vonatkoztatási rendszer hiánya, az egyidejűség relativitása és más hasonló jelenségek még akkor is a világgal kapcsolatos alapvető kategóriáink viszonylagossá tételével járnak, ha ez szigorú matematikai formulák szerint történik. Ha a speciális relativitáselméletet többnek tartjuk, mint a fizikai világ fölszíni leírását – azaz, ha tételeit ontológiailag komolyan vesszük –, eltűnik a fizikai világ tér-idő dimenzióinak jól meghatározott volta, és ezáltal elillan a fizikai világ szubsztancialitása, s egy olyan fizikát kapunk, amely ugyan logikailag-matematikailag koherens és ellentmondásmentes (amelyet ezért nem lehet „megcáfolni”), de amely mind mindennapi tapasztalatunknak, mind az ezen tapasztalattal összhangban lévő képzeinknek – „józan eszünknek” – ellentmond.

Mindez kiegészült azután a Minkowski által megalkotott négydimenziós téridővel és később a gravitációnak mint a tér görbültségének einsteini fogalmával, melyek közül az előbbivel először jelenik meg a négydimenziós geometria legális tudományos képzetként a fizikán belül, hiszen bár a háromdimenziósnál többdimenziós fázisterekkel már régóta számoltak, ezekhez senki sem rendelt fizikailag létezőnek tekintett geometriát. A négydimenziós téridőben az idő csupán egy dimenziója a térnek, s ha ezt a képzetet tekintjük a valóságnak, akkor ezáltal nem csupán tapasztalatunkat fokozzuk le, relativizálva mind mindennapi életünk világát, mind pedig az önálló térrel és idővel dolgozó, s ennyiben a tapasztalati világgal összhangban lévő pre-einsteiniánus fizikát, hanem egyúttal egy olyan entitást tételezünk föl eredendő valóságként, mely egyrészt a maga négydimenziós valójában megfigyelhetetlen, s mint ilyen, csak a beavatottak szűk köre számára férhető hozzá intellektuális (elsősorban matematikai) képességeik révén, másrészt nyilvánvalóan ellentétben áll a három térdimenzióval jellemzett, s ugyanakkor időben változó tapasztalati világunkkal. Ha pedig továbblépünk az általános relativitás elméletéhez, akkor azt látjuk, hogy ezzel az elmélettel Einstein bevezette a XIX. században felfedezett és matematikailag polgárjogot nyert nem eukleidészi geometriákat a fizikába.

Mindennek nyomán azok a matematikailag megteremtett fogalmak, amelyek Zöllnernél a parajelenségek „tudományos” magyarázatában, illetve Pearsonnál érdekes matematikai ujjgyakorlatban kaptak fizikai tartalmat, s amelyeknek ezen fizikai-ontológiai „megtettesítései” a tapasztalati-mindennapi világgal való ellentétük és spekulatív jellegük miatt még csak hipotézisként sem kerülhettek be a természettudo-

mányos tudás rendszerébe, most megjelentek a XX. századi fizikában. Nyilvánvaló, hogy ennek megtörténtehez a tudományosság azon normájának föladására volt szükség, mely addig a „mitikus” kapcsán általunk negyedikként körülírt jeggyel karakterizálható létezőket kizárta a tudományból.

Az, hogy itt a fizikain túl egy további, a tudományok metasztintjét érintő fordulat is történt, nem csupán az ismeretelméleti-tudományfilozófiai reflexióban rajzolódik ki, hanem szerves részét képezi a standard tudománytörténet-írásnak, ugyanúgy, mint amiképpen hozzátartozik a „hivatalos”, „normál” fizika önmagáról alkotott képéhez is. Eszerint, ha az Einsteinnel kezdődő és a kvantummechanikával folytatódó XX. századi fizikát el akarjuk sajátítani, meg akarjuk érteni, föl kell számolnunk a természettel kapcsolatos hagyományos – mind a mindennapi világot, mind pedig az Einstein előtti fizikát jellemző – képzeleteinket, és szakítanunk kell a „józan ész” hagyományos, a mindennapi tapasztalatban és a XIX. századi tudományban egyaránt működő fogalmival, s el kell fogadnunk azt, hogy a tudomány magasabb ésszerűsége e „józan észnek” számos ponton ellentmond, és e „józan ész” számára fölfoghatatlan állításokat fogalmaz meg a világról. Persze ez a természettudomány tulajdonképpen tárgyához hozzá nem tartozó, de a fizika standard kifejtésének bevezetéseként gyakran elhangzó önkép és egyben öngazolás nem a normaképzés és normaföladás kategóriáiban gondolkodik, s ez nem is férne össze szellemiségével. A standard elbeszélés szerint egyszerűen arról van szó, hogy a mindig ugyanúgy működő, korrekt természettudományos megismerés egészen a XIX. század végéig csupán olyan tárgyakat vizsgált, melyek még úgy-ahogy összhangban voltak mindennapi tapasztalatainkkal és az ezeken alapuló képzeleteinkkel, s ezért az Einstein előtti tudomány megfelelése e képzeteknek nem a normakövetés eredménye volt, hanem a korrekt megismerésből következett. Az Einstein révén bekövetkezett váltást pedig a megismerésnek új területekre – a nagy sebességek és távolságok tartományára – történő kiterjesztése eredményezte, s mint ilyen minden normaváltás nélkül ment végbe: azt az új kutatási területek tárgya, jellege váltotta ki.⁴

A tudományos megismerés semlegességét állító ezen önkép szerint tehát nincs szó a tudományosság kritériumaiban beállt változásról: maga a tárgy, a természet kényszerítette ki az elméletek jellegének megváltozását; az a megismerés egészséges előrehaladásának, a természet jobb megismerésének következménye. Arra, hogy ez valóban így van-e, s a változás mennyiben tekinthető a normaföladás következményének, és mennyiben volt „objektív kényszer”, még visszatérünk. Itt most legyen elég annyi, hogy a jelenség most jelzett, eltérő filozófiai-metateoretikus magyarázata ellenére e standard koncepció is megerősíti alapvető tézisünket: amíg a modern tudomány a XIX. századig összhangban volt mindennapi tapasztalatainkkal, illetve a természeti-teszt létezőknek e tapasztalatban kirajzolódó logikájával, Einsteinnel fordulat történt e tekintetben, s a modern fizika immáron nem csupán nem érthető meg az e tapasztalathoz kötődő „józan ész” alapján, hanem számos mozzanatában kifejezetten szemben áll vele.

⁴ „[...] az einsteini relativitási elv alapvető fizikai nézeteink lényeges megváltozásához vezet. A mindennapi tapasztalat alapján alkotott fogalmaink a térről és az időről csak közelítőleg érvényesek, amit azzal tudunk megmagyarázni, hogy mindennapi életünkben csak olyan sebességértékekkel van dolgunk, amelyek nagyobbak a fénysebességhez képest” – írja pl. Landau és Lifsic klasszikus, világszerte használt *Elméleti fizika* című fizikai alapvetésük II. kötetében (LANDAU–LIFSIC 1976, 14). A józan ésszel való szakítás állítólagos kényszerének „megideologizálása” paradigmátikusán jelenik meg Hermann Bondi *Relativity and Common Sense* című művében (BONDI 1964).

A KVANTUMMECHANIKA

Einstein elmélete tehát összetörte az újkori tudomány addig érvényes racionalitáskritériumát, s olyan entitásokat és állításokat vezetett be tudományként, amelyeket a XIX. század a mítosz és az irracionalitás birodalmába utalt volna. Az einsteini elméletnek ezen sajátossága ugyanakkor nem maradt meg elszigetelt, egyedi epizódként a XX. századi fizikában, hanem hamarosan hasonló jellegű fordulat követte a kvantummechanikában, melyre a jelen tanulmány terjedelmi korlátjai miatt nincs lehetőségünk részletesebben kitérni. Csak annyit jelzünk röviden ezzel kapcsolatosan, hogy a kvantummechanika Heisenberg és Bohr nevéhez kapcsolódó koppenhágai interpretációja – mely az uralkodó, az egyetemeken hivatalosan tanított fölfogás – az elemi részecskék világában elveti a determinizmust, s makroszkopikus, mindennapi világunk szempontjából abszurdnak tűnő „kevert” állapotokat vezet be. A determinizmus eltűnése a kvantummechanika világát már önmagában szembeállítja makroszkopikus, tapasztalati világunkkal. A „kevert állapot” fogalma pedig elvezet Schrödinger jól ismert, se nem élő, se nem halott, hanem az élő és a halott állapot keverékében leledző macskájához, hogy azután a macska hullámfüggvényének a megfigyelés aktusában történő „redukciója” révén a halál vagy az élet már tiszta állapotában térjen át. A félreértések elkerülése végett: nem arról van itt szó, hogy a macska súlyos beteg, s élet és halál között lebeg, hanem egy tökéletesen egészséges, élő állat és egy teljesen élettelen állati test – a hulla – 50–50 %-os keverékéről, s teljesen meghatározatlan, minden okot nélkülöz az, hogy a megfigyelés pillanatában melyik állapot fog megvalósulni (Vö. SCHRÖDINGER 1935, 812).

NORMAFÖLADÁS VAGY CSUPÁN SEMLEGES, AZ „IGAZSÁGRA TÖRŐ” TERMÉSZETTUDOMÁNYOS MEGISMERÉS?

Amint az előbbieken jeleztük, a XX. századi fizika standard, szcientista elbeszélése szerint a tudomány nem adott föl semmiféle normát az új elméletek elfogadásával, hanem csupán annyi történt, hogy a mindig ugyanazon semleges eljárásokat követő tudományos megismerés előrehaladt, s eddig ismeretlen területeket tárt föl az elfogulatlan, „objektív” vizsgálódásban. Amíg tehát az egyik oldalon a jelen metateoretikus leírás normaföladást lát a tudomány most ismertett megváltozásában, a másik oldal szerint csupán annyi történt, hogy a változatlan normák szerinti elfogulatlan megismerés tapasztalati világunk logikájának ellentmondó dolgokat fedezett föl a kutatás új területein.

E két ellentétes olvasat viszonyának teljesebb megértése érdekében tekintsünk két jellegzetes érvet a reneszánsz korabeli és az újkori gondolkodás közötti átmenet időszakából:

„[...] ha az égitestek hozzájárulnak a Földön végbemenő keletkezésekhez és elmúlásokhoz, szükségképpen maguknak is változóknak kell lenniük, különben a Hold vagy a Nap minden igyekezete, hogy életet fakasszon a Földön, nem lehetne eredményesebb, mintha valaki márványszobrot fektetne a menyasszony mellé, s azt várná, hogy ilyen frigyből gyermek szülessen”

– gúnyolódik az égitestek változatlanságának tanán Galilei (GALILEI 1952, 77).

„Ha a világegyetemet a tőlünk kifejtett értelemben végtelennek vesszük föl, akkor megnyugszik elménk, míg az ellentétes fölfogásból mindig számtalan nehézség és képtelenség származik.” (BRUNO 1990, 41 – Első párbeszéd, 17. érv). „mert [...] teljességgel lehetetlen bármily érzék vagy képzelet alapján [...] komolyan elgondolni, hogy lehetnek felületek, szélek, határok, amelyeken túl ne volna vagy test vagy űr” (uo.)

– írja Giordano Bruno az arisztotelészi véges és határolt kozmosz kapcsán e tér külső határára, a csillagok szférájára gondolva, melynek csak belső oldalán található tér, s amely így nem két térbeli régiót határol el egymástól, hanem lezárja a teret.

Az első, a Galilei-féle érv egyértelmű kifejeződése azon normának, hogy a teoretikus magyarázatban nem szabad olyan fizikai entitásokat bevezetnünk, melyek jellegükben különböznek a világunkban tapasztalt létezőktől, hiszen a változatlan égitestekre vonatkozó Arisztotelészi tant arra hivatkozva utasítja el, hogy a fizikai világ teste kölcsönhatásban vannak egymással, s egy test nem hathat úgy a másik testre, hogy az visszahatást ne szenvedne el. A reá jellemző ironikus formában itt a testi világ egységességének elve, valamint a fizikai létezők változó-sérülékeny voltával kapcsolatos több évezredes tapasztalatunk jelenik meg fizikai érvként, s egyben a tudományos elméletek megalkotásakor figyelembe veendő kritériumként. Bruno érve ettől annyiban különbözik, hogy az argumentum lényege nem a tapasztalattal, hanem az eszünkkel való ellentmondás. Ám itt is egy norma rajzolódik ki elénk: az eszünknek ellentmondó konstrukciók nem létezhetnek a természetben, ezért ki kell zárunk őket a természetmagyarázatból.

Galilei és Bruno érvének e különbözősége a téren és időn kívüli ráció létezésének és a velünk született eszméknek klasszikus filozófiai problémáját érinti, amelyekkel itt nem foglalkozhatunk. Számunkra csupán az fontos, hogy mindkét esetben a racionalitás tartalmi normáinak rögzítéséről van szó: mind Galilei mind pedig Bruno abszurdnak, az észnek ellentmondónak ítéli meg a bírálókat tárgyát képező entitást (az arisztotelészi változatlan égitesteket, illetve az arisztotelészi külső égi szférát), s ennek alapján veti el létezésüket.

Galilei és Bruno tehát racionalitáskritériumot adtak a számunkra, s ezek egészen a XIX. század végéig formálták a természettudományos elméletalkotást: azok az elméletek, amelyek e kritériumoknak nem tettek eleget – azaz valamiképpen ellentmondtak a mindennapi élet és tapasztalat logikájának, vagy a térrel és idővel, az oksággal és más alapvető kategóriáinkkal kapcsolatos intuícióknak – nem nyerhettek polgárjogot a természettudományon belül. Így ha az állócsillagok távolságának meghatározása nyomán az arisztotelészi csillagszféra eszméje tarthatatlanná is vált, ebből nyilvánvalóan nem következett, hogy az állócsillagok távolságánál jóval nagyobb kozmikus messzeségben ne legyen ilyen, teret csak belső oldalán tartalmazó határ. Nem a megismerés „előrehaladása” miatt tűnt el, hanem a Bruno-féle kritérium mint racionalitáskritérium tiltotta ki a teret lezáró határ eszünknek ellentmondó képzetét a tudományból, hasonlóan ahhoz, mint amiképpen normatív elvetés illette a Galilei-féle márványszobornak megfelelő fizikai létezőket is. Az ilyen racionalitáskritériumok az újkori tudomány számára egészen Einstein elméletének recepciójáig a tudományos elméletalkotás követendő normáiként funkcionáltak. Ezért a XX. századi fizika Einstein elméletének befogadásával nem csupán egy esetleges normát adott föl, hanem a *tudományosságnak* és a *racionalitásnak* éppenséggel egyik legkarakterisztikusabb *kritériumát* – a „józan észnek” ellentmondó képzetek kizárását –, amely addig szervesen hozzátartozott az új tudomány önmeghatározásához mind a korábbi, skolasztikus és reneszánsz tudományok-

kal, mind pedig a mítoszokkal és a babonás hiedelmekkel szemben. Így E. Hazellett és D. Turner kötetének első olvasatban talán meglepőnek tűnő alcíme, mely Einstein elméletét a fizikán belüli *ellenforradalom*ként jelöli meg, indokolt és megfelelő kifejezés az Einstein elmélete révén beállt fordulat jellemzésére (HAZELETT–TURNER 1979).

Vajon miért történt meg ez a fordulat? Kétségtől abban, hogy nem fogalmazódott meg komoly ellenállás a tudomány világán belül vele szemben, továbbá abban, hogy azt a XX. századi értelmiségi kultúra lelkesen befogadta, szociológiai, kultúrtörténeti és társadalomlélektani tényezők sokasága játszott szerepet.⁵ Világos ugyanakkor, hogy még ezen tényezők szerepének elismerése sem igazolja azt a mai tudásszociológia és szociálkonstruktivizmus egyes ágai által sugalmazott radikális tételt, miszerint a tudomány egyszerűen a politika más eszközökkel történő folytatása volna,⁶ hiszen a politikánál elsődlegesebb faktorokról van itt szó, amelyekre ez utóbbi bár visszahathat, de amelyek sokkal inkább formálják az adott korszak politikai eszméit és gyakorlatát, mintsem függvényei annak. Esetünkben azonban még a szociológiai, kultúrtörténeti és társadalomlélektani tényezők meghatározó szerepét állító gyengébb tudásszociológiai tézis sem alkalmazható: a fordulat kulturális és társadalmi tényezőkből nem érthető meg, mivel az – s ennyiben azonos megítélésünk a korábban „standardként” jelzett fölfogással – alapvetően a fizikai vizsgálódás új területeinek, és az új területek következtében megváltozott jellegének volt következménye.

Ennek megértéséhez térjünk vissza újra az éterhez. Amiként az arisztotelészi határ, melynek csak egyik oldalán van tér, s így csupán lezár, de nem választ el semmit sem semmitől, Bruno számára az észnek való ellentmondása miatt volt elfogadhatatlan, úgy ugyancsak ilyen lett volna egy olyan fizikai hullám föltételezése, melynek nincs terjedési közege. Az elektromágneses éter teoretikus-ontológiai helye és funkciója tehát világos és szilárd volt. Ugyanakkor e teoretikusan megalapozott létező empirikusan elérhetetlen volt, aminek következtében konkrét mibenlétét titok övezte. E titokzatosságot csak növelte, hogy azok a törekvések, amelyek az empirikus világ valamely mintázata nyomán próbálták azt megkonstruálni, nem jártak igazán sikerrel, mivel az éterhez ily módon hozzárendelt tulajdonságok meggátolták az éterelméleteket abban, hogy a megfigyelhető elektromágneses jelenségekre kielégítő magyarázatot adjanak. Következményképpen teoretikus funkciójának ellátása érdekében az étert egyre inkább meg kellett fosztani fizikai tulajdonságaitól. Az éter egyre inkább „éter” lett, egyre inkább csak a matematika maradt meg belőle, melynek nyomán Walter Ritz már Einstein elméletének megjelenése előtt – az Einstein által később még túlságosan fizikainak tartott (vö. EINSTEIN 1920) – Lorentz-féle éterre gondolva joggal panaszkodott arról, hogy ez a fizika számára alapvető fogalom elillant, s csak egy „*matematikai kísértet*”-et hagyott maga után (RITZ 1963, 23).

Hasonló jelenség játszódott le a részecskefizikában is: a fizika a makroszkopikus tesztek egyre kisebb részecskéi felé fordult, s ezek parányi voltak miatt ugyancsak elérhetlenné váltak a közvetlen tapasztalat számára. Ennek nyomán ezek természetét sem lehetett már közvetlenül vizsgálni, ezek tekintetében is csupán a tapasztalati világ mintázatai alapján megalkotott modellek, konstrukciók maradtak meg a fizika számára. Az így adódó modellek pedig – akárcsak az éter esetében – itt is egyre problémásabbá, egyre inkább használhatatlanná váltak, szemben az elvont, a tapasztalati mintázatu modellek alapján érthetetlen matematikai leírások és formulák sikerességével.

⁵ A kvantummechanika kapcsán lásd pl. FORMAN 1971, 1–115; illetve SZEGEDI 1987b.

⁶ E radikális irányzatok rövid bemutatását és kritikáját lásd pl. EGER 2001.

Mindennek nyomán a tapasztalatilag adott *fizikai élmények* és az *elméleti fizikai leírás matematikájának* viszonya a visszájára fordult, s ez kétségen kívül nem társadalmi okok miatt történt így, hanem azt a vizsgálódások tárgyának fontiekben leírt megváltozása és a tapasztalati mintázatú modellek korlátozott használhatósága okozta. A newtoni–leibnizi integrál- és differenciálszámítás – bármily elvont is legyen az a mindennapi világszemlélet számára – az ismert geometriai alakzatokkal, valamint a mozgással, a sebességgel és a gyorsulással kapcsolatos képzeteken alapult. Az elektromágnesesség Maxwell-féle, a newtoni mechanika matematikájánál jóval elvontabb és nehezebb matematikáját jól azonosítható fizikai képzetek motiválták. Most viszont a *nem eukleidészi geometriákkal vagy a kvantummechanika operátoraival olyan matematikai entitások jelentek meg a fizikában, amelyek eredendően a tiszta matematika birodalmában születtek meg, a fizikai világ kutatására és a fizikai alkalmazásra irányuló minden közvetlen motiváció nélkül.* Miképpen Prekopa András írja: „*A matematika történetében a nem eukleidészi geometria az eső olyan zárt, ellentmondásmentes logikai rendszer, mely nem viszonyul közvetlenül a valósághoz.*” (PREKOPA 2006, 47.) Mivel a fizika nem boldogult a mindennapi-tapasztalati világ fizikáját követő modellekkel, e modelleket föladvá a matematika világából ragadott ki – eredendően fizikai képzetek nélkül létrejött – eszközöket a fizikai világ új szegmenseinek modellálására. Ha addig a *fizika matematikáját* a fizika alapján konstruálták meg, akkor most eredetileg fizikai tartalom nélküli matematikai entitások jelentek meg a fizikában. S mivel a velük leírt fizikai tartományok közvetlenül megfigyelhetetlenek, ezek fizikáját mint a sikeresen alkalmazott *matematika fizikáját* kellett megkonstruálni – azaz matematikához fizikát kellett hozzárendelni. Igen kifejezően árulkodik erről a kvantummechanika nagy személyisége, Werner *Heisenberg*, amikor visszaemlékezik azokra a kvantummechanika másik nagy személyiségével, Niels *Bohrral* folytatott beszélgetéseikre, melyekben a harmadik nagy kvantummechanikai alkotónak, Edwin *Schrödingernek* tőlük függetlenül fölfedezett hullámmechanikáját vitatták meg:

„Schrödinger eljárása lényegesen leegyszerűsítette sok olyan eljárás menetét, ami a kvantummechanikában rendkívül bonyolult volt. A *matematikai rendszer fizikai értelmezése* viszont komoly nehézségekbe ütközött”

– írja a német fizikus Schrödinger hullámmechanikájáról (HEISENBERG 1983, 99–100. Kiem.: Sz. L.), majd így folytatja:

„A következő néhány hónap során jóformán másról sem beszéltünk Bohrral, mint a *kvantummechanika lehetséges fizikai értelmezéséről.*” (Uo. 106. Kiem.: Sz. L.)

A fizika által átvett modern matematikai eszközöknek közös sajátossága ugyanakkor, hogy bár logikailag és matematikailag korrektek és hibátlanok, ellentmondanak a Bruno és Galilei érveiben megjelenő józan észnek, s ezért nem lehet a tapasztalati világ logikájának, alakzatainak, fizikájának megfelelő modellt rendelni hozzájuk. Ez persze érthető, hiszen mint láttuk, bevezetésüket, illetve a fizika és a matematika viszonyának megfordulását éppen az idézte elő, hogy nem sikerült az előbbi kritériumnak megfelelő modelleket kidolgozni az új kutatási tartományokban föltételezett fizikai létezőkre. *A modern fizika így azzal szembesült, hogy vajon a „józan észnek” higgyen-e, s ennek nyomán a matematikai modellt pusztán eszköznek tekintse-e, vagy pedig a szá-*

mításokban sikeres matematikai apparátushoz a józan ész kritériumának ellentmondó fizikai létezőket rendeljen. A XX. századi standard fizika ezt a helyzetet úgy oldotta meg, hogy az utóbbi lehetőséget választotta, s metateoretikus szinten kinyilvánította, hogy ezen új tartományok tekintetében föl kell adnunk mindazon „előítéletünket”, amit addig a természetről a józan ész jegyében alkottunk. A fizika tehát a kutatás megváltozott tárgya által okozott új helyzetre egy olyan értékválasztás mentén döntött, melynek lényege a *kalkulatív-matematikai rendszer* preferenciája a tudományosságot addig hagyományosan orientáló „józan ésszel” szemben.

A XX. századi fizika így egy különös, mindennapi tapasztalati világunknak és az ezzel összhangban lévő józan észnek ellentmondó világot konstruált meg, mely olyan furcsa, mind a mindennapi, mind a hagyományos tudományos gondolkodás számára érthetetlen létezőket tartalmaz, amelyeket csak különleges képességű és iskolázottságú fizikusok képesek megközelíteni és megragadni a matematika titokzatos eszközével. A „józan ész” korlátjától így szabaddá tett fizika pedig immár egyre boldogabban lubickol ebben az új matematikai világban, s egyre merészebb, bátrabb és spekulatívabb konstrukciókat alkot meg az egymással ezoteoretikus geometriák által összekötött fekete- és fehér lyukaknak, a képzetes idejű világegyetemnek, a világegyetem végtelen sűrűségű vagy éppen a kvantummechanikai semmi és a létezés között ingadozó őállapotának, a sokdimenziós húroknak és szuperhúroknak, vagy a világegyetek végtelen sokaságának képében (vö. SMOLIN 2006; SZÉKELY 1995; 1996). E sok titokzatos létezővel pedig elkápráztatja mind önmagát, mind a tevékenységét áhítattal figyelő laikus közvéleményt, mely – éppen Einstein elméletének és általában a XX. századi fizikának hatására – úgy érzi, annál tudományosabb és igazabb egy új fizikai elmélet, minél abszurdabb, minél érthetlenebb a mindennapi tudat racionalitása számára. (E folyamatnak paradigmatismszerű kiterjedését és egyben csúcsát minden bizonnyal Stephen Hawking bestseller könyve, *Az idő rövid története* jelenti, melyet szerte a világon széles értelmiségi körökben illik ismerni és áhítattal tisztelni.⁷)

A főnti leírásból látszik, hogy a Bruno- és Galilei-féle kritériumok föladása a tudomány belső eseményeinek hatására, a kutatásban kialakult új helyzet nyomán történt. Ám az is kiderül, hogy e föladás nem volt szükségszerű: a fizikába bevezetett új matematikát lehetett volna csupán eszköznek is tekinteni, s nem lett volna szükséges a mindennapi tudat és a korábbi tudományosság szempontjából abszurdnak tűnő fizikai entitásokkal és tulajdonságokkal benépesíteni világunkat: az új fizikai világnak gyors befogadását, valamint a józan ész föladásának szükségességét hirdető ideológia tudományos és kulturális recepcióját már egyértelműen kulturális és társadalomlélektani tényezők határozták meg. A görbült tér, a négydimenziós téridő sok más furcsasággal együtt a mítoszok ízét idézte, mégpedig éppen a racionalitás és az „objektív” tudomány oldaláról; a vonatkoztatási rendszerek relativitásához és az indeterminizmushoz pedig – azon túl, hogy megfeleltek a „minden egész eltörött” I. világháború utáni hangulatának (FORMAN 1971; SZEGEDI 1987b) – a szabadság képzete társult. S persze itt volt mindenek fölött a szenzáció, amelyet ez az unalmas newtoni világgal szembeni különös és érthetetlen új fizikai világ váltott ki, mely – többek között éppen „érthetlensége”, a „józan ész” képzeteivel való meg nem felelése okán – alkalmas a csodálatra, a misztikus áhítatra.

⁷ A mű magyar kiadása: HAWKING 1989. A hawkingi koncepcióról ad kritikai elemzést CRAIG 2006. Vö. még SZÉKELY 1990; 2005.

A föntiekből ugyanakkor következik az is, hogy itt mind ismeretelméletileg, mind pedig ontológiailag a *matematika* és a *fizika* viszonyának metaelméleti kérdésével állunk szemben. Ilyen szituációval pedig – ha nem is ilyen radikális és az egész fizikát átfogó módon, s nem föltétlenül a józan ész szempontjából – találkozhattunk már az európai gondolkodástörténetben. Ilyen volt a ptolemaioszi rendszer ontológiai státuszának kérdése, ahol a rendszer instrumentális eszközként való értelmezése mellett lehetőség volt leképezni azt egy többcetrikus fizikai szférarendszerre. Másik jellegzetes példaként pedig megemlíthetjük a távolba ható gravitációs erőt érintő Newtonkorabeli vitát, ahol a newtoni gravitáció ily erőként történő értelmezésének alternatívájaként jelen volt a gravitáció éteralapú fölfogása: mindkét esetben adva volt a matematikai modell, s ahhoz a fizikai értelmezés különböző lehetőségei tartoztak.

Ami a XX. századi fizikát illeti: láttuk, hogy az általa alkalmazott matematika instrumentalista értelmezése szükségtelenné teszi a józan ész kritériumának föladását. Az instrumentalista értelmezés ára azonban a fizikai ontológiáról való lemondás. Valójában azonban adott még egy harmadik lehetőség is: mind a relativitás elmélete, mind pedig a kvantummechanika esetében léteznek a matematikai apparátusnak olyan alternatív fizikai interpretációi, melyek lehetővé teszik – vagy legalábbis megadják a reményét – a józan ész hagyományos kategóriáinak megőrzésére.

A kiváló magyar fizikus, Jánossy Lajos a relativitáselmélet kapcsán így írt erről:

„Sok modern fizikus szerint a modern fizika – elsősorban a relativitáselmélet – azt bizonyítja, hogy ha meg akarunk birkózni a modern fizika problémáival, a mindennapi gondolkodásmódot föl kell adnunk. [...] Annak a tézisnek, hogy a tudományos gondolkodás a mindennapi gondolkodás [...] továbbfejlesztése, a legjobb módszer rámutatni arra, hogy a relativitáselmélet egész komplexusa a mindennapi gondolkodásmódnak megfelelő, természetes módszerekkel is fölépíthető.” (JÁNOSY 1963, 9.)

Jánossy itt elsősorban az éterbázisú, lorentziánus relativitáselmélet-értelmezésre gondolt, melynek egyik modernizált változatát éppen ő maga dolgozta ki (vö. JÁNOSY 1971; SZÉKELY 1987). Ez az értelmezés ugyanazon matematikát használja, mint az einsteini elmélet, így tapasztalati előrejelzései is azonosak vele, aminek nyomán minden olyan kísérlet, mely az eredeti einsteini elméletet erősíti meg, egyben ezt az értelmezést is alátámasztja. Napjainkban úgy tűnik, újra reneszánsza van az ilyen irányú vizsgálódásoknak: a rangos tudományos kiadó, az oxfordi Clarendon Press nemrégiben jelentetett meg egy könyvet e témában (BROWN 2005), amelynek szerzőjét, Harvey Brownt nem sokkal a könyv megjelenése után az Angol Tudományfilozófiai Társaság elnökének választották meg. Brown könyvében egyébként Jánossyt egyik elődjeként, munkássága egyik motiválójaként említi meg (BROWN 2005, VII, 122–124). Ha a ma uralkodó magyar fizika számára Jánossy Lajos feketebárány, akinek a relativitás elméletével kapcsolatos munkásságát nem illik emlegetni, akkor ez a mai magyar fizikának nem erénye, hanem inkább – mint Brown példája is mutatja, aki a jelen nemzetközi trend kiemelkedő képviselője⁸ – hátránya.

⁸ Jánossy ma már H. Ives mellett – aki Lorentztől eltérően nem az éter, hanem az abszolút tér fogalmával dolgozik, de akinek relativitáselmélet-értelmezése így is a lorentziánus logikát követi – ezen alternatív relativitáselmélet-fölfogás egyik klasszikusa, akit azonban vonatkozó, alapvetően angol nyelvű irodalomban – a sajátos angolszász hivatkozási kultúra miatt – Ives-szal szemben csupán ritkán idéznek.

A relativitáselmélettel szemben a kvantummechanikában nem ilyen egyszerű a helyzet, mert ott nem rajzolódtak ki egy ilyen jól meghatározott alternatív interpretáció körvonalai. Ugyanakkor az indeterminista koppenhágai értelmezésnek számos vetélytársa van, beleértve ebben a kvantummechanika determinista értelmezéseit (vö. pl. SZEGEDI 1987a; 1989; SZABÓ 2002; SZÉKELY 2006b).

Mindennek kapcsán meg kell még röviden említenünk itt egy érdekes körülményt. Egyik oldalról a most jelzett alternatív törekvések sértik a racionalizmusnak a XX. század első felében megfogalmazott két divatos formai-metodológiai kritériumát: a verifikációs és a falszifikációs kritériumot. Másik oldalról kimutatható továbbá, hogy a „józan ész” föladását követelő fizikai ontológiák megszületésében meghatározó szerepe volt olyan empirista jellegű ismeretelméleti megfontolásoknak, mint Carnap és Schlick verifikációs, valamint Popper falszifikációs kritériuma. (Tényszerűen Einstein és Bohr machiánus megfontolásokat alkalmazott, míg Carnap, Schlick és Popper filozófiájuk kidolgozása során mintaként Einstein módszertanára tekintett.) Mindez azt jelenti, hogy az új fizikai matematika nem önmagában vezetett el a Galilei- és Bruno-féle józanész-kritériumok – azaz a racionalitás tartalmi kritériumainak – föladásához, hanem a sikeres matematikai apparátus és a pozitivista-neopozitivisták racionalitáskritériumok együttes alkalmazása eredményezte ezt. A kritériumok e két csoportja a XX. századi fizika tekintetében szembekerült egymással, s ez az oka annak, hogy a tartalmi kritérium követői – köztük Ives vagy Jánossy Lajos – a metodológiai kritériumot megsértik. Mindez pedig ontológiai információt nyújt számunkra: a XX. századi fizika azt demonstrálja, hogy a fizikai világ, illetve a megismerő ember helye e világon belül ontológiailag olyan, hogy e világnak a XX. századi vizsgálódások horizontjába bevont tartományai csak ezen ellentmondás jegyében adódhatnak számunkra. Úgy tűnik, e tartományok egyszerűen nem engedik meg azt, hogy a róluk alkotott és viszonylatukban működő elméletek *egyszerre* eleget tegyenek mind a *metodológiai*, mind pedig a *tartalmi* racionalitáskritériumnak, s ez – nem pedig a standard fizika által fizikai realitásnak tekintett fantasztikus matematikai konstrukciók sokasága – az, ami a korábbi századok fizikájával szemben rejtélyessé teszi a XX. századi fizikát.

KANTIÁNUS ÉS HEIDEGGERI FILOZÓFIAI HÁTTÉR

Tanulmányunk elején a tapasztalati világ logikájának, alapvető karakterisztikáinak való megfelelésről, később az ezekkel összhangban lévő képzeteinkről, és az ezeket szintetizáló „józan észről” beszéltünk. Bár e fogalmak jól érthetőek az adott szövegösszefüggésben, s példákkal illusztráltuk őket, e szóhasználat alapvetően mégiscsak intuitív maradt, ami – tekintettel arra, hogy a XX. századi fizika és a hagyományos „józan ész” közötti ellentmondás általános elismert – nem okozhatott problémát mondanivalónk pontos megfogalmazásában.

Mindez ugyanakkor *A tiszta ész kritikája* fogalmi háttérként való beemelésével tovább pontosítható. Amiben ugyanis a XX. századi fizika jellege ellentétes a korábbi fizikával, az éppen a Kant által itt bevezetett kategóriarendszer egyes elemeinek – így az eukleideszi geometriának vagy az okságnak – a föladása. Bár szándékosan nem hivatkoztunk erre a háttérre, mert minden filozófiai elkötelezettség nélküli leírásra és elemzésre törekedtünk, a tapasztalat alapvető karakterisztikái, illetve a „józan ész”-nek való megfelelés tanulmányunkban használt normája determinálható – illetve behelyettesíthető – a Kant által e művében lerögzített kategóriarendszerrel, s ez attól függetle-

nül így van, hogy elfogadjuk-e a kategóriák apriori jellegére vonatkozó kanti tanítást vagy sem. Így amikor a relativitáselmélet einsteini változatával szemben kifogásként merül föl az a tény, hogy az ellentmond a térrel és idővel kapcsolatos mindennapi képzeteknek, akkor itt tulajdonképpen a térrel és idővel kapcsolatos azon sajátosságok számonkéréséről van szó, amelyeket Kant *A tiszta ész kritikájában* aprioriként határoz meg. Többek között emiatt is elfogadhatatlan az az állítás, hogy a nem eukleidészi geometriák megjelenése a matematikában és a fizikában cáfolja az eukleidészi geometriák apriori voltára vonatkozó kanti elképzelést. Más, itt nem részletezhető filozófiai érvek mellett már önmagában az az „empirikus” tény, hogy a nem eukleidészi geometriák fizikai megjelenését a „józan ész” földadásának megideologizálásával kellett alátámasztani, utal arra, hogy az eukleidészi geometria valamilyen módon mégiscsak kitüntetett viszonyban van intuitív térszemléletünkkel.

E kanti háttértől azután továbbléphetünk a heideggeri hermeneutika irányába. Közismert, hogy a *Sein und Zeit*ben Heidegger az újkori gondolkodás megjelenését az ontológia kartézianus fordulatával, a világ világszerűségének megszüntetésével, a világ „világtalanításának” kategóriájával jelöli meg, s az újkori természettudományt e világtalanított világ tudományaként jellemzi.⁹ Ez a jellemzés Heidegger második korszakának tudományértelmezésével sincs ellentétben, amelyben a német filozófus a modern természettudományt az újkori metafizikát jellemző kalkulatív szemléletmód jellegzetes kifejeződéseként értelmezi (HEIDEGGER 1957). A kalkulatív szemléletmód térnyerését Heidegger az újkori gondolkodás történetének alapvető folyamataként írja le, s ebbe a folyamatba beilleszthetjük a fizika és a matematika viszonyának előbbiekben leírt megfordulását: az a preferencia, amelyet a matematika a józan ésszel szemben kap a XX. századi fizikában, a heideggeri szövegösszefüggésbe helyezve a kalkulatív gondolkodás jellegzetes megnyilvánulásaként és egyben magán a kalkulatív gondolkodáson belül a matematikai-kalkulatív szempontok megerősödéséért értelmezhető.

Ami a világ világtalanítását illeti, e tekintetben Heidegger elemzése annyiban pontos, hogy a *Sein und Zeit* egy jól meghatározott fordulathoz, a filozófiai kartézianus fordulatához, a világ *res extensaként* történő meghatározásához köti azt, bár itt is megjelenik némi történetiség, hiszen Heidegger röviden jelzi, hogy e fordulat nem előzmények nélküli, hanem a középkori skolasztikában már jelenlévő tendenciák radikalizálódásaként és kiteljesedéseként ment végbe. Ezért az itteni heideggeri gondolatokkal sincs ellentétben, ha a kartézianus fordulatot mint pontos, az európai gondolkodástörténetben radikális váltást jelentő fordulatot megőrizve annak „utánjáról” beszélünk, és a Descartes nyomán elvilágtalanított ontológiákban a világszerűség még meglévő nyomait fedezzük föl paradox, világszerűtlen formában. A „tapasztalat”, az „empíria” – úgy, ahogy azt ma használjuk, s amiképpen az a jelen tanulmányban is szerepel – természetesen Heidegger számára már jellegzetesen újkori fogalom, mely a világ nélküli szubjektummá redukált „ittlét”-hez rendelt, számára pusztá tárgyként adott világra vonatkozik. Ám ez nem zárja ki a lehetőségét annak, hogy a világban való létben jelentkező világszerűség eltűnt nyomai még felsejlenek e tapasztalatban, s ennek nyomán minden olyan természetontológiában és természettanban, mely – ha elvont módon is, de – őrzi még a tapasztalat jegyeit, logikáját, s ennyiben megfelel az e tapasztalattal összhangban lévő „józan észnek”. A mindennapi tevékenység, benne a „kézhezállónak”

⁹ HEIDEGGER 1979, Erster Teil, Drittes Kapitel, § 19–21, 89–101, illetve HEIDEGGER 2007, Első rész, harmadik fejezet, 19–21 §105–106.

– így Heidegger nevezetes példájának, a kalapácsnak¹⁰ – a használata, továbbá az eszközöknek az az egymásra utaló egésze, melynek közegében e használat megtörténik és értelemmel bír, a modern ontológia nyelvezetében a determinizmust, az eszközök rendszerének oksági meghatározottságát föltételezi. Ha a kalapáccsal együtt adódó cselekmények, a szeg beveréséhez szükséges ütőmozdulatok vagy a szeg reagálása ezekre a mozdulatokra nem volnának (ezen elvilágtalanított ontológia nyelvezetével) „determináltak”, ha a szög behatolása a fába a kalapáccsal ráért ütőmozdulatok hatására nem volna okságilag meghatározott, akkor a kalapács nem volna használható, s nem lehetne a heideggeri értelemben „kézhezálló”.

Persze a „kézhezállóság” előbbi „teoretikus” reprodukciója a *Sein und Zeit* szövegösszefüggésében már éppen annak az elhibázott létmegértésnek a részét képezi, mely a létet a létezővel cseréli föl, s amely ellen a heideggeri fundamentálonológia programja irányul. Ez sem változtat azonban azon, hogy a heideggeri kézhezállónak, az utaláségesznek, s általában a világban való lét szerkezetének világszerűtlen nyomai jelen vannak még ebben az eltorzított ontológiában is, többek között a determinizmus, az okság, a kitüntetett vonatkoztatási rendszer, a képszerűen-szemléletesen megjeleníthető eukleidészi geometria, s a „józan észnek” megfelelő egyéb mozzanatok formájában. A klasszikus fizika absztrakt világa és a mindennapi élet tapasztalati világa minden különbözőségük ellenére még összhangban van egymással, s ez arra utal, hogy a klasszikus fizika még – bár a világszerűségtől megfosztott, s ennyiben paradox formában – őrzi még az elveszített világszerűség nyomait. Amikor pedig a modern fizika matematikai konstrukcióira hivatkozva a tapasztalati világ logikájának föladását követeli, akkor ez a kartézianus fordulat „utánjában” egy újabb fordulópontot jelent. Egy újabb váltást, melyben a kalkulatív ész diadalaként az újkori tudomány szakít a világ világszerűségének még megmaradt nyomaival – a determinizmussal, az eukleidészi geometriával, a tér és az idő, az élet és a halál közötti kibékíthetetlen ellentéttel –, azaz mindazzal, amit tanulmányunkban mint a tapasztalati világ logikájának és az ezzel összhangban való józan észnek való megfelelésként jellemeztünk.

A XX. századi fizika azon sajátosságát tehát, amelyet az általunk „mitikusként” jellemezett létezők megjelenése jelentett, s amely sajátosságot a hagyományos racionalitáskritérium föladásaként, a tapasztalati világ logikájával és a „józan észsel” történő szakításként írtunk le, kantiánus alapon a „tisztá ész” kategóriáinak fölmondásaként definiálhatjuk, s ennek nyomán e fizikát olyan természettudományként jellemezhetjük, mely ellentmond a kanti tisztá észnek. Heidegger filozófiája pedig alkalmas arra, hogy e fizika megjelenését gondolkodástörténeti és hermeneutikai kontextusban értelmezzük, s annak lényegét a kalkulatív gondolkodás térnyeréseként, valamint a tudomány által kínált természetontológia azon jegyeinek – a kalkulatív gondolkodás jegyében történő – eltávolításaként ragadjuk meg, mely jegyek a Descartes utáni természetontológia világszerűtlen világában a világszerűség még megmaradt nyomait képviselték. A XX. századi fizika alternatív, a hagyományos racionalitáskritérium megőrzésére törekvő interpretációi – így a relativitáselmélet lorentziánus, vagy a kvantummechanika determinista értelmezései – pedig ennek nyomán tekinthetők úgy, mint amelyek éppen a világszerűségnek a matematikai konstrukciókra hivatkozva megsemmisített maradványait perlik vissza a fizikába (vö. SZÉKELY 2002).

¹⁰Vö. HEIDEGGER 1979, § 18, 84, illetve uő. 2007, § 18. (A Vajda–Angyalosi–Bacsó–Kardos–Orosz-féle fordítás eredeti változatában e paragrafus nem csupán nyelvíleg, hanem filozófiai értelmében is katasztrofálisan eltorzult, s az így megjelent torz magyar szöveget több alkalommal javítás nélkül adták ki újra. Korrekció csak az Osirisnál elsőként 2001-ben kiadott, majd ettől kezdve többször újranyomott változatban jelent meg, így az ez előtti változatok használatát nem ajánljuk.)

IRODALOM

- ABBOTT, Edwin 1894/2005. *Flatland: A Romance of Many Dimensions*. Second, Revisited Edition. Princeton: Princeton UP, illetve: <http://www.ibiblio.org/eldritch/eea/FL.HTM>.
- BONDI, Hermann 1964. *Relativity and Common Sense*. Garden City, New York: Doubleday.
- BONDI, Hermann 1967. *Myths and Assumptions in Physics*. Cambridge: Cambridge UP.
- BROWN, Harvey R. 2005. *Physical Relativity: Space-Time Structure From a Dynamical Perspective*. Oxford: Clarendon Press.
- BRUNO, Giordano 1990. *A végtelenről, a világegyetemről és a világokról*. Bukarest: Kriterion.
- CANTOR, Geoffrey N. – HODGE, Michael Jonathan Sessions (eds.) 1981. *Conceptions of Ether*. Cambridge – London: Cambridge UP.
- CLARK, Ronald W. 1973. *Einstein: The Life and Time*. London, etc.: Hodder and Stoughton.
- CRAIG, William Lane 2006. Hova tegyük a Teremtőt? Stephen Hawking Istenről és a Teremtésről. *Pannonhalmi Szemle* IV, 35–45.
- EGER, Martin 2001. A természettudomány hermeneutikai-fenomenológiai megközelítésének teljesítményei. Összehasonlítás a konstruktivista szociológiával. In Schwendtner Tibor – Ropolyi László – Kiss Olga: *Hermeneutika és a természettudományok*. Budapest: Áron.
- EINSTEIN, Albert 2005/1920. Éter és relativitáselmélet. In *Válogatott tanulmányok*. Szerk.: Székely László. Budapest: Typotex.
- ENGELS, Friedrich 1963. *A természet dialektikája*. Marx és Engels művei, 20. kötet. Budapest: Kossuth.
- FORMAN, Paul 1971. Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918–1927. *Historical Studies in the Physical Sciences* 3, 1–115.
- GALILEI, Galileo 1952. Részletek a „Párbeszédek a két legnagyobb világrendszerről, a ptolemaiosziról és a kopernikusziról” című művéből. In Gulian, C. I. – Banu, Ion. (vál.): *Giordano Bruno. Galilei. Campanella*. Budapest: Művelt Nép.
- GAZDA István 2005. József Attila a relativitáselméletről. In *Einstein és a magyarok*. Budapest: Akadémiai.
- HAWKING, Stephen 1989. *Az idő rövid története*. Budapest: Maecenas.
- HAZELETT, Richard – TURNER, Dean 1979. *The Einstein Myth and the Ives' Papers. A Counter Revolution in Physics*. Old Greenwich (Connecticut): Devin-Adair Company.
- HEIDEGGER, Martin 1957. *Der Satz vom Grund*. Pfullingen: Neske.
- HEIDEGGER, Martin 1979. *Sein und Zeit*. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- HEIDEGGER, Martin 2007. *Lét és idő*. Fordította: Vajda – Angyalosi – Bacsó – Kardos – Orosz. Második, javított kiadás.) Budapest: Osiris.
- HEISENBERG, Werner 1983. *A rész és az egész*. Budapest: Gondolat.
- ISENKRAHE, Caspar 1879. *Das Rätsel von der Schwerkraft: Kritik der bisherigen Lösungen des Gravitationsproblems und Versuch einer neuen auf rein mechanischer Grundlage*. Braunschweig: Vieweg.
- JÁNÓSSY Lajos 1963. Előszavak 1. In Jánóssy Lajos – Elek Tibor: *A relativitáselmélet filozófiai problémái*. Budapest: Akadémiai.
- JÁNÓSSY Lajos 1971. *A relativitáselmélet a fizikai valóság alapján*. Budapest: Akadémiai.
- LANDAU, Lev D. – LIFSHIC, Evgenij M. 1976. *Elméleti fizika II.: klasszikus erők*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- PEARSON, Karl 1891. Ether Squirts. *American Journal of Mathematics* 13, 309–362.
- RITZ, Walter 1963. Über die Rolle des Aethers in Physik. In *Theorien Über Aether, Gravitation, Relativität und Elektrodynamik*. Bern und Badisch-Reihfelden: Schrittl Verlag.
- SCHRÖDINGER, Edwin 1935. Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik. *Naturwissenschaften* 23, 807–812, 823–823, 844–849.
- SMOLIN, Lee 2006. *The Trouble with Physics: The Rise of String Theory, the Fall of Science and What Comes Next*. Boston – New York: Houghton Company.
- SZABÓ László 2002. *A nyitott jövő problémája. Véletlen, kauzalitás és determinizmus a fizikában*. Budapest: Typotex.
- SZEGEDI Péter 1987a. Utószó Blohincev „A kvantummechanika elvi kérdései – Kvantummechanikai méréselmélet” c. könyvéhez. In Blohincev, Dmitrij Ivanovic: *A kvantummechanika elvi kérdései – Kvantummechanikai méréselmélet*. Budapest: Gondolat.
- SZEGEDI Péter 1987b. Tudományfejlődés és kulturális légkör. *Világosság* 10, 647–655.

- SZEGEDI Péter 1989. *Determinisztikus törekvések a kvantummechanikában. Történeti-filozófiai elemzés.* Kandidátusi értekezés. MTA TMB (kézirat).
- SZÉKELY László 1987. Physical Theory and Philosophical Values. *Doxa* 9, 159–181. (Published by the Institute of Philosophy of the Hung. Ac. Sci.)
- SZÉKELY László 1990. Az idő: fizika és filozófia. *Tudomány* június, 48–50. (A Scientific American magyar kiadása.)
- SZÉKELY László 1995. Mítosz és tudomány a modern kozmológiában. *Café Babel* 1, 149–162.
- SZÉKELY László 1996. A világ keletkezésének eszméje az archaikus kultúrákban és a modern tudományban. In Fehér Márta (szerk.): *A teremtés. Filozófiatörténeti tanulmányok.* Budapest: Áron.
- SZÉKELY László 1999/1994. Éter, matematika és metafizika: vázlat az éter fogalmának újkori történetéről. *Café Babel* 4, 31–45.
- SZÉKELY László 2002. A világtalanítás stációja: Albert Einstein relativitáselmélete a létre vonatkozó heideggeri kérdés kontextusában. *Világosság* XLIII, 10–12, 139–155.
- SZÉKELY László 2005. Kozmosz és Teremtő: Stephen Hawking teológiai koncepciójának bírálata. In Hetesi Zsolt – Teres Ágoston (szerk.): *Vallás és tudomány.* Budapest: Magyar Jezsuita Rendtartomány és ELTE TTK Csillagászati Tanszéke.
- SZÉKELY László 2006a. Csalás, tréfa, hamisítás és elfogultság a tudományban. *Világosság* 3, 67–90.
- SZÉKELY László 2006b. E. Szabó László: A nyitott jövő problémája. Véletlen, kauzalitás és determinizmus a fizikában. *BUX* ősz, 280–283.
- WHITTAKER, Edmund, 1953. *A History of the Theories of Aether and Electricity.* London: Thomas Nelson and Sons.
- ZÖLLNER, Friedrich 1922. *Vierte Dimension und Okkultismus.* (Aus den „Wissenschaftlichen Abhandlungen“ ausgewählt und herausgegeben von Rudolf Tischner.) Leipzig: Oswald Mutze.



Lakner Antal: Irányjelek, 1993
Helyspecifikus installáció a budapesti Erzsébet-híd keleti és nyugati hidgerendáin